



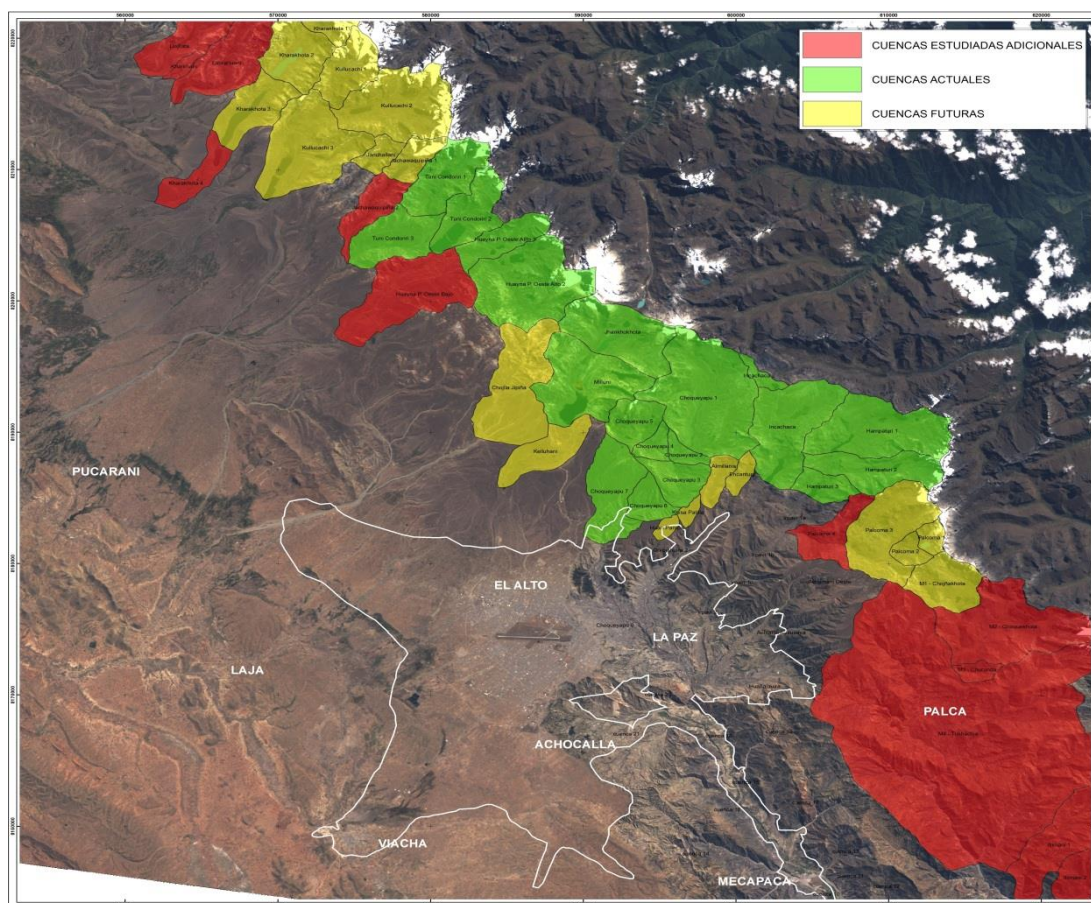
Estado Plurinacional  
de Bolivia



**MMAyA**  
Ministerio de Medio Ambiente y Agua

# Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento La Paz - El Alto, Bolivia

## INFORME FINAL RESUMEN EJECUTIVO (TOMO 1)



**GITEC**

**LWB**  
Land and Water Bolivia



*Aguilar &  
Asociados*

La Paz, 2014

ORGANIZACION DEL PLAN MAESTRO		
TOMO 1	RESUMEN EJECUTIVO	
	VOLUMEN I: DIAGNOSTICO DE LA SITUACION DEL SERVICIO	
TOMO 2	INTRO	Introducción al Volumen I
	CAPITULO 1	Descripción y Definición del Área de Servicio
	CAPITULO 2	Diagnóstico de la Infraestructura Existente
TOMO 3	CAPITULO 3	Diagnóstico de la Gestión Administrativa y la Situación Institucional
TOMO 4	ANEXO AL VOLUMEN I	
	VOLUMEN II: DEMANDAS FUTURAS Y ESTRATEGIAS DE EXPANSION	
TOMO 5	INTRO	Introducción al Volumen II
	CAPITULO 4	Balance Oferta y Demanda
	CAPITULO 5	Escenarios y Estrategias para el Mejoramiento de los Servicios
TOMO 6	ANEXO AL VOLUMEN II	
	VOLUMEN III: FORMULACION DEL PLAN MAESTRO	
TOMO 7	INTRO	Introducción al Volumen III
	CAPITULO 6	Soluciones Propuestas
	CAPITULO 7	Fortalecimiento Institucional
	CAPITULO 8	Programa de Inversiones
	CAPITULO 9	Plan de Monitoreo y Evaluación del Cumplimiento de las Obras y Acciones propuestas en el Plan Metropolitano
	ANEXO AL VOLUMEN III	
INFORMES ESPECIALES		
TOMO 8	I.E. No. 1	Memoria principal: Aprovechamiento Sostenible de las Fuentes de Abastecimiento Superficiales y Subterráneas Anexos: D01
TOMO 9		Anexos: A0 y Planos
TOMO 10	I.E. No. 2	Estrategia de Saneamiento para Recolección y Tratamiento de Aguas Residuales
TOMO 11	I.E. No. 3	Evaluación del Impacto Ambiental y Social de las Obras del Programa a Corto Plazo
TOMO 12	I.E. No. 4	Estrategia para el Fortalecimiento Institucional de los Operadores
TOMO 13	I.E. No. 5	Impacto por los Ajustes de la Población según Datos del Censo - 2012

**Planes Maestros Metropolitanos de Agua Potable y Saneamiento de Cochabamba, La Paz y El Alto,  
Santa Cruz y el Valle Central de Tarija – (Bolivia)**

**Informe Final - Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento de La Paz – El Alto y Zonas  
Adyacentes**

ESTUDIOS DE IDENTIFICACION		
TOMO 14	E.I. No. 1	Memoria Principal: Ampliación, Renovación y Programa de Reducción de Agua No Facturada – Sistema de Agua Potable Pampahasi.
TOMO 15		Anexos: 1 - 14
TOMO 16		Anexos: Planos
TOMO 17	E.I. No. 2	Memoria Principal: Ampliación, Renovación y Programa de Reducción de Agua No Facturada – Sistema de Agua Potable Achachicala Anexos: 1 - 14
TOMO 18		Anexos: Planos
TOMO 19	E.I. No. 3	Memoria Principal: Ampliación, Renovación y Programa de Reducción de Agua No Facturada – Sistema de Agua Potable El Alto Anexos: 1 - 14
TOMO 20		Anexos: Planos
TOMO 21	E.I. No. 4	Memoria Principal: Ampliación, Renovación y Programa de Reducción de Agua No Facturada – Sistema de Agua Potable Tilata Anexo: 1 - 14
TOMO 22		Anexos: Planos
TOMO 23	E.I. No. 5	Memoria Principal: Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Alcantarillado La Paz Anexos: 1 - 6
TOMO 24		Anexo: 7 – 14
TOMO 25		Anexos: Planos
TOMO 26	E.I. No. 6	Mejoramiento y Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Puchukollo de la ciudad de El Alto
TOMO 27	E.I. No. 7	Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable de Viacha
TOMO 28	E.I. No. 8	Memoria Principal: Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Saneamiento y Planta de Tratamiento de Viacha
TOMO 29		Anexos: Planos
TOMO 30	E.I. No. 9	Mejoramiento y Expansión del Sistema de Agua Potable de Pucarani (Población capital)
TOMO 31	E.I. No. 10	Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Alcantarillado y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para la Población capital Pucarani
TOMO 32	E.I. No. 11	Mejoramiento y Expansión del Sistema de Agua Potable de Laja (Población capital)
TOMO 33	E.I. No. 12	Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable Achocalla (Zona Urbana Valle)
TOMO 34	E.I. No. 13	Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable de Mecapaca (Área Urbana)

■ ÍNDICE

<b>I. ANTECEDENTES.....</b>	<b>I</b>
<b>II. OBJETIVOS.....</b>	<b>I</b>
<b>III. NOMBRE DEL PROYECTO.....</b>	<b>II</b>
<b>IV. UBICACION DEL PROYECTO .....</b>	<b>II</b>
<b>V. ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO .....</b>	<b>III</b>
<b>VI. IDENTIFICACION DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PLAN MAESTRO .....</b>	<b>V</b>
<b>VII. MARCO LEGAL Y NORMATIVO .....</b>	<b>VIII</b>
<b>VIII. SIGLAS, ABREVIACIONES Y TERMINOS .....</b>	<b>XIII</b>
<b>1. DESCRIPCIÓN Y DEFINICIÓN DEL ÁREA DE SERVICIO .....</b>	<b>1-1</b>
1.1. CRECIMIENTO HISTÓRICO DE LA MANCHA URBANA.....	1-1
1.1.1. La Paz de 1996 a 2012.....	1-1
1.2. ESTIMACION DE LA POBLACION CON DATOS DEL CENSO 2012.....	1-2
1.2.1. Análisis comparativo de datos demográficos .....	1-2
1.2.2. Actualización de datos demográficos .....	1-4
1.2.3. Proyección de la población y tasas de crecimiento en el área metropolitana.....	1-6
<b>2. DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE.....</b>	<b>2-11</b>
2.1. LA PAZ, EL ALTO Y ZONAS ADYACENTES.....	2-11
2.1.1. Sistemas de abastecimiento de agua potable operado por EPSAS .....	2-11
2.1.2. Sistemas de saneamiento operado por EPSAS.....	2-28
2.1.3. Inventario y Diagnóstico de sistemas de agua potable y saneamiento de operadores menores.....	2-30
<b>3. DIAGNÓSTICO DE LA GESTION ADMINISTRATIVA Y DE LA SITUACION INSTITUCIONAL.....</b>	<b>3-32</b>
3.1. OPERADORES DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y/O ALCANTARILLADO SANITARIO EXISTENTES EN EL ÁREA METROPOLITANA.....	3-32
3.2. PRINCIPALES HALLAZGOS DEL DIAGNÓSTICO DE LOS OPERADORES .....	3-33
3.2.1. El Operador Mayor EPSAS .....	3-33
3.2.2. Los 40 Operadores Menores .....	3-38
<b>4. BALANCE DE OFERTA Y DEMANDA.....</b>	<b>4-42</b>
4.1. LA PAZ, EL ALTO Y ZONAS ADYACENTES.....	4-42
4.1.1. Servicio de Agua Potable operado por EPSAS.....	4-42
4.1.2. Servicio de Saneamiento operado por EPSAS .....	4-53
4.1.3. Servicio de Agua Potable y Saneamiento operadores menores.....	4-57
<b>5. ESCENARIOS Y ESTRATEGIAS PARA EL MEJORAMIENTO Y EXPANSION DE LOS SERVICIOS.....</b>	<b>5-58</b>
5.1. LA PAZ, EL ALTO Y ZONAS ADYACENTES.....	5-58
5.1.1. Servicio de Agua Potable operado por EPSAS.....	5-58
5.1.2. Servicio de Saneamiento operado por EPSAS .....	5-68
5.1.3. Servicio de agua potable y saneamiento de operadores menores .....	5-75
<b>6. SOLUCIONES PROPUESTAS.....</b>	<b>6-76</b>
6.1. SOLUCIONES PROPUESTAS SISTEMA DE AGUA POTABLE PAMPAHASI.....	6-78
6.1.1. Ampliación de los servicios.....	6-78

<b>■ ÍNDICE</b>	
6.1.2.	Renovación y mejoramiento .....6-79
6.2.	SOLUCIONES PROPUESTAS SISTEMA DE AGUA POTABLE ACHACHICALA .....6-82
6.2.1.	Ampliación de los servicios.....6-82
6.2.2.	Renovación y mejoramiento .....6-84
6.3.	SOLUCIONES PROPUESTAS SISTEMA DE AGUA POTABLE EL ALTO .....6-86
6.3.1.	Ampliación de los servicios.....6-86
6.3.2.	Renovación y mejoramiento .....6-89
6.4.	SOLUCIONES PROPUESTAS SISTEMA DE AGUA POTABLE TILATA.....6-92
6.4.1.	Ampliación de los servicios.....6-92
6.4.2.	Renovación y mejoramiento .....6-94
6.5.	SOLUCIONES PROPUESTAS ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CIUDAD DE LA PAZ.6-96
6.5.1.	Ampliación de los servicios.....6-97
6.5.2.	Renovación y mejoramiento de redes de recolección.....6-104
6.6.	PROPUESTA SANEAMIENTO PARA LA CIUDAD DE EL ALTO.....6-104
6.6.1.	Ampliación de los servicios.....6-104
6.6.2.	Renovación y mejoramiento de redes de recolección.....6-113
6.6.3.	Alternativas de saneamiento in-situ.....6-113
6.7.	SOLUCIONES PROPUESTAS DE AGUA Y SANEAMIENTO PARA OPERADORES MENORES6-113
7.	<b>FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL.....7-114</b>
7.1.	NUEVO MODELO DE ORGANIZACIÓN DE LOS SERVICIOS.....7-114
7.2.	NUEVO MODELO DE GESTIÓN DE LOS SERVICIOS .....7-117
7.2.1.	Comité Consultivo.....7-118
7.2.2.	Asamblea Metropolitana .....7-119
7.2.3.	La UFI .....7-122
7.3.	PROPUESTA DE FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL A GESTORES Y OPERADORES .7-124
7.3.1.	Destinatarios.....7-124
7.3.2.	Cronograma.....7-124
7.3.3.	Presupuesto.....7-125
7.4.	RECOMENDACIONES PRIORITARIAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL .....7-129
8.	<b>PROGRAMA DE INVERSIONES .....8-130</b>
8.1.	FASES PARA EL DESARROLLO DEL PLAN MAESTRO .....8-130
8.1.1.	Actividades previas.....8-130
8.1.2.	Fases del Programa de Inversiones.....8-130
8.2.	PROGRAMA DE INVERSIONES DE CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO .....8-131
8.2.1.	Cronograma de obras y acciones.....8-149
8.3.	ESTRATEGIA FINANCIERA DE CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO .....8-163
8.3.1.	Fases para el Desarrollo del PMM .....8-163
8.3.2.	Enfoque de la propuesta del Financiamiento .....8-165
8.3.3.	Conclusiones .....8-168
8.4.	TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA .....8-171
9.	<b>PLAN DE MONITOREO Y EVALUACION DEL CUMPLIMIENTO DE LAS OBRAS Y ACCIONES PROPUESTAS.....9-172</b>
9.1.	MARCO CONCEPTUAL PARA EL MONITOREO Y EVALUACION DEL PLAN MAESTRO ....9-172

■ ÍNDICE

9.2.	OBJETIVOS DEL PLAN DE MONITOREO Y EVALUACION .....	9-172
9.3.	LOCALIZACION FUNCIONAL DEL MONITOREO Y EVALUACION.....	9-172
9.4.	FORMULACION DEL PLAN DE MONITOREO Y EVALUACION .....	9-173
9.4.1.	Matriz del Marco Lógico.....	9-173
9.5.	INFORMES DE MONITOREO Y EVALUACION .....	9-173

## ■ ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Comparación de proyecciones de población del PMM y resultados del Censo 2012 .....	1-3
Tabla 1.2. Comparación de proyecciones de población del PMM Fase II y nuevas proyecciones con los resultados del Censo 2012 al año 2023 .....	1-4
Tabla 1.3. Comparación de proyecciones de población del PMM Fase II y nuevas proyecciones con los resultados del Censo 2012 al año 2036 .....	1-4
Tabla 1.4. La Paz - Población del departamento, por Municipios área urbana La Paz – El Alto - Censos 1992, 2001 y 2012 .....	1-5
Tabla 1.5. Tasas de crecimiento Poblacional – Área de influencia metropolitana .....	1-6
Tabla 1.6. Tasas de crecimiento (%) – El Alto .....	1-7
Tabla 1.7. Proyección de la población urbana del área metropolitana La Paz – El Alto .....	1-8
Tabla 2.1. Caudales de producción de agua tratada y capacidad PTAP (l/s) – Sistema Achachicala....	2-13
Tabla 2.2. Redes a renovar – Sistema Achachicala .....	2-15
Tabla 2.3. Caudales de producción de agua tratada y capacidad PTAP (l/s) – Sistema Pampahasi ....	2-19
Tabla 2.4. Redes a renovar – Sistema Pampahasi.....	2-20
Tabla 2.5. Caudales de producción de agua tratada y capacidad PTAP (l/s) – Sistema El Alto.....	2-22
Tabla 2.6. Redes a renovar – Sistema El Alto .....	2-24
Tabla 2.7. Caudales de producción de agua tratada y capacidad PTAP (l/s) – Sistema Tilata .....	2-27
Tabla 2.8. Redes a renovar – Sistema Tilata .....	2-28
Tabla 3.1. Operadores de Servicios existentes, por municipio y forma de constitución.....	3-32
Tabla 3.2. Principales características cuantitativas e indicadores de gestión de EPSAS, 2011 .....	3-33
Tabla 3.3. Aspectos de la Situación Institucional Actual de EPSAS.....	3-37
Tabla 3.4. Desempeño de la gestión de los 35 pequeños Operadores Periurbanos, La Paz y Achocalla, 2011 .....	3-38
Tabla 3.5. Desempeño de la gestión de los 3 Operadores urbanos únicos de Pucarani, Laja y Palca, 2011.....	3-39
Tabla 3.6. Desempeño de la gestión de EMAPAV, 2011 .....	3-40
Tabla 3.7. Desempeño de la gestión de la Cooperativa Lihujtaypi en Mecapaca, 2011 .....	3-41
Tabla 6.1. Medidores a ser renovados – Sistema Pampahasi .....	6-80
Tabla 7.1. Estructura del Presupuesto total de FI – Desglose por Etapa y Objeto .....	7-126
Tabla 7.2. Presupuesto de FI Área Metropolitana LP – Total 2014–2018, por destinatario.....	7-127
Tabla 7.3. Estructura del Presupuesto total de FI, Área metropolitana de LP – Desglose por Destinatario y Tipo de FI, Etapas I a III (2014-2018) .....	7-127
Tabla 7.4. Presupuesto de FI, Área Metropolitana LP – Gran Total 2014–2036 (corto, mediano y largo plazo).....	7-128
Tabla 8.1. Resumen del Programa de Inversiones Plan Maestro .....	8-132

■ ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 8.2. Programa de Inversiones – La Paz, El Alto y Zonas Adyacentes .....	8-134
Tabla 8.3. Programa de Inversiones – Municipios aledaños .....	8-134
Tabla 8.4. Cronograma de obras y acciones La Paz – El Alto y Zonas Adyacentes.....	8-149
Tabla 8.5. Cronograma de obras y acciones Municipios Aledaños .....	8-155
Tabla 8.6. Periodos para la inversión.....	8-163
Tabla 8.7. Estructura de Financiamiento PMM LP -EA.....	8-165
Tabla 8.8. Equilibrio financiero, operador EPSAS (Bs.).....	8-165
Tabla 8.9. Presupuesto de inversión – EPSAS (\$us) .....	8-166
Tabla 8.10. Fuentes de financiamiento previstas para el corto plazo (EPSAS) .....	8-166
Tabla 8.11. Equilibrio financiero, operador EMAPAV (Bs.).....	8-167
Tabla 8.12. Fuentes de financiamiento previstas para el corto plazo (EMAPAV) .....	8-167
Tabla 8.13. Financiamiento de inversiones PMM a corto plazo .....	8-168
Tabla 8.14. Histórico ejecución inversiones por Departamento.....	8-168
Tabla 8.15. Financiamiento de inversiones PMM a mediano plazo.....	8-169
Tabla 8.16. Financiamiento de inversiones PMM a largo plazo .....	8-170
Tabla 8.17. Indicadores de Rentabilidad Inversiones de Corto Plazo .....	8-170
Tabla 9.1. Matriz de Marco Lógico – Monitoreo y Evaluación .....	9-174

## ■ ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Comparación del Crecimiento de la Mancha Urbana 1976 Y 1996 .....	1-1
Figura 1.2. Mancha Urbana La Paz-El Alto Al 2012 .....	1-1
Figura 1.3. Población proyectada por el PMM y resultados del Censo 2012 .....	1-3
Figura 1.4. La Paz - Población del departamento, por Municipios área urbana La Paz – El Alto Censos 1992, 2001 y 2012 .....	1-6
Figura 1.5. Datos oficiales Censos 1992, 2001 y 2012 – Proyecciones al 2036 .....	1-9
Figura 1.6. Distribución de la población al año 2036 - Area de servicio de Agua Potable Metropolitano	1-9
Figura 2.1. Sistema de abastecimiento Achachicala 2012 .....	2-12
Figura 2.2. Esquema Planta de Tratamiento Achachicala .....	2-13
Figura 2.3. Sistema de abastecimiento Pampahasi 2012 .....	2-16
Figura 2.4. Esquema Planta de Tratamiento Pampahasi .....	2-18
Figura 2.5. Sistema de abastecimiento El Alto 2012 .....	2-20
Figura 2.6. Esquema Planta de Tratamiento El Alto .....	2-22
Figura 2.7. Sistema de abastecimiento Tilata 2012 .....	2-25
Figura 2.8. Esquema Planta de Tratamiento Tilata .....	2-26
Figura 2.9. Cobertura Sistema Alcantarillado Sanitario La Paz .....	2-28
Figura 4.1. Sistemas de abastecimiento de agua potable y área de servicio 2036 .....	4-42
Figura 4.2. Balance Oferta - Demanda Sistema Achachicala .....	4-51
Figura 4.3. Balance Oferta - Demanda Sistema Pampahasi .....	4-51
Figura 4.4. Balance Oferta - Demanda Sistema El Alto .....	4-52
Figura 4.5. Balance Oferta - Demanda Sistema Tilata .....	4-52
Figura 6.1. Soluciones Propuestas Escenario 2036 .....	6-77
Figura 6.2. Escenario Sistema Pampahasi al 2036 .....	6-82
Figura 6.3. Escenario Sistema Achachicala al 2036 .....	6-86
Figura 6.4. Redes de distribución Sistema El Alto al 2036 .....	6-88
Figura 6.5. Escenario Sistema El Alto al 2036 .....	6-91
Figura 6.6. Redes de distribución Sistema Tilata 2036 .....	6-93
Figura 6.7. Escenario Sistema Tilata al 2036 .....	6-96
Figura 7.1. Alternativa A propuesta para la Organización futura de los servicios: la EPSA metropolitana única .....	7-115
Figura 7.2. Miembros del Comité Consultivo (CoPMM-LP) en la etapa de Implementación del Plan Maestro .....	7-118
Figura 7.3. Estructura organizacional y funcional tentativa sugerida para la Asamblea Metropolitana de Agua y Saneamiento de La Paz (AMeAS-LP) .....	7-120
Figura 7.4. Cronograma de implementación del Fortalecimiento Institucional- PMM La Paz/El Alto ..	7-125

■ ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 8.1. Fases para el desarrollo del Plan Maestro .....	8-131
---	-------

■ ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 8.1. Taller de Transferencia Tecnológica .....	8-171
Fotografía 8.2. Participantes - Taller de Transferencia Tecnológica .....	8-171

## “PLAN MAESTRO METROPOLITANO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE LA PAZ Y EL ALTO”

### I. ANTECEDENTES

El Estado Plurinacional de Bolivia ha firmado el Contrato de Crédito 2199/BL-BO, así como el Convenio de financiamiento no rembolsable de inversión del Fondo Español de Cooperación para agua y saneamiento en América Latina y el Caribe GRT/WS-11830-BO, con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para el **Programa de Agua y Alcantarillado Periurbano - Fase I**, en fecha 27 de noviembre de 2009.

El Programa está diseñado para ser compatible con el Plan Nacional de Saneamiento Básico (PNSB). Contribuirá significativamente al objetivo de lograr universalidad de cobertura en los servicios de agua potable y saneamiento. Con su concentración en áreas periurbanas, beneficiará especialmente a la población de bajos ingresos. Además contribuirá al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio. A solicitud del Gobierno, el Programa cubrirá las zonas periurbanas de las tres áreas metropolitanas de La Paz/El Alto, Cochabamba, Santa Cruz y otras localidades con población mayor a 10.000 habitantes.

Para el logro de los objetivos y beneficios previstos, el Programa se ha estructurado en tres componentes: i) Proyectos de agua potable y saneamiento; ii) Estudios de pre inversión y **planes maestros metropolitanos (La Paz – El Alto, Santa Cruz, Cochabamba y Tarija)** iii) Fortalecimiento institucional a operadores y a entidades del sector. Adicionalmente incluye un cuarto componente para la Administración del Programa a cargo de la Unidad Coordinadora del Programa (UCP) del Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA).

El componente del Programa correspondiente a los Planes Maestros Metropolitanos de Agua Potable y Saneamiento, comprende las ciudades de La Paz y El Alto, Santa Cruz, Cochabamba y Tarija. Los estudios fueron desarrollados por el Consorcio Consultor Internacional **TYPSA, GITEC, Land and Water Bolivia y Aguilar & Asociados**.

El Consorcio Consultor fue contratado en fecha 20 de marzo de 2012 por el MMAyA mediante convocatoria pública y siguiendo los procedimientos de Contratación de Consultores del Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

El presente Informe Final sobre la Formulación del Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento – Etapa III, está estructurado de la manera que se señala en la Organización indicada en el numeral V del presente documento.

### II. OBJETIVOS

#### a. Objetivo General

Definir la mejor estrategia de desarrollo y expansión de los servicios de agua potable y saneamiento hasta el año 2036 definido como año horizonte de planificación, en los municipios de La Paz y El Alto, incorporando el área actualmente servida por el operador EPSAS. El estudio deberá además incluir las zonas de expansión del área metropolitana en territorio de los municipios de: Achocalla, Mecapaca, Laja, Palca, Viacha y Pucarani.

Constituir el PMM como un instrumento de planificación de las obras y fortalecimiento institucional. Haciendo uso eficiente de los recursos disponibles y de las instalaciones existentes.

#### b. Objetivos Específicos

**OE1.** Identificar cualitativa y cuantitativamente la situación actual de las fuentes de agua actualmente utilizadas y las nuevas fuentes, considerando los efectos del cambio climático y la

importancia de realizar la Gestión Integral de los Recursos Hídricos (GIRH) en las cuencas abastecedoras.

**OE2.** Identificar proyectos y obras de rehabilitación, reposición y expansión que deben ser realizados en fuentes, captaciones, conducciones, embalses, plantas de tratamiento, tanques de almacenamiento y sistemas de distribución de agua potable.

**OE3.** Identificar proyectos y obras a realizar de rehabilitación, reposición y expansión que deben ejecutarse en recolección (redes de alcantarillado), conducción (emisarios), y tratamiento de aguas residuales, considerando los efectos de las descargas en los cuerpos receptores como el uso de estas aguas en el riego de cultivos.

**OE4.** Identificar las medidas y acciones para mejorar y fortalecer la gestión administrativa, operativa y financiera de las organizaciones responsables por la prestación de los servicios.

**OE5.** Elaborar la estrategia de financiamiento, determinando la capacidad de las empresas u organizaciones para contribuir a la inversión con recursos propios y los requerimientos de subvención estatal central, departamental, municipal.

### III. NOMBRE DEL PROYECTO

“Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento de La Paz y El Alto”

### IV. UBICACION DEL PROYECTO

Figura 1. Ubicación del Proyecto



Fuente: INE 2012 y elaboración propia.

## V. ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO

El Informe Final sobre la Formulación del Plan Maestro Metropolitano de agua potable y saneamiento La Paz - El Alto (PMM), Zonas Adyacentes y Operadores Pequeños, fue organizado conforme se detalla a continuación:

ORGANIZACION DEL PLAN MAESTRO		
TOMO 1	RESUMEN EJECUTIVO	
	VOLUMEN I: DIAGNOSTICO DE LA SITUACION DEL SERVICIO	
TOMO 2	INTRO	Introducción al Volumen I
	CAPITULO 1	Descripción y Definición del Área de Servicio
	CAPITULO 2	Diagnóstico de la Infraestructura Existente
TOMO 3	CAPITULO 3	Diagnóstico de la Gestión Administrativa y la Situación Institucional
TOMO 4	ANEXO AL VOLUMEN I	
	VOLUMEN II: DEMANDAS FUTURAS Y ESTRATEGIAS DE EXPANSION	
TOMO 5	INTRO	Introducción al Volumen II
	CAPITULO 4	Balance Oferta y Demanda
	CAPITULO 5	Escenarios y Estrategias para el Mejoramiento de los Servicios
TOMO 6	ANEXO AL VOLUMEN II	
	VOLUMEN III: FORMULACION DEL PLAN MAESTRO	
TOMO 7	INTRO	Introducción al Volumen III
	CAPITULO 6	Soluciones Propuestas
	CAPITULO 7	Fortalecimiento Institucional
	CAPITULO 8	Programa de Inversiones
	CAPITULO 9	Plan de Monitoreo y Evaluación del Cumplimiento de las Obras y Acciones propuestas en el Plan Metropolitano
	ANEXO AL VOLUMEN III	
	INFORMES ESPECIALES	
TOMO 8	I.E. No. 1	Memoria principal: Aprovechamiento Sostenible de las Fuentes de Abastecimiento Superficiales y Subterráneas Anexos: D01
TOMO 9		Anexos: A0 y Planos
TOMO 10	I.E. No. 2	Estrategia de Saneamiento para Recolección y Tratamiento de Aguas Residuales
TOMO 11	I.E. No. 3	Evaluación del Impacto Ambiental y Social de las Obras del Programa a Corto Plazo
TOMO 12	I.E. No. 4	Estrategia para el Fortalecimiento Institucional de los Operadores
TOMO 13	I.E. No. 5	Impacto por los Ajustes de la Población según Datos del Censo - 2012

ESTUDIOS DE IDENTIFICACION		
TOMO 14	E.I. No. 1	Memoria Principal: Ampliación, Renovación y Programa de Reducción de Agua No Facturada – Sistema de Agua Potable Pampahasi.
TOMO 15		Anexos: 1 - 14
TOMO 16		Anexos: Planos
TOMO 17	E.I. No. 2	Memoria Principal: Ampliación, Renovación y Programa de Reducción de Agua No Facturada – Sistema de Agua Potable Achachicala Anexos: 1 - 14
TOMO 18		Anexos: Planos
TOMO 19	E.I. No. 3	Memoria Principal: Ampliación, Renovación y Programa de Reducción de Agua No Facturada – Sistema de Agua Potable El Alto Anexos: 1 - 14
TOMO 20		Anexos: Planos
TOMO 21	E.I. No. 4	Memoria Principal: Ampliación, Renovación y Programa de Reducción de Agua No Facturada – Sistema de Agua Potable Tilata Anexo: 1 - 14
TOMO 22		Anexos: Planos
TOMO 23	E.I. No. 5	Memoria Principal: Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Alcantarillado La Paz Anexos: 1 - 6
TOMO 24		Anexo: 7 – 14
TOMO 25		Anexos: Planos
TOMO 26	E.I. No. 6	Mejoramiento y Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Puchukollo de la ciudad de El Alto
TOMO 27	E.I. No. 7	Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable de Viacha
TOMO 28	E.I. No. 8	Memoria Principal: Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Saneamiento y Planta de Tratamiento de Viacha
TOMO 29		Anexos: Planos
TOMO 30	E.I. No. 9	Mejoramiento y Expansión del Sistema de Agua Potable de Pucarani (Población capital)
TOMO 31	E.I. No. 10	Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Alcantarillado y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para la Población capital Pucarani
TOMO 32	E.I. No. 11	Mejoramiento y Expansión del Sistema de Agua Potable de Laja (Población capital)
TOMO 33	E.I. No. 12	Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable Achocalla (Zona Urbana Valle)
TOMO 34	E.I. No. 13	Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable de Mecapaca (Área Urbana)

## VI. IDENTIFICACION DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PLAN MAESTRO

### La Metrópoli

El 59% del total de la población del departamento de La Paz vive en las ciudades de La Paz y El Alto, según datos del último Censo de Población y Vivienda (INE 2012). Esa importante población genera actividades económicas concentradas en el conjunto territorial urbano (La Paz-El Alto, en la cercana ciudad de Viacha y en sus espacios rurales inmediatos, considerados como áreas de expansión y zonas agrícolas complementarias) que constituyen el Núcleo Urbano del Área Metropolitana, que es un hecho concreto que se manifiesta como una unidad espacial-económica y excede claramente los límites municipales.

Además de la alta concentración poblacional, en el Área Metropolitana se han desarrollado subsistemas territoriales secundarios como ciudades y territorios dependientes de las ciudades de La Paz y El Alto, tales como: Viacha, Pucarani, Laja, Achocalla, Palca y Mecapaca.

Por tanto el Consorcio Consultor, ha identificado el Área de Influencia del Plan Maestro de Agua Potable y Saneamiento como el Área Metropolitana de La Paz – El Alto y Zonas Adyacentes. La Tabla 1 y la Figura 2 muestran la identificación del área y la población (INE 2012) por municipio. Sin embargo al no disponer de datos de población por municipio desagregado en Urbano – Rural el consorcio ha realizado inferencias para tal efecto sobre la base del CENSO – INE 2001

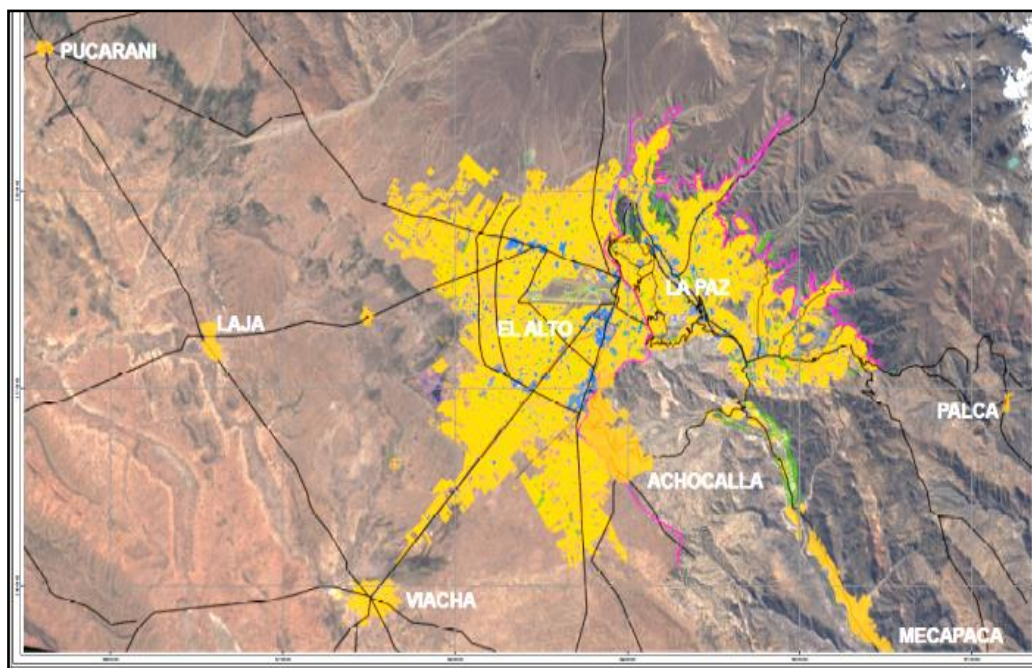
En la metrópoli de la ciudad de La Paz y El Alto, el principal operador de los servicios es la Empresa Pública Social de Agua y Saneamiento (EPSAS).

Tabla 1. Identificación del área de influencia del Plan Maestro – Población municipios 2012

Municipio	Provincia	Sección	Población Total	Urbana	Rural
La Paz	Murillo	Capital	764,617	761,023	3,594
El Alto	Murillo	Cuarta	848,840	845,445	3,395
Viacha	Ingavi	Primera	80,388	66,350	14,038
Pucarani	Los Andes	Primera	29,379	2,740	26,639
Laja	Los Andes	Segunda	23,673	1,327	22,346
Achocalla	Murillo	Tercera	16,993	13,609	3,384
Palca	Murillo	Primera	16,622	1,217	15,405
Mecapaca	Murillo	Tercera	16,027	13,055	2,972
TOTAL			1,796,539	1,704,766	91,773

Fuente: INE 2012 y elaboración propia.

Figura 2. Identificación del área de influencia del Plan Maestro



Fuente: Elaboración propia

### La Ciudad de La Paz

Nuestra Señora de La Paz es capital del departamento homónimo, sede de gobierno de los poderes ejecutivo y legislativo de Bolivia. El centro de la ciudad está aproximadamente a 3,650 msnm. Según el Censo nacional de población y vivienda del año 2012, la población del municipio de La Paz alcanza a 764,617 hab., en un área de 180 km<sup>2</sup>. Las coordenadas de la ciudad son: 16°30'8" S y 68°09'56" O.

La Ciudad de La Paz está asentada sobre las riberas del río Choqueyapu que cruza de oeste a este. Pequeños ríos que nacen en las laderas altas, depositan sus aguas a lo largo del trayecto de este río. En la Cordillera de los Andes (al este de la ciudad) se encuentra el majestuoso nevado Illimani (6,465 msnm), cuya silueta ha formado el emblema de la ciudad desde su fundación.

El clima es de montaña con inviernos secos y fríos con nevadas ocasionales y veranos frescos debido a las elevadas precipitaciones. El promedio anual es de 11°C. Tiene vientos moderados en agosto. En el verano la temperatura puede alcanzar a los 28 y a 29°C. El promedio de lluvia anual es de 600 mm. y se concentran de manera estacional desde diciembre hasta marzo.

La ciudad de La Paz área donde se toman decisiones de políticas financieras, económicas y sociales del departamento y el país. La ciudad de La Paz determina en gran medida, el modo de vida urbano de las ciudades del área metropolitana.

Existe un desconocimiento del proceso metropolitano de parte de los responsables políticos, considerando a la ciudad de La Paz como un todo y no como parte de un proceso metropolitano, que además deberá contar con servicios básicos integrados en función a las fuentes de abastecimiento, solidaridad entre sistemas, economías de escala y sostenibilidad económica - financiera.

### La Ciudad de El Alto

El Alto es una ciudad situada al oeste de Bolivia a una altitud de 4,000 msnm en la meseta altiplánica, al noroeste de La Paz, con la que forma la aglomeración urbana más grande del país.

Es el puerto de entrada a la ciudad de La Paz. La rama de actividad se distribuye en el sector terciario de la economía con predominancia en la industria manufacturera, comercio mayorista minorista y otros servicios comunitarios, sociales y personales.

El Alto se considera una ciudad nueva, receptora de población migrante del resto del país, en especial de recién llegados de las áreas rurales quienes buscan una oportunidad para mejorar sus condiciones económicas. En 1970 se da inicio al proceso de desconcentración municipal con la conformación de la sub alcaldía de El Alto, y al promediar la década, en 1976, se profundiza el carácter independiente del movimiento vecinal con la fundación de la FEJUVE El Alto. Fue originalmente un barrio satélite de la ciudad de La Paz, pero su población creció considerablemente, obtuvo el rango de sección de provincia el 6 de marzo de 1985 y posteriormente el rango de ciudad el 26 de septiembre de 1986.

El municipio de El Alto tiene una población de 848,840 hab. (Censo 2012). En la ciudad se encuentra el Aeropuerto Internacional El Alto.

El clima es frío durante todo el año y la temperatura media no llega superar los 17°C en verano. Las temperaturas bajo cero son comunes en días de invierno y además la ciudad es atacada por fuertes vientos que provienen del altiplano cercano. Debido a este ambiente, es común en las temporadas más frías del año encontrar parte de la ciudad cubierta por nieve.

La ciudad de El Alto es el centro receptor de la migración campo ciudad. Las unidades de educación secundaria y superior no gozan de buena credibilidad en la calidad del servicio, exceptuando algunos ubicados en zonas de mayor desarrollo. Cuenta con espacios amplios para acoger la industria manufacturera del área. Cuenta con una estructura vial de amplias avenidas y calles que facilitan el transporte.

### Caracterización de los asentamientos del área

#### Viacha

Alto tráfico diario de pasajeros entre Viacha y El Alto, motivo por el cual se encuentra en actual construcción la doble vía.

La vocación de su población es industrial y agrícola, porque en el área de influencia de la ciudad de Viacha se emplazan las fábricas de Cemento e instalaciones de la Fábrica de Cervecería Nacional.

No cuenta con equipamientos de educación superior y de centros de salud de segundo y tercer nivel.

#### Achocalla

El área urbana del municipio está en proceso de consolidación con la ciudad de El Alto y La Paz. La vocación del suelo del municipio es prominentemente agrícola.

Tiene buenas condiciones climatológicas favorables para formar una ciudad jardín y de recreación, urbanizaciones con amplios espacios verdes recreativos y viviendas tipo chalet. Sin embargo el suelo tiene pésimas condiciones para la construcción, lo que dificultaría o encarecería la construcción de viviendas normales. Presenta la ausencia de grandes equipamientos de salud y educación.

#### Mecapaca

Importante tráfico diario de pasajeros entre La Paz a Mallasa, y hasta Mecapaca. Población de vocación prominentemente agrícola. La mayor parte de su suelo urbano ubicado entre las poblaciones de Mecapaca y La Paz se encuentra urbanizado o fraccionado.

Las aguas que utiliza para los sembradíos provienen de las aguas contaminadas del Río Choqueyapu.

Existen varias líneas de minibuses que sirven como medio de transporte público entre Mecapaca y La Paz. No existe un límite territorial definido entre los municipios que le rodean.

Laja, Palca y Pucarani

Importante tráfico diario de pasajeros. Poblaciones con características rurales.

## VII. MARCO LEGAL Y NORMATIVO<sup>1</sup>

### Antecedentes de reformas de delegación y descentralización de poderes en Bolivia

Con la **Ley de Participación Popular No. 1551** de abril 1994, se dio un paso importante hacia la delegación de poderes y fortalecimiento al nivel local puesto que se asignaba 20% de las recaudaciones fiscales a los Gobiernos Municipales mediante un mecanismo de distribución por número de habitantes. Se transfiere a las Municipalidades la responsabilidad de provisión, operación y mantenimiento de los servicios de agua potable. Además, se introduce la planificación participativa, se reconoce a las Organizaciones Territoriales de Base (OTB's) e introduce el control social a través de los Comités de Vigilancia.

En 1995, con la **Ley de Descentralización Administrativa No.1654**, se descentraliza parte del poder ejecutivo a las Prefecturas Departamentales, posteriormente, con el **Decreto Supremo No. 24716** de Julio de 1997, se reglamenta el uso de bienes de dominio público y de servidumbres para servicios de aguas, que establece la declaratoria de caducidad, servidumbres, requisitos y procedimiento del uso de bienes de dominio público, para una mejor administración prefectural.

Con el **Decreto Supremo No. 25060**, de junio 1998 se crean las Unidades de Saneamiento Básico y Vivienda (UNASBVI) en las Prefecturas con la responsabilidad de coordinar y promover la dotación de servicios de Agua y Saneamiento y brindar asistencia técnica a las Entidades Prestadores de Agua y Saneamiento (EPSAS).

Otro paso importante fue la **Ley de Municipalidades No. 2028**, de octubre de 1999, que consolida las facultades de los Municipios en infraestructura física y la construcción de nuevos servicios y que sigue siendo la base para el rol protagónico que cumplen los Gobiernos Municipales en la dotación de servicios básicos.

La **Ley de Autonomías y Descentralización No.031** de julio de 2010 da un paso importante en establecer la descentralización de poderes a los gobiernos sub nacionales. Con esta Ley, los Gobiernos Departamentales tienen la facultad no solo de proveer asesoría técnica sino de financiar de manera concurrente proyectos de inversión en Agua y Saneamiento con las entidades nacionales y los Gobiernos Municipales. Queda aún pendiente la aprobación de los Estatutos Autonómicos de las Gobernaciones y las Cartas Orgánicas de los Gobiernos Municipales

Con la **Ley Nº 341** de 5 de febrero de 2013 de **Participación y Control Social** se establece que los actores (sociedad civil organizada) deben participar en la formulación de políticas, planes, programas, proyectos, y en la toma de decisiones en los procesos de planificación, seguimiento a la ejecución y evaluación de la gestión pública en todos los niveles del Estado (Nacional, sub nacional y local) para la autorregulación del orden social pero además porque es un derecho, condición y fundamento de la democracia. Se asigna la competencia de supervisar y evaluar la ejecución de la calidad de los servicios básicos.

En el sector de agua y saneamiento cuenta con la norma sectorial social que contempla la participación de los diferentes actores para la toma de decisiones antes, durante y después de la ejecución de un proyecto, asimismo en la operación y mantenimiento de los servicios conjuntamente la EPSA.

---

<sup>1</sup> Adecuado del Enfoque Sectorial Amplio de agua y saneamiento para poblaciones menores a 2.000 habitantes: Ministerio de Medio Ambiente y Agua/ Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico.

## Marco Legal actual del sector

**La Ley de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario No. 2066** de Abril de 2000, define las formas de constitución de las Entidades Prestadoras de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (EPSA) o lo que comúnmente se denomina modelos de gestión; determina el marco institucional del sector de agua potable y alcantarillado sanitario creando la Superintendencia de Saneamiento Básico como parte del Sistema de Regulación Sectorial (SIRESE) en sustitución de la Superintendencia de Aguas; la gestión financiera de los ingresos provenientes de la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario; la determinación de tasas, tarifas y precios; determina el uso de los bienes públicos, norma las servidumbres y la expropiación de bienes afectados a la prestación de los servicios de agua potable o servicios de alcantarillado sanitario; las infracciones y sanciones a las conductas de los operadores y usuarios de los servicios; derechos y obligaciones de los usuarios; la otorgación de licencias y registros a las EPSA's; pero además establecía que la EPSA en zonas concesibles debía solicitar la respectiva autorización de concesión para la prestación del servicio ante la ex Superintendencia de Saneamiento Básico (disposición abrogada por la actual Constitución Política del Estado), además otorga como competencias el cobro de tarifas que permita cubrir costos de operación y mantenimiento.

Con la **Ley No. 2649 de Crédito público a las EPSA's** de mayo 2004, se amplía las opciones de financiamiento a las EPSA's y pueden conseguir créditos y transferencias incluyendo fondos provenientes de la cooperación.

**La actual Constitución Política del Estado** de enero de 2009, define el modelo de estado de Bolivia como un Estado Unitario Social de Derecho Plurinacional Comunitario, libre, independiente, soberano, democrático, intercultural, descentralizado y con autonomías, el cual establece en el artículo 16 como un derecho fundamental el derecho al agua y en el artículo 20 el acceso universal y equitativo a los servicios básicos de agua potable, alcantarillado, entre otros. Además ratifica en el mismo texto la responsabilidad del Estado en todos sus niveles de gobierno (Estado, Gobernaciones y Gobiernos Autónomos Municipales), la **provisión de servicios básicos** a través de entidades públicas, mixtas, cooperativas o comunitarias. Lo más sobresaliente es que establece el acceso al agua y alcantarillado como **derechos humanos**, los cuales no son **objeto de concesión** ni privatización y están sujetos a régimen de licencias y registros, conforme a ley.

Por otra parte, la **Ley N° 1333 de Medio Ambiente** de abril de 1992 determina que el Estado promueve la planificación, el uso y aprovechamiento integral de las aguas, para beneficio de la comunidad nacional, con el propósito de asegurar su disponibilidad permanente; priorizando acciones a fin de garantizar agua de consumo para toda la población.

En fecha 10 de Julio de 2013 se promulga el **Decreto Supremo 1641** que establece la ampliación de actividades, obras o proyectos - AOP's referente a la categoría 4 del Artículo 17 del Reglamento de Prevención y Control Ambiental - RPCA aprobado por Decreto Supremo No. 24176, de 8 de diciembre de 1995, así como establecer el procedimiento para la **obtención del Certificado de Disposición**; para el servicio de agua el aplicable para tecnologías convencionales y no convencionales y para saneamiento solo para tecnologías no convencionales.

En fecha 15 de octubre de 2012 el MMAyA publica la **Ley N° 300 Marco de la Madre tierra y desarrollo integral para vivir bien**, que establece como uno de sus principios fundamentales agua para la vida que considera este recurso para consumo humano y los procesos productivos.

La Ley señala las obligaciones del Estado Plurinacional de Bolivia y los deberes de la sociedad y las personas; detalla los objetivos del Vivir Bien a través del desarrollo integral. Regula aspectos referidos a la protección administrativa y jurisdiccional de la Madre Tierra.

El Estado Plurinacional ha planteado pilares para establecer una Bolivia Digna y Soberana por medio de la Agenda Patriótica 2025, que en sus partes salientes señala: con el objetivo de *“construir con claridad los pilares fundamentales de una nueva sociedad y estado más incluyente y participativo, más democrático, sin discriminación, sin racismo, sin odios como manda la CPE, se plantean 13*

*pilares de la Bolivia Digna y Soberana*”. La meta planteada para el sector de agua y saneamiento básico es de 100% de bolivianas y bolivianos con acceso a servicios de agua y saneamiento al año 2025, constituyéndose en un gran reto sectorial.

#### Reformas de las instituciones nacionales del sector:

Es importante señalar que la Ley 2066, siendo del año 2000, no está compatibilizada con la Constitución Política del Estado que fue promulgada 9 años después, la primera tiene un fuerte vínculo con el sector privado y al ser la actual Constitución Política del Estado de carácter social que no admite el régimen de concesiones ambas normas no condicen en su esencia normativa. Además la Superintendencia de Saneamiento Básico fue remplazada en abril 2009 mediante el **Decreto Supremo No. 0071** por la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico (**AAPS**).

Con el fin de cumplir con lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo se inicia, a partir de 2008 una serie de reformas a nivel nacional, definiendo y distribuyendo responsabilidades a las diferentes entidades como reguladoras, ejecutoras y de capacitación y fortalecimiento.

Dentro de los lineamientos estratégicos del Plan Nacional de Desarrollo “Bolivia Digna, Soberana, Productiva y Democrática Para Vivir Bien” el Estado a través de sus instituciones en el sector de saneamiento básico apoya y fortalece los sistemas comunitarios asociativos y cooperativos de gestión del agua y los servicios básicos sin fines de lucro y beneficio social, en el marco de la equidad, la democracia participativa en los ámbitos locales de prestación de servicios, la transparencia, respeto al uso de los recursos y la administración de estos, el respeto a usos y costumbres de las comunidades indígenas y las comunidades campesinas, de esta manera el Estado establece como principio de la regulación del uso y acceso a fuentes de agua y la prestación de servicios, respeto entre usuarios y prestadores de servicios a formas de organización comunitaria basada en pautas culturales y procedimientos sociales y comunitarios de toma de decisiones. Esta acción estatal se fundamenta en el principio de promover una sociedad que respeta y fortalece la interculturalidad asociada al uso de los recursos hídricos.

El Estado promueve la participación social y particularmente de los usuarios de servicios en los procesos de toma de decisiones en los aspectos relativos al servicio particularmente en la elaboración de planes de expansión, en la definición de tasas, tarifas, precios y cuotas, así como la vigilancia y control respecto al buen uso de los recursos y la construcción de infraestructura adecuada conforme a normas aplicables al sector.

Estos lineamientos estratégicos determinan en la parte principal que debe existir:

- Un marco normativo legal y sólido
- Un marco institucional con una autoridad rectora y reguladora
- Una participación abierta y activa de los usuarios en la gestión del agua (participación social y descentralización) donde la problemática y los planteamientos de los pueblos y comunidades indígenas sean prioritarios
- Por lo tanto se deben efectuar una serie de acciones que fortalezcan a la sociedad civil, a partir de la participación de organizaciones y/o asociaciones comunitarias que se desenvuelven en realidades locales específicas, sin perder en ese horizonte que para establecer de forma apropiada el marco legal institucional del sector servicios básicos y se debe tomar como base normativa preeminente nuestra carta magna.
- El Plan Sectorial de Desarrollo de Saneamiento Básico previsto para el 2009 al 2015, es un componente sectorial del Plan Nacional de Desarrollo, da los lineamientos estratégicos que deben implementarse con el objetivo de revertir el proceso de mercantilización del agua reafirmando el rol del Estado y la participación social, de tal modo que la institucionalidad sectorial y la gestión de la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario se sustentan en los siguientes pilares básicos del Plan:

- El agua para la vida como principio rector (reafirmación del agua como un derecho a la vida y los servicios básicos como derecho humano; erradicación de la mercantilización del agua y prohibición de la privatización y la concesión del agua y sus servicios)
- Rol protagónico del Estado (como principal agente de las inversiones, liderazgo del Estado en los procesos de fortalecimiento institucional, asistencia técnica y desarrollo Comunitario DESCOM)
- Participación social (fortalecimiento, apoyo y fomento a la articulación de sistemas comunitarios, cooperativas y a las organizaciones asociativas de sistemas comunitarios; así como el reconocimiento jurídico de los usos y costumbres)

En ese entendido, en octubre de 2008 se crea el Servicio Nacional para la Sostenibilidad de Servicios de Saneamiento (**SENASBA**) por **Decreto Supremo No. 29741** que sustituye a la Fundación de Apoyo a la sostenibilidad del saneamiento básico (FUNDASAB) responsable de proveer Fortalecimiento Institucional, Asistencia Técnica y DESCOM a los actores del sector, desde el nivel nacional a local y con énfasis en las necesidades de las EPSA's. La Constitución Política del Estado establece un nuevo escenario para diseñar una institucionalidad a nivel de todas las instancias del Órgano Ejecutivo que dio lugar a que el 7 de febrero de 2009, mediante D.S 29894, se re estructure la organización del Poder Ejecutivo convirtiendo el Ministerio del Agua en **Ministerio de Medio Ambiente y Agua - MMAyA**; al mandato y atribuciones iniciales se suman las relacionadas con Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambio Climático, como una manera de articular el manejo de recurso hídrico con la conservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad, conservación y protección del medio ambiente (contaminación hídrica, atmosférica, sustancias peligrosas y gestión de residuos sólidos). El MMAyA, está conformado por tres Viceministerios: i) Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico; ii) Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego iii) Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos. En abril de 2009 por **Decreto Supremo No. 0163** se crea la Entidad Ejecutora de Medio Ambiente y Agua (**EMAGUA**) que tiene un mandato amplio que les permite planificar, ejecutar o terciarizar la ejecución y supervisar la implementación de programas y proyectos de inversión en agua y saneamiento tanto en áreas urbanas y rurales.

### Análisis del marco institucional

Durante el último quinquenio, la estructura institucional del sector de agua y saneamiento se ha ido modificando como respuesta a la Constitución Política del Estado y las directrices del Plan Nacional de Desarrollo. En ese sentido, se han diseñado o (rediseñado) nuevas instituciones responsables de:

- La regulación de las EPSA's
- La ejecución de programas de inversión
- Desarrollo de capacidades, asistencia técnica, fortalecimiento institucional y sostenibilidad de las EPSA's.

La cabeza del sector es el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), encargado prioritariamente de la formulación de políticas, mientras que el Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico (VAPySB) actúa principalmente como ente normador. Bajo la tuición del MMAyA se encuentran como entidades descentralizadas la Entidad Reguladora, la Autoridad de Fiscalización y Control Social en Agua Potable y Saneamiento (**AAPS**); La Entidad Ejecutora de Medio Ambiente y Agua (**EMAGUA**); el Servicio Nacional para la Sostenibilidad de Servicios de Saneamiento (**SENASBA**) responsable para la proveer fortalecimiento y asistencia técnica a las EPSA's para garantizar su sostenibilidad.

Con relación a los niveles sub nacionales, los Gobiernos Autónomos Departamentales son responsables de brindar asistencia técnica y ejecutar proyectos de agua y/o saneamiento de manera concurrente, mientras que los Gobiernos Autónomos Municipales y los Gobiernos Autonomías Indígenas originarias ejecutan proyectos, coadyuvan en la otorgación de asistencia técnica y se

encargan o delegan a un operador denominada Entidad Prestadora de Servicios de Agua y Saneamiento, pudiendo asumir varias formas de constitución como ser: i) Empresa pública municipal, dependiente de uno o más gobiernos municipales, ii) Sociedad anónima mixta, iii) Empresa privada, iv) Cooperativa de servicios públicos, v) Asociación civil, vi) Pueblos indígenas y originarios, comunidades indígenas y campesinas, asociaciones, organizaciones y sindicatos campesinos, vii) Comités de agua, pequeños sistemas urbanos independientes, juntas vecinales y cualquier otra organización que cuente con una estructura jurídica reconocida por la Ley, excepto los Gobiernos Municipales (**Ley 2066**).

Existe en el sector una estructura institucional instalada a nivel nacional, que es una fortaleza, pero también se identifican dificultades en cuanto a su articulación con el nivel subnacional. La falta de personal en los diferentes niveles es una característica común en el sector, lo cual es una consecuencia de la poca asignación presupuestaria para gasto concurrente. Estas condiciones no permiten que las instituciones sectoriales asuman sus roles y funciones de forma eficiente.

Es una necesidad del sector contextualizar la ley de aguas a la realidad actual del país, y al acceso a agua y saneamiento como derecho fundamental.

Por otra parte, la falta de reglamentación de la Ley Marco de Autonomías y Descentralización no permite definir claramente la operativización de las competencias de los niveles sub nacionales.

Existe un avance importante en cuanto a la implementación de la intersectorialidad a nivel local puesto que es un principio importante dentro de la Estrategia Social Sectorial: DESCOM, pero existe dificultad en apropiarse la experiencia a nivel nacional.

El Ministerio de Medio Ambiente y Agua como cabeza de sector siguiendo el espíritu de la **Ley No. 2649 de Crédito público a las EPSA's** de mayo 2004, cuenta con políticas y estrategias sectoriales como el Plan Sectorial de Desarrollo de Saneamiento Básico, cual es el Mecanismo de Inversión para Coberturas en el Sector de Agua Potable y Saneamiento (MICSA), aprobado mediante D.S. 29751 de octubre de 2008, y otros que establecen el cómo lograr que todos los bolivianos y bolivianas tengan acceso a servicios de agua y saneamiento de forma sostenible.

## VIII. SIGLAS, ABREVIACIONES Y TERMINOS

AAPS	Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
DESCOM	Desarrollo Comunitario, la estrategia social para la sostenibilidad de un proyecto de saneamiento básico
EPSA	Entidad Prestadora de Servicio de Agua y Alcantarillado Sanitario
EPSAS	Empresa Pública Social de Agua Potable y Saneamiento de La Paz – El Alto
EMAGUA	Entidad Ejecutora de Medio Ambiente y Agua
FECASALC	Fondo Español de Cooperación para Agua y Saneamiento en América Latina y El Caribe
FEJUVE	Federación de Juntas Vecinales
GIRH	Gestión Integral de Recursos Hídricos
GIC	Gestión Integral de Cuenca
IGM	Instituto Geográfico Militar
MMAyA	Ministerio de Medio Ambiente y Agua
PTAP	Planta de Tratamiento de Agua Potable
PTAR	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
SENASBA	Servicio Nacional para la Sostenibilidad de los Servicios en Saneamiento Básico
UCP	Unidad Coordinadora del Programa Periurbano Fase I
VAPS	Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico

## 1. DESCRIPCIÓN Y DEFINICIÓN DEL ÁREA DE SERVICIO

### 1.1. CRECIMIENTO HISTÓRICO DE LA MANCHA URBANA

El análisis de crecimiento de la mancha urbana se realizó considerando sus implicaciones urbanas, físicas, ambientales, socio demográficas y particularmente considerando la evolución del servicio de agua potable y saneamiento.

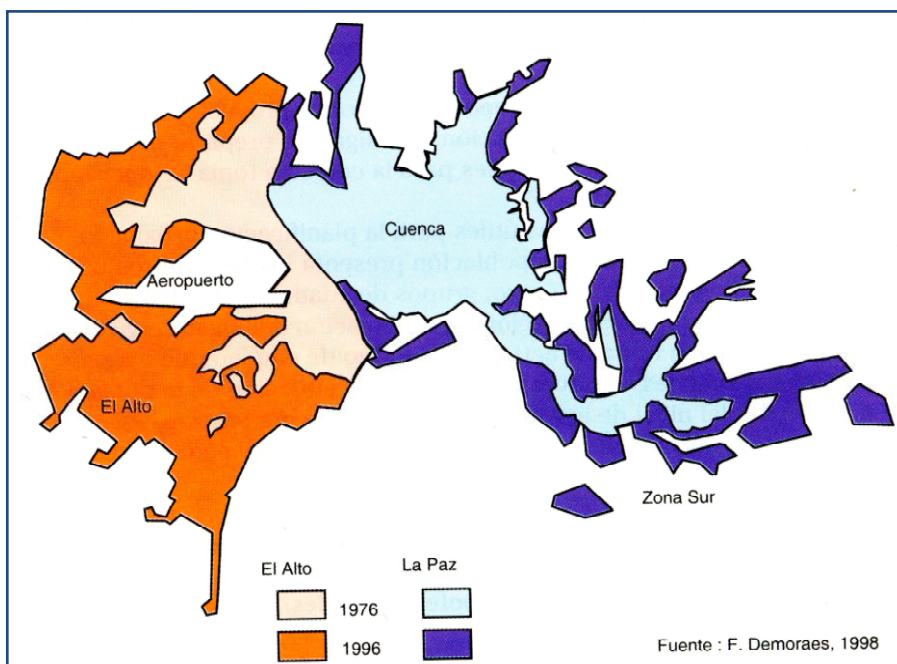
Desde 1976 hasta 1992 la población urbana a nivel del país casi se duplica, pasó de 1.925.840 a 3.694.846, mostrando la tendencia de crecimiento acelerado de las ciudades. Es también en ese periodo que Bolivia pasó a ser un país preponderantemente urbano con 58% de la población en las ciudades.

El Alto cuadruplicó su población de 95.455 habitantes en 1976 a 405.492 para 1992, creciendo a una tasa record de 9,2%. El Alto empieza a concentrar población que demanda soluciones a sus problemas, tal vez esa situación ligada a un oportunismo político generó en marzo de 1985 su separación de la ciudad de La Paz.

En la Figura 1.1 se muestra el crecimiento de la mancha urbana diferenciando El Alto de La Paz, a partir de ese momento se produce el hecho más importante de este periodo donde una ciudad se divide en dos ciudades administrativamente independientes

Desde la óptica de la gestión municipal, sucede un hecho muy importante para el desarrollo urbano de La Paz, el 6 de marzo de 1985 el Congreso Nacional aprobó la ley 728, que crea la cuarta sección municipal de la provincia Murillo con su capital El Alto de La Paz, misma que fue elevada a rango de ciudad en septiembre de 1988.

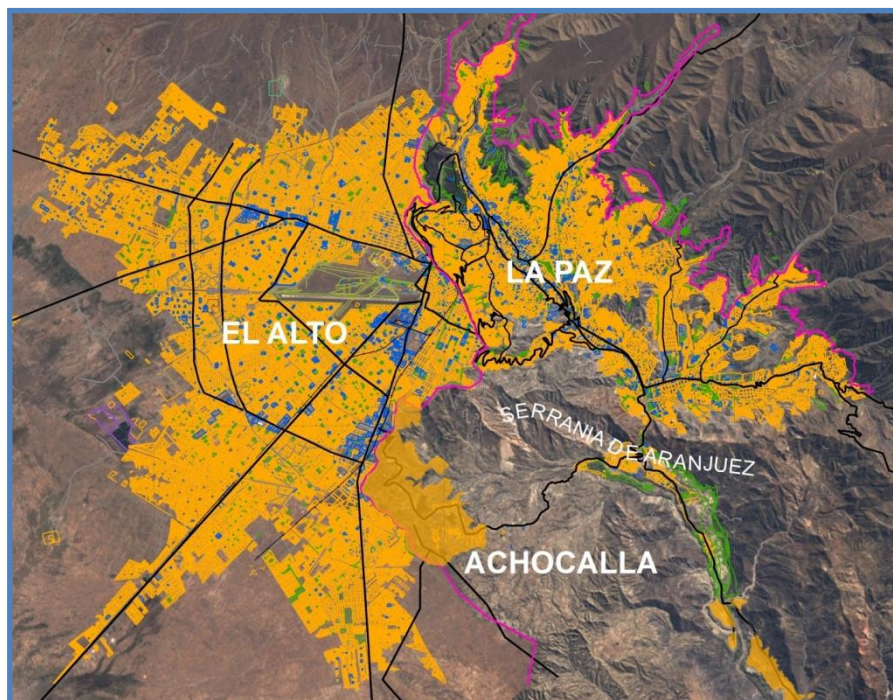
Figura 1.1. Comparación del Crecimiento de la Mancha Urbana 1976 Y 1996



#### 1.1.1. La Paz de 1996 a 2012

El crecimiento de la mancha urbana, sin importar la división administrativa existente entre La Paz y El Alto, muestra una aglomeración continua de masa edificada que está rebasando los límites jurisdiccionales definidos por la municipalización del país. En la Figura 1.2 se presenta la mancha urbana al 2012.

Figura 1.2. Mancha Urbana La Paz-El Alto Al 2012



Fuente: Elaboración propia en base a imagen satelital.

## 1.2. ESTIMACION DE LA POBLACION CON DATOS DEL CENSO 2012

### 1.2.1. Análisis comparativo de datos demográficos

En respuesta a las notas CITE MMayA/UCP – PAAP – No.1686/2013 y No.2100/2013 del 13 de agosto y 23 de septiembre respectivamente, remitidas por la Unidad Coordinadora del Programa Periurbano – UCP, el Consorcio Consultor de Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento La Paz – El Alto (PMM), realizó la actualización de los datos demográficos según los resultados del Censo de Población y Vivienda 2012 del Instituto Nacional de Estadística – INE, publicados por la Gaceta Oficial del Estado Plurinacional de Bolivia (DS No.1672 del 31 de julio de 2013).

Los datos del INE fueron presentados a nivel nacional por Departamento, Provincia y Municipio. La información por Municipio no se encuentra desagregada en población urbana y rural, por tanto el PMM ha realizado inferencias para establecer las diferencias, utilizando las proporciones urbano – rural del Censo 2001 principalmente para las ciudades de La Paz y El Alto.

La Tabla 1.1 y la Figura 1.3 presentan la comparación entre la proyección de población realizada por el PMM LP - EA contenida en el Informe Etapa II corregido (29-05-13) y los resultados del Censo INE 2012.

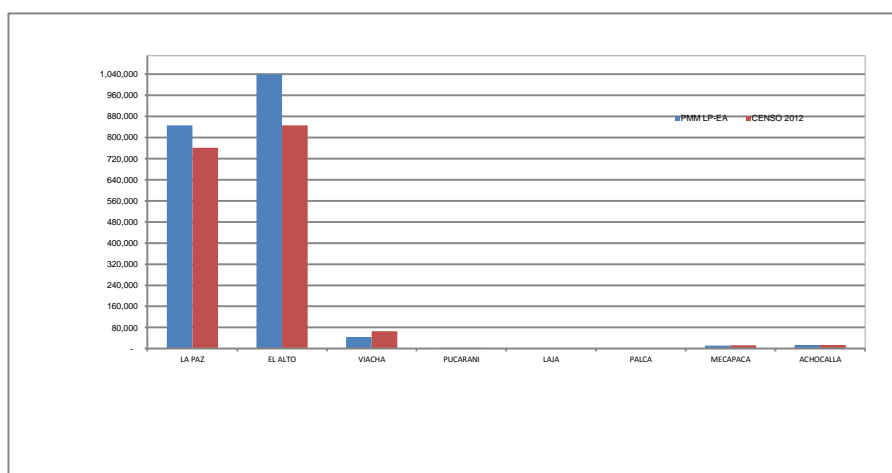
Tabla 1.1. Comparación de proyecciones de población del PMM y resultados del Censo 2012

Municipio (área urbana*)	Población Urbana 2012		Diferencias			
	PMM LP-EA	Censo 2012	exceso		defecto	
LA PAZ	845,872	761,023	84,849	10%	-	-
EL ALTO	1,038,868	845,445	193,423	19%	-	-
VIACHA	44,697	66,350	-	-	21,653	48%
PUCARANI	2,740	2,740	-	-	-	-
LAJA	1,327	1,327	-	-	-	-
PALCA	1,217	1,217	-	-	-	-
MECAPACA	10,810	13,055	-	-	2,245	21%
ACHOCALLA	13,609	13,609	-	-	-	-

(\*) Al no contar con datos desagregados del INE, se ha inferido la población a nivel urbano.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 1.3. Población proyectada por el PMM y resultados del Censo 2012



Fuente: INE y elaboración propia.

Las Tablas 1.2 y 1.3 presentan la comparación entre la proyección de población realizada por el PMM LP - EA contenida en el Informe Etapa II corregido (29-05-13) y las nuevas proyecciones realizadas, considerando los resultados del Censo INE 2012.

Se observa que en el caso de La Paz al año 2023 el porcentaje de diferencia baja del 10% al 6% y al año 2036 no existe diferencia, por tanto se mantienen los datos proyectados al año 2036, al igual que Pucarani, Laja, Palca y Achocalla.

En el caso de El Alto, Viacha y Mecapaca, las diferencias se incrementan y son mayores al 10% (en exceso o defecto), por tanto fueron revisadas las tasas de crecimiento y realizadas nuevas proyecciones de población y nuevos cálculos y diseños de las obras propuestas.

Tabla 1.2. Comparación de proyecciones de población del PMM Fase II y nuevas proyecciones con los resultados del Censo 2012 al año 2023

Municipio (área urbana*)	Población Urbana 2023		Diferencias			
	PMM LP-EA (Fase II)	PMM LP-EA (Nueva proyección)	exceso		defecto	
LA PAZ	906,171	855,744	50,427	6%	-	-
EL ALTO	1,667,177	1,175,987	491,190	29%	-	-
VIACHA	68,634	92,291	-	-	23,657	34%
PUCARANI	3,229	3,229	-	-	-	-
LAJA	1,468	1,468	-	-	-	-
PALCA	1,346	1,346	-	-	-	-
MECAPACA	12,984	19,186	-	-	6,202	48%
ACHOCALLA	17,862	17,862	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1.3. Comparación de proyecciones de población del PMM Fase II y nuevas proyecciones con los resultados del Censo 2012 al año 2036

Municipio (área urbana*)	Población Urbana 2036		Diferencias			
	PMM LP-EA (Fase II)	PMM LP-EA (Nueva proyección)	exceso		defecto	
LA PAZ	982,998	982,998	(0)	0%	-	-
EL ALTO	2,627,760	1,736,910	890,850	34%	-	-
VIACHA	101,372	136,311	-	-	34,939	34%
PUCARANI	3,921	3,921	-	-	-	-
LAJA	1,645	1,654	-	-	-	-
PALCA	1,518	1,518	-	-	-	-
MECAPACA	16,124	30,240	-	-	14,116	88%
ACHOCALLA	24,631	24,631	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.

### 1.2.2. Actualización de datos demográficos

En las Tablas 1.2, y 1.3 anteriores, se observa que se han producido distorsiones notables en EL ALTO, VIACHA y MECAPACA, con valores mayores al 10% ya sea por exceso o por defecto respecto a la población proyectada por el PMM, por tanto se procedió a actualizar las poblaciones de partida (2012) y revisar las tasas de crecimiento para las nuevas proyecciones al año 2036. Esta situación ha ocasionado modificar el Balance Hídrico y los diseños en general.

En los casos de La Paz, Pucarani, Laja, Palca y Achocalla, no presentan distorsiones mayores al 10%, pero las poblaciones de partida fueron actualizadas y se mantienen los datos proyectados al año 2036, por tanto se ha continuado con los Estudios de Identificación (EI) y no fue necesario revisar los diseños ya adelantados. Sin embargo todos los cálculos y diseños fueron verificados con las nuevas poblaciones de partida al 2012.

En el numeral 1.2 del Capítulo 1 – Volumen I del PMM se han desarrollado los distintos métodos de proyección para cada uno de los municipios con tablas y gráficos de soporte para la selección de la población de diseño.

En la Tabla 1.4 se presenta mayores detalles sobre la actualización de datos demográficos. Según datos del Censo 2012, se observa que en el periodo 2001 – 2012, la población del departamento de La Paz crece de 2,350,466 hab. a 2,706,351 hab., con una tasa intercensal moderada de 1.28%. La población total del municipio de La Paz es de 764,617 hab. y una tasa decreciente de -0.335% y de El Alto 848,840 hab. con una tasa de 2.43%.

En la Tabla 1.4 también se observa que según el Censo de 1992 el 59% de la población estaba concentrada en el área urbana de La Paz con 38% y El Alto con 21%. Según el Censo de 2001, el porcentaje fue de 61.1%, La Paz 33.6% y El Alto 27.5%. Con los datos del Censo 2012 el porcentaje vuelve al 59%, pero La Paz con el 28% y El Alto 31%. El porcentaje de población urbana en La Paz decreció de 38% a 28% y en El Alto se incrementó de 21% a 31%.

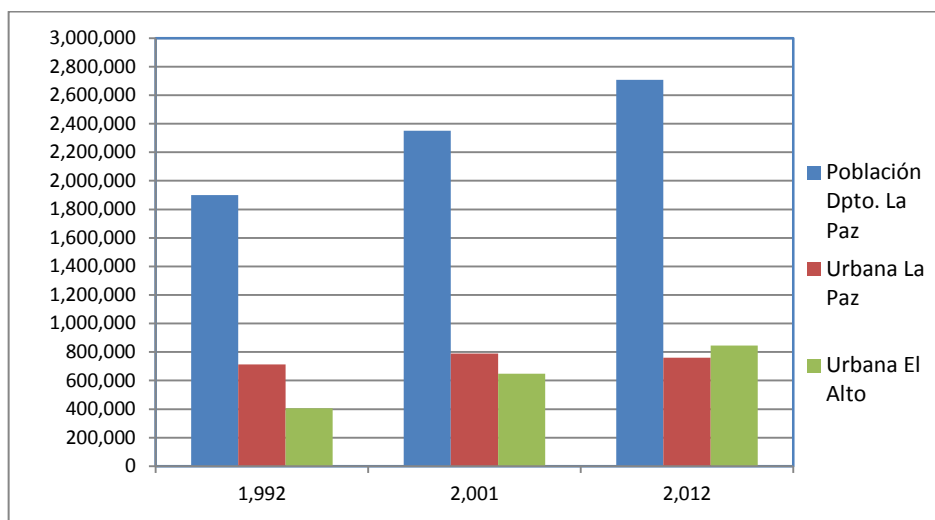
En la Figura 1.4 se observa en forma gráfica las tendencias de crecimiento de la población en el departamento de La Paz, que en 20 años (1992 – 2012) creció de 1,900,786 hab. a 2,706,351 hab., con un incremento de 805,565 hab. Por su parte la población urbana del municipio de La Paz se habría estabilizado en el orden de los 800,000 hab. Sin embargo El Alto y pasó de 405,492 hab. a 845,445 hab., con un incremento de 439,953 hab., habiendo duplicando su población.

Por otra parte, para determinar la población urbana de los municipios de La Paz y El Alto y al no contar información oficial del INE, con datos municipales desagregados (urbano – rural) del Censo 2012, se tomó como referencia los porcentajes del Censo 2001. En el caso del municipio de La Paz el 99.53% fue población urbana y en El Alto el 99.60%. Aplicando los porcentajes indicados se obtiene para el municipio de La Paz una población urbana de **761,023** hab. y para El Alto **845,445** hab.

Tabla 1.4. La Paz - Población del departamento, por Municipios área urbana La Paz – El Alto - Censos 1992, 2001 y 2012

DEPARTAMENTO	CENSO 1992 TOTAL	AREA URBANA	% DEL TOTAL	CENSO 2001 TOTAL	AREA URBANA	% DEL TOTAL	TASA ANUAL DE CRECIMIENTO INTERCENSAL 1992-2001 (%)	CENSO 2012 TOTAL	% DEL TOTAL	TASA ANUAL DE CRECIMIENTO INTERCENSAL 2001-2012 (%)
LA PAZ	1,900,786	1,193,821	38%	2,350,466	1,552,146	33.6%	2.29	2,706,351	28%	1.28
Población Urbana (Municipio)		Dato del Censo			Dato del Censo			Dato Urb. inferido*		
La Paz		713,378		793,293	789,585		1.11	761,023		
El Alto		405,492	21%	649,958	647,350	27.5%	5.10	845,445	31%	2.43
		1,118,870	59%		1,436,935	61.1%		1,606,468	59%	
(*)Por municipio (Gaceta Oficial 31-07-13)										
La Paz	764,617	99.53%	Urbano según censo 2001							
El Alto	848,840	99.60%	FUENTE: Instituto Nacional de Estadística y elaboración propia.							

Figura 1.4. La Paz - Población del departamento, por Municipios área urbana La Paz – El Alto Censos 1992, 2001 y 2012



Fuente: INE y elaboración propia.

### 1.2.3. Proyección de la población y tasas de crecimiento en el área metropolitana

La proyección de la población en el área de influencia metropolitana La Paz – El Alto, tiene como base los datos de población según los Censos nacionales (1992 – 2001 y 2012) y el análisis de tendencias de las tasas de crecimiento en los periodos mencionados. También se ha considerado la población servida y cobertura de los servicios de agua potable, los planes de desarrollo municipales y ordenamiento territorial, complementado con imágenes satelitales y visitas de campo a las urbanizaciones con planimetrías aprobadas y en proceso.

En la Tabla 1.5 se muestran las tasas de crecimiento intercensales para los ocho municipios (área urbana). También se presentan las tasas adoptadas para la proyección de la población que tienen como sustentación los métodos de proyección y los análisis de tendencias de crecimiento mencionados.

Tabla 1.5. Tasas de crecimiento Poblacional – Área de influencia metropolitana

Municipio (área urbana)	Tasa de Crecimiento intercensal y proyectada (%)		
	1992 - 2001	2001 - 2012	2012 - 2036
LA PAZ	1.13	-0.335	1.07
EL ALTO	5.20	2.43	3.00
VIACHA	4.72	7.49	3.00
PUCARANI	1.92	10.75	1.49
LAJA	1.28	5.72	0.92
PALCA	1.53	2.80	0.92
MECAPACA	4.34	5.58	3.50
ACHOCALLA	3.26	2.47	2.47
Fuente: INE y elaboración propia.			

En la Tabla 1.6 están indicadas las tasas de crecimiento intercensales para la ciudad de El Alto (área urbana) y las tasas para la proyección de la población con tendencia constante y tendencias de crecimiento decreciente.

Tabla 1.6. Tasas de crecimiento (%) – El Alto

Municipio (área urbana)	Tasa de Crecimiento poblacional (%) - El Alto			
	1992 - 2001	2001 - 2012	2012 - 2023	2023 - 2036
EL ALTO	5.20	2.43	3.00	3.00
	5.20	2.43	3.50	2.50
	5.20	2.43	3.81	2.80
	5.20	2.43	3.00	2.50
Fuente: INE y elaboración propia.				

**Modelo de crecimiento seleccionado para El Alto:** Analizadas las diferentes tendencias, métodos matemáticos de proyección y tasas de crecimiento (velocidad de crecimiento) y considerando la incertidumbre y confiabilidad de los datos oficiales del INE respecto al Censo 2012, el PMM adopta una población (urbana) de diseño para la ciudad de El Alto de **1.736.910 hab.** al 2036, valor intermedio entre los pronósticos optimistas y pesimistas, manteniendo la población definida en el Informe Preliminar, con la cual se han realizados los balances oferta – demanda, todos los diseños de los componentes agua potable (incluye el proyecto multipropósito), alcantarillado sanitario y la planta de tratamiento de aguas residuales de Puchukollo.

Con este resultado, la población urbana actual de la ciudad de El Alto con 845,445 hab. (Censo 2012), prácticamente se duplicaría en los siguientes 24 años, valor bastante razonable para una ciudad joven que presenta indicadores socioeconómicos en constante desarrollo con influencia metropolitana a los municipios aledaños. Además la migración interna y externa, disponibilidad de terrenos y zonas urbanizables y otros factores que determinan su crecimiento.

El método de proyección seleccionado es el exponencial ya que sigue con mucha aproximación a la calculada por el método de los componentes (vegetativa y migración) y que el INE la considera como válida para realizar proyecciones de población.

Se debe indicar que existe una diferencia de 101,149 hab. entre la población proyectada al año 2036 aplicando una tasa de crecimiento constante (3%) o aplicando tasas decrecientes en dos periodos cada uno de 12 años (3.0% y 2.5%). Esta diferencia del 5.82%, no es relevante considerando la incertidumbre del Censo 2012.

Sin embargo se recomienda que durante la fase del estudio TESA y una vez que el INE presente la información completa del Censo 2012, sobre todo la cartografía utilizada se realicen los ajustes necesarios a las proyecciones de población y su distribución espacial.

La Tabla 1.7. muestra el resumen de proyecciones de población urbana de los ocho municipios del área metropolitana al año 2036.

En la Figura 1.5 en forma gráfica los Censos oficiales del INE de 1992, 2001 y 2012 y las proyecciones respectivas para el total metropolitano, La Paz y El Alto.

La Figura 1.6 presenta la distribución espacial de la población en el área de influencia metropolitana que además está definida como el área de prestación de los servicios a cargo principalmente de EPSAS y de otros operadores como EMAPAV (Viacha), cooperativas en Mecapaca, Achocalla, etc.

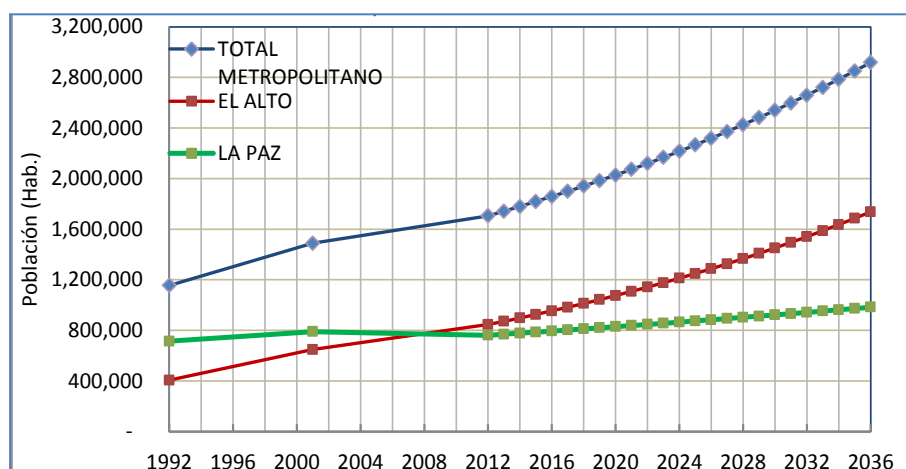
En el área de influencia metropolitana, también fueron determinadas las densidades por zona censal y Distritos municipales. Para el efecto el PMM elaboró la cartografía en plataforma georeferenciada (GIS) que contempla las futuras áreas de expansión y conurbaciones de los municipios de La Paz, El Alto, Achocalla, Viacha, Laja, Pucarani, Palca y Mecapaca.

Tabla 1.7. Proyección de la población urbana del área metropolitana La Paz – El Alto

<b>Año</b>	<b>EL ALTO</b>	<b>LA PAZ</b>	<b>VIACHA</b>	<b>ACHOCALLA</b>	<b>PALCA</b>	<b>MECAPACA</b>	<b>LAJA</b>	<b>PUCARANI</b>	<b>TOTAL</b>
1992	405,492	713,378	19,036	7,732	779	4,783	630	707	1,154,529
2001	647,350	789,585	29,108	10,369	894	7,069	707	840	1,487,923
2012	845,445	761,023	66,350	13,609	1,217	13,055	1,327	2,740	1,704,765
2013	871,193	769,182	68,370	13,950	1,228	13,520	1,339	2,781	1,741,563
2014	897,724	777,429	70,453	14,299	1,239	14,002	1,351	2,823	1,779,320
2015	925,064	785,764	72,598	14,657	1,251	14,500	1,364	2,866	1,818,064
2016	953,237	794,189	74,809	15,023	1,262	15,017	1,376	2,909	1,857,822
2017	982,267	802,703	77,088	15,399	1,274	15,552	1,389	2,952	1,898,624
2018	1,012,181	811,309	79,435	15,785	1,286	16,106	1,402	2,997	1,940,501
2019	1,043,007	820,008	81,854	16,180	1,298	16,679	1,415	3,042	1,983,483
2020	1,074,771	828,799	84,347	16,585	1,310	17,273	1,428	3,088	2,027,601
2021	1,107,503	837,685	86,916	17,000	1,322	17,889	1,441	3,134	2,072,890
2022	1,141,231	846,667	89,563	17,425	1,334	18,526	1,454	3,181	2,119,382
2023	1,175,987	855,744	92,291	17,862	1,346	19,186	1,468	3,229	2,167,112
2024	1,211,801	864,919	95,101	18,309	1,359	19,869	1,481	3,278	2,216,117
2025	1,248,706	874,192	97,997	18,767	1,371	20,577	1,495	3,327	2,266,432
2026	1,286,735	883,564	100,982	19,237	1,384	21,310	1,509	3,377	2,318,097
2027	1,325,922	893,037	104,057	19,718	1,397	22,069	1,523	3,428	2,371,151
2028	1,366,302	902,612	107,226	20,211	1,410	22,855	1,537	3,479	2,425,633
2029	1,407,912	912,289	110,492	20,717	1,423	23,669	1,551	3,532	2,481,585
2030	1,450,789	922,070	113,857	21,236	1,436	24,512	1,565	3,585	2,539,051
2031	1,494,973	931,956	117,324	21,767	1,449	25,385	1,580	3,639	2,598,073
2032	1,540,501	941,948	120,897	22,312	1,463	26,290	1,594	3,693	2,658,699
2033	1,587,416	952,047	124,579	22,871	1,476	27,226	1,609	3,749	2,720,973
2034	1,635,761	962,254	128,373	23,443	1,490	28,196	1,624	3,805	2,784,946
2035	1,685,577	972,571	132,283	24,030	1,504	29,200	1,639	3,863	2,850,665
2036	1,736,910	982,998	136,311	24,631	1,518	30,240	1,654	3,921	2,918,184

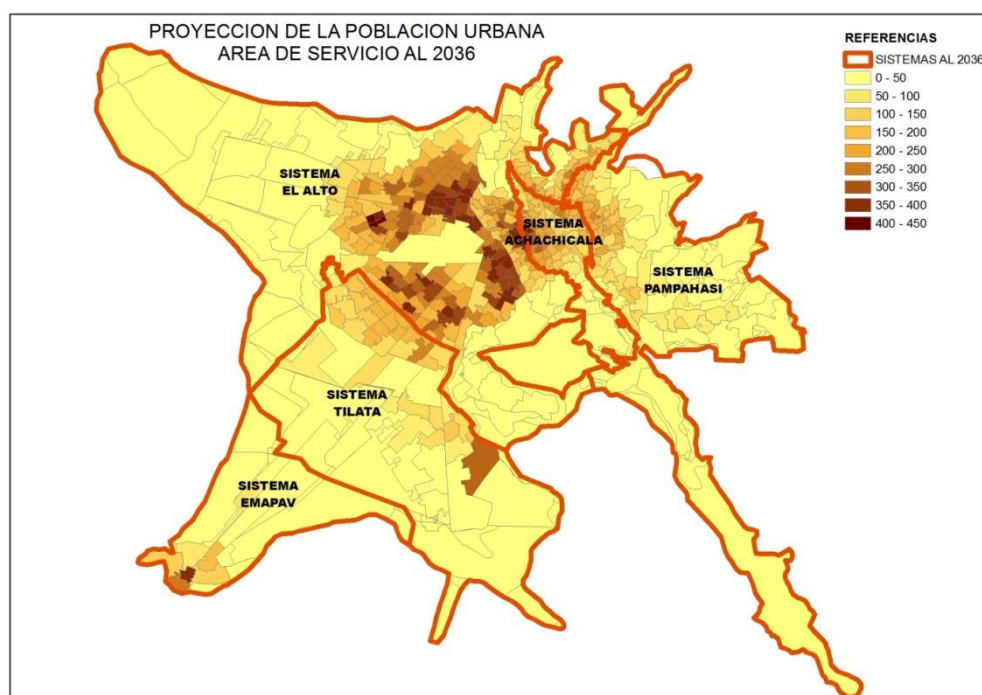
Fuente: INE y elaboración propia.

Figura 1.5. Datos oficiales Censos 1992, 2001 y 2012 – Proyecciones al 2036



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1.6. Distribución de la población al año 2036 - Área de servicio de Agua Potable Metropolitano



Fuente: Elaboración propia.

Analizando la Tabla 1.7 anterior, se observa que la población del área Metropolitana de La Paz - El Alto con 1.704.765 hab. al 2012, se proyecta al 2036 con 2.918.184 hab.

En cuanto al núcleo urbano prominente del área, El Alto crecería 2,05 veces, 845,445 hab. (2012) a 1.736.910 hab. (2036), en 24 años con una tasa de crecimiento de 3.0% (2012 – 2036). La tasa adoptada es un valor intermedio entre la tasa registrada en el periodo 1992 – 2001 con 5.2% y la del periodo 2001 – 2012 con 2.43%. El promedio intercensal 1992 – 2012 es de 3.82%.

La Paz crecerá lentamente de 761,023 hab. a 982.998 hab., con una tasa de 1.07%, próxima al promedio de 0.9% registrada en el periodo 1976 – 2012 (36 años).

Ambas ciudades que forman la aglomeración La Paz- El Alto llegarían a 2.719.908 hab., que significa el 93.2% de la población del Área Metropolitana.

La tercera población urbana en el área es Viacha, ya al 2001 tenía un crecimiento importante a lo largo del eje carretero con El Alto produciendo el primer fenómeno de conurbación en el Área. Viacha crecerá 2.05 veces, 66,350 hab. (2012) a 136.311 hab. (2036), con una tasa de 3,0% (2012 – 2036), similar a la tasa adoptada para El Alto. Como se indicó anteriormente para aproximar la población urbana del municipio el PMM procedió al conteo de viviendas utilizando las imágenes satelitales y las planimetrías de las urbanizaciones.

El área urbana de Achocalla conurbada con La Paz se proyecta de 13.609 hab. a 24.631 hab. al 2036 con una tasa de 2,47%.

Mecapaca considerada como zona de expansión natural de la ciudad de La Paz se proyecta de 13.055 hab. al 2012 a 30.240 hab. con una tasa de 3,5%. También se procedió al conteo de viviendas para aproximar la población urbana. La nueva población actual y futura tiene condiciones socioeconómicas de nivel medio a superior. Sin embargo el municipio también tiene limitaciones geográficas para su desarrollo, pero se perfila muy atractivo por el clima y proyectos como la futura carretera a Cochabamba.

Desde el punto de vista físico territorial, al 2036 el crecimiento expansivo generará una sola mancha urbana La Paz- El Alto- Viacha- Achocalla- Mecapaca que representarán una población concentrada de 2.911.090 hab. y tres pequeños centros periurbanos Palca, Laja y Pucarani con 7.093 hab., que solo representarán el 0,24% de la población del Área Metropolitana.

## 2. DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

### 2.1. LA PAZ, EL ALTO Y ZONAS ADYACENTES

#### 2.1.1. Sistemas de abastecimiento de agua potable operado por EPSAS

##### 2.1.1.1. Inventario y Diagnóstico de la Infraestructura existente Sistema Achachicala

En la Figura 2.1 se presenta el Sistema Achachicala y a continuación se desarrolla el inventario y diagnóstico de sus componentes en actual servicio (información 2011 – 2012).

##### 2.1.1.1.1 Fuentes de abastecimiento Sistema Achachicala

El Sistema Achachicala tiene como fuente de abastecimiento la represa Milluni y aporte de la laguna Janqo Khota, ambas con una cuenca de 56 Km<sup>2</sup> y la cuenca del río Choqueyapu de 108 km<sup>2</sup> (es la cuenca más grande).

Las represas Milluni – Janqo Khota tienen un aporte de 90% y el río Choqueyapu con 10%. La demanda anual de las fuentes es de 16,30 Hm<sup>3</sup>, la segunda después del Sistema El Alto.

Datos de los embalses principales:

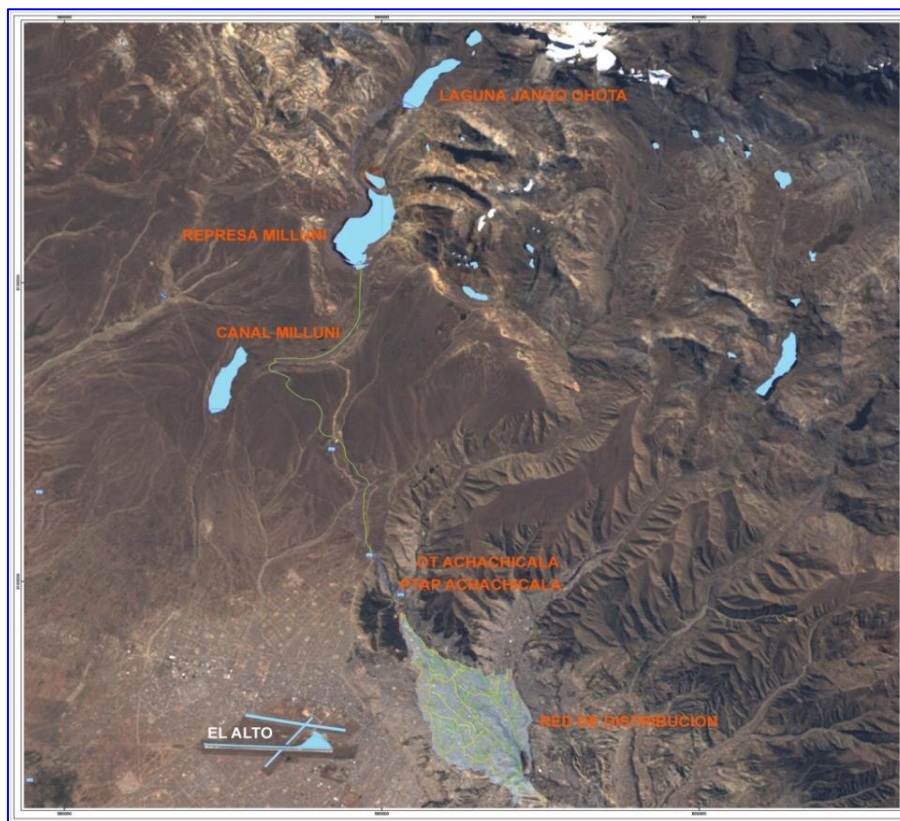
##### Embalse Hampaturi

Capacidad:	10,80 Hm3
Operación:	desde 1945
Altura:	4.533,00 m.s.n.m.

##### Embalse Janqo Khota

Capacidad:	2,0 Hm3, está previsto ampliar su capacidad a 6,00 Hm3
Operación:	desde 1993
Altura:	4.629,00 m.s.n.m.

Figura 2.1. Sistema de abastecimiento Achachicala 2012



Fuente: Elaboración propia.

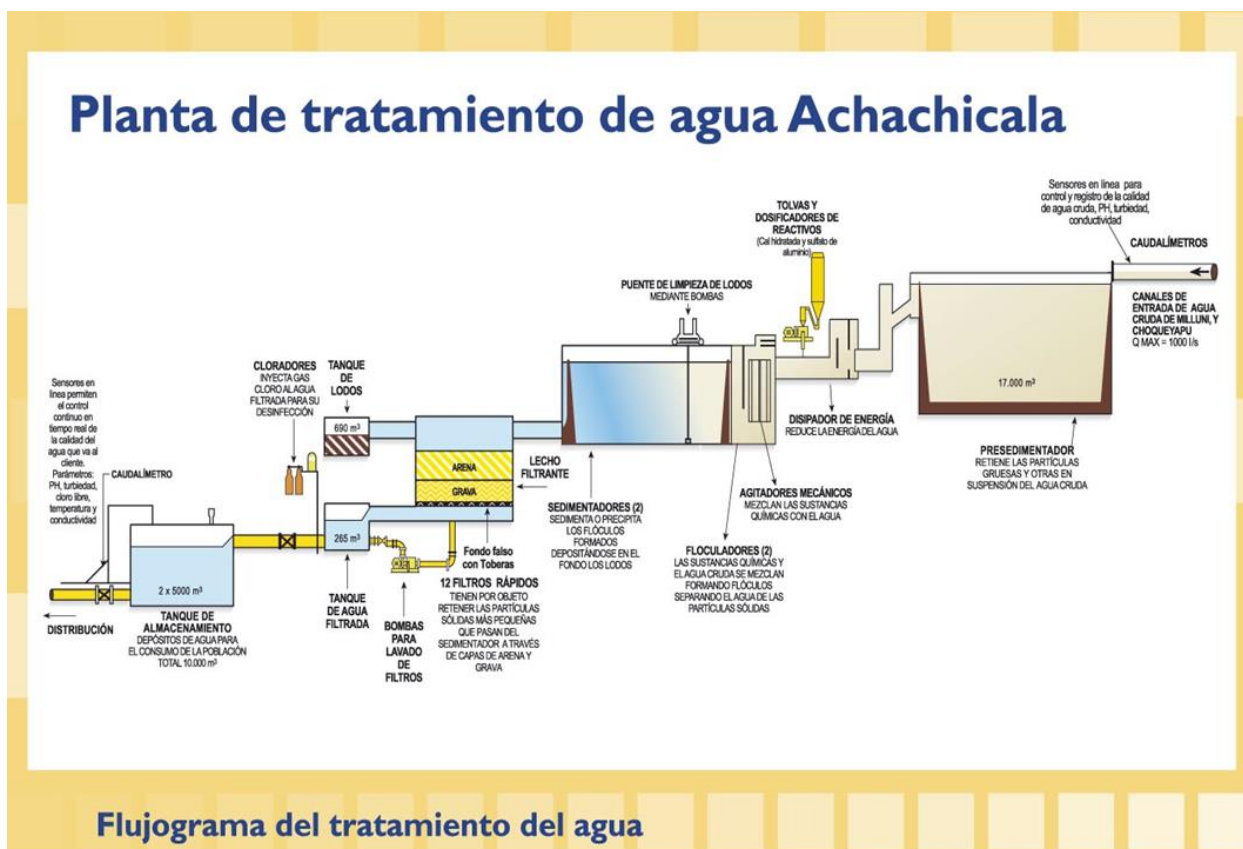
#### 2.1.1.1.2 Planta de Tratamiento Sistema Achachicala

La Planta de tratamiento es del tipo convencional de múltiples etapas. Fue inaugurada en 1946, tiene una capacidad actual de 3.600 m<sup>3</sup>/h (1.000 l/s). Está ubicada en la zona de Pura Pura, en la ciudad de La Paz, entre la Av. Ismael Vásquez y la Autopista La Paz – El Alto.

En la Figura 2.2 se observa esquemáticamente, las unidades de tratamiento y el flujograma de los procesos que se llevan a cabo.

El volumen histórico de producción (2000 al 2011) es de 19,547,447 m<sup>3</sup>/año, incluidos los trasposos al sistema El Alto. El 81% del agua fue proveniente de Milluni y el 19% del Río Choqueyapu.

Figura 2.2. Esquema Planta de Tratamiento Achachicala



Fuente: EPSAS

#### 2.1.1.1.3 Diagnóstico de la Capacidad vs. Producción real

En la Tabla 2.1 se muestran los caudales mensuales, máximos, promedios y mínimos, producidos en el periodo de estudio (2000 -2011) y su relación con la capacidad máxima nominal de la Planta.

Tabla 2.1. Caudales de producción de agua tratada y capacidad PTAP (l/s) – Sistema Achachicala

MES	Máximo	Promedio	Mínimo	Capacidad	% máximo
Enero	558	497	452	1000	56%
Febrero	548	507	443	1000	55%
Marzo	534	495	429	1000	53%
Abril	534	497	435	1000	53%
Mayo	551	495	426	1000	55%
Junio	526	490	416	1000	53%
Julio	516	492	422	1000	52%
Agosto	527	505	484	1000	53%
Septiembre	519	505	488	1000	52%
Octubre	530	507	484	1000	53%
Noviembre	554	515	461	1000	55%
Diciembre	564	511	448	1000	56%
Total Anual	525	501	475	1000	52%

Fuente: EPSAS

#### 2.1.1.1.4 Tanques de almacenamiento y regulación

Actualmente los tanques de regulación y almacenamiento en servicio se ubican en la planta Achachicala, tienen una capacidad de 10.000,00 m<sup>3</sup>. La capacidad de almacenamiento es suficiente para la demanda futura del sistema.

#### 2.1.1.1.5 Redes de distribución Sistema Achachicala

El inventario de las redes de distribución del sistema Achachicala en diferentes diámetros y materiales, alcanza a 285,246 m.

#### 2.1.1.1.6 Evaluación del comportamiento hidráulico de los componentes Sistema Achachicala

Según el estudio hidrológico realizado por el PMM, las cuencas Milluni y Choqueyapu, tienen una oferta de agua que satisface con bastante holgura la demanda de agua potable por parte de la población servida por el Sistema Achachicala.

La cuenca Milluni aporta con 18,74 Hm<sup>3</sup>/año; la cuenca Choqueyapu tiene una capacidad de 20,00 Hm<sup>3</sup>/año y la cuenca Caluyo aportaría con 11,00 Hm<sup>3</sup>/año; sumando hacen un total de 49,74 Hm<sup>3</sup>/año, cifra que supera la demanda estimada en 20,90 Hm<sup>3</sup>/año.

El canal de aducción tiene revestimiento de piedra lateral sin mortero y en algunos tramos de tierra, conduce al agua de las represas Milluni y Janqo Khota hacia la Estación Forebay, desde ahí el agua es transportada a la planta de tratamiento de agua de Achachicala a través de la tubería Penstok; el canal tiene una capacidad de transporte de 1.000 l/s, capacidad máxima calculado 1.298,00 l/s en el tramo superior. Efectuado un aforo puntual se determina que transporta 742,88 l/s (aforado en sitio septiembre/2012 progresiva 0+200); sus dimensiones regulares son 2,50m a 3,00m de ancho, altura del canal 0,80m.

Con referencia a su estado físico del canal, al presente se detectó 27 sectores de infiltraciones, de estos 7 son relativamente grandes por lo que denominamos sectores de infiltración porque cubren áreas que afloran a la superficie y son perceptibles a simple vista, el mayor tiene una longitud aproximada de 950,00m; mientras que el resto son puntos localizados.

Según el reporte de trabajos de mantenimiento del canal realizados por el Operador, el año 2007 se presentó el mayor número de acciones de mantenimiento correctivo, con 12 problemas, pero ninguno de estos se refiere a mantenimiento del canal sino a sus elementos complementarios como compuertas y dosificadores; la gestión 2008 ha registrado 9 incidencias todos referidos a mantenimiento electromecánico. Las gestiones 2009, 2010 y 2011, no registran incidencias de este componente.

La planta de tratamiento no cuenta con un sistema de lavado de filtros, una necesidad prioritaria, dada la calidad de las aguas crudas. Tampoco con el tratamiento de lodos generados.

Se puede comprobar que en el periodo 2000 a 2011, la máxima demanda mensual, ha originado la producción de un caudal de 564 l/s, equivalente al 56% de la capacidad nominal de la Planta Achachicala, por tanto no requiere ampliaciones para la demanda futura.

Referente a las redes de distribución, para el diagnóstico de la infraestructura existente en la Etapa I del PMM, fueron introducidos algunos criterios y directrices para ampliar redes principales, renovar y abandonar tramos o redes de tuberías; el diagnóstico aplica la Metodología de Análisis de Criterio Múltiple y toma de decisiones.

Los criterios preliminares fueron:

**Tipo de material;** las tuberías de Fierro Galvanizado y de Asbesto – Cemento, deben ser reemplazados en su totalidad.

**Tiempo de servicio o edad del material;** tuberías que ya han cumplido su tiempo de vida útil, deben ser renovadas.

**Estado de servicio;** tuberías paralelas a redes en servicio, que no fueron inutilizadas y continúan con agua en circulación, deben ser abandonadas.

**Insuficiencia hidráulica;** tramos cuyos diámetros están trabajando a velocidades y presiones límites, deber ser reemplazadas por tuberías de mayor diámetro.

**Frecuencia de fallas;** se debe renovar tuberías en sectores donde se han presentado más de 5 fallas al año.

Aplicando los criterios, los resultados que se muestran en la Tabla 2.2, con longitudes por tipo de material que se deben renovar, disminuyendo de esta forma los niveles de agua no facturada por pérdidas físicas. El detalle del procedimiento del análisis se explica en la Memoria Descriptiva del Estudio de Identificación ACHA002 del capítulo 6 del Volumen III del Informe Final del PMM.

Tabla 2.2. Redes a renovar – Sistema Achachicala

Material	Longitud (m)	Longitud susceptible de Renovar (m)	Porcentaje de Renovación %	Observaciones a la tubería PVC	Longitud susceptible de Renovar por Edad y material (m)	Porcentaje de Renovación %
002 - PVC	74.076,04	60.540,60	2,95%	1974 a 1990	4.965,12	1,19%
003 - FF	26.179,12	0,00	0,00%	304,12	0,00	0,00%
004 - FFD	143.833,03	0,00	0,00%	1991	0,00	0,00%
005 - FG	40.802,01	40.608,63	1,98%	55.575,48	40.608,63	9,74%
006 - AC	355,57	0,00	0,00%		0,00	0,00%
007 - ACERO	0,00	0,00	0,00%		0,00	0,00%
<b>Total</b>	<b>285.245,77</b>	<b>101.149,23</b>	<b>4,93%</b>	<b>55.575,48</b>	<b>45.573,75</b>	<b>2,22%</b>

Fuente: Elaboración propia

#### Análisis de la capacidad hidráulica:

El criterio de la capacidad hidráulica fue introducido en el Informe Diagnóstico de la ETAPA I del PMM. Para efecto fue realizada la modelación hidráulica de las redes de distribución aplicando el software WATERGEMS. En esta ETAPA III (Informe Final), fue ampliada y optimada, a través de la **calibración del modelo hidráulico**, tarea realizada entre personal Especializado del PMM y del Operador EPSAS. La calibración alcanzó un 85%; nivel ya aceptable para los objetivos del Plan Maestro Metropolitano.

#### 2.1.1.2. Inventario y Diagnóstico de la Infraestructura existente Sistema Pampahasi

En la Figura 2.3 se presenta el Sistema Pampahasi y a continuación se desarrolla el inventario y diagnóstico de sus componentes en actual servicio (información 2011 – 2012).

##### 2.1.1.2.1 Fuentes de abastecimiento Sistema Pampahasi

El Sistema Pampahasi tiene como fuente de abastecimiento las aguas embalsadas por la represa Incachaca, que acumula los escurrimientos superficiales de la cuenca del mismo nombre, que además cuenta con 4 embalses auxiliares: Sorajahuira, Estrellani, Quinquillosa y Jacha Toloco.

La calidad físico – química del agua es buena, sin apreciable contaminación por la actividad minera, que se ha incrementado en los últimos años. En época de lluvias se producen picos de turbiedad, provocados por el material de arrastre que llega al embalse. Datos del embalse:

Capacidad: 4,20 Hm<sup>3</sup>

Operación: desde 1990

Altura: 4.369,00 m.s.n.m.

El sistema también cuenta con el abastecimiento de las aguas embalsadas por la represa Hampaturi, que acumulan los escurrimientos superficiales de la cuenca del mismo nombre, que además cuenta con 4 embalses auxiliares: Ajuan Khota, Serqe Khota, Qunqa Huiqhara y Miqaya.

La calidad físico – química del agua es buena, sin apreciable contaminación por la actividad minera, aguas arriba de Hampaturi. En época de lluvias se producen picos de turbiedad, provocados por el material de arrastre que llega al embalse. Datos de los embalses principales:

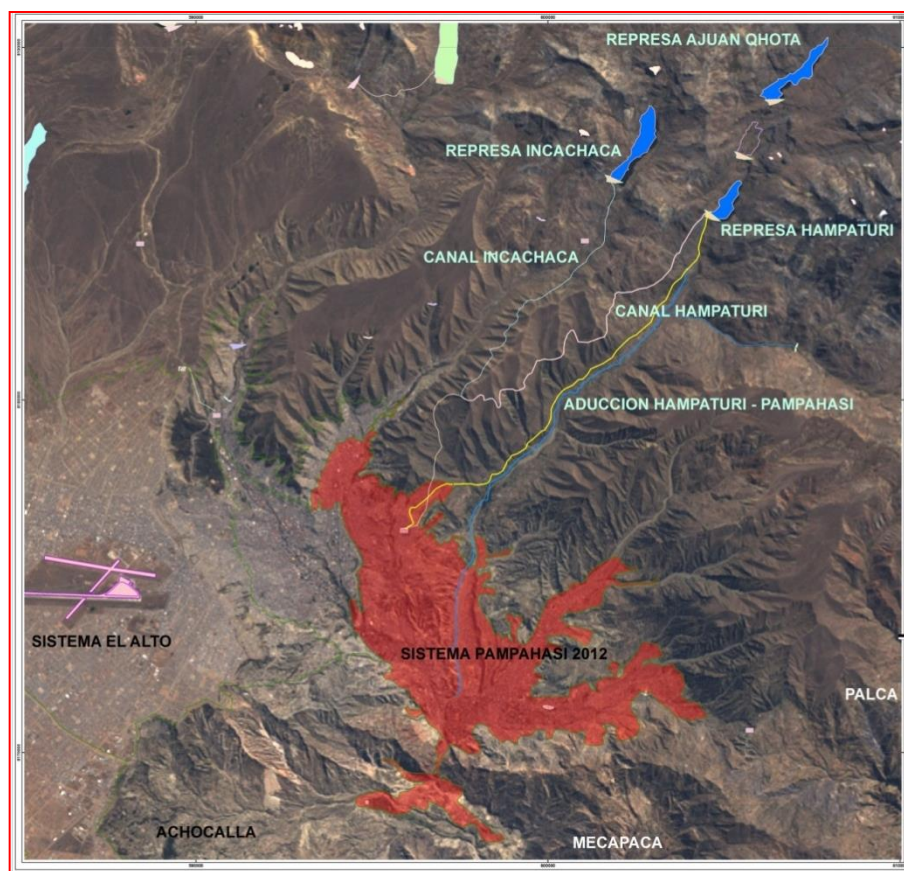
#### Embalse Hampaturi

Capacidad: 3,20 Hm<sup>3</sup>  
Operación: desde 1945  
Altura: 4.203,00 m.s.n.m.

#### Embalse Ajuan Khota

Capacidad: 3,60 Hm<sup>3</sup>  
Operación: desde 1993  
Altura: 4.429,00 m.s.n.m.

Figura 2.3. Sistema de abastecimiento Pampahasi 2012



Fuente: Elaboración propia.

#### 2.1.1.2.2 Aducciones Sistema Pampahasi

##### a) Aducción Represa Hampaturi – PTAP Pampahasi

Es la principal tubería de alimentación de la planta de tratamiento de agua de Pampahasi, por su capacidad de transporte 1.400 l/s; es de fierro fundido dúctil de 800mm.

Respecto a la capacidad hidráulica, es mayor a la demanda actual, por tanto es un componente que no requiere de medidas urgentes.

##### b) Estación Interceptora de Presión - EIP

La Estación Interceptora de Presión; es un estanque intermedio entre de la aducción desde la represa Hampaturi a la planta tratamiento de Pampahasi, que tiene el objetivo de reducir la alta presión hidrostática.

El estanque de la EIP que es una estructura de hormigón armado, de planta cuadrada y dimensiones 25,00m x 25,00m y altura de 6,00m; espesor de paredes 0,50m; estructura que colapsó estructuralmente. Entre sus conclusiones se tiene que la estructura fue emplazada con un incorrecto diseño estructural, específicamente la estructura no fue provista de armadura para el esfuerzo de corte, esto afectó a la capacidad portante del suelo adyacente.

Basado en estas recomendaciones, el PMM ha planteado la construcción de otra estructura similar en el terreno edificado. La solución que se desarrolla en el Estudio de Identificación PAMP009 del Capítulo 6, Volumen III del Informe Final.

##### c) Aducción Represa Incachaca – Desarenador

Este canal es uno de los conductos de alimentación para la planta de tratamiento de agua de Pampahasi, tiene una capacidad de transporte de 300 l/s (según EPSAS) y 341,1 l/s aforado en fecha 12/10/2012; la línea es un canal abierto de hormigón ciclópeo y mampostería de piedra, de sección cuadrada 1,10m x 0,90m.

##### d) Aducción Desarenador – PTAP Pampahasi

Es una línea de tubería de asbesto, cemento DN 350 mm y tubería FFD DN 150 mm, en paralelo, longitud 4,50 km, capacidad 445 l/s.

El agua es conducida hasta la Planta Pampahasi, mediante una tubería de aducción, FFD DN 800mm de 13,50 km de longitud y capacidad máxima de 1400 l/s.

#### 2.1.1.2.3 Planta de tratamiento Sistema Pampahasi

La Planta Pampahasi es del tipo convencional de múltiples etapas de tratamiento. Fue inaugurada el 20 de Octubre de 1971, en los años 1978 y 1995, se hicieron obras de ampliación y mejoras en la Planta, hasta llegar a una capacidad actual de 2.538 m<sup>3</sup>/h, es decir 705 l/s. Está ubicada en la zona de Pampahasi, en la ciudad de La Paz, entre la Av. Ciudad del Niño, la Urbanización Pampahasi Bajo.

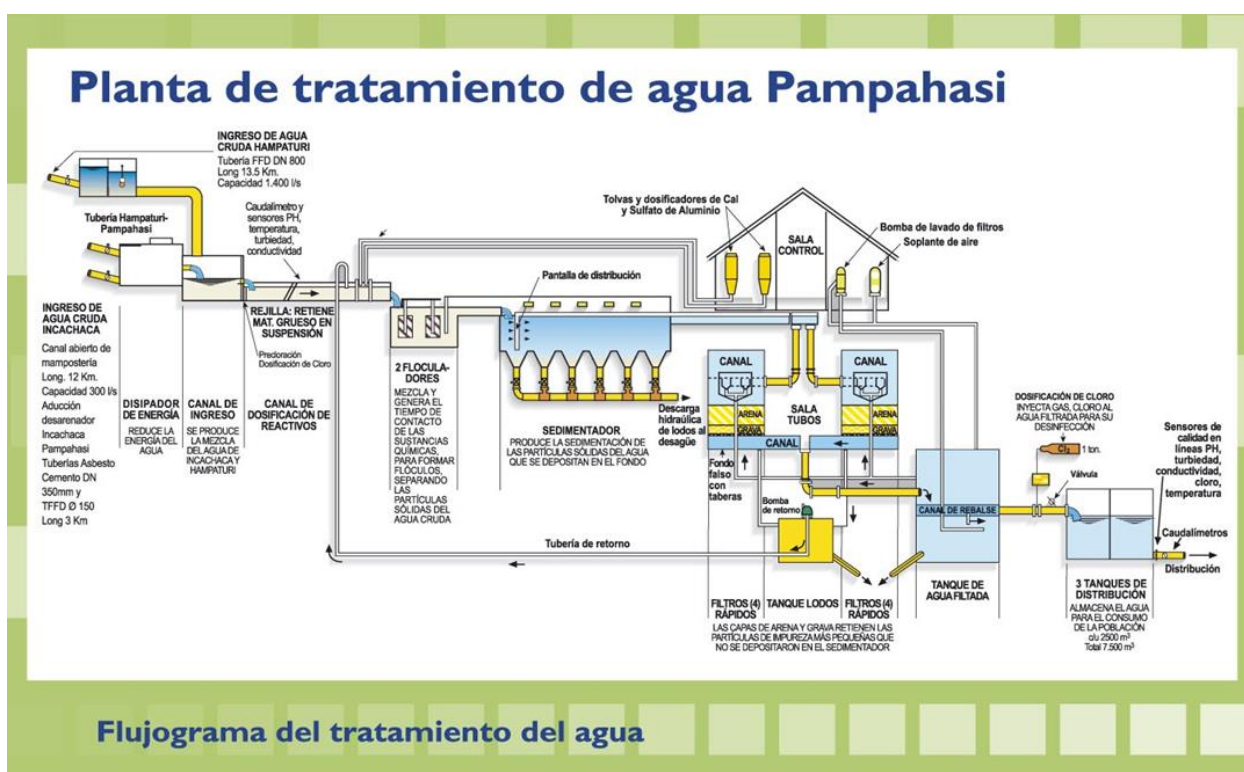
El tratamiento se realiza en las siguientes etapas convencionales:

- Disipación de energía
- Dosificación de Reactivos
- Coagulación – Floculación
- Sedimentación
- Filtración
- Desinfección

En la siguiente Figura 2.4 se observa esquemáticamente, las unidades de tratamiento y el flujograma de los procesos que se llevan a cabo.

El volumen histórico de producción es de 19,387,994 m<sup>3</sup>/año. En promedio, durante el periodo de estudio 2000 a 2011, el 73% fue proveniente de Hampaturi y el 19% de Incachaca. El año 2008 marca una diferencia sustancial del resto, pues se utilizó más agua de Incachaca, en especial durante los meses de febrero a junio, cuando se realizó la reparación del puente del Km 1+500 de la aducción Hampaturi – Pampahasi.

Figura 2.4. Esquema Planta de Tratamiento Pampahasi



Fuente: EPSAS

#### 2.1.1.2.4 Diagnóstico de la Capacidad vs. Producción real

En la Tabla 2.3 se puede observar los caudales mensuales, máximos, promedios y mínimos, producidos en el periodo de estudio y su relación con la capacidad máxima nominal de la Planta.

Tabla 2.3. Caudales de producción de agua tratada y capacidad PTAP (l/s) – Sistema Pampahasi

MES	Máximo	Promedio	Mínimo	Capacidad	% máximo
Enero	586	550	499	705	83%
Febrero	615	562	510	705	87%
Marzo	615	566	431	705	87%
Abril	625	578	544	705	89%
Mayo	627	588	518	705	89%
Junio	622	579	456	705	88%
Julio	624	573	473	705	88%
Agosto	643	590	537	705	91%
Septiembre	636	591	520	705	90%
Octubre	643	595	541	705	91%
Noviembre	674	606	557	705	96%
Diciembre	629	580	523	705	89%
Total Anual	622	580	543	705	88%

Fuente: EPSAS

La capacidad nominal de producción de la Planta Pampahasi es de 705 l/s, equivalente a 60.912 m<sup>3</sup>/día.

Se puede comprobar que en el periodo de estudio, la máxima demanda mensual, ha originado la producción de un caudal de **674 l/s**, equivalente al **96%** de la capacidad nominal de la Planta Pampahasi. Por tanto requiere de ampliación para la demanda futura.

#### 2.1.1.2.5 Tanques de almacenamiento y regulación

Actualmente los tanques de regulación y almacenamiento en servicio se ubican en la planta Pampahasi, tienen una capacidad de 7500 m<sup>3</sup>. La capacidad de almacenamiento no es suficiente para la demanda futura del sistema y se requiere duplicar esta capacidad.

#### 2.1.1.2.6 Redes de distribución Sistema Pampahasi

El inventario de las redes de distribución del sistema Pampahasi en diferentes diámetros y materiales, alcanza a 760,922 m.

#### 2.1.1.2.7 Evaluación del comportamiento hidráulico de los componentes Sistema Pampahasi

Según el Estudio Hidrológico realizado por el PMM, las cuencas Incachaca y Hampaturi, tienen una oferta de agua que satisface con bastante holgura la demanda de agua potable por parte de la población servida por el Sistema Pampahasi.

La cuenca Incachaca aporta con 5,17 Hm<sup>3</sup>/año y la cuenca Hampaturi tiene una capacidad de 14,29 Hm<sup>3</sup>/año; sumando ambos aportes hacen un total de 19,46 Hm<sup>3</sup>/año, cifra que supera la demanda estimada en 18,40 Hm<sup>3</sup>/año al año 2011; se prevé incrementar la capacidad de almacenamiento y regulación del sistema de represas Hampaturi con la construcción de la represa Alto Hampaturi, dado que la cuenca Incachaca y la represa del mismo nombre pasarán a conformar el nuevo Sistema ChuquiagUILlo.

La capacidad hidráulica de la aducción presa Hampaturi – Planta Pampahasi, puesta en servicio en los años noventa, se encuentra en buen estado y no requiere de medidas urgentes.

En la Tabla 2.4 se presentan las longitudes por tipo de material que se deben renovar. El detalle del procedimiento del análisis se explica con mayor profundidad con datos actualizados, en la Memoria Descriptiva del Estudio de Identificación PAMP002 del capítulo 6 del Volumen III del Informe Final del PMM.

Tabla 2.4. Redes a renovar – Sistema Pampahasi

Material	Longitud (m)	Longitud susceptible de Renovar (m)	Porcentaje de Renovación %	Observaciones a la tubería PVC	Longitud susceptible de Renovar por Edad y material (m)	Porcentaje de Renovación %
002 - PVC	388.767,93	210.249,02	10,24%	1974 a 1990 6.362,00 1991 181.261,68	28.987,34	6,95%
003 - FF	8.814,11	0,00	0,00%		0,00	0,00%
004 - FFD	191.738,31	0,00	0,00%		0,00	0,00%
005 - FG	151.193,24	137.835,11	6,72%		137.835,11	33,05%
006 - AC	3.749,68	0,00	0,00%		0,00	0,00%
007 - ACERO	16.658,82	0,00	0,00%		0,00	0,00%
<b>Total</b>	<b>760.922,09</b>	<b>348.084,13</b>	<b>16,96%</b>	<b>181.261,68</b>	<b>166.822,45</b>	<b>8,13%</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 2.1.1.3. Inventario y Diagnóstico de la Infraestructura existente Sistema El Alto

En la Figura 2.5 se muestra el Sistema El Alto y a continuación se desarrolla el inventario y diagnóstico de sus componentes en actual servicio (información 2011 – 2012).

Figura 2.5. Sistema de abastecimiento El Alto 2012



Fuente: Elaboración propia

#### 2.1.1.3.1 Fuentes de abastecimiento Sistema El Alto

La cuenca de Tuni es la principal fuente para el abastecimiento de agua al Sistema El Alto, es una cuenca relativamente pequeña de 17 Km<sup>2</sup> pero tiene el mayor embalse con 21,5 Hm<sup>3</sup> (regulación bianual). Para el llenado del embalse son utilizadas las cuencas de Condoriri (19.6 Km<sup>2</sup>) y Huayna Potosí (33 Km<sup>2</sup>).

Datos del embalse Tuni:

Capacidad:	21,55 Hm <sup>3</sup>
Operación:	1977
Elevación:	4.535 msnm

#### 2.1.1.3.2 Aducción Sistema El Alto

La línea de aducción que va desde la represa Tuni hasta la planta de tratamiento de agua potable El Alto, es una tubería de acero al carbón de 800 mm de diámetro resistencia nominal PN10, PN16, PN25 y PN32 de 10 mm de espesor, con junta de acople prensado y anillo de goma interior patentada por el fabricante Alvenius, tubería completamente enterrada en toda su longitud de 34.5 km, tiene una capacidad nominal de 1.100 l/s. Esta tubería entró en servicio el año 1977.

Respecto al espesor de las tuberías, el año 2010 EPSAS encomendó la ejecución del estudio “Mediciones de espesores aducción Tuni Condoriri de la Empresa Pública Social de Agua y Saneamiento – EPSAS”, el objetivo del estudio fue determinar y verificar el espesor de las tuberías, mediante técnicas de ensayos no destructivos, aplicando las pruebas en 35 puntos.

Los resultados indican que el desgaste promedio del espesor en este periodo de 35 años de servicio continuo, es 2,472 mm, con un valor máximo de 3,060mm y un mínimo de 1,550mm; por otra parte el desgaste no es uniforme. Estos valores nos indican que la tubería ha sufrido un desgaste promedio del 24,72% de su espesor inicial, estructuralmente aún no es significativo porque no se ha reportado fallas. Los reportes de mantenimiento preventivo y correctivo se refieren a los elementos complementarios como válvulas y accesorios o la protección catódica.

#### 2.1.1.3.3 Planta de tratamiento Sistema El Alto

La Planta El Alto es de tipo convencional de múltiples etapas de tratamiento. Fue inaugurada el año 1978, tiene una capacidad actual de 1.000 l/s. Está ubicada en la zona de Alto Lima de la ciudad de El Alto, al final de la Av. Chacaltaya, Zona Norte.

El tratamiento se realiza en las siguientes etapas convencionales:

- Disipación de energía
- Dosificación de Reactivos
- Coagulación – Floculación
- Sedimentación
- Filtración
- Desinfección

En la siguiente figura se observa esquemáticamente, las unidades de tratamiento y el flujograma de los procesos que se llevan a cabo. El volumen histórico de producción (2001 – 2011) es de 29,198,031 m<sup>3</sup>/año.

Figura 2.6. Esquema Planta de Tratamiento El Alto



Fuente: EPSAS

#### 2.1.1.3.4 Diagnóstico de la Capacidad vs. Producción real

En la Tabla 2.5 se puede observar los caudales mensuales, máximos, promedios y mínimos producidos en el periodo de estudio (2000 – 2011) y su relación con la capacidad máxima nominal de la PTAP.

Tabla 2.5. Caudales de producción de agua tratada y capacidad PTAP (l/s) – Sistema El Alto

MES	Máximo	Promedio	Mínimo	Capacidad	% máximo
Enero	943	906	792	1055	89%
Febrero	969	930	829	1055	92%
Marzo	993	930	811	1055	94%
Abril	990	937	853	1055	94%
Mayo	994	936	710	1055	94%
Junio	983	942	817	1055	93%
Julio	989	930	762	1055	94%
Agosto	978	925	776	1055	93%
Septiembre	964	914	769	1055	91%
Octubre	959	919	831	1055	91%
Noviembre	964	922	887	1055	91%
Diciembre	942	919	866	1055	89%
Total Anual	959	926	810	1055	91%

Fuente: EPSAS

La capacidad nominal de producción de la Planta El Alto es de 1,055 l/s, equivalente a 91,152 m<sup>3</sup>/día.

Se puede comprobar que en el periodo de estudio, la máxima demanda mensual, ha originado la producción de un caudal de 994 l/s, equivalente al 94.2 % de la capacidad máxima actual de la Planta El Alto.

#### 2.1.1.3.5 Tanques de almacenamiento y regulación

Actualmente los tanques de regulación y almacenamiento en servicio se ubican en la planta El Alto, tienen una capacidad de 15,000 m<sup>3</sup>.

#### 2.1.1.3.6 Redes de distribución Sistema El Alto

El inventario de las redes de distribución del sistema El Alto en diferentes diámetros y materiales, alcanza a 2,052,283 m.

#### 2.1.1.3.7 Evaluación del comportamiento hidráulico de los componentes Sistema El Alto

El Sistema El Alto tiene como fuentes de abastecimiento el embalse de la represa Tuni con una cuenca de 17,20 Km<sup>2</sup>, con un embalse con 21,5 Hm<sup>3</sup>. La cuenca Condoriri con un área de 19,60 km<sup>2</sup> y la cuenca de Huayna Potosí de 33 km<sup>2</sup> (después de Condoriri es la cuenca más grande).

En la visita efectuada el 14 de junio de 2012 por el Consorcio, se observó que la represa Tuni está en buen estado. Es una presa de escollero y está en operación desde el año 1977. Según EPSAS, se realizan tareas de mantenimiento del escollero y reparación de protecciones.

La cuenca de Huayna Potosí es buen aportante para el Sistema El Alto ya que traspasa al embalse de Tuni entre 12 a 15 Hm<sup>3</sup> (en el periodo de lluvias), para el llenado del embalse. De igual manera la cuenca Condoriri pero en menor cantidad.

La cuenca oeste del nevado Huayna Potosí, se colinda con la cuenca de Tuni. En ésta cuenca existen varias lagunas de importancia como Sora Khota y Laguna Esperanza. Los escurrimientos superficiales son trasvasados en la época de lluvias al embalse Tuni, mediante una obra de toma ubicada sobre el río, y un canal abierto de 2.9 km de longitud y de 2.0 m<sup>3</sup>/s de capacidad de transporte.

Los recursos provenientes de la cuenca Condoriri, son almacenados en el embalse Condoriri, desde donde las aguas son trasvasadas a Tuni mediante una tubería de aducción PVC DN 900 mm de 2.26 Km y de 2.4 m<sup>3</sup>/s de capacidad de transporte. En época de lluvias, las excedencias de la represa también son conducidas hacia Tuni, a través de un canal de tierra antiguo.

La aducción está diseñada para transportar 1.000 l/s (1 m<sup>3</sup>/s). Al momento se está transportando 960 l/s con la edad aumentó la rugosidad.

Actualmente la aducción se encuentra al límite de su capacidad de transporte. Pero es necesario analizar la posibilidad de ampliación ya que toda la producción de la cuenca es de 32 Hm<sup>3</sup> para atender la demanda actual del Sistema El Alto de 30 Hm<sup>3</sup>. Por tanto prácticamente existe un equilibrio entre oferta y demanda. Recientemente EPSAS como medida de emergencia ha traspasado a la Planta de El Alto aguas de Milluni (4%) y tiene proyectado llegar al 8%.

La aducción presenta bajas presiones en las últimas ventosas ya que trabaja a máxima capacidad. EPSAS realizó la simulación de ampliar la capacidad de conducción, con la instalación de un booster (bombeo). Lamentablemente en el sector no hay energía eléctrica y no se continuó con el estudio. Se realizó el cálculo y para incrementar la capacidad en 50 l/s con un bombeo de 30 m. (cárcamo en la misma represa) y la posibilidad de trabajar con generadores de energía eléctrica.

Desde el mes de septiembre de 2008 se hace llegar a la planta El Alto, una pequeña fracción del agua de la represa de Milluni. Estas aguas son muy contaminadas, como se describe en el párrafo referido a Fuentes de la Planta Achachicala. El agua de Milluni es desviada hacia la Planta Forebay, del canal de aducción, antes de ingresar al estanque del mismo nombre. Un caudal máximo de 55 l/s es pre-tratado y luego el agua, es bombeada hacia la Planta El Alto para completar el proceso de potabilización.

La producción de Planta El Alto, se encuentra limitada por las condiciones de operación de la aducción Tuni, que ha disminuido su capacidad de transporte los últimos años, por efectos de la hidráulica, pérdidas por fricción, efectos de aire en la tubería o fugas invisibles.

Luego de la ampliación de la Planta implementada, con la adición de 2 filtros más en operación, la capacidad máxima de producción indudablemente es mayor a los 1.055,00 l/s, actuales.

Sin embargo se deben realizar pruebas de operación de los filtros, haciendo ingresar más agua cruda y evaluar en función de la calidad de la fuente, la eficiencia máxima del proceso de filtración, etapa crítica para determinar la máxima capacidad real de la Planta El Alto en las condiciones actuales.

Con referencia a la evaluación de las redes de distribución, en la Tabla 2.6, se presenta las longitudes por tipo de material que se deben renovar. El detalle del procedimiento del análisis se explica en el Informe ETAPA I – Volumen IV. Diagnóstico Infraestructura Existente del PMM y con mayor profundidad con datos actualizados, en la Memoria Descriptiva del Estudio de Identificación ALTO009 del capítulo 6 del Volumen III del Informe Final del PMM.

Tabla 2.6. Redes a renovar – Sistema El Alto

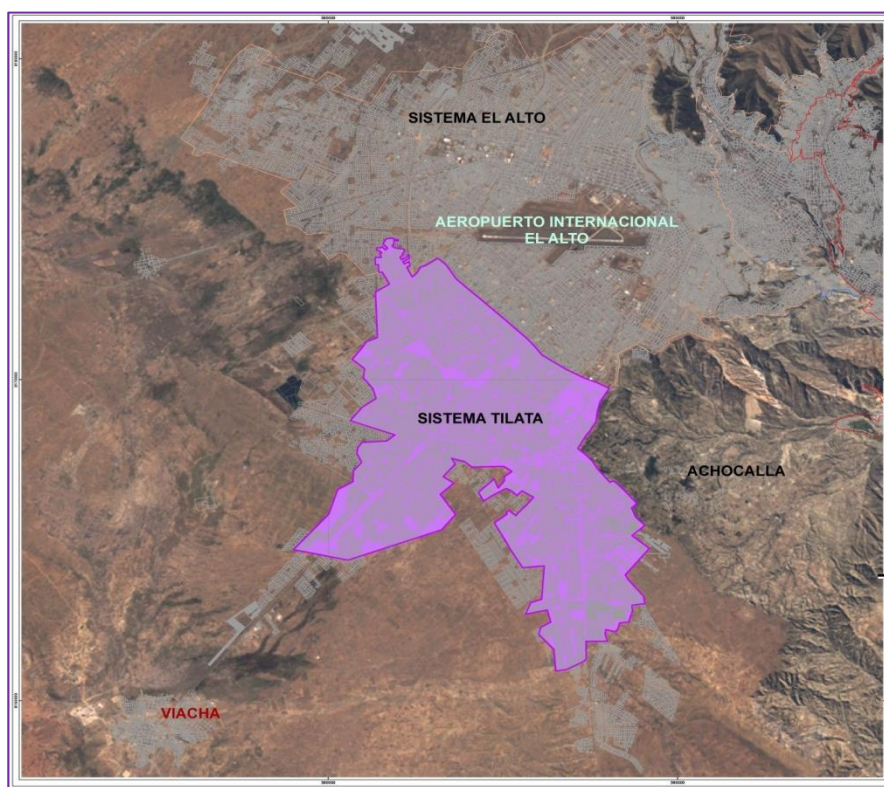
Material	Longitud (m)	Longitud susceptible de Renovar (m)	Porcentaje de Renovación %	Observaciones a la tubería PVC	Longitud susceptible de Renovar por Edad y material (m)	Porcentaje de Renovación %
002 - PVC	1.493.493,42	892.338,32	43,48%	1974 a 1990	239.138,08	57,33%
003 - FF	558,22	0,00	0,00%	98.993,65	0,00	0,00%
004 - FFD	360.955,61	0,00	0,00%	1991	0,00	0,00%
005 - FG	195.471,76	177.959,16	8,67%	653.200,24	177.959,16	42,67%
006 - AC	1.804,28	0,00	0,00%		0,00	0,00%
007 - ACERO	0,00	0,00	0,00%		0,00	0,00%
<b>Total</b>	<b>2.052.283,29</b>	<b>1.070.297,48</b>	<b>52,15%</b>	<b>653.200,24</b>	<b>417.097,24</b>	<b>20,32%</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 2.1.1.4. Inventario y Diagnóstico de la Infraestructura existente Sistema Tilata

En la Figura 2.7 se presenta el Sistema Tilata y a continuación se desarrolla el inventario y diagnóstico de sus componentes en actual servicio (información 2011 – 2012).

Figura 2.7. Sistema de abastecimiento Tilata 2012



Fuente: Elaboración propia.

##### 2.1.1.4.1 Fuentes de abastecimiento Sistema Tilata

El sistema Tilata tiene como fuente de abastecimiento al acuífero Purapurani de la cuenca Catari, emplazado en la meseta altiplánica, mismo que se abarca una región que traspasa los límites administrativos de los municipios de El Alto, Viacha, Laja e incluso Pucarani, siendo fuente parcial además, de las vertientes que alimentan en parte al Municipio de Achocalla (JICA 1987; JICA 1988).

La fuente consta de dos baterías de pozos, Líneas A y B, cada una con 15 pozos, con capacidad total de producción de 347 l/s; está en servicio continuo desde 1990.

Los pozos tienen un promedio de 90 metros de profundidad, y cada uno tiene instalada una bomba eléctrica sumergible ubicada aproximadamente a 60 metros de profundidad. Los pozos explotan caudales variables, entre 5 m<sup>3</sup>/h y 60 m<sup>3</sup>/h.

##### 2.1.1.4.2 Aducción Sistema Tilata

La aducción es una línea de impulsión, que consta de una tubería principal de 500mm, al cual se conectan ramales que salen de cada pozo de 125mm. La Línea A, tiene una longitud de 10,542 m y la Línea B, un desarrollo de 11,365 m.

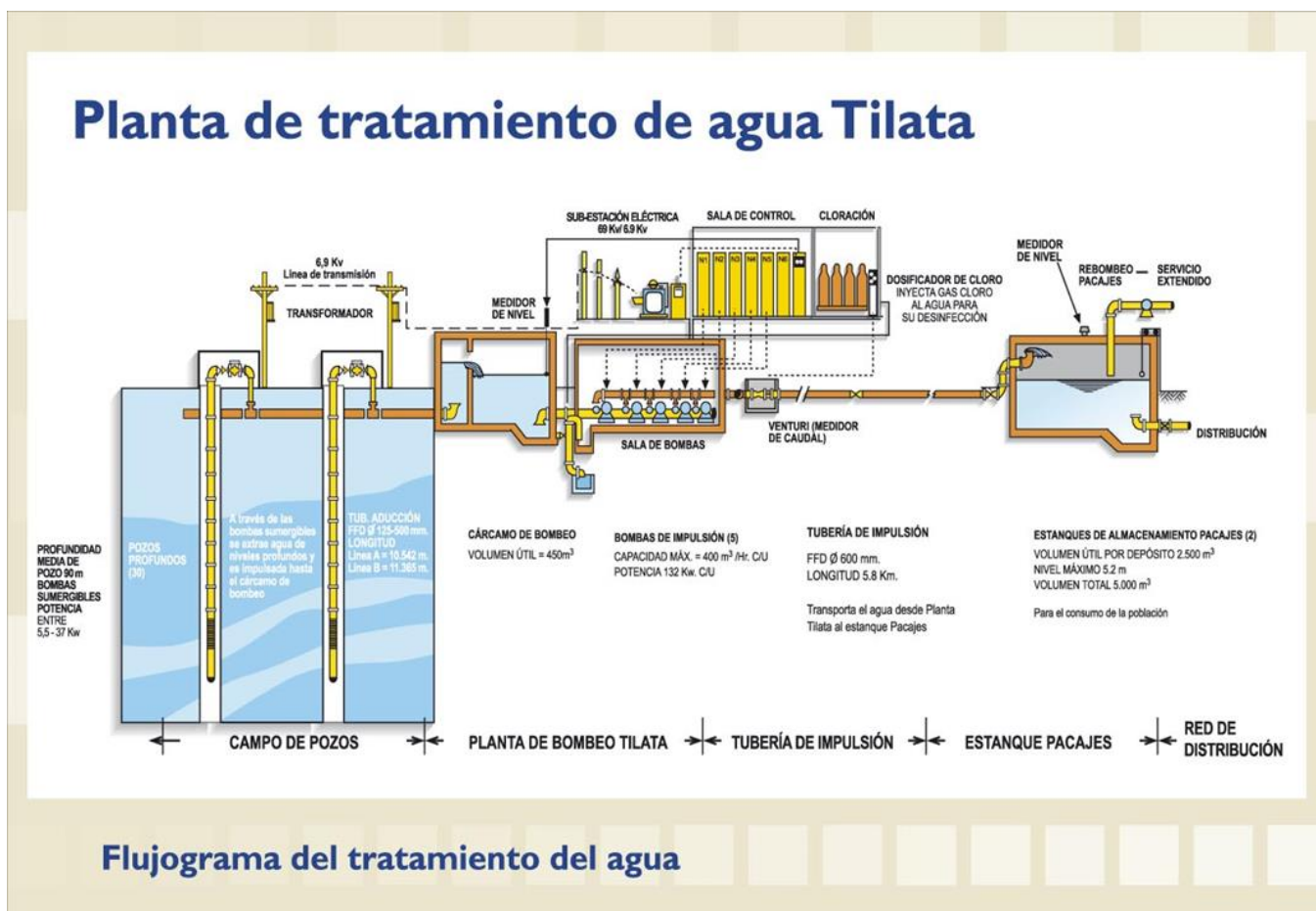
#### 2.1.1.4.3 Planta de tratamiento Sistema Tilata

El proceso de producción y potabilización del agua, sigue las siguientes etapas:

- Operación de la Batería de Pozos.
- Recepción de agua cruda.
- Alcalinización, Desinfección.
- Bombeo al tanque de Almacenamiento.

En la siguiente figura se observa esquemáticamente, las unidades de tratamiento y el flujograma de los procesos que se llevan a cabo. El volumen histórico de producción (2001 – 2011) es de 3,719,596 m<sup>3</sup>/año.

Figura 2.8. Esquema Planta de Tratamiento Tilata



#### 2.1.1.4.4 Diagnóstico de la Capacidad vs. Producción real

En la Tabla 2.7 se puede observar los caudales mensuales, máximos, promedios y mínimos producidos en el periodo de estudio y su relación con la capacidad máxima nominal de la PTAP.

Tabla 2.7. Caudales de producción de agua tratada y capacidad PTAP (l/s) – Sistema Tilata

MES	Máximo	Promedio	Mínimo	Capacidad	% máximo
Enero	163	79	23	347	47%
Febrero	143	80	40	347	41%
Marzo	157	78	33	347	45%
Abril	175	80	16	347	50%
Mayo	175	83	15	347	51%
Junio	179	92	26	347	52%
Julio	174	88	8	347	50%
Agosto	187	92	19	347	54%
Septiembre	181	91	16	347	52%
Octubre	190	97	22	347	55%
Noviembre	197	103	33	347	57%
Diciembre	186	99	44	347	54%
Total Anual	176	88	35	347	51%

Fuente: EPSAS

La capacidad nominal de producción de la Planta Tilata es de 347 l/s, sin embargo, durante el periodo de estudio, la capacidad real del Sistema de explotación fue mucho menor, con un promedio cercano al 50%, a causa de las deficiencias en los pozos.

Se puede verificar que en el periodo de estudio, la máxima demanda mensual, ha originado la producción de un caudal de **197 l/s**, equivalente al **57%** de la capacidad nominal de la Planta Tilata.

#### 2.1.1.4.5 Tanques de almacenamiento y regulación

Actualmente el tanque Pacajes de regulación y almacenamiento tiene una capacidad de 5,000 m<sup>3</sup>.

#### 2.1.1.4.6 Redes de distribución Sistema Tilata

El inventario de las redes de distribución del sistema Tilata en diferentes diámetros y materiales, alcanza a 864,809 m.

#### 2.1.1.4.7 Evaluación del comportamiento hidráulico de los componentes Sistema Tilata

Según el Estudio Hidrológico realizado por el PMM, el acuífero Pura Purani que es la fuente de abastecimiento del sistema Tilata, tienen una oferta de agua que satisface con bastante holgura la demanda de agua potable por parte de la población servida por el sistema en cuestión.

Específicamente en el sistema Tilata se observa que hasta el año 2010 fue El Alto el que traspasó aguas hacia Tilata. En 2011 se asume que se dio una independencia parcial entre sistemas (se registra un traspaso de valor 0), haciendo notar sin embargo que no es posible aseverar, por la falta de datos directos, que Tilata no apoyó a la demanda de El Alto o que hubo un aporte cero de El Alto hacia Tilata (Olmos, 2012).

La tubería de impulsión estanque Tilata a estanque Pacajes es de FFD y DN 600mm, con una longitud de 5,820 m, a la fecha se encuentra en buenas condiciones, cuenta con un mediano a bajo riesgo sanitario, requiere de mantenimiento preventivo permanente. El PMM, ha estimado que no es conveniente el reemplazo a corto o mediano plazo.

En la Tabla 2.8 se presentan las longitudes por tipo de material que se deben renovar. El detalle del procedimiento del análisis se explica en el Informe ETAPA I – Volumen IV. Diagnóstico Infraestructura Existente del PMM y con mayor profundidad con datos actualizados, en la Memoria Descriptiva del Estudio de Identificación TILA001 del capítulo 6 del Volumen III del Informe Final del PMM.

Tabla 2.8. Redes a renovar – Sistema Tilata

Material	Longitud (m)	Longitud susceptible de Renovar (m)	Porcentaje de Renovación %	Observaciones a la tubería PVC	Longitud susceptible de Renovar por Edad y material (m)	Porcentaje de Renovación %
002 - PVC	822.939,61	177.969,04	8,67%	No se intervino      0,00	177.969,04	42,67%
003 - FF	0,00	0,00	0,00%		0,00	0,00%
004 - FFD	36.798,58	0,00	0,00%		0,00	0,00%
005 - FG	5.071,11	2.696,41	0,13%		2.696,41	0,65%
006 - AC	0,00	0,00	0,00%		0,00	0,00%
007 - ACERO	0,00	0,00	0,00%		0,00	0,00%
<b>Total</b>	<b>864.809,30</b>	<b>180.665,45</b>	<b>8,80%</b>	<b>0,00</b>	<b>180.665,45</b>	<b>8,80%</b>

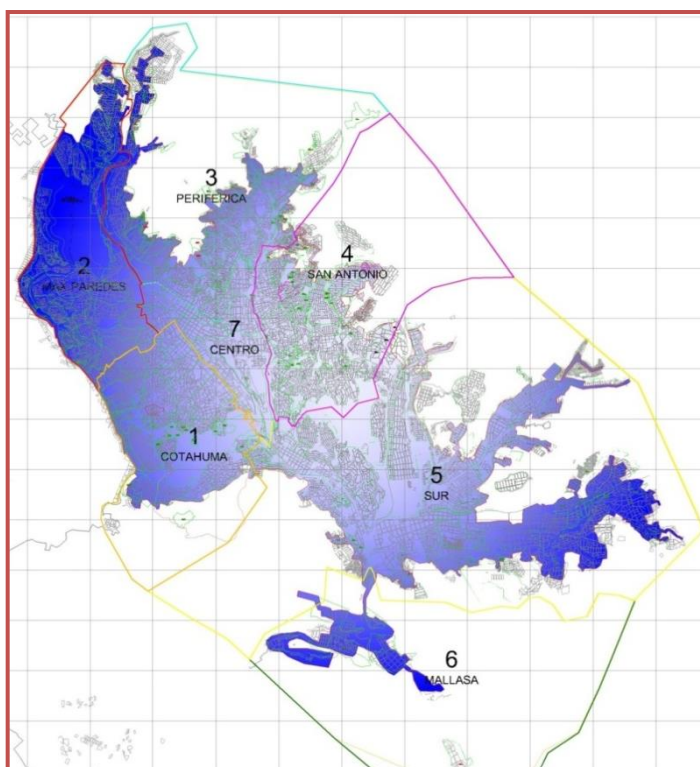
Fuente: Elaboración propia

## 2.1.2. Sistemas de saneamiento operado por EPSAS

### 2.1.2.1. Inventario y Diagnóstico del Sistema de Alcantarillado La Paz

La red de alcantarillado sanitario de La Paz, tiene una cobertura en los 7 macro distritos municipales del Municipio de La Paz (Figura 2.9), ver área cubierta demarcada con color azul dentro los polígonos de cada macro distritos), 1 – Cotahuma, 2 – Max Paredes, 3 – Periférica, 4 – San Antonio, 5 – Sur, 6 – Mallasa y 7 – Centro; abarcando un porcentaje mayor al 80% del área urbanizada.

Figura 2.9. Cobertura Sistema Alcantarillado Sanitario La Paz



Fuente. GAMLP

Las redes de colectores de la ciudad de La Paz son de tipo separativo, una red recolecta las aguas residuales domésticas y la red paralela es para coleccionar aguas pluviales; sin embargo las conexiones

cruzadas, la falta de emisarios e interceptores entre otros factores, han ocasionado que las aguas se mezclen en los puntos de descarga.

Las obras hidráulicas implementadas en los cuerpos receptores, generalmente son de grandes dimensiones y secciones regulares, estas obras son embovedados de hormigón ciclópeo u hormigón armado y canales de mampostería de piedra u hormigón ciclópeo. Una gran mayoría de las cámaras de inspección, mixtas y de caída son de mampostería de piedra los de alturas mayores a 3,00m son de hormigón armado y/o prefabricadas del mismo material.

La red de alcantarillado sanitario son tuberías de PVC con diámetros de 100mm a 300mm y de hormigón simple con diámetros 100mm a 400mm y concreto armado con diámetros de mayores a 400mm. La configuración de las redes mayores a 200mm, es caótica y sin directrices generales.

La longitud en diferentes diámetros de la red de alcantarillado sanitario al 2011 según el operador EPSAS es de 999,943 m. Las tuberías de hormigón representan el 69,48% de la longitud total, el restante 30,52% es red con tuberías de PVC.

El sistema de alcantarillado sanitario de La Paz, actualmente no cuenta con una planta de Tratamiento de Aguas Residuales, las descargas son directas a todos los cuerpos receptores principales y afluentes, así como quebradas, cursos eventuales y otros puntos, de forma que al final confluyen en el cuerpo principal que llega a ser el río Choqueyapu que aguas abajo toma el nombre de río La Paz.

Las áreas aledañas al río La Paz en su paso por las comunidades rurales de la denominada “Río Abajo”, como Lipari, Huajchilla, Valencia, Huaricana, Mecapaca entre los principales, es la tradicional zona proveedora de productos como hortalizas, legumbres y alimentos similares de las ciudades de La Paz, El Alto y otros centros poblados del altiplano, pero el riego se realiza con aguas contaminadas.

Por las razones expresadas, actualmente existe una zona potencial que utilizaría las aguas tratadas del sistema de alcantarillado sanitario de La Paz.

#### 2.1.2.2. Inventario y Diagnóstico del Sistema de Alcantarillado El Alto

El sistema de recolección de aguas residuales domésticas de la ciudad de El Alto, es de tipo separado. La infraestructura de colectores se complementa con los emisarios que conducen las aguas hacia la planta de tratamiento de Puchukollo; algunas vías principales y zonas cuentan con sistema de colectores pluviales; en este caso también existen conexiones cruzadas y conexiones domésticas pluviales conectadas a la red de alcantarillado sanitario, lo que ocasiona sobrecarga hidráulica en la red de tuberías y el consiguiente desbordamiento por las cámaras de inspección, todos estos factores provocan fallas en época de lluvias.

Según información del operador EPSAS al 2011, la red de alcantarillado sanitario alcanza a 1,298,348 m, en diámetros de 100 mm a 750 mm y con tuberías de PVC (39.07%) y hormigón 60,93%.

La red de colectores primarios y emisarios alcanza a una longitud de 96,537 m en diámetros de 200 mm a 1,100 mm (12.89% PVC y 87.11% de hormigón.). Las conducciones de diámetros mayores a 400mm son de hormigón armado.

Las aguas residuales tanto domésticas como industriales colectadas por la red de alcantarillado, en un 70% son conducidas por gravedad mediante un emisario hasta la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) Puchukollo ubicada al sur este de la ciudad de El Alto. La planta entró en operaciones en diciembre de 1998.

El curso receptor es el río Seco que descarga en el río Pallina que después de recorrer aproximadamente 40 km finalmente vierte sus aguas en la bahía de Cohana del Lago Titicaca.

Los caudales anuales promedio tratados por la planta en el periodo 2007 – 2011 son de 328 l/s a 360 l/s, por debajo de la capacidad de tratamiento de 430 l/s (antes de su ampliación) y de 542 l/s (después de la ampliación efectuada en enero 2011).

Al respecto cabe anotar que un caudal no cuantificado, pero estimado entre 50 y 80 l/s, son desviados antes de ingresar a la planta mediante varias perforaciones en la tubería de hormigón armado de 1,0 m de diámetro que constituye el emisario a la planta, así como también en represamientos efectuados en las cámaras de inspección, para originar el rebalse de agua por el ingreso a la cámara, estos desvíos son ejecutados por agricultores que utilizan el agua residual cruda para regar cultivos mayoritariamente constituidos de plantaciones de alfalfa y en menor proporción de papa y cebada.

La planta está conformada por dos series de lagunas, cada una con 6, la primera unidad es anaeróbica, seguida de una facultativa primaria, de una facultativa secundaria y de tres de maduración, operando en serie.

En 2011 se incorporaron 3 filtros percoladores de 40 m de diámetro y 5 m de alto, cada filtro cuenta con un distribuidor de caudal rotatorio, construido en aluminio y de aproximadamente de 39,50 m de diámetro. El material filtrante son cintas de un polietileno especial, resistente a los rayos ultravioleta denominadas Sesil que van colgadas de un entramado de madera dura, apoyada en vigas de H<sup>9</sup>A<sup>0</sup>, formando vanos de aproximadamente 2,20 m de espaciamiento.

Los filtros percoladores después de operar durante 1 año fueron paralizados para efectuar el mantenimiento recomendado por los fabricantes del distribuidor rotatorio después de las 5.000 primeras horas de trabajo, sin embargo después de efectuar el desmontaje del equipo se identificaron algunos problemas técnicos que están demorando y a la fecha (enero 2014) no han entrado en operación nuevamente.

En el capítulo II del Volumen I del Informe Final, se presenta en detalle el diagnóstico del sistema de alcantarillado sanitario de las ciudades de La Paz y El Alto, según el tipo de material, tiempo de servicio, estado de conservación, factores de riesgo, frecuencia de fallas y reclamos, capacidad hidráulica de los colectores, interceptores y emisarios mediante la modelación hidráulica.

Con referencia a la renovación de colectores se tiene previsto gradualmente 18,643 m en La Paz y 8,186 m en El Alto.

### 2.1.3. **Inventario y Diagnóstico de sistemas de agua potable y saneamiento de operadores menores**

En el Informe Final, capítulo II del Volumen I, se presenta en detalle el diagnóstico del sistema de alcantarillado sanitario de los operadores menores en las laderas La Paz (cooperativas) y también de los operadores en las áreas urbanas de los municipios de Viacha, Laja, Pucarani, Achocalla, Mecapaca y Palca. Sin embargo, a continuación por ser el operador más importante después de La Paz y El Alto, se presenta un resumen de los sistemas de Viacha, cuyo operador es EMAPAV.

#### **Sistema de Agua Potable de Viacha:**

Después de revisar la infraestructura existente es evidente que esta infraestructura se encuentra al límite de su capacidad por lo que el diseño deberá tomar en cuenta la falta de capacidad hidráulica. Para el re-bombeo de los Distritos 1 y 2 aparte de aprovisionar de bombas de re-bombeo nuevas de mayor potencia y reemplazar a las que cumplieron su vida útil, se recomienda implementar una tubería principal de aducción paralela a la actual, lo que incrementaría su capacidad hidráulica. Para tomar en cuenta la mayor demanda por el crecimiento de la población y proveer de una mejor dotación, se recomienda incrementar las fuentes desarrollando nuevos pozos.

Para la regulación de volúmenes con pozos existentes y nuevos, es necesario implementar un nuevo tanque – cárcamo con capacidad suficiente para regular caudales horarios para el horizonte de diseño. Al constatar que no se podría implementar esta unidad en los terrenos actuales por la falta de espacio y por no interrumpir el sistema actual, se recomienda adquirir nuevos terrenos para este cárcamo lo que implica también la re-ubicación del nuevo sistema de re-bombeo para los Distritos 1 y 2.

En cuanto a la infraestructura existente en el Distrito 6 se ha visto que actualmente se encuentra fraccionada y limitada en su posibilidad de expansión por los tanques existentes que difícilmente se pueden elevar más. Por lo tanto se recomienda unificar las redes y centralizarlas desde el nuevo tanque de 200 m<sup>3</sup> que está siendo construido en los predios de la iglesia (colina Chonchocoro), desde donde se puede distribuir agua con suficiente presión a la mayor parte de la mancha urbana del Distrito 6.

#### **Sistema de Alcantarillado Sanitario de Viacha:**

Las principales falencias en cuanto a saneamiento en Viacha son la falta de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) y falta de red de alcantarillado en los Distritos urbanos 6 y 7 de Viacha.

Se recomienda la implementación de una planta de tratamiento, PTAR. Esto requerirá adicionalmente interceptores que impidan que las aguas residuales se descarguen directamente al río Pallina y se conduzcan hacia la nueva planta de tratamiento.

Adicionalmente será necesaria la implementación de una red completa de alcantarillado para los Distritos 6 y 7. Esto requerirá el diseño de los colectores principales. Este sistema también deberá ser descargado a la nueva PTAR.

Los cuerpos de agua receptores finales, especialmente la bahía de Cohana en el Lago Titicaca se encuentra eutrofizada lo que requiere ya programas de reparación ambiental. Un programa así sólo tendrá éxito si se implementan medidas urgentes para disminuir la carga orgánica de las aguas residuales que se descargan. Por lo tanto se recomienda la implementación a corto plazo de una PTAR.

### 3. DIAGNÓSTICO DE LA GESTION ADMINISTRATIVA Y DE LA SITUACION INSTITUCIONAL

#### Nota introductoria

Este capítulo 3 del presente Resumen Ejecutivo resume lo señalado en el cap. 3 "Diagnóstico de la gestión administrativa y de la situación institucional" del cuerpo principal del Volumen I del Informe Final del PMM.

El capítulo 3 que comienza aquí centra su enfoque en las debilidades y amenazas que padecen los operadores de servicios de A&S en el área metropolitana de La Paz. Las fortalezas y oportunidades sólo son mencionadas cuando representan una base directa y clave para las propuestas de FI que se encuentran resumidas más adelante en el cap. 7 "Fortalecimiento Institucional" del Resumen Ejecutivo. Esta selección de resultados y conclusiones del Diagnóstico busca conciliar el imperativo de ofrecer suficiente información sustanciosa con el requerimiento de reducir a pocas páginas este cap. 3 del Resumen Ejecutivo; ambos criterios obedecen a las expectativas que tienen las instancias decisoras para con un resumen ejecutivo.

#### 3.1. OPERADORES DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y/O ALCANTARILLADO SANITARIO EXISTENTES EN EL ÁREA METROPOLITANA

La labor de diagnóstico desarrollada en el área de intervención del PMM ha permitido identificar distintos tipos de operadores, en las localidades y cantidades que se especifica a continuación:

Tabla 3.1. Operadores de Servicios existentes, por municipio y forma de constitución

Muni- Cipio	Cantidad de operadores urbanos / periurbanos									
	Empresa Pública Social	Coope- rativa	Entidad muni- cipal descen- tralizada	Comité de AP (y Sanea- miento)	Asocia- ción de Usuarios de servicios de AP (y Saneamiento)	"Organi- zación de servi- cio de AP"	Juntas Veci- nales	Comu- nida- des	TOTAL	
La Paz	1 (EPSAS; operador principal)	13		aprox. 6		1	aprox. 3		aprox. 24	56%
El Alto									1	2%
Pucarani				1					1	2%
Laja					1				1	2%
Viacha			1						1	2%
Achocalla		aprox. 3		aprox. 2	aprox. 3			aprox. 4	aprox. 12	29%
Mecapaca		1							1	2%
Palca				1					1	2%
TOTAL	1	aprox. 17	1	aprox. 10	aprox. 4	1	aprox. 3	aprox. 4	aprox. 41	

Fuente: Elaboración Propia.

El Diagnóstico institucional/financiero agrupa a los aprox. 41 operadores del área metropolitana en los siguientes **segmentos de intervención**, considerando el tamaño de la población servida así como la ubicación del área de servicio de cada EPSA:

- Segmento No. 1: Comprende al Operador principal EPSAS (municipios de La Paz, El Alto y zonas adyacentes) que atiende al grueso de las conexiones de AP y AS;
- Segmento No. 2: Comprende a los aprox. 23 Pequeños Operadores en La Paz;
- Segmento No. 3: Comprende a los aprox. 17 Operadores Menores en los otros 7 municipios (3 operadores en los 3 municipios altiplánicos Pucarani, Laja y Viacha así como aprox. 14 Operadores Menores en los 3 municipios de la Hoyada (vallunos) Achocalla, Mecapaca y Palca).

## 3.2. PRINCIPALES HALLAZGOS DEL DIAGNÓSTICO DE LOS OPERADORES

### 3.2.1. El Operador Mayor EPSAS

A continuación se resume el resultado del análisis de los principales indicadores de gestión técnica y comercial de la Empresa Pública Social de Agua y Saneamiento (EPSAS):

Tabla 3.2. Principales características cuantitativas e indicadores de gestión de EPSAS, 2011

Gestión		Valor hallado	Período o fecha (y Fuente)	Conclusión / Comentario
Área	Índice			
Población servida	1. Número de conexiones de AP	312.117 conexiones	31-Dic-2011 (fuente: Gerencia Comercial)	---
	2. Número de conexiones de AS	209.959 conexiones		---
	3. Proporción del total de conexiones en el área metropolitana	AP 96% (estimado)	aprox. 31-Dic-2011 (fuente: propia PMM)	Estos dos valores reflejan el peso preponderante que tiene EPSAS en el concierto de los operadores en el área metropolitana de LP.
	4.	AS 97% (estimado)		
Coberturas	5. Cobertura del Servicio de Agua Potable	95%	31-Dic-2011 (fuente: Gerencia Comercial y reportes del operador a la AAPS)	El indicador cumple con el parámetro establecido (95%), mostrando una aceptable cobertura del servicio de AP.
	6. Cobertura de Micro medición	99,9%		El indicador sobrepasa el parámetro establecido (90%), mostrando una adecuada capacidad de proveer un servicio medido.
	7. Cobertura del Servicio de Alcantarillado Sanitario	68%		El indicador sobrepasa el parámetro establecido (65%), mostrando desde el punto de vista formal una aceptable cobertura del servicio de AS.
	8. Cobertura del Servicio de Tratamiento de Aguas residuales	0% en la Hoyada de La Paz; mucho menor a 100% en El Alto		La cobertura en tratamiento de agua residual no cumple lo establecido en normativa regulatoria que establece por lo menos un 60% de tratamiento del agua residual generada. El bajo grado de cobertura en EA se debe sobre todo a no conexión de redes de recolección a emisarios a la PTAR Puchukollo.
Técnica	9. Agua potable producida (salida de planta)	69.038.391 m <sup>3</sup>	31-Dic-2011 (fuente: Informe de EPSAS a la AAPS)	---
	10. Índice de Agua No Contabilizada	29%		En criterio de la AAPS, este valor debe ser menor a 25%. Según un informe del especialista de ANC, el porcentaje es más elevado que aquel reportado por EPSAS (ver Informe Especial No. 1 "Recursos Hídricos" anexo al Informe III).
	11. Costo unitario de AOM por m <sup>3</sup> de AP producido	3,65 Bs./m <sup>3</sup>		El indicador cumple con el criterio del parámetro óptimo (es menor a la Tarifa Media). Por consiguiente, se identifica una sostenibilidad financiera para la prestación del servicio.
	12. Continuidad del servicio de AP	100%		El indicador cumple con el parámetro (mayor a 95%), sin embargo, se requiere validar su confiabilidad, mediante reportes reales, análisis técnico e inspecciones <i>in situ</i> a zonas periféricas.
Comercial	13. Dotación de AP producida	100 l/h/d	31-Dic-2011 (fuente: Informe de EPSAS a la AAPS)	---
	14. Agua potable consumida	48.889.266 m <sup>3</sup> /año	Año 2011 (fuente: Informe de EPSAS a la AAPS)	---
	15. Facturación por los servicios	183.891.004 Bs./año		---
	16. Atención de Reclamos	99,9%		El índice muestra que el operador atiende prácticamente todos los reclamos realizados por los usuarios. Sin embargo, se requiere disponer de información respecto a los tiempos promedio de atención.
	17. Precio tarifario promedio del m <sup>3</sup> de AP (tarifa media)	4,53 Bs./m <sup>3</sup>		Comparando valores para el año 2010, la tarifa media de EPSAS de 4,36 Bs./m <sup>3</sup> en dicho año fue mucho menor a aquellas de SEMAPA (5,91 Bs./m <sup>3</sup> ) y de SAGUAPAC (5,43 Bs./m <sup>3</sup> ).
	18. Eficiencia de Recaudación	91%		EPSAS muestra un resultado que cumple con el indicador (mayor a 90%); es una señal de que su eficiencia de recaudación es adecuada y debe mantener o mejorarse.

Gestión		Valor hallado	Período o fecha (y Fuente)	Conclusión / Comentario
Área	Índice			
Financiera	19. Razón de trabajo (según EPSAS: "Índice de operación eficiente")	69%	Año 2011 (fuente: Informe de EPSAS a la AAPS)	Este indicador (cuya fórmula es: costos operativos / ingresos operativos) muestra que los ingresos operativos cubren los costos operativos del servicio. Sin embargo, EPSAS tiene poco margen de capital para ejecución de inversiones de magnitud.
	20. Liquidez (prueba ácida)	1,39		Este indicador (cuya fórmula es: activo disponible / pasivo corriente), muestra que el operador cumple con el parámetro que debe estar entre 1,0 y 2,0. Por tanto, EPSAS tiene los recursos suficientes para cancelar sus obligaciones de corto plazo.
	21. Saldo del Estado de Pérdidas y Ganancias	+41.779.495 Bs./año		EPSAS denomina este indicador "Estado de gestión".
Eficiencia	22. Eficiencia de personal	1,4 empleados / mil conexiones de AP	Año 2011 (fuente: Informe de EPSAS a la AAPS)	El indicador se encuentra muy por debajo del rango establecido (5 a 7 empleados/mil conexiones de AP), dado que varias funciones de EPSAS están tercerizadas a prestadores de servicios externos, hecho que no se refleja en este valor. De todas maneras se requiere efectuar una reingeniería organizacional para mejorar la eficiencia.

Fuente: elaboración propia.

Más indicadores de gestión de EPSAS se encuentran en varios lugares del capítulo 3 del Informe Final Volumen I del PMM.

Los sub-capítulos siguientes resumen más hallazgos importantes.

#### 3.2.1.1. Del Diagnóstico Institucional/Organizacional

La actual administración que tiene carácter de transición no ha podido abordar procesos fuertes y sostenidos de organización institucional y/o administrativa, por cuanto tiene un accionar "privado/público" que no le ha permitido disponer de un modelo de gestión claramente definido y establecido.

En ese contexto, se han venido desarrollando procesos de diseño en referencia a una nueva estructura institucional, como estudios por cuenta del Ministerio de Medio Ambiente y Agua bajo el denominado "Nuevo Modelo de Gestión Institucional". Sin embargo, aún no se tiene resultados concretos y/o estrategias institucionales en funcionamiento.

El proceso de consolidación de la actual empresa ó la formación y puesta en marcha de una nueva empresa (posiblemente bajo la sigla EPAMAS) requiere la participación de actores externos que ejercen tuición sobre EPSAS y que están ligadas a la toma de decisiones gubernamentales. Asimismo, está sujeto a plazos y factores sociales que podrían representar periodos prolongados, por lo que el Directorio y la Gerencia General deben encarar la ejecución, - en el corto plazo-, de procesos de fortalecimiento de áreas clave y disponer de una estructura interna que sea capaz de afrontar los actuales desafíos, hasta la conformación de la nueva empresa.

La eficacia y funcionalidad de una entidad como EPSAS debe ser resultado de un proceso de transformación y mejora subordinado a un diagnóstico que tome en cuenta básicamente los problemas institucionales y el entorno social para convertirlos en fortalezas, con el propósito de alcanzar la optimización de gestión institucional.

Dada la incertidumbre sobre la nueva estructura de la empresa, se requiere que EPSAS debe generar acciones internas, ampliar los conocimientos de los recursos humanos, y disponer de un esquema institucional cada vez con mayor adaptación en el marco de un esquema de transición.

El entorno interinstitucional debe ser construido con la participación de los Gobierno Municipales y de las Federaciones de Juntas Vecinales, que expresan posiciones particulares respecto al desempeño futuro institucional del operador.

#### 3.2.1.2. Del Diagnóstico Técnico

Se identifica una necesidad de mejora en el uso, generación y utilización de resultados de uno de los más importantes sistemas de información (Sistema de Atención de Reclamos, SAR) existentes en la Gerencia Técnica, el cual está dirigido a atender y programar el desarrollo de actividades de reparación en redes y conexiones. Sin embargo, de existir una decisión y acciones ejecutivas, dicho sistema permitiría generar información valiosa (historial de fallas en redes, tiempos de atención, uso de materiales) para actividades y proyectos de renovación de redes.

Inexistencia de un plan de mantenimiento preventivo de medidores, reflejado en una falta de planificación, en insuficiencia de equipos de trabajo y en disposición de medidores patrón.

Se requiere mejorar la capacidad de las plantas de tratamiento de agua potable y de aguas residuales, así como la eficiencia en uso de equipos de control y monitoreo.

Se requiere transversalizar y fortalecer el componente de agua no contabilizada que actualmente viene siendo ejecutada positivamente por el operador.

Se requiere fortalecer el proceso de certificación del Laboratorio bajo un Sistema de Gestión de Calidad con normas internacionales.

Se requiere mejorar la logística de provisión de materiales, equipo para labores de operación y mantenimiento.

Incrementar esfuerzos para ejecutar acciones, inversiones y otras actividades a efectos de evitar un potencial rezago en oferta de agua.

#### 3.2.1.3. Del Diagnóstico Administrativo

Los procesos y sistemas administrativos son lentos y burocráticos, se requiere encarar un proceso de agilización y modernización.

Se ha identificado una sostenida y negativa percepción de los empleados respecto a los procedimientos y procesos (Normas SABS) que viene aplicando la empresa, que aseguran burocratiza los procesos de adquisición de bienes y/o servicios.

Se identifica una carencia de recurso humano capacitado para contratar y monitorear el régimen de seguros, que ha conducido a que la empresa se encuentre varios meses sin cobertura de seguros.

EPSAS debe ordenar, mantener y tener disponible la información relevante generada en el quinquenio 2007-2012, de tal manera que facilite la transición.

Muchos de los sistemas de información así como un porcentaje considerable de equipos de computación y comunicación son obsoletos.

#### 3.2.1.4. Del Diagnóstico Financiero

El hecho que la empresa cuente con un contrato de arrendamiento de activos con SAMAPA, de un conjunto importante de la infraestructura de los servicios, hace que la respectiva depreciación no sea registrada por EPSAS con los consiguientes efectos en los resultados de gestión contables, ya que el importe de alquiler tiene una base de cuantificación distinta.

La liquidez corriente de la empresa tiene un crecimiento en el periodo de análisis, una variable explicativa es el bajo nivel de ejecución de las inversiones.

La permanente reducción del grado de ejecución de las inversiones, debe ser objeto de un análisis profundo, a fin de determinar las causas que originan dicha situación, considerando los requerimientos financieros de la expansión de los servicios.

La política de activación de costos operativos y financieros, influye en buena medida para la determinación de los resultados de gestión positivos, reflejados en el Estado de Resultados.

Desde el punto de vista de apoyar el comportamiento financiero del operador, de alcanzar una cobertura de costos y disponer de los recursos financieros adecuados para la prestación de los servicios, es recomendable evaluar un conjunto de estrategias que permitan mejorar la generación de ingresos, optimizar los costos asociados al servicio, explorar nuevos mecanismos de subsidio y/o otras acciones que permitan apoyar la sostenibilidad financiera del operador.

Se requiere disponer de mejores instrumentos de generación y procesamiento de información técnica (protocolos) e información financiera/administrativa.

Se ha podido evidenciar, que los recursos informáticos que utiliza el operador no guardan relación con el avance tecnológico. La falta de integración de los mismos, hace que se realicen registros que afectan el rendimiento y procesamiento de información.

#### 3.2.1.5. Del Diagnóstico Comercial

Existe personal operativo con experiencia en las funciones que realiza, con capacidad en el manejo del sistema comercial y conocimiento de las zonas de La Paz y El Alto. Sin embargo, se requiere apreciar y fortalecer las capacidades de dicho personal.

Aproximadamente un 60% de los procesos se adecuan a las Normas ISO 9000, por ello, se requiere impulsar esta fortaleza e implantar un sistema de gestión bajo normas de calidad.

Existiendo un riesgo por su obsolescencia (del actual sistema ICIS), se requiere de manera prioritaria, implementar un nuevo sistema comercial, que soporte adecuadamente todos los procesos comerciales de la empresa. En ese contexto, la empresa dispone de un proyecto que requiere su financiamiento e implementación inmediata.

Considerando el alcance de beneficiados que tiene la tarifa solidaria (con mayor subsidio) en relación al conjunto de usuarios, así como su comportamiento en consumo y la connotación financiera para la entidad operadora, es recomendable, identificar, diseñar y/o evaluar estrategias a objeto de identificar mecanismos alternativos de subsidio, que beneficien particularmente a los estratos socioeconómicos con menor capacidad de pago.

#### 3.2.1.6. Consideraciones adicionales respecto al estado actual de EPSAS

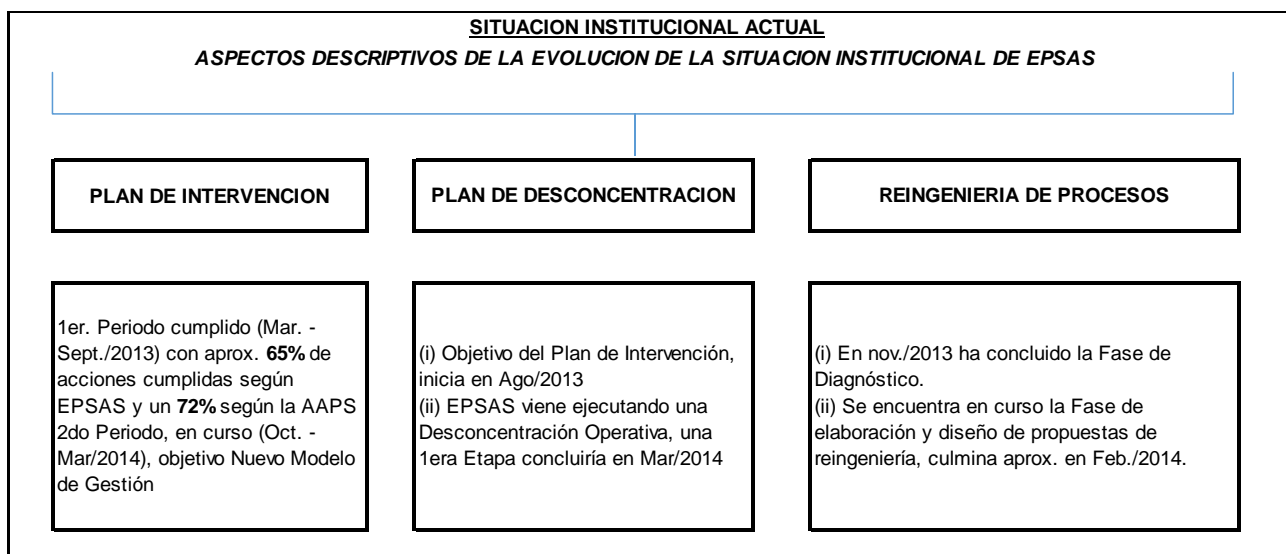
La EPSAS se encuentra en una situación institucional caracterizada por los siguientes aspectos:

- (i) El Gobierno Nacional ha decidido mediante RAR No. 224/2013 revocar la Autorización Transitoria Especial e intervenir al operador EPSAS y ha decidido conformar la Entidad Metropolitana Andina de Agua y Saneamiento (EPAMAS). La **intervención** tiene el objetivo de:
  - a) Brindar un servicio eficiente y oportuno de agua potable y alcantarillado sanitario a la ciudad de La Paz y El Alto y sus alrededores,
  - b) Realizar una reingeniería técnico administrativa que asegure una gestión eficiente y sostenible y
  - c) Elaborar e implementar medidas adecuadas que faciliten la transición a un nuevo modelo de gestión.

La intervención comenzó a fines de Marzo 2013, y en Septiembre fue prorrogada por otros 6 meses hasta fines de Marzo 2014.

- (ii) Se viene generando un proceso de **desconcentración** en la ciudad de El Alto, lo que viene a significar que varias de las funciones y responsabilidades operativas se ejercitan de manera directa en oficinas y personal propio en dicha ciudad.
- (iii) Existe un proceso de **reingeniería** de procesos técnicos, administrativos, financieros y comerciales que se efectúan mediante servicios de consultoría con recursos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Tabla 3.3. Aspectos de la Situación Institucional Actual de EPSAS



Fuente: Elaboración Propia

El avance total general del proceso de intervención habría alcanzado hasta Sep-2013 un **68,5%** (esto es promediando los datos que manejan la EPSAS y la AAPS; ver Tabla anterior). Una evaluación de la ejecución del Plan de Intervención realizada por la **AAPS** llega a la conclusión que los objetivos, actividades y acciones realizadas contribuyeron a asegurar la normal provisión de los servicios por parte de EPSAS y que se tiene un avance promedio del 72%. Los detalles de estos avances se encuentran en las Tablas 71 hasta 78 del Informe Final, capítulo 3 del Volumen I.

El **Plan de Desconcentración** para El Alto está aún en proceso de elaboración; esta labor es delicada porque hay muchas pretensiones de la sociedad civil alteña de por medio.

A la fecha, la asistencia técnica en **Reingeniería** de Procesos viene culminando la Fase I de Diagnóstico, corresponderá posteriormente encarar la Fase II. Propuestas de Reingeniería, con una finalización prevista para el mes de abril de la gestión 2014.

No solamente, pero también del avance de estos 3 procesos depende la implementación de los cambios al modelo de organización de los servicios en el área metropolitana que propone el PMM: de un operador principal que cubre a 2 municipios a uno metropolitano que cubre a 8 municipios (ver cap. 6.1 en este Resumen Ejecutivo).

### 3.2.2. Los 40 Operadores Menores

En varias áreas de AOM los operadores menores en el área metropolitana de La Paz padecen de **similares o los mismos déficits** en su desempeño. Por este motivo existen similitudes o incluso congruencias entre los requerimientos de FI identificados por el Diagnóstico del PMM en diferentes operadores menores.

El **comportamiento de la AOM** de los servicios desplegado por los operadores menores en el área metropolitana de La Paz **no ha cambiado sustancialmente** desde la fecha de corte del Diagnóstico que fue a mediados del 2012. No hubo modificaciones en las tarifas, no se ejecutaron inversiones de importancia estratégica, no cambiaron sus modelos de gestión ni han recibido equipamientos, asistencias técnicas o capacitaciones que hayan hecho gran diferencia en su desempeño. Por tanto, las estrategias y medidas de FI que se propone en el cap. 7 del Informe III y en el Informe Especial No. 4 anexo a éste, se ajustan tanto a la situación de 2012 como del presente año 2013.

La calidad del desempeño de los aprox. 40 Operadores es aceptable en el caso del operador de Viacha (EMAPAV), y preocupante por insostenible en el resto de ellos. A continuación se menciona solamente las características más destacadas de cada EPSA menor o grupo de EPSAS menores.

#### 3.2.2.1. Los pequeños operadores periurbanos en La Paz y Achocalla

Las principales características del desempeño operacional del conjunto de los aprox. 35 pequeños operadores periurbanos en los territorios municipales de La Paz y Achocalla se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla 3.4. Desempeño de la gestión de los 35 pequeños Operadores Periurbanos, La Paz y Achocalla, 2011

Area	Conclusión y/o Comentario
Admi- nistra- tiva	Las actividades administrativas se encuentran a cargo del Presidente o Tesorero que desarrollan todas las labores administrativas básicas requeridas para la prestación del servicio. Carecen de una estructura administrativa y/o unidad administrativa.
	Los ingresos generados permiten únicamente cubrir costos operativos, extraordinariamente se solicita aportes a los usuarios para su uso en reposición de activos menores y/o para pequeñas mejoras en el servicio.
	La información financiera disponible se remite a informes económicos básicos de gestión, normalmente para periodos anuales.
	No existen equipos y/o herramientas informáticas adecuadas para la prestación del servicio
	Periódicamente recurren a recursos externos (normalmente del Gobierno Municipal) para atender inversiones de ampliación o reposición de activos.
Opera- tiva	La provisión de agua potable se origina por fuentes superficiales (vertientes). No existen registros de producción ni consumo, ni se dispone de información de caudales. La antigüedad de los sistemas es variable (de 5 a 30 años).
	Se desconoce las pérdidas en producción, transporte y distribución, El agua no sufre un tratamiento continuo y permanente, no se realizan controles continuos de la calidad del agua suministrada.
	Solamente disponen de herramientas menores para labores de operación y mantenimiento, las cuales son básicamente de carácter correctivo.
Co- mer- cial	No se dispone de un catastro básico de usuarios, simplemente existe un cuaderno de registros con usuarios y/o socios por zonas.
	La cobranza se realiza directamente por el encargado administrativo quien consulta el cuaderno de registro y anota el monto de cobro. No se emite factura, simplemente se otorga un recibo de pago. No existe soportes administrativos en el proceso de cobranza
	No existe un proceso de facturación, simplemente se realiza un registro de los meses adeudados y/o del mes de pago de cada afiliado o usuario del servicio.
	El pago por los servicios es variable, desde una tarifa plana (5-10 Bs/usuario-mes) a solamente cobros extraordinarios ante algún requerimiento.

Fuente: Elaboración propia.

#### 3.2.2.2. Los operadores urbanos únicos de Pucarani, Laja y Palca

Las principales características del desempeño operacional de los **Comités de Pucarani y de Palca** así como de la **Asociación de Usuarios de Laja** en sus respectivas capitales municipales, se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla 3.5. Desempeño de la gestión de los 3 Operadores urbanos únicos de Pucarani, Laja y Palca, 2011

Area	Conclusión y/o Comentario
Admi- nistra- tiva	Las labores administrativas son las básicas requeridas para la prestación del servicio. No disponen de estructura formal, ni de procesos y/o procedimientos administrativos diseñados o adecuadamente implementados. El personal disponible es mínimo, normalmente un responsable administrativo y/o tesorero.
	Los ingresos generados permiten únicamente cubrir costos operativos, ocasionalmente se generan utilidades operativas que junto a aportes extraordinarios de los usuarios se utilizan para la reposición de activos menores y/o para pequeñas mejoras en el servicio.
	La información financiera disponible se remite a informes económicos básicos de gestión, normalmente para periodos anuales.
	La disponibilidad de equipos y/o herramientas informáticas es mínima o nula para la prestación del servicio
	Periódicamente recurren a recursos externos (normalmente del Gobierno Municipal) para atender inversiones de ampliación o reposición de activos.
Opera- tiva	No existen registros de producción ni consumo, ni se dispone de información de caudales. No existen procedimientos ni procesos para labores de operación. La antigüedad de los sistemas es variable (de 10 a 30 años).
	No se dispone de información respecto a las pérdidas en producción, transporte y distribución, El agua no sufre un tratamiento continuo y permanente, ni se realizan controles continuos de la calidad del agua suministrada.
	Solamente disponen de herramientas menores para labores de operación y mantenimiento, las cuales son básicamente de carácter correctivo.
Co- mer- cial	No se dispone de un catastro básico de usuarios, simplemente existe un cuaderno de registros con usuarios y/o socios por zonas.
	La cobranza se realiza directamente por el encargado administrativo quien consulta el cuaderno de registro y anota el monto de cobro. No se emite factura, simplemente se otorga un recibo de pago. No existe soportes administrativos en el proceso de cobranza
	No existe un proceso de facturación, simplemente se realiza un registro de los meses adeudados y/o del mes de pago de cada afiliado o usuario del servicio.
	El pago por los servicios no es por consumo, existe una tarifa plana para usuarios domésticos (entre 5-10 Bs/usuario-mes) y se requiere el diseño y la implementación de tarifas bajo sistema medido.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.2.3. El operador urbano único de Viacha

Las principales características del desempeño operacional de **EMAPAV**, la EPSA municipal de Viacha, en la capital municipal se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla 3.6. Desempeño de la gestión de EMAPAV, 2011

<i>Índice de gestión</i>	<i>Valor hallado</i>	<i>Conclusión y/o Comentario</i>
Cobertura del Servicio de Agua Potable	87%	El indicador no cumple con el parámetro establecido (95%) mostrando un requerimiento de mejorar la cobertura del servicio de agua potable.
Cobertura del Servicio de Alcantarillado Sanitario	80%	El indicador cumple con el parámetro establecido (65%) mostrando una aceptable cobertura del servicio de alcantarillado sanitario.
Cobertura de Micro medición	96,0%	El indicador cumple con el parámetro establecido (90%), mostrando una adecuada capacidad del operador de proveer un servicio medido.
Índice de Agua No Contabilizada	s/d	No se dispone de información respecto al IANC. Por ello, se requiere efectuar acciones para generar y disponer de información referida a su comportamiento.
Atención de Reclamos	90%	El indicador es estimado, no existe procesamiento de información respecto a la atención de reclamos ni el tiempo de atención.
Índice de Operación Eficiente	92%	El resultado del indicador no cumple con el rango óptimo (65%-75%), mostrando que los costos operativos son elevados y que los ingresos cubren costos operativos y generar un escaso margen de recursos para inversiones menores.
Prueba Acida	1,87	El resultado del indicador cumple con el parámetro óptimo ( $\geq 1$ y $\leq 2$ ), mostrando que el operador tiene los recursos suficientes para cancelar sus obligaciones de corto plazo.
Eficiencia de Recaudación	95%	Se cumple con el indicador; es una señal de que su recaudación es adecuada y debe mantener o mejorarse.
Eficiencia del personal	3,9 empleados por mil conex. AP	El indicador se encuentra debajo del rango establecido (5 a 7 empleados/mil conex.). Sin embargo, se requiere efectuar una reingeniería organizacional.

Fuente: Elaboración propia.

A comparación de los otros 39 operadores menores o pequeños en el área metropolitana de La Paz, el desempeño de EMAPAV es el mejor.

#### 3.2.2.4. El operador periurbano de Mecapaca

Las principales características del desempeño operacional de la **Cooperativa Lihujtaypi** que opera servicios en varias áreas de características peri-urbanas en territorio municipal de Mecapaca, se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla 3.7. Desempeño de la gestión de la Cooperativa Lihujtaypi en Mecapaca, 2011

Area	Conclusión y/o Comentario
Admi- nistra- tiva	El operador no dispone de información que permita diagnosticar su actual capacidad de gestión administrativa.
	A partir de visita y reuniones con personal directivo se podría señalar que existiría una limitada capacidad de gestión administrativa para planificar y controlar el desempeño administrativo y manejo financiero, no se realizaría un manejo de información histórica ni se procesaría adecuadamente información actual, ni se elaborarían registros de procedimientos administrativos.
	El manejo administrativo actual se reduciría a una recaudación y pago del servicio por materiales, energía eléctrica, papelería y otros menores, realizados de forma mensual por la responsable de la Cooperativa de manera personal y directa.
	No existen equipos y/o herramientas informáticas adecuadas y suficientes para la administración del servicio.
	Se desconoce la productividad del servicio de agua potable, ya que la información correspondiente a la producción y el consumo anual de agua potable es escasa y sin registros históricos adecuados. No se realiza aforos de manera periódica y la información no está debidamente registrada.
Opera- tiva	Las pérdidas de agua en red son estimadas, no existen registros ni procedimientos técnicos para su cuantificación.
	No existen labores de planificación operativa ni se elaboran informes a la AAPS sobre desempeño operativo.
	No se identifican actividades de mantenimiento preventivo, solamente se ejecutan actividades de mantenimiento correctivo por la ocurrencia de algún problema o dificultad en la operación del sistema.
Co- mer- cial	No existen recursos ni herramientas suficientes para el desempeño de actividades de operación y mantenimiento.
	La Cooperativa no cuenta con un catastro de usuarios.
	No existen registros históricos del comportamiento de la morosidad que existe en el pago por uso del servicio. No se aplican medidas para control y/o recuperación de mora.
	Se requiere mejorar la percepción de los usuarios respecto al manejo financiero y de gestión.
	Existe una estructura tarifaria bajo sistema medido, con precios de acceso al servicio elevados.

Fuente: Elaboración propia.

Desde el punto de vista de los modelos de gestión que se encuentra en el área metropolitana de La Paz, este operador menor destaca por su experiencia de varios años con la compra de agua en bloque de EPSAS (no dispone de fuentes de agua propias suficientes).

## 4. BALANCE DE OFERTA Y DEMANDA

### 4.1. LA PAZ, EL ALTO Y ZONAS ADYACENTES

#### 4.1.1. Servicio de Agua Potable operado por EPSAS

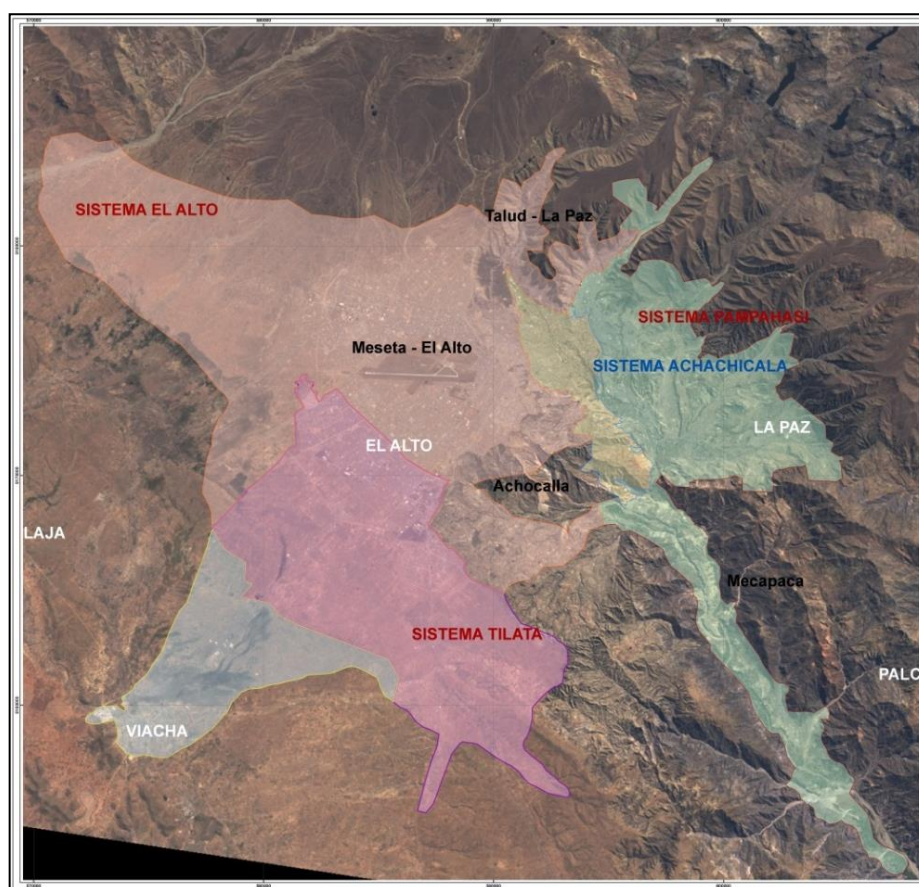
Para fines del Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento La Paz – El Alto, el desarrollo del balance de Oferta - Demanda se realiza para cada uno de los sistemas operados por EPSAS, que atienden la demanda de las poblaciones de los municipios de La Paz, El Alto, Viacha, Achocalla y Mecapaca; mediante cuatro sistemas: Achachicala, Pampahasi, El Alto y Tilata.

##### 4.1.1.1. Proyección de la demanda de agua potable

Para definir la mejor estrategia de desarrollo y expansión de los servicios de agua potable y saneamiento hasta el año 2036, definido como año horizonte de planificación, se ha realizado la proyección de la demanda tomando como base las estadísticas demográficas y los consumos de agua potable. El estudio se realiza en los municipios de La Paz y El Alto y las zonas de expansión del área metropolitana en territorio de los municipios de Achocalla, Mecapaca, Laja, Palca, Viacha y Pucarani.

El balance oferta – demanda de agua potable actual y futura permitirá garantizar la provisión del servicio en el área de influencia del área metropolitana, cuya población pasará de 1.704.765 hab. (INE 2012) a 2.918.183 hab. al 2036 (ver VOLUMEN I – Capítulo I, numeral 1.2 Población Actualizada Según el Censo 2012, Tabla 1.15); distribuidos en el área de servicio al 2036 (Figura 4.1.).

Figura 4.1. Sistemas de abastecimiento de agua potable y área de servicio 2036



Fuente: Elaboración

La “Metodología para la Determinación de la Demanda de Agua Potable” se desarrollada en forma detallada en cada Estudio de Identificación que se adjunta en el VOLUMEN III, Capítulo 6. Soluciones Propuestas, como Estudios de Identificación N° 1, N° 2, N° 3 y N° 4.

#### 4.1.1.2. Demanda del Sistema Achachicala

En la Tabla 4.1 se presentan los parámetros básicos de diseño adoptados, luego del análisis metodológico mencionado, tomando el año 2011 como año base (previo ajuste de datos de población del Censo 2012), la tabla muestra valores proyectados para los hitos 2023 y 2036, sin embargo la tabla es anualizada, como se muestra en el Estudio de Identificación N° 2 - ACHA002.

Tabla 4.1. Parámetros básicos de diseño – Sistema Achachicala

Parámetro	Unidad	2011	2023	2036
Población total en el área de la Zonas Censales	hab	200.438	222.951	245.644
Población servida (actual - metas)	hab	195.524	222.951	245.644
Cobertura	%	97,55%	100,00%	100,00%
Consumo Doméstico per cápita promedio	l/hab/d	144,91	166,60	195,00
Consumo Solidario per cápita promedio	l/hab/d	30,99	30,55	30,71
Consumo promedio ponderado Doméstico y Solidario	l/hab/d	90,94	80,69	80,80
<b>Consumo Doméstico per cápita adoptado PMM<sub>2012</sub></b>	<b>l/hab/d</b>	<b>88,37</b>	<b>94,61</b>	<b>101,86</b>
Porcentaje consumos Com - Est - Ind - Piletas	%	40,79%	40,79%	40,79%
Porcentaje correspondiente al Consumo Doméstico	%	59,21%	59,21%	59,21%
Consumos Com - Est - Ind - Piletas (Equivalente l/hab/d)	l/hab/d	60,87	65,16	70,16
<b>Consumo Global Total Per cápita</b>	<b>l/hab/d</b>	<b>149,23</b>	<b>159,77</b>	<b>172,02</b>
<b>Caudal Medio de Demanda: <math>Q_{mo}=P \cdot D/86400</math></b>	<b>l/s</b>	<b>337,71</b>	<b>412,28</b>	<b>489,08</b>
Pérdidas en red	%	31,53%	25,00%	25,00%
Demanda a la salida de la Planta	l/hab/d	225,99	206,51	223,45
Caudal de diseño para tuberías matrices	l/hab/d	209,91	219,54	235,28
Pérdidas en planta de tratamiento de agua	%	6,05%	5,00%	3,00%
Demanda al ingreso a la Planta	l/hab/d	240,54	217,38	230,36
Pérdidas en aducción	%	8,88%	1,00%	1,00%
<b>Demanda Total en el Sistema</b>	<b>l/hab/d</b>	<b>263,98</b>	<b>219,58</b>	<b>232,69</b>
Total pérdidas	%	42,81%	28,56%	26,72%
Dotación Doméstico total per cápita	l/hab/d	260,94	223,64	234,75
<b>Dotación de Diseño</b>	<b>l/hab/d</b>	<b>263,98</b>	<b>219,58</b>	<b>232,69</b>
Trasposos: Entrega	l/hab/d	-18,82	-6,72	-6,10
Trasposos: Recibe	l/hab/d	13,32	11,61	10,54
Trasposos Total	l/hab/d	-5,50	4,89	4,44
<b>Caudal medio (Caudal en fuente): <math>Q_m=P \cdot D/86400</math></b>	<b>l/s</b>	<b>597,40</b>	<b>566,61</b>	<b>661,56</b>
	m <sup>3</sup> /d	51.615,16	48.955,11	57.158,76
	<b>m<sup>3</sup>/año</b>	<b>18.839.535,10</b>	<b>17.868.614,97</b>	<b>20.862.948,34</b>
Coeficiente máximo diario	k <sub>1</sub>	1,240	1,240	1,240
Coeficiente máximo horario	k <sub>2</sub>	1,607	1,607	1,607
Caudal máximo diario: Q <sub>md</sub>	l/s	740,77	702,60	820,33
Caudal máximo horario: Q <sub>mh</sub>	l/s	1.190,42	1.129,07	1.318,28

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.1.2.1 Demanda del Sistema Pampahasi

En la Tabla 4.2 se presentan los parámetros básicos de diseño adoptados, luego del análisis metodológico mencionado, tomando el año 2011 como año base (previo ajuste de datos de población del Censo 2012), la tabla muestra valores proyectados para los hitos 2023 y 2036, sin embargo la tabla es anualizada, como se muestra en el Estudio de Identificación N° 1 – PAMP009.

Tabla 4.2. Parámetros básicos de diseño – Sistema Pampahasi

Parámetro	Unidad	2011	2023	2036
Población total en el área de Zonas Censales	hab	260.128	330.793	373.365
Población servida	hab	220.623	330.793	373.365
Cobertura	%	84,81%	100,00%	100,00%
Consumo Doméstico per cápita promedio	l/hab/d	260,59	303,11	334,62
Consumo Solidario per cápita promedio	l/hab/d	52,16	50,80	51,34
Promedio Ponderado Consumo Doméstico y Solidario	l/hab/d	146,34	156,75	166,44
<b>Consumo Doméstico per cápita adoptado PMM<sub>2012</sub></b>	<b>l/hab/d</b>	<b>141,21</b>	<b>145,18</b>	<b>152,20</b>
Porcentaje consumos Com - Est - Ind - Piletas	%	15,69%	15,69%	15,69%
Porcentaje correspondiente al Consumo Doméstico	%	84,31%	84,31%	84,31%
Consumos Com - Est - Ind - Piletas (Equivalente l/hab/d)	l/hab/d	26,27	27,01	28,32
<b>Consumo Global Total Per cápita</b>	<b>l/hab/d</b>	<b>167,48</b>	<b>172,19</b>	<b>180,52</b>
<b>Caudal de Demanda Medio</b>	<b>l/s</b>	<b>427,67</b>	<b>659,24</b>	<b>780,08</b>
Pérdidas en red	%	18,15%	25,00%	25,00%
Demanda a la salida de la Planta	l/hab/d	221,53	251,69	268,34
Caudal de diseño para tuberías matrices	l/hab/d	187,71	207,47	213,04
Pérdidas en planta de tratamiento de agua	%	0,24%	0,50%	0,50%
Demanda al ingreso a la Planta	l/hab/d	222,07	252,95	269,69
Pérdidas en aducción	%	2,91%	1,00%	1,00%
<b>Demanda Total en el Sistema</b>	<b>l/hab/d</b>	<b>228,72</b>	<b>255,51</b>	<b>272,42</b>
Total pérdidas	%	25,68%	28,00%	28,00%
Dotación Doméstico total per cápita	l/hab/d	225,35	239,15	250,72
<b>Dotación de Diseño</b>	<b>l/hab/d</b>	<b>228,72</b>	<b>255,51</b>	<b>272,42</b>
Trasposos: Entrega	l/hab/d	-20,76	-21,11	-24,76
Trasposos: Recibe	l/hab/d	6,91	4,53	4,01
Trasposos Total	l/hab/d	-13,84	-16,58	-20,74
<b>Caudal medio (Caudal en fuente): <math>Q_m = P \cdot D / 86400</math></b>	<b>l/s</b>	<b>584,04</b>	<b>978,25</b>	<b>1.177,21</b>
	m <sup>3</sup> /d	50.461,24	84.520,65	101.711,16
	<b>m<sup>3</sup>/año</b>	<b>18.418.351,75</b>	<b>30.850.036,92</b>	<b>37.124.573,86</b>
Coefficiente máximo diario: $k_1$		1,239	1,239	1,239
Coefficiente máximo horario: $k_2$		1,265	1,265	1,265
Caudal máximo diario: $Q_{\max d}$	l/s	723,63	1.212,05	1.458,57
Caudal máximo horario: $Q_{\max h}$	l/s	915,39	1.533,24	1.845,09

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.1.2.2 Demanda del Sistema El Alto

En la Tabla 4.3, se presentan los parámetros básicos de diseño adoptados, luego del análisis metodológico mencionado, tomando el año 2011 como año base (previo ajuste de datos de población del Censo 2012), la tabla muestra valores proyectados para los hitos 2023 y 2036, sin embargo la tabla es anualizada, como se muestra en el Estudio de Identificación N° 3 – ALTO009.

Tabla 4.3. Parámetros básicos de diseño – Sistema El Alto

Parámetro	Unidad	2011	2023	2036
Población total en el área de Zonas Censales	hab	979.413	1.179.127	1.484.850
Población servida	hab	894.467	1.179.127	1.482.837
Cobertura	%	91,33%	100,00%	99,86%
Consumo Doméstico per cápita promedio	l/hab/d	133,79	142,45	145,98
Consumo Solidario per cápita promedio	l/hab/d	31,76	26,57	24,99
Consumo promedio ponderado Doméstico y Solidario	l/hab/d	47,98	39,86	34,85
<b>Consumo Doméstico per cápita adoptado CD</b>	<b>l/hab/d</b>	<b>54,11</b>	<b>63,85</b>	<b>75,04</b>
Porcentaje consumos Com - Est - Ind - Piletas	%	11,45%	13,17%	15,15%
Porcentaje correspondiente al Consumo Doméstico	%	88,55%	86,83%	84,85%
Consumos Com - Est - Ind - Piletas (CND l/hab/d)	l/hab/d	7,00	9,68	13,39
<b>Consumo Global Total Per cápita</b>	<b>l/hab/d</b>	<b>61,11</b>	<b>73,54</b>	<b>88,44</b>
<b>Caudal de Demanda Medio</b>	<b>l/s</b>	<b>632,61</b>	<b>1.003,58</b>	<b>1.517,80</b>
Agua No Facturada - ANFa	%	35,83%	25,00%	25,00%
Demanda a la salida de la Planta	l/hab/d	90,44	99,10	120,03
Caudal de diseño para tuberías matrices	l/hab/d	100,01	97,00	115,80
Pérdidas en planta de tratamiento de agua	%	0,92%	1,50%	1,50%
Demanda al ingreso a la Planta	l/hab/d	91,28	100,61	121,86
Pérdidas en aducción	%	4,76%	1,00%	1,00%
<b>Demanda Total en el Sistema</b>	<b>l/hab/d</b>	<b>95,84</b>	<b>101,62</b>	<b>123,09</b>
Total pérdidas	%	54,85%	27,50%	27,50%
Dotación Doméstico total per cápita	l/hab/d	135,34	101,43	121,98
<b>Dotación de Diseño</b>	<b>l/hab/d</b>	<b>95,84</b>	<b>101,62</b>	<b>123,09</b>
Trasposos: Entrega	l/hab/d	-0,05	-1,30	-1,99
Trasposos: Recibe	l/hab/d	3,12	0,51	0,41
Trasposos Total	l/hab/d	3,07	-0,79	-1,58
<b>Caudal medio (Caudal en fuente)</b>	<b>l/s</b>	<b>992,23</b>	<b>1.386,88</b>	<b>2.112,49</b>
	m <sup>3</sup> /d	85.728,27	119.826,31	182.518,88
	m <sup>3</sup> /año	<b>31.290.817,22</b>	<b>43.736.603,07</b>	<b>66.619.391,78</b>
Coefficiente máximo diario	k <sub>1</sub>	1,176	1,176	1,176
Coefficiente máximo horario	k <sub>2</sub>	1,353	1,353	1,353
Caudal máximo diario: Q md	l/s	1.166,86	1.630,97	2.484,28
Caudal máximo horario: Q mh	l/s	1.578,76	2.206,70	3.361,24

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.1.2.3 Demanda del Sistema Tilata

En la Tabla 4.4, se presentan los parámetros básicos de diseño adoptados, luego del análisis metodológico mencionado, tomando el año 2011 como año base (previo ajuste de datos de población del Censo 2012), la tabla muestra valores proyectados para los hitos 2023 y 2036, sin embargo la tabla es anualizada, como se muestra en el Estudio de Identificación N° 4 – TILA001.

Tabla 4.4. Parámetros básicos de diseño – Sistema Tilata

Parámetro	Unidad	2011	2023	2036
Población total en el área de las Zonas Censales	hab	148.771	284.901	569.497
Población servida	hab	144.055	284.901	569.497
Cobertura	%	96,83%	100,00%	100,00%
Consumo Doméstico per cápita promedio	l/hab/d	518,07	411,72	349,53
Consumo Solidario per cápita promedio	l/hab/d	54,40	45,65	41,78
Consumo promedio ponderado Doméstico y Solidario	l/hab/d	78,38	28,31	24,57
<b>Consumo Doméstico per cápita adoptado PMM<sub>2012</sub></b>	<b>l/hab/d</b>	<b>60,97</b>	<b>74,12</b>	<b>86,00</b>
Porcentaje consumos Com - Est - Ind - Piletas	%	6,97%	8,02%	10,46%
Porcentaje correspondiente al Consumo Doméstico	%	93,03%	91,98%	89,54%
Consumos Com - Est - Ind - Piletas (Equivalente l/hab/d)	l/hab/d	4,57	6,46	10,05
<b>Consumo Global Total Per cápita</b>	<b>l/hab/d</b>	<b>65,54</b>	<b>80,58</b>	<b>96,04</b>
<b>Caudal de Demanda Medio</b>	<b>l/s</b>	<b>109,27</b>	<b>265,71</b>	<b>633,06</b>
Pérdidas en red	%	36,55%	20,00%	20,00%
Demanda a la salida de la Planta	l/hab/d	103,29	100,73	120,06
Caudal de diseño para tuberías matrices	l/hab/d	103,29	100,73	120,06
Pérdidas en planta de tratamiento de agua	%	1,00%	1,00%	1,00%
Demanda al ingreso a la Planta	l/hab/d	104,34	101,74	121,27
Pérdidas en aducción	%	1,00%	1,00%	1,00%
<b>Demanda Total en el Sistema</b>	<b>l/hab/d</b>	<b>105,39</b>	<b>102,77</b>	<b>122,49</b>
Total pérdidas	%	38,55%	22,00%	22,00%
Consumo total per cápita	l/hab/d	106,65	103,31	123,13
<b>Dotación de Diseño</b>	<b>l/hab/d</b>	<b>105,39</b>	<b>102,77</b>	<b>122,49</b>
Traspasos: Entrega	l/hab/d	0,00	0,00	0,00
Traspasos: Recibe	l/hab/d	0,00	0,00	0,00
Traspasos Total	l/hab/d	0,00	0,00	0,00
<b>Caudal medio (Caudal en fuente): <math>Q_m = P \cdot D / 86400</math></b>	<b>l/s</b>	<b>175,72</b>	<b>338,89</b>	<b>807,40</b>
	m <sup>3</sup> /d	15.181,85	29.279,68	69.759,21
	<b>m<sup>3</sup>/año</b>	<b>5.541.374,50</b>	<b>10.687.081,77</b>	<b>25.462.113,38</b>
Coefficiente máximo diario	k <sub>1</sub>	1,176	1,176	1,176
Coefficiente máximo horario	k <sub>2</sub>	1,353	1,353	1,353
Caudal máximo diario: Q <sub>md</sub>	l/s	206,64	398,53	949,50
Caudal máximo horario: Q <sub>mh</sub>	l/s	279,59	539,21	1.284,67

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.1.3. Análisis de la Oferta de agua

Desde el punto de vista de provisión del Sistema Metropolitano, tanto las cuencas de actual explotación, como las de potencial empleo a futuro tienen sus nacientes en la Cordillera de Los Andes, en la zona denominada, Cordillera de La Paz. Actualmente los sistemas de La Paz y El Alto, cuentan como fuentes a las cuencas de (ordenadas de oeste a este):

- Sistema El Alto: Condoriri,  
Tuni,  
Huayna Potosí,
- Sistemas Achachicala y El Alto: Milluni,
- Sistema Achachicala Kaluyo (Choqueyapu)
- Sistema Pampahasi: Incachaca  
Hampaturi
- Sistema Tilata: Acuífero Purapurani (Sector Tilata)

Dentro del marco del periodo de planificación del Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento La Paz – El Alto, se prevé la ampliación de la oferta de agua cruda, con este motivo se han analizado los potenciales hídricos de cuencas vecinas a las anteriores (Fuentes de Futura Explotación):

- Sistema El Alto (Nuevo S. San Roque): Khara Khota  
Kullu Kachi  
Janchallani  
Jachawaquipiña
- Sistema Achachicala (Apoyo El Alto, Tilata) Jankho Khota (Independiente de Milluni)
- Sistema El Alto (Apoyo Tilata): Chojlla Jipiña  
Kelluani
- Nuevo S. ChuquiagUILlo: Grupo de cuencas Huari Pampa  
Huari Pampa  
Khisa Patilla  
Amillanis  
Encantuni
- Sistema Pampahasi: Palcoma
- Sistema Pampahasi (Nuevo S. Ovejuyo): Chojña Khota

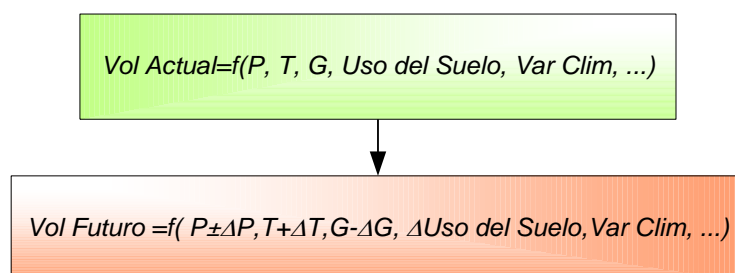
Cabe señalar que las anteriormente listadas son las cuencas de principal análisis, mismas que engloban, según la necesidad del análisis, subcuencas que son claves para la gestión del recurso agua de la zona Metropolitana.

Respecto al análisis de Cambio Climático, cada una de las cuencas fue evaluada según los criterios y metodología referidos en el Informe Especial N° 1 Recursos Hídricos.

Tanto el potencial hídrico actual, como el futuro han sido analizados en el presente Plan Maestro, dentro del marco de criterios hidrológicos y de cambio climático (Ver detalles en Informe Especial N° 1 Recursos Hídricos).

La evaluación del recurso agua a futuro depende tanto de las variaciones que se espera en variables de las cuales depende el ciclo hidrológico, tales como Precipitación (P), Temperatura (T) y otras que describen las características de la cuenca (Cambio uso en el suelo, cambio en infiltración). Igualmente depende del retroceso glaciar y el impacto que tendrá éste en el aporte total de la cuenca en el tiempo.

Se asume la variabilidad climática que quedará mudando sin embargo sus valores en el tiempo a efecto de las tendencias actuales.



Aspectos relativos a cambios en la cuenca, son de difícil predicción, a pesar de que se debería asumir una política de conservación de ésta para mantener la posibilidad de aprovechamiento de sus recursos (no sólo de ella). Este parámetro no es incluido en el análisis por la dificultad observada.

El análisis de variación de los parámetros P y T es realizado en el Informe Especial N° 1 Recursos Hídricos, al igual que la mantención en las series del concepto de variabilidad climática a través del empleo de los periodos espejo.

En función a las proyecciones de retroceso glaciar y al escenario referencial de análisis (E4: P-1% ^ +2.5°C), en la zona de análisis y por fuente, se tendría el potencial hídrico resumido en las siguientes tablas.

# Planes Maestros Metropolitanos de Agua Potable y Saneamiento de Cochabamba, La Paz y El Alto, Santa Cruz y el Valle Central de Tarija – (Bolivia)

## Informe Final - Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento de La Paz – El Alto y Zonas Adyacentes

### 4.1.1.4. Balance de la Oferta - Demanda de agua potable

El balance oferta y demanda fue realizado por sistema de abastecimiento. Para el efecto fueron determinados los déficits los cuales en todos los casos son cubiertos con la oferta, aspecto que permitirá cumplir con las metas de cobertura y calidad del servicio a corto, mediano y largo plazo.

Tabla 4.5. Estrategia base de Balance Oferta y Demanda por Sistema de Abastecimiento

#### SISTEMA ACHACHICALA

		OFERTA										
AÑO	DEMANDA (hm³/Año)	Fuentes	Total Bruto	Presa	Fuente Compartida			Obra de Toma [l/s]		Otras limitaciones	Total Neto	
					Achachicala	El Alto	Otros	Capacidad	Eficiencia			
2011	18,840	1. Milluni	22.84	87.61%	84.24%	15.76%					16.86	Balance OK 18.02
		2. Obra de Toma Choqueyapu	26.95					1000.00	74.21%		20.00	
		Total.-	49.79									
2023	17,868	1. Milluni	22.51	87.61%	92.50%	7.00%	0.50%				18.24	Balance OK 19.99
		2. Obra de Toma Choqueyapu mejorada (saneamiento y mejora toma)	26.44					1000.00	74.21%		19.62	
		Total.-	48.95									
2036	20,862	4. Represa Kaluyo	15.28	95.00%	95.00%		5.00%				13.79	Balance OK 3.00
		3. OT Choqueyapu con represa	10.60					1000.00	95.00%		10.07	
		1a. Milluni con Jankho Khota Construida	22.16	97.50%	0.00%	99.50%	0.50%				0.00	
		Total.-	48.04									

#### SISTEMA PAMPAHASI

		OFERTA										
AÑO	DEMANDA (hm³/Año)	Fuentes	Total Bruto	Presa	Fuente Compartida			Obra de Toma [l/s]		Otras limitaciones	Total Neto	
					Pampahasi	Otros 1	Otros 2	Capacidad	Eficiencia			
2011	18.420	4. Incachaca	7.95	65.05%	100.00%						5.17	
		5. Hampaturi	23.09	61.88%	100.00%						14.29	
		Total.-	31.04									19.46
2023	30.851	5a. Hampaturi (Sistema de Presas )	22.77	97.00%	99.35%	0.65%					21.94	
		6. Obra de Toma Palcoma	13.69					850.00	83.80%		11.47	
		4. Incachaca	7.87	95.00%	2.00%	96.80%	1.20%				0.15	
		Total.-	44.33									33.56
		5a. Hampaturi (Sistema de Presas )	22.42	97.00%	99.35%	0.65%					21.610	
2036	37.126	6. Obra de Toma Palcoma	13.31					1150.00	93.33%		12.425	
		7. Chojña Khota	5.12	97.50%	84.00%	16.00%					4.197	
		4. Incachaca	7.78	95.00%	0.00%	98.80%	1.20%				0.000	
		Total.-	40.86									38.23
		Balance OK 1.11										

# Planes Maestros Metropolitanos de Agua Potable y Saneamiento de Cochabamba, La Paz y El Alto, Santa Cruz y el Valle Central de Tarija – (Bolivia)

## Informe Final - Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento de La Paz – El Alto y Zonas Adyacentes

Fuente: elaboración propia.

### SISTEMA EL ALTO

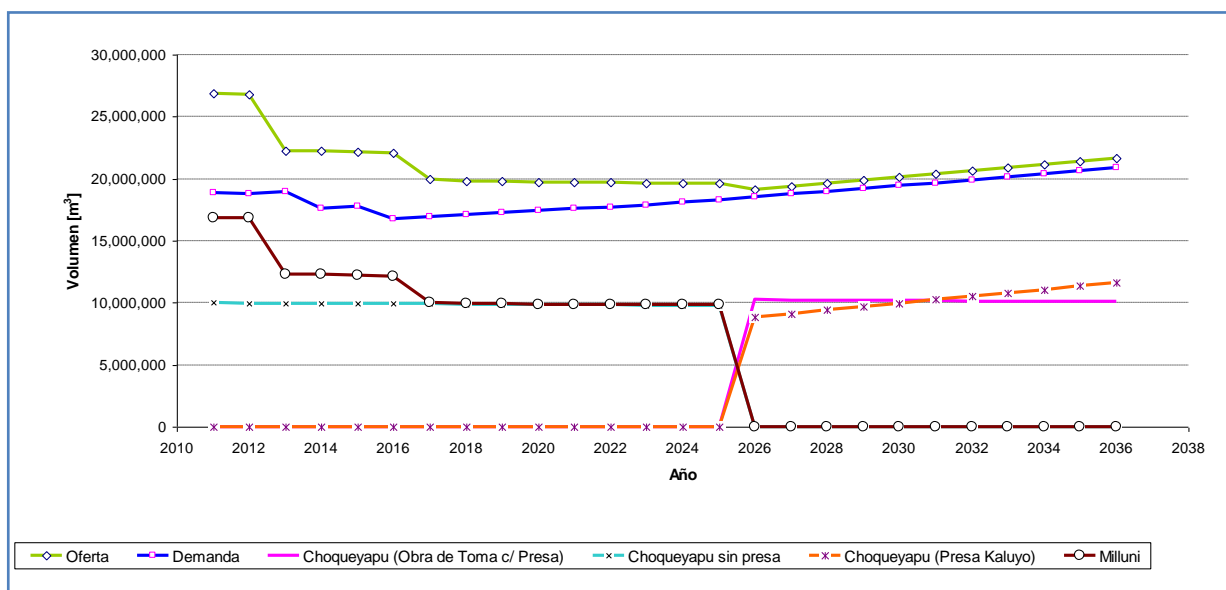
		OFERTA										
AÑO	DEMANDA (hm³/Año)	Fuentes	Total Bruto	Presa / Potencial	Fuente Compartida			Obra de Toma [l/s]		Limitación Aducción	Total Neto	
					El Alto	Achachicala	Tilata - Otros	Capacidad	Eficiencia			
2011	31.291	8. Tuni	29.385	95.20%	100.00%					27.75	27.75	Balance OK 0.05
		1. Milluni	22.84	87.61%	15.76%	84.24%					3.15	
		10. Pozos Tilata (Líneas A y B)	7.69	77.68%	7.30%		92.70%				0.44	
		Total.-	59.92								31.34	
2023	43.738	8. Tuni	28.85	95.20%	100.00%					27.75	27.46	Balance OK 0.15
		9. Proyecto Multipropósito (San Roque) 900 [l/s]	28.38	100%	53.00%		47%				15.04	
		1. Milluni	22.51	87.61%	7.00%	92.50%	0.50%				1.38	
		Total.-	79.74								43.88	
2036	66.621	8. Tuni	28.26	95.20%	100.00%					27.75	26.91	Balance OK 25.50
		9. Proyecto Multipropósito (San Roque) 900 [l/s]	28.38	100.00%	100.00%						28.38	
		1a. Milluni con Jankho Khota Construida	22.16	97.50%	99.50%	0.00%					21.50	
		13. Kelluani (Vía El Alto para Tilata)	4.94	90.00%	93.00%		7.00%				4.14	
		14. Chojlla Jipiña (Vía Kelluani)	11.95					900.00	93.67%		11.20	
		Total.-	95.70								92.12	

### SISTEMA TILATA

SISTEMA TILATA		OFERTA										
AÑO	DEMANDA (hm³/Año)	Fuentes	Total Bruto	Potencial	Fuente Compartida		Obra de Toma [l/s]		Otras limitaciones	Total Neto		
					Tilata	El Alto	Otros 2	Capacidad	Eficiencia			
2011	5.542	10. Pozos Tilata (Líneas A y B)	7.69	77.68%	92.70%	7.30%					5.54	Balance Déficit 0.00
		Total.-	7.69								5.54	
2023	10.687	9. Proyecto Multipropósito (San Roque) 900 [l/s]	28.38	100.00%	47.00%	53.00%					13.34	Balance OK 2.65
		Total.-	28.38								13.34	
2036	25.461	10. Pozos Tilata (Líneas A y B)	7.69	100.00%	100.00%	0.00%					7.69	Balance OK 8.23
		Superávit El Alto									25.498	
		12. Ampliación Líneas A, B o C (Propuesta PRAA)	0.50	100.00%	100.00%	0.00%					0.50	
		Total.-	8.19								33.69	

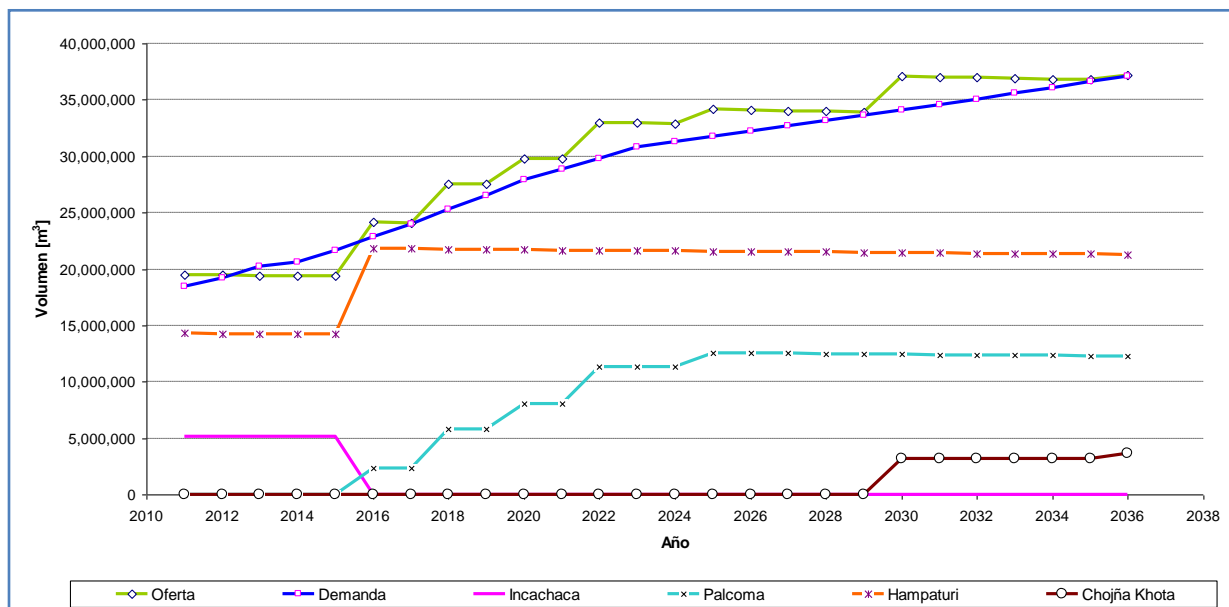
Fuente: elaboración propia.

Figura 4.2. Balance Oferta - Demanda Sistema Achachicala



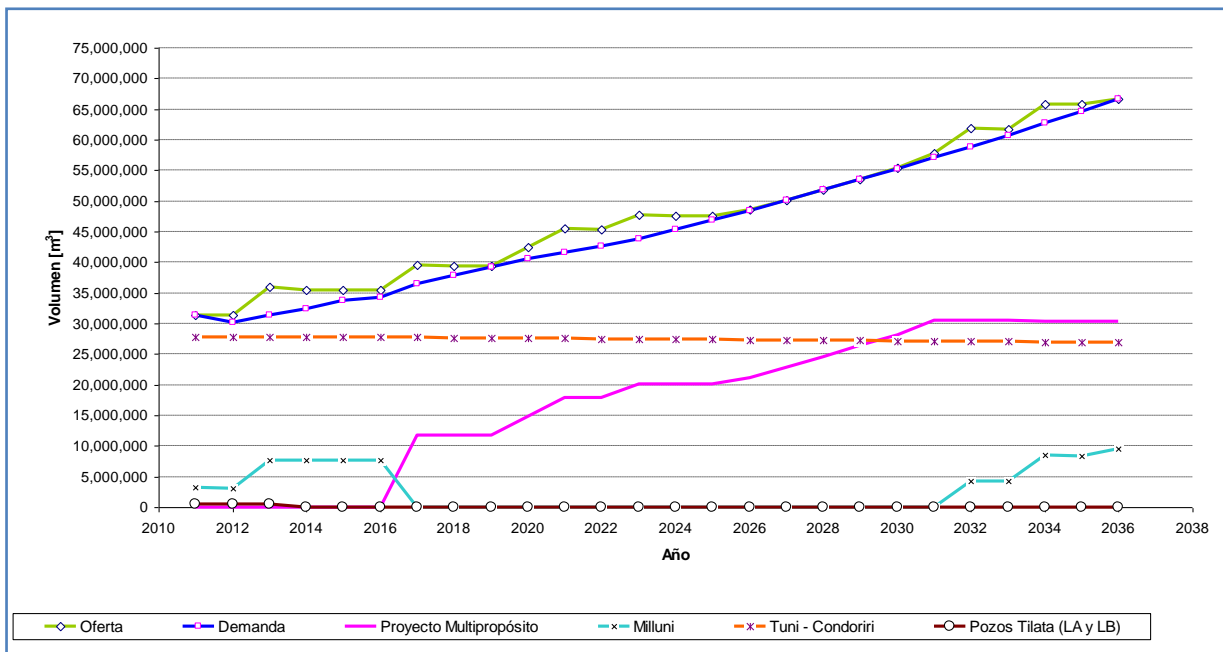
Fuente: elaboración propia.

Figura 4.3. Balance Oferta - Demanda Sistema Pampahasi



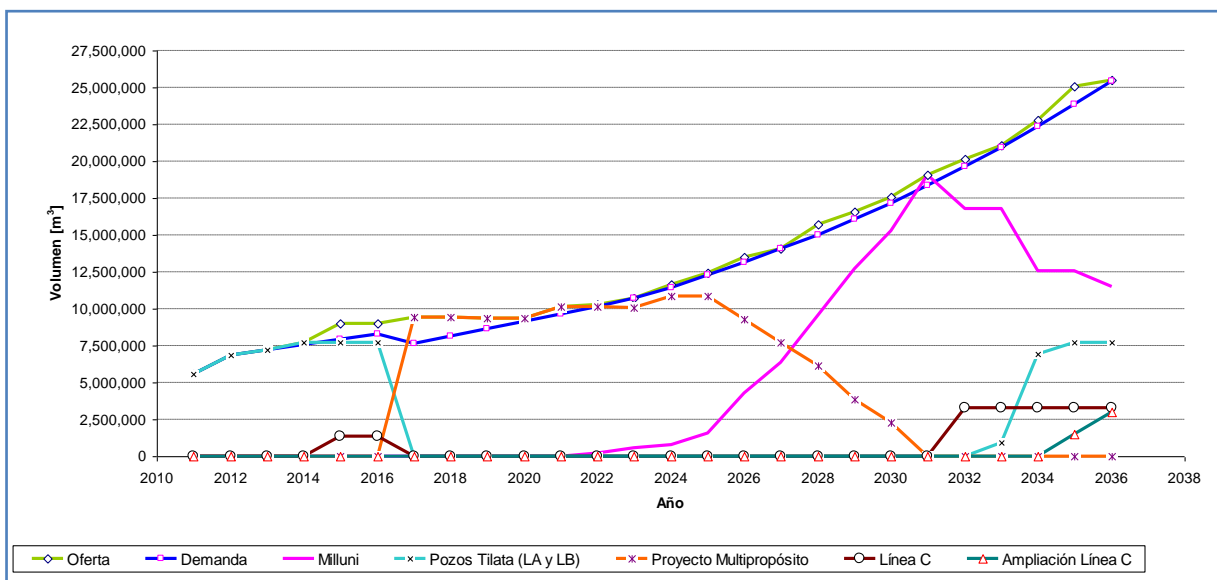
Fuente: elaboración propia.

Figura 4.4. Balance Oferta - Demanda Sistema El Alto



Fuente: elaboración propia.

Figura 4.5. Balance Oferta - Demanda Sistema Tilata



Fuente: elaboración propia.

Es preciso hacer notar que en algunos sistemas como el de Achachicala, la demanda actual sufre una reducción en su proyección debido a las hipótesis de funcionamiento y mejoras necesarias en la gestión, sugeridas por el presente Plan Maestro.

En el caso referido en particular, al respecto, se observa el ingreso en servicio de la mejora del canal Milluni, la cual reduce las pérdidas de 8.8% al 1%. Igualmente se cuenta con el efecto de la disminución de la demanda por efecto también de la disminución en las pérdidas en red (Ver tablas de balance, en el Informe Especial No.1 Recursos Hídricos Anexo A07).

Aspectos igualmente relacionados al detalle de cálculo de las demandas en cada una de las fases, también se visualizan en el Anexo antes referido.

Nótese que la reducción de pérdidas juega un papel muy importante en el balance de O-D y a la vez una tarea necesaria que el operador viene encarando desde hace mucho tiempo. Los estudios de Quatum-PRAA-EPSAS y el análisis en colaboración realizado entre el operador y personal del PMM, observan la conveniencia de esta medida tanto a nivel comercial como técnico.

El informe de Agua No Facturada (ANF), refleja la posibilidad de rebajar estas pérdidas en las diferentes etapas de gestión del agua del operador. Igualmente se establece la necesidad de que este aspecto se convierta en una política de trabajo, estableciendo límites referenciales de pérdidas admisibles, las cuales son sugeridas por el PMM y se convierten a la vez en las hipótesis de base de la proyección de la gestión de la Oferta y Demanda del Plan. A continuación se resumen estos criterios base para los balances presentados en este inciso:

**Pérdidas en red:** Basados en las recomendaciones de los análisis propios y Quantum (ver a Informe ANF), se establece el límite de 25% como pérdida referencial admisible en red a ser alcanzado paulatinamente en el año 2023 en todos los sistemas. Nótese que esta hipótesis de trabajo incluye a sistemas como Pampahasi (o el nuevo sistema Chuquiaguillo), cuyas pérdidas están y estarán debajo de valor referencial, asumiendo que podría darse un deterioro en la red que incremente los valores de pérdidas actuales (o previstos), pero que sin embargo como política sugerida para el operador, No deberían ser mayores al referencial sugerido.

**Pérdidas en PTAP:** Los valores máximos referenciales de pérdidas sugeridos y asumidos para la proyección del balance O-D en PTAPs, son tomados en base a los registros del operación de EPSAS, los cuales son particulares para cada tipo de Planta. Por ejemplo en el caso de Achachicala, el lavado del Presedimentador y del sedimentador, consumen una gran cantidad de agua, por ello se asumen valores de pérdidas de 5% y 3% (Años 2023 y 2036), para optimizar éstas. En este caso particular para el año en que se prevé el ingreso a servicio de la presa Kaluyo estos valores pueden ser aún mejorados por la calidad de la fuente.

En el caso de Tilata actualmente el operador considera una pérdida nula. Para fines de Balance se asume un valor de 1%, referenciado en la pérdida actual de la PTAP El Alto). Para esta última PTAP se asume un incremento de pérdidas por el uso de una fuente como Milluni. Nótese que las pérdidas sugeridas rondan el 1 al 1.5% para los años hito 2023 y 2036, los cuales corresponden al historial de producción del operador.

**Pérdidas en Aducciones:** Bajo el mismo criterio éstas son asumidas entre 0.5 y 1% asumiendo que para los años hito, las aducciones canal no estarán en servicio permanente (si en servicio para emergencias) y que las opciones a presión o de tubería canal minimizarán las pérdidas. Los valores referidos son obtenidos del historial del operador.

#### 4.1.2. Servicio de Saneamiento operado por EPSAS

La ciudad de La Paz cuenta con sistemas de recolección y conducción de aguas residuales cuya tipología difiere según su ubicación relativa: mientras en las micro-cuencas del norte (Choqueyapu, Orkojahuira) los sistemas son predominantemente combinados (mixtos), en aquellas del sur (Irpavi, Achumani, Huayñajauira) éstos son separativos. Tanto las redes mixtas como separativas descargan eventualmente sus aguas en los cursos receptores de su respectiva micro-cuenca, cuyos cauces funcionan como colectores principales. Estos aportes pasan a formar parte del Río La Paz, cuyas aguas son luego empleadas para el riego de productos agrícolas que abastecen a las ciudades de La Paz y El Alto.

La cobertura del alcantarillado sanitario al 2012 en el área urbana del municipio de La Paz, alcanza a un 89.6%, con 101,632 conexiones y una población servida de 681,877 hab. (Fuente: EPSAS) en área urbana de la ciudad. El sistema de recolección y conducción tiene una longitud combinada cercana a los 1.000 Km, y cubre aproximadamente 63,72 Km<sup>2</sup>.

La cobertura del alcantarillado sanitario al 2012 en el área urbana del municipio de El Alto, alcanza a un 53.5%, con 118,806 conexiones y una población servida de 454,313 hab. (Fuente: EPSAS).

Considerando como redes de recolección todas las que cuentan con tuberías menores a 350 mm<sup>2</sup> para el caso de la ciudad de El Alto se establece que la red de recolección cuenta con una longitud de 1.320 Km., con una superficie total servida de 865,30 Km<sup>2</sup>.

En adición, EPSAS se encuentra ejecutando o tiene previsto ejecutar en el corto plazo los siguientes proyectos en la ciudad de El Alto:

- Alcantarillado Sanitario para el Distrito 8: Consiste en la captación de 14,27 Km<sup>2</sup> de área de aporte en el Distrito 8 (sub-cuenca Sallani), y su trasvase mediante bombeo a la sub- cuenca Seke-Seco, para su posterior disposición en Puchukollo. Para ello al momento se están ejecutando 16 Km de nuevas redes de recolección, 12,6 Km de colectores secundarios y primarios, 4 Km de líneas de impulsión y 4 estaciones elevadoras. El sistema está diseñado para cubrir un caudal máximo de 200 l/s.
- Alcantarillado Sanitario para el Distrito 12: Consiste en la construcción de 84 Km de nuevos colectores en 5,35 Km<sup>2</sup> del distrito 12 (anteriormente parte del Distrito 3), con el objetivo de captar y conducir sus aguas residuales hacia el Emisario existente, para su posterior tratamiento en la Planta Puchukollo.
- Alcantarillado Sanitario para el Distrito 4: Consiste en la construcción de 54 Km de colectores para dar servicio a 2,68 Km<sup>2</sup> de zona urbanizada localizada en el sector sur-oeste del Distrito 4. Estos sectores descargan sus aguas al colector de segundo orden de la Av. Radial, el cual a su vez descarga en el Emisario Principal de El Alto.
- Alcantarillado Sanitario para los Distritos 7 y 14: Consiste en la construcción de 155 Km de colectores para dar servicio a 11,2 Km<sup>2</sup> de los Distritos 7 y 14<sup>3</sup>, cuyas aguas residuales serán conducidas a una nueva planta de tratamiento localizada en la zona de Tacachira.

#### 4.1.2.1. Oferta - Demanda de Saneamiento

En la Tabla 4.6 y 4.7, se presentan los parámetros básicos de diseño adoptados, previo ajuste de datos de población del Censo 2012. Las tablas muestran valores de la demanda expresada en dotaciones, población y caudales al 2012 y la demanda proyectada al 2036. También se presenta la oferta de sistemas de recolección de aguas residuales para las ciudades de La Paz y El Alto. Mayores detalles son presentados en el Informe Especial No.2 y los Estudios de Identificación N° 5 (La Paz) y N° 6 (El Alto).

---

<sup>2</sup> Para efectos del presente estudio se han tomado como redes de recolección todas aquellas menores a 350 mm.

<sup>3</sup> Correspondientes a obras en las zonas Bautista Saavedra (1.6 Km<sup>2</sup>), Franz Tamayo (3.08 Km<sup>2</sup>), San Roque-Lagunas (6.5 Km<sup>2</sup>).

**Planes Maestros Metropolitanos de Agua Potable y Saneamiento de Cochabamba, La Paz y El Alto, Santa Cruz y el Valle Central de Tarija – (Bolivia)**  
**Informe Final - Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento de La Paz – El Alto y Zonas Adyacentes**

Tabla 4.6. Parámetros básicos de diseño servicio de alcantarillado La Paz

DESCRIPCION	PLAZO	2012					2036				
		POBLACION 2012	DOTACION l/hab/dia 2012	CAUDAL l/s 2012	AREA NETA Ha 2012	AREA BRUTA Ha 2012	POBLACION 2036	DOTACION l/hab/dia 2036	AREA NETA Ha 2036	AREA BRUTA Ha 2036	CAUDAL l/s 2036
INTERCEPTOR OESTE	CORTO (EI)	172,080	82	114.64	161	897	204,741	110	225	1255	182.47
INTERCEPTOR ORKOJAHUARA (750 m3/d industrias)		188,490	165	261.33	629	1617	245,730	181	880	2263	369.75
INTERCEPTOR SEGUENCOMA		9,730	165	13.04	59	681	15,517	181	82	953	22.80
INTERCEPTOR HUAYLLAS (12 m3/d industria)		27,375	165	36.83	93	152	35,336	181	130	213	52.06
TOTAL		397,674		426	942	3347	501,324		1,317	4,684	627
EMISARIO CHOQUEYAPU											
PROYECTO: INTERCEPTOR HUAYNAJAHUIRA	MEDIANO	24,007	165	32.18	603	1005	35,414	181	844	1406	52.04
INTERCEPTOR IRPAVI		20,707	165	27.75	550	916	29,622	181	769	1282	43.53
INTERCEPTOR JILLUSAYA		20,260	165	27.16	237	395	29,536	181	332	553	43.40
INTERCEPTOR ACHUMANI		16,426	165	22.02	493	822	23,806	181	690	1150	34.98
INTERCEPTOR BELLA VISTA		17,499	165	23.46	77	129	23,466	181	108	180	34.48
TOTAL		98,899		133	1960	3267	141,844		2,743	4,571	208
INTERCEPTOR KOANI	LARGO	11,400	165	15.28	238	397	16,274	181	333	555	23.91
INTERCEPTOR ROMA		7,292	165	9.77	39	65	10,179	181	55	91	14.96
INTERCEPTOR ALTO OBRAJES		6,123	165	8.21	30	50	8,684	181	42	70	12.76
COLECTOR PRINCIPAL MALLASA		5,698	165	7.64	680	1133	16,191	181	951	1585	23.79
TOTAL		30,513		40.90	987	1645	51,328		1,381	2,302	75
SUB CUENCA ACHACHICALA (AGUA RESIDUAL, más 2000 m3/d industria)		233,937	150	308	1016	1694	288,502	172	1422.00	2370	425
SUB TOTALES		761,023		907	4905	9953	982,998		6,863	13,926	1,336
SISTEMA DE ALCANTARILLADO - ACHOCALLA	LARGO	13,609	41	4.52	800	1333	24,631	84	1,119.00	1,865	16.76
TOTALES		774,632		911	5705	11286	1,007,629		7,982	15,791	1,353
SUB CUENCA ACHACHICALA (AGUA PLUVIAL)											560
OBRA DE TOMA SUB CUENCA ACHACHICALA (AGUA MIXTA)											985.18

**Planes Maestros Metropolitanos de Agua Potable y Saneamiento de Cochabamba, La Paz y El Alto, Santa Cruz y el Valle Central de Tarija – (Bolivia)**  
**Informe Final - Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento de La Paz – El Alto y Zonas Adyacentes**

Fuente: elaboración propia

Tabla 4.7. Parámetros básicos de diseño servicio de alcantarillado El Alto

DESCRIPCION	PLAZO	2012					2036				
		POBLACION 2012	DOTACION l/hab/dia 2012	CAUDAL DE APORTE l/s 2012	AREA NETA Ha 2012	AREA BRUTA Ha 2012	POBLACION 2036 Total	DOTACION l/hab/dia 2036	AREA NETA Ha 2036	AREA BRUTA Ha 2036	CAUDAL DE APORTE l/s 2036
SISTEMA DE ALCANTARILLADO ZONA CENTRAL											
PUCHUKOLLO	CORTO E.I. PTAR	738,029	61	365	4,190	6,983	1,411,670	90	6,983	11,638	1,029
DISTRITO 8		75,969	61	38	1,413	2,356	208,461	90	2,356	3,926	152
APORTE INDUSTRIAL (5000 m3/día)				58							58
SUBTOTAL		813,998	61	460	5,603	9,339	1,620,131	90	9,338	15,564	1,239
SISTEMA DE ALCANTARILLADO ZONA NORTE											
TACACHIRA	CORTO E.I. (EXTERNO)	31,178	61	15	3,347	5,578	99,239	90	5,578	9,296	72
SISTEMA DE ALCANTARILLADO ZONA SUR											
PTAR SUR	LARGO	269	61	0.13	1,226	2,043	24,126	90	2,043	3,405	18
TOTAL		845,445	61	476	10,176	16,960	1,743,496	90	16,959	28,266	1,329
						URBANO	1,736,910	CENSO 2012			
						CONURBANO	6,586				
						TOTAL	1,743,496				

Fuente: elaboración propia

### 4.1.3. Servicio de Agua Potable y Saneamiento operadores menores

#### 4.1.3.1. Proyección de la Oferta y Demanda de agua potable y Saneamiento

En el Capítulo 4 del Volumen II del Informe Final del Plan Maestro, se presenta en detalle el análisis de la Oferta y Demanda de agua potable y saneamiento en los municipios de Achocalla, Mecapaca, Laja, Palca, Viacha y Pucarani. A continuación los balances de Viacha y Mecapaca.

Figura 4.6. Balance de oferta y demanda de Agua Potable - Viacha (Distritos 1, 2 y 6)

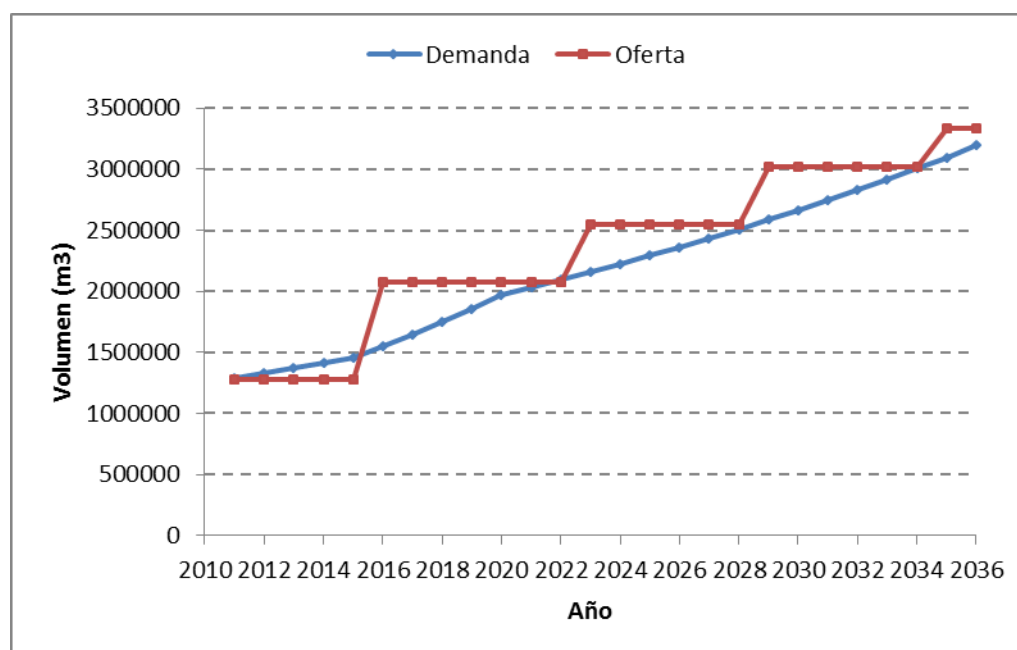
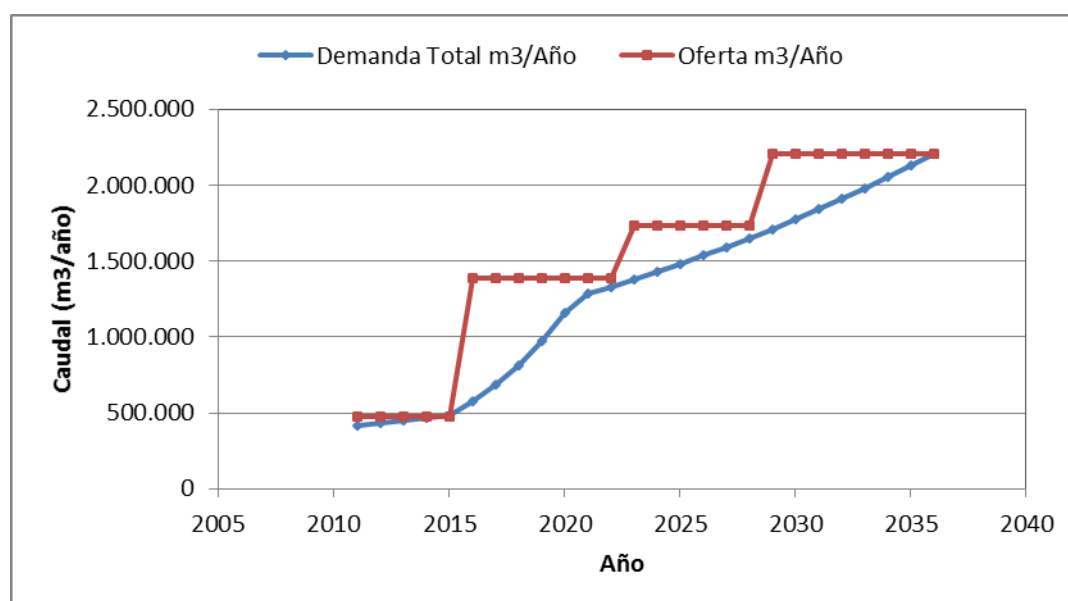


Figura 4.7. Oferta y demanda de agua Potable Mecapaca (poblaciones área urbana)



Fuente:

elaboración propia.

## 5. ESCENARIOS Y ESTRATEGIAS PARA EL MEJORAMIENTO Y EXPANSION DE LOS SERVICIOS

### 5.1. LA PAZ, EL ALTO Y ZONAS ADYACENTES

#### 5.1.1. Servicio de Agua Potable operado por EPSAS

##### 5.1.1.1. Escenarios y estrategias para la expansión de los servicios

Para alcanzar los objetivos del Plan Maestro se han diseñado los escenarios o estrategias que permitirán satisfacer la demanda de corto, mediano y largo plazo, para garantizar la provisión del servicio de agua potable con criterios de universalidad, sostenibilidad técnica, operativa, ambiental y financiera del programa de inversiones.

Para el efecto el Plan Maestro ha desarrollado los siguientes aspectos de respaldo:

- Inventario y diagnóstico de las fuentes, aducciones, plantas de tratamiento y redes de distribución (modelación hidráulica) y verificación de capacidad hidráulica.
- Informe Especial No.1: Fuentes de abastecimiento superficiales y subterráneas (actuales y futuras) disponibles. Se incluye las estrategias para el aprovechamiento de los recursos hídricos y los efectos del cambio climático.
- Balance Oferta - Demanda
- Calidad del agua en las fuentes actuales y potenciales mediante recopilación de información y análisis realizados.
- Identificación de convenios de derechos de aguas.
- Informe Especial No.2: Estrategias de saneamiento para la recolección y tratamiento de aguas residuales.
- Informe Especial No.3: Evaluación del impacto ambiental y social de las obras del programa a corto plazo.
- Informe Especial No.4: Estrategias para el fortalecimiento institucional.
- Análisis de riesgos en zonas propensas a deslizamientos.
- Estudios de las necesidades de tratamiento de las aguas residuales y la identificación de zonas agrícolas para reuso. Evaluación de alternativas tecnológicas.
- Modelación de la calidad del río Choqueyapu.
- Análisis socioeconómico de las alternativas.

Un resumen de la información de partida y las metas de cobertura se presentan a continuación:

En el sistema Achachicala, la cobertura al año 2011 es de 97,55% de una población 200.438 habitantes y las metas son alcanzar el 100% para el año 2023 (222.951 habitantes), manteniendo esta cobertura hasta el año 2036 (245.914 habitantes).

En el Sistema Pampahasi, la cobertura actual del Sistema Pampahasi es de 84,81% de 260.128 habitantes, y las metas son alcanzar el 100% para el año 2023 (330.793 habitantes), manteniendo esta cobertura hasta el año 2036 sirviendo a 375.539 habitantes.

Referente al Sistema El Alto, la cobertura actual es de 90,95% de 979.413 habitantes, y las metas son alcanzar el 100% para el año 2023 (1.266.866 habitantes), manteniendo esta cobertura hasta el año 2036 sirviendo a 1.605.100 habitantes

La cobertura actual del Sistema Tilata es de 96,83% de 148.771 habitantes, y las metas son alcanzar el 100% para el año 2023 (284.901 habitantes), manteniendo esta cobertura hasta el año 2036 sirviendo a 569.497 habitantes.

#### 5.1.1.2. Análisis y Selección de Alternativas

El desarrollo de las alternativas fue realizado sobre la base de los estudios de soporte mencionados y los escenarios y estrategias expuestos en el Informe Final, Volumen II, Capítulo 4 Balance Oferta - Demanda.

Las alternativas factibles fueron seleccionadas desde el punto de vista técnico, socioeconómico, social y ambiental y se presentan para cada Sistema de abastecimiento.

#### e) Achachicala.

##### Alternativa 1:

Como se indica en la Tabla 5.1, las demandas de la población que está dentro el área de servicio del Sistema Achachicala, para los periodos 2016 – 2023, 2023 – 2029 y 2029 – 2036 deben ser cubiertas con una producción equivalente de agua potable, esto significa una demanda en fuente de 17,90 y 20,90 Hm<sup>3</sup>/año.

Tabla 5.1. Alternativa 1 – Sistema Achachicala

Fuentes	Periodo de diseño PMM		
	2016 a 2023	2023 a 2029	2029 a 2036
Represa Janqo Qhota	Nueva represa Janqo Qhota, sobre laguna mismo nombre	Nueva aducción, reemplaza a la antigua; canal revestido o tubería RPVC, FFD o HDD L=7.928m DN 800mm	
Represa Milluni	Sanear cuerpo represa + Aducción nueva hasta PTAP Achachicala (L=15.613m HDPE DN 900mm a Forebay y L=1.640m DN 800mm a la PTAP)		
Represa Caluyo			Nueva represa Caluyo + Línea aducción represa Caluyo hasta PTAP Achachicala FFD L=14,042m DN 500mm
			Nueva represa Caluyo + Línea aducción represa Caluyo hasta PTAP 7 Lagunas FFD L=11.500m DN 500mm
			Nueva represa Caluyo + Línea aducción represa Caluyo hasta PTAP Alto Pura Pura FFD L=15.438m DN 500mm
			Nueva Obra de Toma río Chacaltaya Línea Trasvase Chacaltaya a Represa Caluyo FFD o PVC L=2.870m DN 250mm
OT - Choqueyapu Nuevo		Obra nueva a 2,50 km de la actual toma + Aducción de FFD L=2.500m DN 800mm	

Fuente: Elaboración propia

- Para el corto plazo que comprende el periodo 2016 – 2023; la Alternativa 1, de acuerdo a la capacidad de la fuente y la infraestructura existente, se propone los siguientes componentes que se describen en la Tabla 5.1. Se continúa explotando la cuenca Milluni, con sus represas Milluni y Janqo Qhota como principales fuentes, la primera debe ser sometida a un mantenimiento estructural preventivo, mientras que en la segunda se tiene previsto construir una represa sobre la laguna del mismo nombre, incluyendo el mejoramiento de la línea de aducción; también se mantiene la explotación del río Choqueyapu con un aporte igual al histórico, con la misma obra de captación Choqueyapu.
- Para el segundo periodo o mediano plazo, años 2023 – 2029; la cuenca Milluni está en servicio y se aprovecha solamente hasta el 30% de la capacidad de las represas Milluni – Janqo Qhota, el restante pasa a apoyar al sistema El Alto; también se mantiene la explotación del río Choqueyapu, con la nueva obra de toma emplazada en el mismo sitio de la toma antigua, aproximadamente a 2,50km.

- Para el periodo 2029 – 2036, se prevé la entrada en servicio de la represa Caluyo, con la entrada en servicio de esta nueva fuente para el sistema Achachicala, el apoyo que se hace actualmente al Sistema El Alto, con la pequeña planta Forebay y recientemente con la Ampliación de la PTAP El Alto mediante una unidad de sedimentación, será posible incrementar el volumen de traspaso, como se describirá en detalle en el Estudio de Identificación ACHA002.
- Se ha analizado las opciones de aprovechamiento de la cuenca Choqueyapu mediante la represa Caluyo, la primera: conduce las aguas de la represa hasta la actual PTAP Achachicala, planta que tiene capacidad suficiente para tratar un mayor volumen. La segunda: se conduce las aguas de la represa Caluyo hasta una nueva PTAP denominada 7 Lagunas, porque se ubica en inmediaciones de esta comunidad. Y tercera: esta vez las aguas de la represa Caluyo se conducen a una nueva planta de tratamiento, ubicada a la altura de la actual PTAP El Alto, a la que denominamos PTAP Alto Pura Pura, porque se localiza en inmediaciones de este barrio.
- La segunda y tercera opción, se propone para atender al Talud Oeste de la ciudad de La Paz, zona que actualmente está siendo servida por el Sistema El Alto, ambas opciones requieren de una nueva planta de tratamiento PTAP Alto Pura Pura con capacidad de 450,00 l/s, para atender a una población aproximada de 263.906 habitantes. Ambas también se han desestimado por los costos elevados.
- Por esta razón se opta por la primera opción para la represa Caluyo, que abastece a la PTAP Achachicala.

La particularidad de esta Alternativa 1, radica en que su infraestructura está implementada para una población equivalente a la actual y para el año 2036, razón por la cual no requiere de obras grandes en redes de distribución, no necesita de nueva planta de tratamiento, solamente reacondicionarla; sin embargo será necesario una nueva fuente de abastecimiento, como es la represa Caluyo, su respectiva obra de toma y una aducción que transporte el agua hasta la planta de tratamiento de Achachicala.

#### **Alternativa 2:**

Del mismo modo que la alternativa 1, las demandas para los años 2023 y 2036 mencionadas, para la Alternativa 2, se propone los componentes que se describen en la Tabla 5.2.

- En forma similar a la Alternativa 1, para el mismo periodo 2016 – 2023; continúa con la explotación de la cuenca Milluni, con sus represas Milluni y Janqo Qhota como principales fuentes, la primera debe ser sometida a un mantenimiento estructural preventivo, mientras que la segunda se tiene previsto construir una represa sobre la laguna del mismo nombre, incluyendo el mejoramiento de la línea de aducción; también se mantiene la explotación del río Choqueyapu, pero, aquí radica la diferencia con la Alternativa 1, se mantiene la utilización de la obra de toma actual (que deberá ser ampliada en su capacidad de captación en un plazo corto a mediano), en este caso se incluye las obras de saneamiento del sitio, que contempla una red de alcantarillado – colectores A y B, en ambas márgenes del río cuyo fin es interceptar las descargas directas actuales de las redes de colectores secundarios al río Choqueyapu y conducir las aguas abajo de la planta de tratamiento Achachicala.
- Esta situación se mantiene durante el periodo 2023 a 2029; se mejora el canal de aducción represa Janqo Qhota a la represa Milluni.
- Para el tercer periodo años 2029 – 2036; se prevé que la represa Caluyo entre en servicio para el año 2029, plenamente operando; en esta situación de una nueva fuente, se llega a aprovechar hasta el 15% de la capacidad de las represas Milluni – Janqo Qhota, el restante pasa a apoyar al sistema El Alto; también se mantiene la explotación del río Choqueyapu con la obra de toma actual, ya se ha saneado el sitio y los alrededores de las condiciones sanitarias en las que se encuentra, saneamiento mediante una red de colectores primarios sanitarios a ambos lados del

río, colectores A y B. También se implementa la línea de aducción desde la represa Caluyo hasta la PTAP Achachicala. Finalmente, ingresa en servicio la Obra de Captaci

Tabla 5.2. Alternativa 2 – Sistema Achachicala

Fuentes	Período de diseño PMM		
	2016 a 2023	2023 a 2029	2029 a 2036
Represa Janqo Qhota	Nueva represa Janqo Qhota, sobre laguna mismo nombre	Nueva aducción, reemplaza a la antigua; canal revestido o tubería RPVC, FFD o HDD L=7.928m DN 800mm	
Represa Milluni	Sanear cuerpo represa + Aducción nueva hasta PTAP Achachicala (L=15.613m HDPE DN 900mm a Forebay y L=1.640m DN 800mm a la PTAP)		
Represa Caluyo			Nueva represa Caluyo + Línea aducción represa Caluyo hasta PTAP Achachicala FFD L=14,042m DN 500mm
			Nueva represa Caluyo + Línea aducción represa Caluyo hasta PTAP 7 Lagunas FFD L=11.500m DN 500mm
			Nueva represa Caluyo + Línea aducción represa Caluyo hasta PTAP Alto Pura Pura FFD L=15.438m DN 500mm
			Nueva Obra de Toma río Chacaltaya Línea Trasvase Chacaltaya a Represa Caluyo FFD o PVC L=2.870m DN 250mm
Obra de Toma Choqueyapu Actual + Saneamiento Sitio	Ampliación y mejoramiento OT Choqueyapu actual Saneamiento Colectores A y B		

Fuente: Elaboración propia

Considerando las ventajas y desventajas de cada alternativa, desde el punto de vista técnico se concluye que la alternativa 2 es la más ventajosa, tanto por los costos de producción (inversión + operación y mantenimiento) más bajos como por la mejor opción de manejo de los recursos; con la posibilidad de utilizar un menor volumen de agua para el Sistema Achachicala y con traspaso mayor al Sistema El Alto para suplir su déficit.

#### f) Pampahasi.

Las demandas de la población que está dentro el área de servicio del Sistema Pampahasi, para los años 2023 y 2036 deben ser cubiertas con una producción equivalente de agua potable, esto significa una demanda en fuente de 30,90 y 37,20 Hm<sup>3</sup>/año.

#### Alternativa 1:

De acuerdo a la capacidad de la fuente y la infraestructura existente, se propone los siguientes componentes que se describen en la Tabla 5.3.

- En ambas alternativas 1 y 2, la fuente representada por la represa Incachaca, pasa a ser la fuente de abastecimiento del nuevo Sistema Chuquiaguillo, que entra en servicio al año 2016; para este efecto se recomienda que la represa incremente su capacidad de almacenamiento y regulación. Este sistema operativamente es independiente de los 4 sistemas actuales.
- En el periodo a corto plazo, 2016 – 2023; se intensifica la explotación de la cuenca Hampaturi en su integridad, con sus represas Hampaturi y Ajuan Qhota actualmente en producción y la nueva represa Alto Hampaturi como principales fuentes, la primera debería ser sometida a un mantenimiento estructural preventivo; la represa Alto Hampaturi debiera estar concluida y en plena operación. También unos años adelante, se integra la nueva fuente Palcoma, con una nueva obra de toma y aducción hasta la represa Hampaturi, donde se almacena y regula un mayor volumen. Este periodo incluye también la implementación de una Nueva Estación Interruptora de Presión y la ampliación de la Planta de tratamiento de agua potable Pampahasi.

- En el mediano plazo 2023 – 2029; las obras descritas en párrafo precedente, como la ampliación de la Planta de tratamiento Pampahasi y la Nueva Estación Interruptora de Presión ya fue efectiva. En este periodo ya se contempla la entrada en servicio de la nueva fuente cuenca Chojña Qhota, fuente que incluye la represa del mismo nombre, aducción, planta de tratamiento Ovejuyo e infraestructura en redes de distribución para apoyo al Sistema Pampahasi, que se puede ver con más objetividad en la Tabla 5.3.
- Para el tercer periodo años 2029 – 2036; todas las obras están en servicio, adicionalmente se prevé una derivación de la aducción OT Palcoma – represa Hampaturi hasta la nueva Cámara Interceptora de Presión, a partir de este punto sigue en servicio la aducción existente hasta la planta de tratamiento Pampahasi.

Tabla 5.3. Alternativa 1 – Sistema Pampahasi

Fuentes	Periodo de diseño PMM		
	2016 a 2023	2023 a 2029	2029 a 2036
Represa Incachaca	Ampliar capacidad, elevar coronamiento, pasa a abastecer al Sistema Chuquiagullo + Aducción FFD L=2.130m DN 600mm + PTAP de Qm 292 l/s		
Represa Hampaturi	Sanear cuerpo de la represa Hampaturi o Ampliar capacidad Renovación de equipos en la tubería de aducción FFD L=13.500m DN 800mm Nueva Estación Interruptora de Presión		
Represa Hampaturi Alto	Nueva represa de gravedad Vu=5 a 7 hm3		
Palcoma - Obra de Toma	Obra de toma, desarenador y aducción hasta represa Hampaturi FFD L=6.857m DN 600mm		
Represa Chojña Qhota		Nueva Represa Chojña Qhota Vu=1,60 hm3, Aducción FFD L=22.980m DN 400mm, PTAP Ovejuyo Cap 200 l/s y redes matrices, apoya a Sistema Pampahasi o se separa el Sistema Ovejuyo	

Fuente: Elaboración propia

**La Alternativa 2**, se propone los componentes que se describen en la Tabla 5.4.

- Para el periodo 2016 a 2023; en forma similar a la anterior alternativa, continúa la explotación de la cuenca Hampaturi y sus represas actuales Hampaturi y Ajuan Qhota, se añade una nueva represa como es Alto Hampaturi, ésta última debiera estar concluida y en plena operación; en seguida se ha previsto la entrada en servicio y explotación de la cuenca Chojña Qhota, ésta es la diferencia con la Alternativa 1, el aprovechamiento Chojña Qhota, contempla una nueva represa del mismo nombre, aducción, planta de tratamiento y la infraestructura de apoyo al sistema Pampahasi.
- Para el segundo periodo años 2023 – 2029; las mismas obras descritas que son parte de la cuenca Chojña Qhota, ya están en plena operación, la fuente Palcoma se prevé entre en servicio a plena capacidad, posiblemente pueda ser necesario adelantar la aducción – derivación a la Estación Interceptora de Presión; la particularidad radica en los tiempos de entrada en servicio, lo que se puede ver con más objetividad en la siguiente Tabla 5.4.
- Para el periodo 2029 – 2036; no está previsto nuevas obras.
- Se notará que la gran diferencia entre ambas alternativas, primero es el tiempo de entrada en servicio de cada obra, y la segunda se encuentra en la red de distribución; la Primera Alternativa,

mantiene la configuración unificada de las redes con dos puntos de entrada de agua potable, ambas situadas diametralmente opuestas. La Segunda Alternativa, es la sectorización de las redes en dos sistemas el Sistema Pampahasi Central y el Sistema Ovejuyo; el detalle del análisis y diseño hidráulico se muestra en el Estudio de Identificación N° 1 – PAMP002.

Tabla 5.4. Alternativa 2 – Sistema Pampahasi

Fuentes	Periodo de diseño PMM		
	2016 a 2023	2023 a 2029	2029 a 2036
Represa Incachaca	Ampliar capacidad, elevar coronamiento, pasa a abastecer al Sistema Chuquiaguillo + Aducción FFD L=2.130m DN 600mm + PTAP de Qm 292 l/s		
Represa Hampaturi	Sanear cuerpo de la represa Hampaturi o Ampliar capacidad Renovación de equipos en la tubería de aducción FFD L=13.500m DN 800mm Nueva Estación Interruptora de Presión		
Represa Hampaturi Alto	Nueva represa de gravedad Vu=5 a 7 hm3		
Palcoma - Obra de Toma		Obra de toma, desarenador y aducción hasta represa Hampaturi FFD L=6.857m DN 600mm	
Represa Chojña Qhota	Nueva Represa Chojña Qhota Vu=1,60 hm3, Aducción FFD L=22.980m DN 400mm, PTAP Ovejuyo Cap 200 l/s y redes matrices, apoya a Sistema Pampahasi o se separa el Sistema Ovejuyo		

Fuente: Elaboración propia

Considerando las ventajas y desventajas de cada alternativa, desde el punto de vista técnico se concluye que la alternativa 2 es la más ventajosa tanto por los costos de producción (inversión + operación y mantenimiento) más bajos como por la mejor opción de manejo de los recursos; sin embargo, al final del periodo hasta el año 2036 en ambas alternativas se llega con las mismas obras implementadas.

#### g) El Alto.

Las demandas de la población que está dentro el área de servicio del Sistema El Alto, para los años 2023 y 2036 deben ser cubiertas con una producción equivalente de agua potable, esto significa una demanda en fuente de 47,00 y 71,90 Hm<sup>3</sup>/año. Este balance, incluye la entrada en servicio del Sistema Chuquiaguillo, que alivia la demanda del Talud Norte de la ciudad de La Paz al Sistema El Alto.

#### Alternativa 1:

- Primera fase que comprende el periodo 2016 – 2023; la Alternativa 1, de acuerdo a la capacidad de la fuente y la infraestructura existente, se propone los siguientes componentes que se describen en la Tabla 5.5.
- Se continúa explotando la cuenca Tuni – Condoriri – Huayna Potosí en su integridad, con su represa Tuni, la represa auxiliar Condoriri y la obra de toma Huayna Potosí existentes como principales fuentes.
- Se integra indefectiblemente el denominado “Proyecto Multipropósito de Recursos Hídricos La Paz y El Alto”, actualmente en fase de elaboración estudio TESA (el PMM denomina a la red de distribución sectorizada como Sistema San Roque). Este estudio a nivel TESA, es una fase

siguiente al “Estudio de Identificación para el mejoramiento del Abastecimiento Ciudad El Alto – La Paz”; este proyecto cuenta una nueva PTAP denominada San Roque, con capacidad de tratar 1.000 l/s, pero el sistema aportará 956,00 l/s; que aliviara la demanda de la ciudad de El Alto. Este volumen, se traspasará en una proporción que alivie la explotación de recursos subterráneos del Sistema Tilata.

La cuenca Milluni, a la fecha traspasa un volumen de 55 l/s, con la entrada en servicio de una unidad de sedimentación, el aporte subirá con 165 l/s adicionales, que se mantendría hasta el año 2023.

Entra en servicio el nuevo Sistema ChuquiagUILlo; con capacidad de 292 l/s, que alivia la demanda al sistema El Alto y conforma un sistema independiente, que atiende al Talud Norte de la ciudad de La Paz.

- Para el segundo periodo 2023 a 2029; las fuentes de Tuni y Qhotia Qhota y Taypichaca abastecen plenamente, con una capacidad que supera la demanda. Las aguas de Milluni siguen aportando a este sistema. Entra en servicio la represa Qhelluani, ubicada en la cuenca baja Milluni, con una aducción hasta la PTAP El Alto, ésta debe ser ampliada con 160 l/s adicionales.
- Para el tercer periodo años 2029 – 2036, se prevé también las mismas obras, como se enumeran a continuación:

Adicionalmente a las obras ya previstas en el periodo anterior, para cubrir la demanda (incisos 1 y 2), está previsto la incorporación de la represa Janqho Qhota de la cuenca Milluni, compartida con el Sistema Achachicala, mediante un traspaso progresivo.

Entra en servicio la cuenca de Chojlla Jipiña, con una obra de captación, con una aducción hasta la represa Qhelluani, desde donde junto con las aguas de esta represa se conducen hasta la nueva planta de tratamiento de El Alto o su ampliación, para incrementar la oferta para el sistema El Alto con un caudal de 422 l/s.

#### **Alternativa 2:**

Las demandas para los años 2016 a 2036, se propone los componentes que se describen en la Tabla 5.6. La descripción de cada alternativa se realiza a continuación:

- Primera fase que comprende el periodo 2016 – 2023; se ha previsto las siguientes líneas de acción.

El actual sistema El Alto, abastecida mediante la cuenca Tuni – Condoriri – Huayna Potosí en su integridad, con su represa Tuni, la represa auxiliar Condoriri y la Obra de Toma Huayna Potosí existentes como principales fuentes, continúa en servicio, incluye sus mejoras.

Se integra indefectiblemente el denominado “Multipropósito de Recursos Hídricos La Paz – El Alto”, ya explicado anteriormente, dos represas, una línea de aducción, una nueva Planta de Tratamiento denominada San Roque, con capacidad de tratar 1.000 l/s, pero el sistema aportará 956 l/s; que aliviara la demanda de la ciudad de El Alto, y una red de distribución independiente o unida al actual sistema El Alto.

El PMM, ha propuesto y priorizado la implementación de la PTAP San Roque, operando a su capacidad media, para realizar el traspaso de un importante volumen de agua potable al sistema Tilata, de forma de aliviar la explotación de las fuentes subterráneas de Tilata, disminuyendo también los costos de producción.

- Segundo periodo 2023 a 2029, el traspaso de Milluni se incrementa, debe preverse la implementación de la Nueva PTAP La Calera, para tratar una mayor volumen de la represa Milluni.

- Para el tercer periodo años 2029 – 2036, se prevé también las mismas obras, como se enumeran a continuación:

Adicionalmente a las obras ya previstas en el periodo anterior, para cubrir la demanda, está previsto la incorporación de la explotación de la cuenca Milluni y la ampliación de la capacidad de tratamiento de la PTAP El Alto o la Planta La calera.

Explotación de las fuentes subterráneas del acuífero Pura Purani, en lugar de las fuentes Qhuelluani y Chojlla Jipiña. Esta es la gran diferencia con la Alternativa 1.

- En ambas alternativas, también resalta las dos variantes de las redes de distribución, en la Alternativa 1 la red es unificada, en la Alternativa 2, son dos redes El Alto Central y San Roque.
- Uno de los componentes que deben ser atendidos con prioridad alta, es la red de distribución del Sistema El Alto, siendo identificado que la mejor opción cuando entre en servicio la Planta de tratamiento San Roque, es dividir la actual red en dos redes independientes ya mencionadas, asimismo deberán ejecutarse las obras de ampliación de redes para levantar la insuficiencia hidráulica actual.

Tabla 5.5. Alternativa 1 – Sistema El Alto

Fuentes	Periodo de diseño PMM		
	2016 a 2023	2023 a 2029	2029 a 2036
Represa Tuni	Renovación equipos de la Aducción Acero L=34.092m DN 900mm		
Represa Milluni	Traspaso de agua del Sistema Achachicala al Sistema El Alto	Incremento del Traspaso de agua del Sistema Achachicala al Sistema El Alto + Nueva PTAP La Calera	
Represa Qhotia Qhota	Nueva represa por gravedad Vu=8,80 hm3 + OT + Aducción FFD L=12.370m DN 500mm		
Represa Taypichaca	Ampliación represa a Vu=13,30 hm3, cuerpo de tierra y enrocado + OT + Enlace FFD L=2.800m DN 700mm + Aducción a la Nueva PTAP San Roque FFD L=34.070m DN 800mm		
Represa Qhelluani		Nueva represa de tierra enrocado Vu=4,50 hm3 + OT + Aducción a la PTAP El Alto FFD L=8.250m DN 800mm	
Obra de Toma Chojlla Jipiña			Obra nueva, de hormigón ciclópeo tipo tirolesa + Aducción a la represa Qhelluani FFD L=6.140m DN 700mm

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.6. Alternativa 2 – Sistema El Alto

Fuentes	Periodo de diseño PMM		
	2016 a 2023	2023 a 2029	2029 a 2036
Represa Tuni	Renovación equipos de la Aducción Acero L=34.092m DN 900mm		
Represa Milluni	Traspaso de agua del Sistema Achachicala al Sistema El Alto	Incremento del Traspaso de agua del Sistema Achachicala al Sistema El Alto + Nueva PTAP La Calera	
Represa Qhotia Qhota	Nueva represa por gravedad Vu=8,80 hm <sup>3</sup> + OT + Aducción FFD L=12.370m DN 500mm		
Represa Taypichaca	Ampliación represa a Vu=13,30 hm <sup>3</sup> , cuerpo de tierra y enrocado + OT + Enlace FFD L=2.800m DN 700mm + Aducción a la Nueva PTAP San Roque FFD L=34.070m DN 800mm		
Desarrollo de Aguas Subterráneas			Explotación de 30 a 60 pozos profundos Cap. 10 l/s

Fuente: Elaboración propia

Considerando las ventajas y desventajas de cada alternativa, desde el punto de vista técnico se concluye que la alternativa 2 es la más ventajosa, principalmente porque esta alternativa no utiliza sistemas de bombeo mediante energía eléctrica, en detrimento de la segunda alternativa, cuyos costos de producción (inversión + operación y mantenimiento) son más bajos; en la primera alternativa, existe la posibilidad de utilizar un determinado volumen de agua para el Sistema Tilata (Ventilla), utilizando un sistema por gravedad. Así como poder contar con un balance a favor de tener mayores recursos de las fuentes.

#### h) Tilata.

Las demandas de la población que está dentro el área de servicio del Sistema Tilata, para los años 2023 y 2036 deben ser cubiertas con una producción equivalente de agua potable, esto significa una demanda en fuente de 10,70 y 25,50 hm<sup>3</sup>/año.

#### Alternativa 1:

De acuerdo a la capacidad de la fuente y la infraestructura existente, se propone los siguientes componentes que se describen en la Tabla 5.7:

A corto plazo o periodo 2016 – 2023: se alivia la explotación del acuífero subterráneo de Tilata, Líneas A, B y C; aunque sus equipos fueron renovados para atender la demanda actual hasta el año 2023. El aprovechamiento intensivo en su integridad, desde un caudal medio de 294,90 l/s hasta 722,98 l/s al año 2036.

Para el segundo periodo años 2023 – 2036: se prevé también las mismas obras y aprovechamiento potencial de las líneas de pozos A, B y C existentes; más la inclusión de una nueva baterías de pozos (Línea D de 30 pozos) de capacidad similar a las Líneas B y C del Sistema Tilata.

El tercer periodo o largo plazo: también entra en servicio una Línea E, con otros 30 pozos.

Tabla 5.7. Alternativa 1 – Sistema Tilata

Fuentes	Periodo de diseño PMM		
	2016 a 2023	2023 a 2029	2029 a 2036
Tilata - Desarrollo Líneas A y B	Renovación equipos de bombeo		
Línea C - Pura Purani	Año 2014 el Operador pone en servicio esta nueva Línea C		
Desarrollo de Aguas Subterráneas		Explotación de 30 pozos profundos Cap. 10 l/s + Nueva PTAP Tilata	Explotación de 30 pozos profundos Cap. 10 l/s + Nueva PTAP Tilata

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.8. Alternativa 2 – Sistema Tilata

Fuentes	Periodo de diseño PMM		
	2016 a 2023	2023 a 2029	2029 a 2036
Tilata - Desarrollo Líneas A y B	Renovación equipos de bombeo	Disminución de la producción	Mantiene disminución de la producción
Línea C - Pura Purani	Año 2014 el Operador pone en servicio esta nueva Línea C	Disminución de la producción	Incrementa la producción
Superhabit El Alto	Traspaso de agua potable del Sistema El Alto (Central) al Sistema Tilata	Incremento del Traspaso de agua potable del Sistema El Alto (Central) al Sistema Tilata	Incremento del Traspaso de agua potable del Sistema El Alto (Central) al Sistema Tilata
San Roque	Traspaso de agua potable del Sistema El Alto (San Roque) al Sistema Tilata	Incremento del Traspaso de agua potable del Sistema El Alto (San Roque) al Sistema Tilata	Incremento del Traspaso de agua potable del Sistema El Alto (San Roque) al Sistema Tilata

Fuente: Elaboración propia

### **Alternativa 2:**

Las demandas para los años 2023 y 2036 mencionadas, se propone los componentes que se describen en la Tabla 5.8.

El Año 2016, entra en servicio el Sistema San Roque, producto de la implementación del Proyecto Multipropósito de Recursos La Paz – El Alto, cuyo aporte de traspaso es suficiente para aliviar por completo la explotación del acuífero subterráneo; por lo que no será necesario continuar bombeando aguas, al menos hasta el año 2029.

Para el segundo periodo años 2023 – 2029, se prevé también las mismas obras y aprovechamiento al máximo de las fuentes que se describen en el primer periodo, con un traspaso mayor al inicial.

Para el tercer periodo años 2029 – 2036, se prevé también las mismas obras, con el superávit de los Sistemas El Alto Central o San Roque.

Posteriormente a los detalles desarrollados en el presente numeral, se realizó el diseño hidráulico de las opciones, de forma de contar con los volúmenes de obra y sobre esta base, estimar los costos. La memoria de cálculo de cada alternativa y los cómputos métricos, se adjuntan en el Anexo 8. Memorias de Cálculo y Anexo 9. Cómputos métricos de cada Estudio de Identificación, que comprende estas obras.

Considerando las ventajas y desventajas de cada alternativa, desde el punto de vista técnico se concluye que la alternativa 2 es la más ventajosa, tanto por los costos más bajos como por la mejor

opción de manejo de los recursos; con la posibilidad de utilizar un menor volumen de agua para el Sistema Tilata y con traspaso mayor al Sistema El Alto para suplir su déficit. Así como poder contar con un balance a favor de tener mayores recursos de las fuentes.

#### 5.1.2. Servicio de Saneamiento operado por EPSAS

##### 5.1.2.1. Escenarios y estrategias para la expansión de los servicios

###### La Paz:

En el presente Plan se han analizado a detalle las propuestas efectuadas en los diferentes Estudios y Planes Maestros de la ciudad de La Paz<sup>4</sup> como un insumo básico para el planteamiento de alternativas de conducción del alcantarillado sanitario de la ciudad.

Cabe señalar que al no haberse implementado ninguna de las propuestas surgidas en el último Estudio de Factibilidad del año 1994 para solucionar de manera estructural el problema del alcantarillado sanitario, como se mencionó en el punto anterior, ciertas condiciones y consideraciones específicas respecto al área de estudio (las ciudades de La Paz y El Alto) y su desarrollo no han cambiado sustancialmente después de casi 18 años, esto es:

- Ambas ciudades continúan con descargas de aguas residuales directas a los ríos
- El Alto continua expandiéndose en forma desordenada, urbanísticamente hablando, y persisten sus bajas densidades poblacionales
- La actividad agrícola en la parte sur de la ciudad de La Paz, en el sector denominado “Río Abajo” no ha desaparecido
- Los niveles de contaminación por aguas residuales de origen industrial y doméstico persisten

No obstante, existen otras condiciones que han variado sustancialmente:

- El crecimiento poblacional se ha acelerado (en particular en la ciudad de El Alto)
- Se ha dado un fuerte crecimiento vertical de la ciudad de La Paz con el consiguiente incremento en las densidades poblacionales de ciertas zonas
- Se ha intensificado el desarrollo urbano relativamente lento de la ciudad de La Paz hacia sus áreas de expansión natural en la zona Sur
- Se han construido diversas obras de infraestructura vial y de control de riesgos especialmente en los ríos de La Paz (canalizaciones y embovedados)
- Se ha producido una significativa migración de industrias de la ciudad de La Paz a las ciudades de El Alto y Santa Cruz de la Sierra
- Se ha disminuido dramáticamente la disponibilidad de áreas municipales en la ciudad

En este contexto, tomando en cuenta lo anteriormente señalado, en el presente Plan se han identificado 4 alternativas, considerando ciertos elementos fundamentales que hacen al diseño del sistema de alcantarillado sanitario.

###### En la Alternativa 1 – Centralizada se plantea:

- Un sistema de conducción mixto para el sistema Achachicala
- Utilización del río Choqueyapu como emisor para las aguas mixtas del sistema Achachicala (zona norte y casco viejo)

---

4 Plan Maestro de Alcantarillado Sanitario y Pluvial para la ciudad de La Paz, GITECONSULTGMBH, GTZ, 1982; Estudio “Control de la Contaminación del Agua de los Ríos de la Ciudad de La Paz, JICA, 1993; Estudio de Factibilidad de Alcantarillado, Consorcio de Ingenieros: LAHMEYER INTERNATIONAL – GITEC – TECNOSAN – SICO, Vol I/1, Factibilidad Técnica, Informe Principal, Junio 1994

- Construcción de 13 interceptores como sistemas separados para las zonas Pampahasi, Talud El Alto y Mallasa
- Construcción de un emisario desde el final del interceptor Orkojahuirá hasta la planta de tratamiento
- Planta de Tratamiento ubicada en la zona de Mallasa a la altura de la Muela del Diablo como sistema centralizado – Río sucio

Figura 5.1. Alternativa 1 – Centralizada Sistema de alcantarillado sanitario



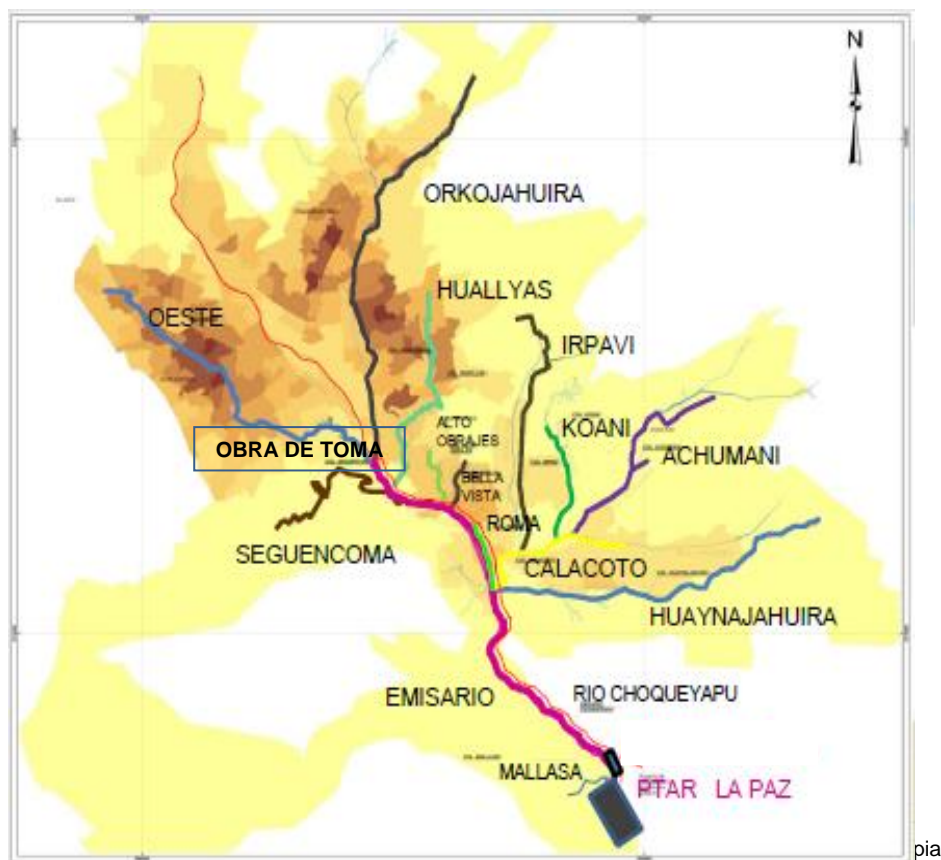
Fuente:

Elaboración propia

**En la Alternativa 2– centralizada (Río Limpio) se plantea:**

- Un sistema de conducción mixto para el sistema Achachicala
- Utilización del río Choqueyapu como emisor para las aguas mixtas del sistema Achachicala (zona norte y casco viejo) y construcción de una obra de toma (ubicada al inicio del Emisario).
- Construcción de 13 interceptores como sistemas separados para las zonas Pampahasi, Talud El Alto y Sistema Calacoto y Mallasa
- Construcción de un emisario desde el final del interceptor Orkojahuirá hasta la PTAR Mallasa
- Planta de Tratamiento ubicada en la zona de Mallasa a la altura de la Muela del Diablo, como sistema centralizado. Descarga de agua tratada al río Choqueyapu y aprovechamiento parcial para riego agrícola irrestricto previa desinfección

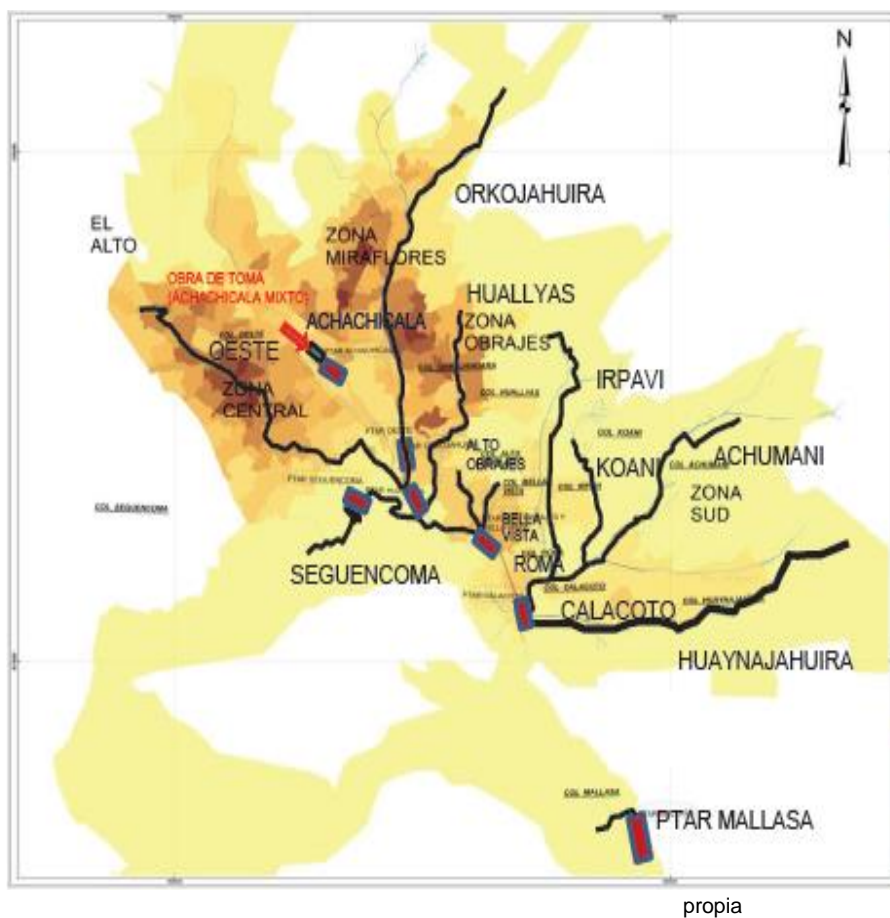
Figura 5.2. Alternativa 2 – Centralizada Sistema de alcantarillado sanitario (Obra de toma)



**En la Alternativa 3– Descentralizada se propone:**

- Utilización del río Choqueyapu como emisor para las aguas mixtas del sistema Achachicala
- Construcción de interceptores para los sistemas de alcantarillado sanitario (como sistemas separados) que descargan de:
  - Ladera Oeste
  - Sub-cuenca Huayllas (Obrajes, Alto Obrajes)
  - Sub-cuenca Orkojahuiria (Miraflores)
  - Area Calacoto (formado por las sub-cuencas Huayñajahuira, Achumani, Irpavi, Koani, Jillusaya y Roma)
  - Zonas Bellavista y Alto Obrajes
  - Zona Seguencoma
  - Zona Mallasa
- Obra de toma en Campo Ferial – Av. del Ejercito para captar las aguas mixtas del río Choqueyapu como emisario del sistema Achachicala y construcción de 8 plantas de tratamiento descentralizadas al final de los interceptores señalados y una adicional para el sistema mixto Achachicala, descargas de agua tratada al río Choqueyapu.

Figura 5.3. Alternativa 3 – Descentralizada Sistema de alcantarillado sanitario

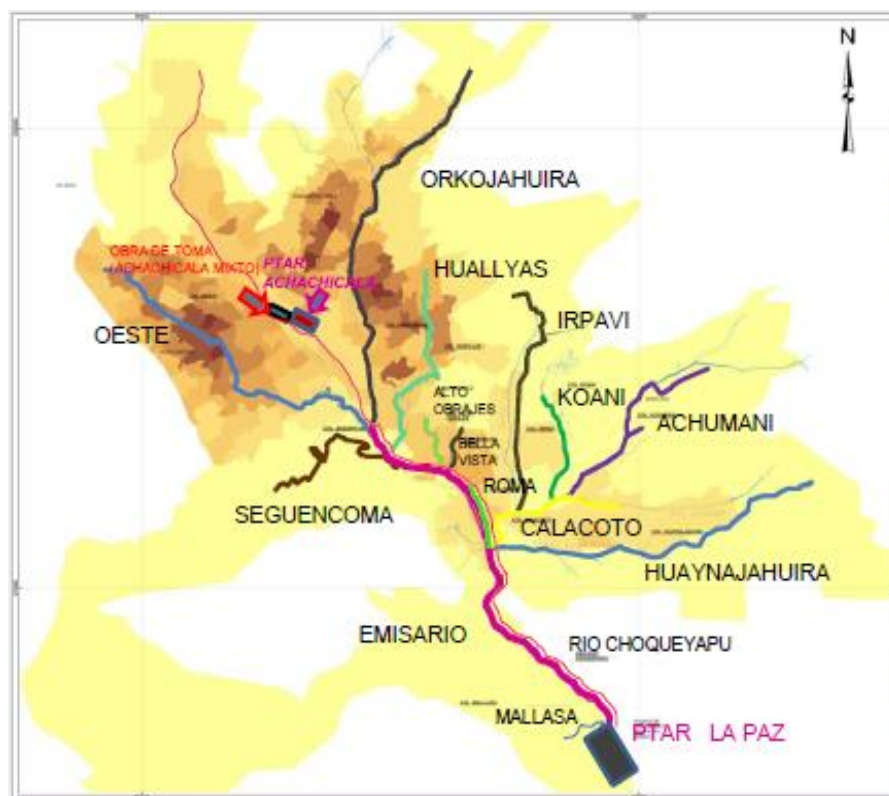


Fuente:  
Elaboración

**Finalmente en la Alternativa 4– Híbrida (Río Limpio) se plantea:**

- Utilización del río Choqueyapu como emisor para las aguas mixtas del sistema Achachicala (zona norte y casco viejo) hasta la PTAR Achachicala
- Obra de toma y planta de tratamiento del sistema Achachicala para su posterior vertido del efluente tratado al río Choqueyapu
- Construcción de 13 interceptores como sistemas separados para las zonas Pampahasi, Talud El Alto y Mallasa
- Construcción de un emisario desde el final del interceptor Orkojahuiro hasta la obra de toma
- Planta de Tratamiento, ubicada en la zona de Mallasa a la altura de la Muela del Diablo, como sistema centralizado, para captar las aguas del emisario.

Figura 5.4. Alternativa 4 – híbrida Sistema de alcantarillado sanitario



Fuente:

Elaboración propia

Resultó seleccionada la Alternativa 2 – Planta centralizada, con obra de toma al inicio del emisario para recolección de aguas mixtas de la zona central (Achachicala) y recolección con interceptores. Es la más factible desde el punto de vista técnico, socioeconómico, social y ambiental. Los costos de inversión, operación y mantenimiento son menores.

#### El Alto:

En el planteamiento de las alternativas para la ciudad de El Alto, se han considerado ciertos condicionamientos existentes:

- Crecimiento poblacional acelerado
- Crecimiento desordenado y no planificado de la ciudad
- Bajas densidades poblaciones en la mayoría de los Distritos
- Áreas de expansión de la ciudad
- Asentamiento de industrias en la ciudad de El Alto
- Disponibilidad de áreas municipales en la ciudad

Cabe mencionar, que a diferencia de la ciudad de La Paz, en la ciudad de El Alto existe una Planta de Tratamiento en Puchukollo, que aunque actualmente se encuentra al límite de su capacidad, se prevé su ampliación para satisfacer parte de la demanda proyectada al año 2036. Por otra parte, cabe mencionar que será implementado el proyecto de la Planta de Tratamiento de Tacachira (al norte, cercana geográficamente a Puchukollo) diseñada para atender las necesidades de saneamiento de una zona específica de 70.000 habitantes.

Con base en estas consideraciones, y tomando en cuenta también las limitaciones técnicas y de capacidad de ambas plantas, se ha identificado la necesidad de contar con 2 plantas de tratamiento

adicionales en las zonas norte y sur, respectivamente para cubrir la demanda de tratamiento de la ciudad al año 2036 en su integridad, independientemente de las alternativas que se plantean para el sistema de alcantarillado.

Por otra parte, estos condicionamientos referidos a las plantas de tratamiento han conducido a diseñar sistemas de saneamiento separados para las zonas norte y sur, en lugar de considerar un sistema único que interconecte ambas zonas (aspecto que de por sí no es factible técnicamente por razones de topográficas y de distancias).

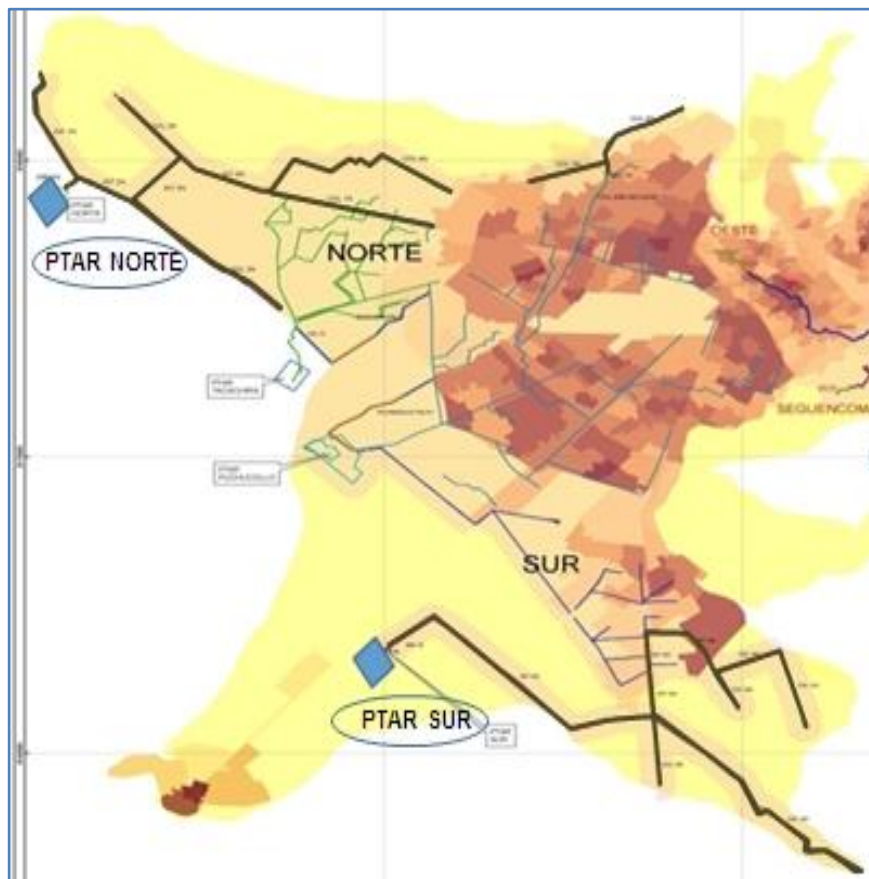
En todo caso a partir de lo expuesto, cada una de las 2 zonas contaría con sistemas propios de saneamiento, en lo que se refiere a las redes de colectores, interceptores, emisarios y plantas de tratamiento, sin estar interconectados entre ellos. Sin embargo, cabe aclarar que para las alternativas propuestas han sido planteadas en forma integral; esto es cada alternativa incluye tanto el sistema de la zona norte como el de la zona sur, más allá de constituirse ambos como sistemas aislados.

En este contexto, se plantean 2 alternativas:

**En la alternativa 1 – por gravedad se plantea:**

- Construcción de 6 colectores primarios en la zona norte para un sistema separado
- Construcción de 4 colectores secundarios en la zona norte que conectan a los colectores primarios
- Construcción de 5 colectores primarios en la zona sur para un sistema separado
- Construcción de 4 interceptores en la zona norte
- Construcción de 4 interceptores en la zona sur
- Construcción de 2 emisarios, para la zona norte y para la zona sur, respectivamente
- Planta de Tratamiento en la zona Sur
- Construcción de 1 colector separado para el área comprendida dentro del Distrito 7 para su interconexión a la planta de tratamiento de Tacachira (Norte)
- Construcción de 1 colector para la zona norte e interconexión al emisario existente del sistema Puchuckollo
- Construcción de 1 interceptor para conducción de aguas del Distrito 10 por gravedad a la Planta de Puchukollo

Figura 5.5. Alternativa 1 – por gravedad Sistema de alcantarillado sanitario El Alto



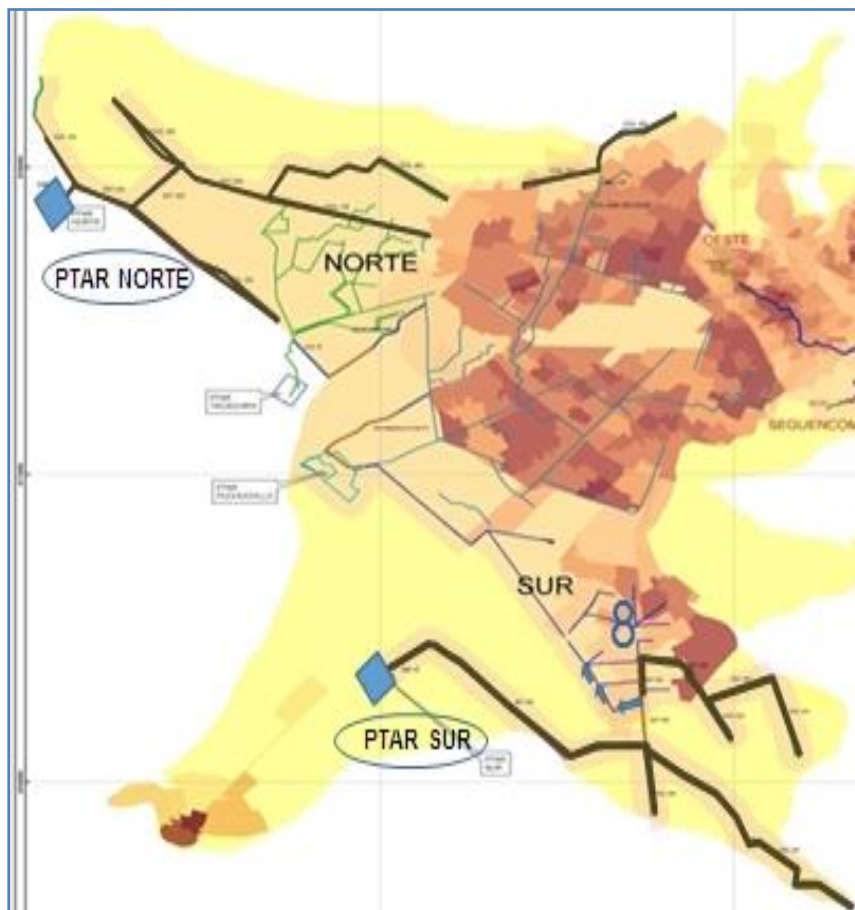
Fuente: Elaboración propia

- En la alternativa 2– con bombeo se plantea:
  - Construcción de 6 colectores primarios en la zona norte para un sistema separado
  - Construcción de 4 colectores secundarios en la zona norte que conectan a los colectores primarios
  - Construcción de 5 colectores primarios en la zona sur para un sistema separado, de los cuales 3 colectores primarios se interconectan a través de interceptores al sistema de bombeo correspondiente al sistema de evacuación de aguas residuales del Distrito 8 (en fase de inversión) para su tratamiento en la Planta de Puchukollo
  - Construcción de 4 interceptores en la zona norte
  - Construcción de 3 interceptores en la zona sur
  - Construcción de 2 emisarios, para la zona norte y para la zona sur, respectivamente
  - Construcción de 1 colector separado para el área comprendida dentro del Distrito 7 para su interconexión a la planta de tratamiento de Tacachira (Norte)
  - Planta de Tratamiento en la zona Sur

Básicamente esta alternativa contempla el diseño de una red de colectores primarios, secundarios e interceptores igual al de la alternativa 1 con la variante de que en la zona Sur, no se considera la construcción del interceptor 1S3 y en su lugar se conectaría el interceptor 1S1 a la cámara MH4 en el

Distrito 8 (en proyecto) correspondiente al tramo de tubería (en proyecto) C-8 de 250 mm para su conducción al sistema de bombeo previsto en el proyecto del Distrito 8 (elaborado por el Gobierno Municipal del Alto) hasta la Planta de tratamiento de Puchukollo.

Figura 5.6. Alternativa 2 – con bombeo Sistema de alcantarillado sanitario El Alto



Fuente: Elaboración propia

Resultó seleccionada la Alternativa 2 – Sistema por gravedad y bombeo (D8), debido a las ventajas técnicas, socioeconómicas, sociales y ambientales, con la ampliación de la Planta Puchukollo.

#### 5.1.3. Servicio de agua potable y saneamiento de operadores menores

En el capítulo 5 del Volumen II del Informe Final del Plan Maestro, se presenta en detalle el análisis y selección de alternativas de agua potable y saneamiento en los municipios de Achocalla, Mecapaca, Laja, Palca, Viacha y Pucarani.

## 6. SOLUCIONES PROPUESTAS

Las soluciones propuestas se definen como el conjunto de obras, equipos, medidas y estudios que conforman el escenario más eficiente y de menor costo para satisfacer las necesidades de ampliación y mejoramiento de los servicios de acuerdo a la demanda proyectada. A tal efecto se han propuesto etapas constructivas buscando el máximo rendimiento de la inversión programando bajos niveles de capacidad ociosa en la infraestructura.

Considerando el inventario y diagnóstico de la infraestructura existente, las estrategias para el mejoramiento y expansión de los servicios y la selección de alternativas, se presenta a continuación las soluciones propuestas a Corto Plazo (2016 – 2023), Mediano Plazo (2023 – 2029) y Largo Plazo (2029 – 2036); las propuestas de corto plazo fueron desarrolladas a nivel de Estudios de Identificación (EI), las de mediano y largo plazos elaborados como Estudios de Prefactibilidad Mejorados (EPM).

Las obras y acciones de corto plazo fueron agrupadas por sistema de abastecimiento (en el caso de La Paz y El Alto) y por ciudad principal del Municipio (En el caso de los municipios aledaños).

La Paz – El Alto y zonas adyacentes Mecapaca, Palca, Achocalla, Viacha, Laja y Pucarani

### Servicio de Agua Potable

Estudio de Identificación No 1: Sistema Pampahasi. Código: PAMP002

Estudio de Identificación No 2: Sistema Achachicala. Código: ACHA001

Estudio de Identificación No 3: Sistema El Alto. Código: ALTO009

Estudio de Identificación No 4: Sistema Tilata. Código: TILA001

### Servicio de Saneamiento

Estudio de Identificación No 5 Sistema de Alcantarillado La Paz

Estudio de Identificación No 6 Planta de Tratamiento Puchukollo

### Viacha Operador EMAPAV

#### Servicio de Agua Potable

Estudio de Identificación No 7 – Sistema de Agua Potable Viacha. Código: EI-AP-VI

#### Servicio de Saneamiento

Estudio de Identificación No 8 - Sistema de alcantarillado Sanitario Viacha.

Código: EI-AP-VI

### Pucarani – Operador Población Capital

#### Servicio de Agua Potable

Estudio de Identificación No 9 - Sistema de Agua Potable Pucarani. Código: EI-AP-PU

#### Servicio de Saneamiento

Estudio de Identificación N° 10 Sistema de Alcantarillado Sanitario Población Pucarani. Código: EI-SB-PU

### Laja – Operador Poblacional Capital

#### Servicio de Agua Potable

Estudio de Identificación No 11 - Sistema de Agua Potable Laja. Código: EI-AP-LA

### Achocalla – Operadores Zona Urbana Valle

#### Servicio de Agua Potable

Estudio de Identificación No 12 - Sistema de Agua Potable Achocalla. Código: EI-AP-AC

Mecapaca – Poblaciones Área Urbana

Servicio de Agua Potable

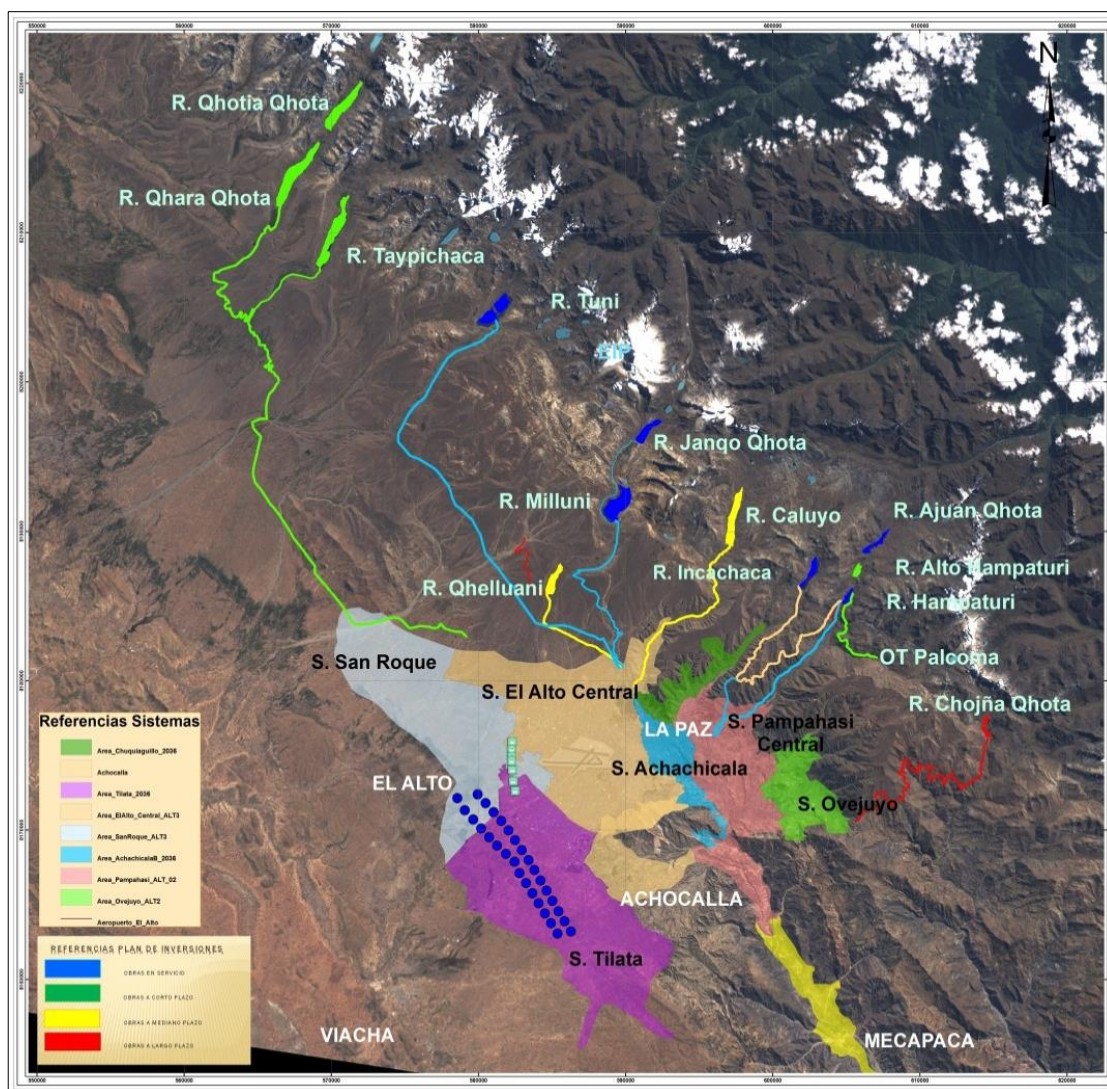
Estudio de Identificación No 13 - Sistema de Agua Potable Mecapaca.

Código: EI-AP-ME

Como soluciones propuestas para cada Sistema y Municipio, las acciones y obras programadas se describen a continuación en los numerales 6.1 a 6.13.

El escenario final del Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento La Paz – El Alto referente a los servicios de agua potable, se puede apreciar en la Figura 6.1.

Figura 6.1. Soluciones Propuestas Escenario 2036



Fuente: Elaboración propia

## 6.1. SOLUCIONES PROPUESTAS SISTEMA DE AGUA POTABLE PAMPAHASI

### 6.1.1. Ampliación de los servicios

#### 6.1.1.1. Producción de agua

##### a) Fuentes y almacenamiento

Está programado que cuando entre en servicio el nuevo sistema Chuquiaguillo, que la represa Incachaca pase a abastecer al nuevo sistema, por tanto es necesario la implementación de la represa Alto Hampaturi, ubicada entre las represas Hampaturi y Ajuan Qhota, cuya capacidad a definir en el estudio a diseño final estará entre 5 a 7 hm<sup>3</sup>.

La creciente demanda induce a ampliar la capacidad de captación, su ejecución se realiza paulatinamente, como la Obra de Toma Palcoma, emplazada en el río del mismo nombre, obra de toma tipo azud derivador, construida de hormigón ciclópeo y armado.

A mediano plazo, está contemplado el aprovechamiento de las aguas de la cuenca Chojña Qhota, donde se emplazará la nueva represa del mismo nombre, con capacidad de 1,20 hm<sup>3</sup>.

##### b) Aducciones

Para conducir el agua desde la toma Palcoma, se ha previsto la Aducción Palcoma – Represa Hampaturi, la línea está conformada por una tubería de 600mm de FFD, tendida en forma superficial.

A mediano plazo está programada la aducción Represa Chojña Qhota – Planta de tratamiento de agua potable Ovejuyo, tubería de 200mm de diámetro y una longitud de 22.980m.

##### c) Planta de tratamiento de agua potable Pampahasi.

La Planta de Tratamiento de Agua Potable Pampahasi (PTAP Pampahasi), trabaja actualmente al borde de su capacidad, en épocas de alta demanda esta capacidad es rebasada, por lo que advierte sea rebasada permanentemente en unos años, se requiere por tanto la ampliación de la PTAP.

Será ampliada hasta una capacidad de 600,00 l/s pudiendo ser aplicada en una fase o en dos, esta segunda opción se prevé hacerla en la primera fase con una capacidad de 400 l/s, y ampliando con un módulo de 200 l/s adicionales.

En forma similar, a un plazo mediano se ha previsto la ejecución de la PTAP Ovejuyo, pre diseñado para tratar agua cruda con una capacidad de 200 l/s.

#### 6.1.1.2. Redes de distribución

La ampliación de las redes de distribución primaria y secundaria, que integran estas soluciones propuestas, son las que se consideran sobre la base del diseño hidráulico al año 2036 y 2016 – 2018.

Luego de estudiar varias alternativas, se seleccionó la alternativa que se muestra en la Figura 6.2, donde resaltan los dos sub sistemas o redes Pampahasi Central y Ovejuyo (colores celeste y rosa respectivamente), incluyendo al área del Valle de Mecapaca como área de servicio por traspaso de un importante volumen de agua. Los sistemas mencionados (Pampahasi Central y Ovejuyo) conforman dos redes independientes, pero con puntos de traspaso solidario para casos eventuales.

La longitud total prevista a ampliar hasta el año 2036 alcanza a 179.680,40m de redes primarias y secundarias. La programación de su ejecución contempla los 20 años del periodo de diseño del PMM, dado que la ampliación de redes debe realizarse en forma continua todos los años, no es necesario tender en un periodo corto la longitud total de tuberías mencionada, se ha previsto ejecutar en los 3 periodos o plazos.

#### 6.1.1.3. Conexiones domiciliarias

La ampliación del servicio mediante las conexiones domiciliarias, está contemplada como Conexiones Domiciliarias por Expansión y Densificación, contemplando un número total de 9.155 unidades en las primeras y para densificación 27.919 unidades.

#### 6.1.2. Renovación y mejoramiento

##### 6.1.2.1. Producción de agua

Los componentes que tienen alta prioridad por estar expuestos a amenazas de riesgos de tipo geológico, riesgos inminentes por colapsos estructurales, se contemplan como obras de renovación y mejoramiento, mismas que se desarrollan a continuación.

##### Estación Interceptora de Presión – EIP.

La Estación Interceptora de Presión (también denominada Interruptora), cuya función es romper la energía cinética del agua en un conducto a presión, donde diferencia de elevaciones entre el punto de ingreso y salida del ducto son altas, requieren de esta unidad; esta unidad fue emplazada a 1+700 km de la represa Hampaturi sobre la Aducción Hampaturi – PTAP Pampahasi.

Esta unidad básicamente es un estanque de hormigón armado, que consta de paneles o placas en las que se supone, según el informe del Especialista del PMM, su diseño y construcción fueron inadecuados, dado que se ha omitido la colocación de armadura de corte; el estanque de sección cuadrada ha colapsado estructuralmente, y está expuesta a la inestabilidad del suelo alterado por las fugas de agua de la estructura, que pone en peligro su estabilidad y su vulnerabilidad es extrema.

El riesgo de esperar que ocurra una falla mayor, supondría disminuir el margen de falla en esta estructura, pues su acción significaría el colapso del sistema ya que las aguas recibidas en la EIP son de Hampaturi, principal abastecedor de agua para la planta de Pampahasi y la red de distribución del mismo nombre. Por las razones expuestas este componente fue clasificado de Alta Prioridad, para ser parte de los estudios de identificación del Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento La Paz – El Alto y las propuestas que se desarrollan.

Se prevé una nueva estructura de hormigón armado, correctamente diseñada tanto estructural como hidráulica, sobre bases y recomendaciones de un nuevo y a mayor detalle Estudio Geológico – Geotécnico, que confirme los estudios realizados en el Estudio de Identificación.

El sitio de emplazamiento fue recomendado por el Especialista; el PMM ha desarrollado el pre diseño estructural de un estanque de similares dimensiones a la actual; estimándose luego los costos que se muestran en la tabla Plan de Inversiones.

##### 6.1.2.2. Redes de agua

##### a) Conducciones de gran diámetro.

Los componentes del sistema Pampahasi, como la Conducción Pampahasi – Ovejuyo y Pampahasi – Calacoto (denominadas por el PMM como Primera Línea y Segunda Línea respectivamente), ambas líneas forman el también denominado Circuito Principal de la red de distribución Pampahasi; también son elementos vulnerables expuestos a las amenazas de factores de alto riesgo, principalmente por estar emplazados en zonas de riesgo geológico o pasan por algunos sectores geológicamente inestables.

La línea primera de FFD, 600mm a 400mm de diámetro, que sale desde la planta, atravesando Villa Litoral, San Isidro hasta Alto Obrajes tiene como posible amenaza su desestabilización en la zona de San Isidro Bajo.

La línea segunda de acero y de 700mm, también sale de la PTAP Pampahasi, atraviesa el sector o los sectores aledaños al mega deslizamiento (Callapa) ocurrido el 2011, que destruyó una sección de esta línea; para restaurar el servicio el sector dañado fue reemplazado por una tubería de 400mm de acero, la pérdida de carga en esta sección es considerable, hecho que repercute en la distribución a las zonas altas donde el servicio es solamente en horas nocturnas.

#### b) Redes de distribución

La renovación de redes, es parte del Programa de Reducción de Agua No Facturada (ANFa), se debe a la presencia de tuberías de fierro galvanizado en malas condiciones debido a su edad y de tuberías de asbesto cemento (no recomendadas por organizaciones de salud), estas condiciones ocasionan los niveles de pérdidas o agua no facturada, requieren de acciones de renovación de tuberías, incluye también la renovación de redes que se encuentran en estado de insuficiencia hidráulica.

Se ha previsto hasta el año 2036, renovar una longitud de 192.596m de tuberías, 14.206m en redes primarias y 178.380m en redes secundarias. En forma similar a las ampliaciones, la renovación de redes se ha programado a lo largo del periodo de diseño del PMM.

##### 6.1.2.3. Conexiones domiciliarias

Las conexiones domiciliarias que deben ser renovadas se refieren a las conexiones que actualmente se encuentran en redes de distribución a ser renovadas, generalmente las nuevas redes se instalan aledañas a las actuales, sin embargo los puntos de las acometidas deben ser cambiadas a las nuevas tuberías, esto significa instalar una nueva abrazadera o derivación y reemplazo de algunas piezas no recuperables, sin embargo se reutilizan los medidores, las cajas y piezas nuevas, por esta razón se considera en el ítem respectivo, las piezas nuevas. El total de unidades consideradas a ser renovadas son 14.576 unidades.

Como parte del Programa de Reducción de Agua No Facturada (ANFa), otro componente que se considera necesario a fin de reducir los niveles de agua no facturada, es la Renovación o Cambio de Medidores, resultado de las recomendaciones del Estudio de “Informe de Agua No Facturada en EPSAS – 2013”, el Sistema Pampahasi cuenta en su parque de medidores en servicio 50.820 unidades (2011) y con 53.044 al año 2013. Los medidores con más de 7 años de antigüedad son 43.784 unidades, es decir aquellos instalados hasta el año 2006, deben ser cambiados o reemplazados por nuevas unidades, como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 6.1. Medidores a ser renovados – Sistema Pampahasi

Medidores: Pampahasi	Rango de edad					Total
	< 1983	1984-1993	1994-1998	1999-2006	2007-2013	
Cantidad	9.686	11.461	8.936	13.701	9.260	53.044
Acumulado	9.686	21.147	30.083	43.784	53.044	53.044
Porcentaje	18,26%	21,61%	16,85%	25,83%	17,46%	100,00%

Fuente: Elaboración Propia

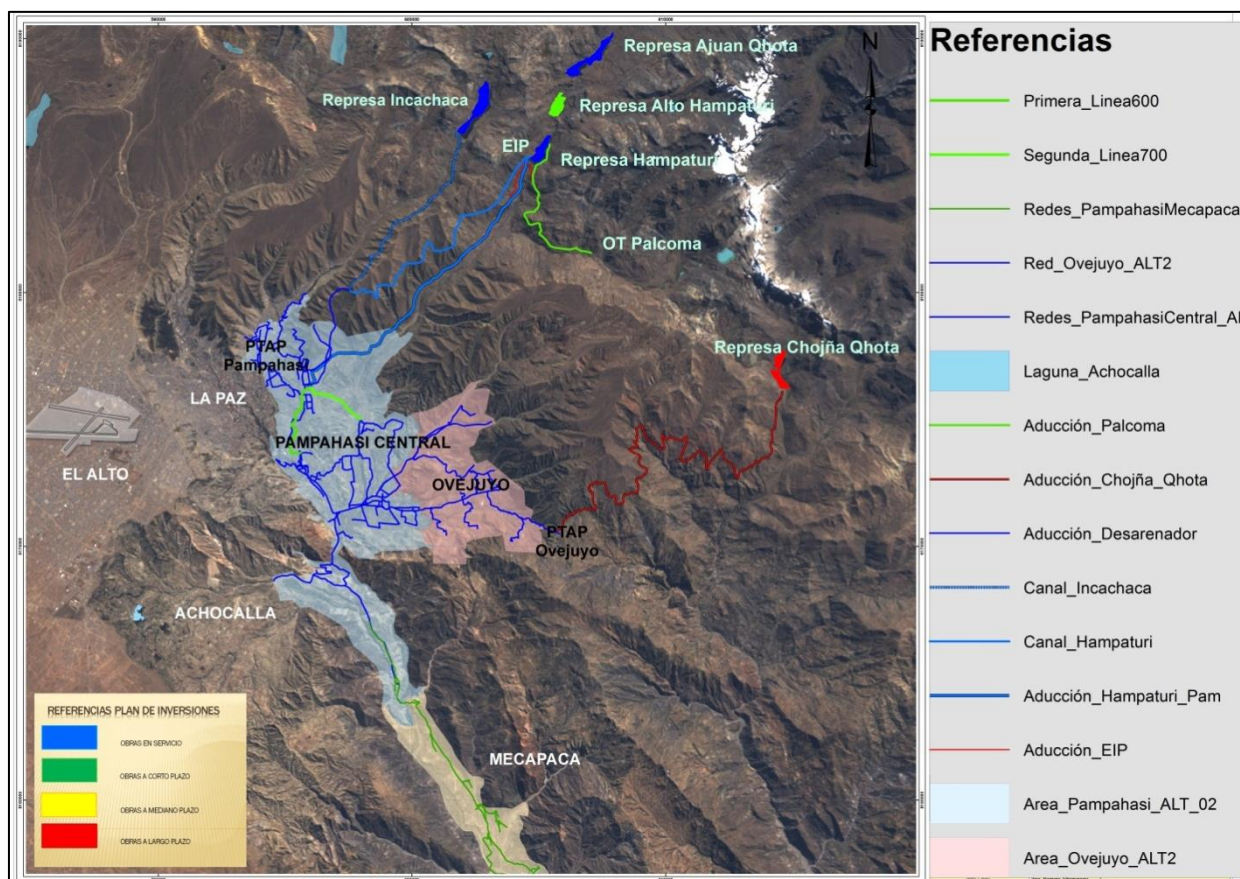
Por todo lo expuesto, el Sistema Pampahasi que tiene la particularidad de atender a una determinada área de servicio, que actualmente opera con regularidad, está expuesto a riesgos y en los próximos años algunos de sus componentes serán rebasados en su capacidad; la serie de acciones y ejecución de obras descritas líneas arriba y que se requieren para afrontar la demanda futura, pertenecen a una misma estructura de servicio, por esta razón, se ha compilado en la presente propuesta, tanto el Estudio de Identificación N° 1 con las obras priorizadas de corto plazo y las obras de mediano y largo plazo, como muestra la tabla siguiente como Inversiones de Infraestructura.

La Figura 6.2 nos muestra un panorama general al año 2036 del sistema Pampahasi, la misma muestra la configuración de las obras según una escala de implementación de las inversiones, como se muestra:



- Color celeste; obras en servicio actual;
- Color verde; obras a ejecutarse a corto plazo;
- Color amarillo; obras a implementarse a mediano plazo; y
- Color rojo; representan las obras que serán ejecutadas a largo plazo.

Figura 6.2. Escenario Sistema Pampahasi al 2036



Fuente: Elaboración propia

## 6.2. SOLUCIONES PROPUESTAS SISTEMA DE AGUA POTABLE ACHACHICALA

### 6.2.1. Ampliación de los servicios

#### 6.2.1.1. Producción de agua

##### a) Fuentes y almacenamiento

A corto plazo, se ha programado la ejecución e implementación de las obras de la nueva represa Janco Qhota, mejorando y ampliando la capacidad de almacenamiento de la actual laguna del mismo nombre, hasta 4,90 hm<sup>3</sup>. Sin embargo estas inversiones están ya comprometidas por parte del Operador, dado que ha encargado la elaboración del diseño final, razón por la cual no se incluye en la presente propuesta.

Para mediados o finales del periodo de corto plazo, se ha previsto la ejecución de la Ampliación y Mejoramiento de la Obra de Captación Choqueyapu, en actual servicio, emplazando una nueva estructura en el mismo sitio; la estructura será de hormigón y mampostería de piedra en el azud y de hormigón armado para los muros laterales. La obra de toma que capta aguas de río Choqueyapu data

de los años 40 y si bien opera satisfactoriamente, se ve deteriorada en sus instalaciones; más aún cuando absorbe agua con gran cantidad de contaminación biológica. Tiene una prioridad de corto a mediano plazo.

A largo plazo, está contemplado el aprovechamiento de las aguas de la cuenca Choqueyapu, donde se emplazará la nueva represa Caluyo, con capacidad de 8,90 hm<sup>3</sup>. Esta represa será apoyada por el Trasvase desde la cuenca Chacaltaya, cuyas aguas serán captadas mediante una obra de toma.

#### b) Aducciones

Una obra a encarar y ejecutar es la conducción Milluni – PTAP Achachicala, actualmente es un canal de tierra, revestido con un empedrado y algunos sectores con geomembrana, en este componente se producen las mayores pérdidas de agua por infiltración, desvíos y rebalses, el Operador tiene programado y con financiamiento comprometido, el tendido de una tubería de 900mm de FFD o HDP para el primer tramo Represa Milluni – Forebay; para el siguiente tramo Foerbay – PTAP Achachicala, se reemplazará la actual línea denominada Penstock, por una tubería de FFD del mismo diámetro 800mm.

#### c) Planta de tratamiento de agua potable Achachicala.

La Planta de Tratamiento de Agua Potable Achachicala (PTAP Achachicala), trabaja actualmente a media capacidad, aún en épocas de alta demanda esta capacidad es suficiente, por lo que se advierte no sea rebasada en todo el periodo hasta el año 2036, por tanto no se requiere ampliación alguna.

Sin embargo, acorde al diagnóstico y recomendaciones del Especialista del PMM, es necesario implementar una unidad de Tratamiento de Lodos; acorde a estudios realizados con anterioridad la cantidad de lodo generado en el presedimentador varía entre 900 y 1600 m<sup>3</sup>/mes. El presedimentador se lava una vez por mes, para poder evacuar la gran cantidad de barro sedimentado, la operación de vaciado y limpieza comienza a media tarde y dura aproximadamente entre 12 horas, la limpieza es manual y el agua y el barro son descargados al río Choqueyapu. Acá se genera un impacto ambiental sobre el ya maltrecho río Choqueyapu, por lo que es necesaria la implementación del tratamiento y disposición final de los lodos, mediante la unidad que se desarrolla en el Estudio de Identificación N° 2.

En forma similar, a un plazo corto se ha previsto la ejecución de obras de refacción y reparación de la PTAP actual, ocasionadas por la edad de servicio de la planta y las modificaciones realizadas por el Operador, de forma que se optimice el proceso actual de tratamiento.

##### 6.2.1.2. Redes de distribución

La ampliación de las redes de distribución primaria y secundaria, que integran estas propuestas, son las que se consideran sobre la base del diseño hidráulico al año 2036 y 2016 – 2018.

La longitud total prevista a ampliar hasta el año 2036 alcanza a 30.247,60m de redes primarias y secundarias. La programación de su ejecución contempla los 20 años del periodo de diseño del PMM, dado que la ampliación de redes debe realizarse en forma continua todos los años, no es necesario tender en un periodo corto la longitud total de tuberías mencionada, se ha previsto ejecutar en los 3 periodos o plazos.

#### 6.2.1.3. Conexiones domiciliarias

La ampliación del servicio mediante las conexiones domiciliarias, está contemplada como Conexiones Domiciliarias por Expansión y Densificación, contemplando un número total de 1.852 unidades en las primeras y para densificación 3.995 unidades, en total 5.848 conexiones.

#### 6.2.2. Renovación y mejoramiento

Los componentes que tienen alta prioridad para ser renovados, por haber sobrepasado su periodo de vida útil, como son las redes de distribución, equipos y medidores, todos están exponen el sistema a amenazas de riesgos de sifonamientos en general debido a las fugas cada vez más frecuentes; componentes que se desarrollan a continuación.

##### 6.2.2.1. Producción de agua potable

###### Fuentes y almacenamiento

Como renovación y mejoramiento, no se contempla acciones inmediatas.

##### 6.2.2.2. Redes de distribución

La renovación de redes, es parte del Programa de Reducción de Agua No Facturada (ANFa), se debe a la presencia de tuberías de fierro galvanizado en malas condiciones debido a su edad y de tuberías de asbesto cemento (no recomendadas por organizaciones de salud), estas condiciones ocasionan los niveles de pérdidas o agua no facturada, requieren de acciones de renovación de tuberías, incluye también la renovación de redes que se encuentran en estado de insuficiencia hidráulica.

El problema principal es que una buena parte de la infraestructura ha sobrepasado su vida útil y debe ser renovada. Las pérdidas por agua no facturada en la red de distribución Achachicala, llegan a más del 31%, los que significa que para disminuir estos niveles y recuperar el agua perdida; las redes presentan grandes problemas de fugas constantes que se reflejan en el Sistema de Atención a Reclamos (SAR) del operador. En la fase de Inventario y Diagnóstico se pudo codificar la información recopilada por este sistema de información y se verificó que la mayor parte de los problemas en redes se dan con tuberías de Fierro Galvanizado no sólo en Achachicala sino en general en los otros sistemas de agua, por tanto, es necesario la renovación de las tuberías, iniciando con aquellas de mayor tiempo de servicio, las tuberías de fierro galvanizado y los tramos que deben ser abandonados. La renovación de redes y medidores, son una de las tareas a ejecutar a corto plazo.

Se ha previsto hasta el año 2036, renovar una longitud de 53.882m de tuberías, 6.625m en redes primarias y 47.257m en redes secundarias. En forma similar a las ampliaciones, la renovación de redes se ha programado a lo largo del periodo de diseño del PMM, en detalle se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 6.2. Renovación de tuberías – Sistema Achachicala

Material	2016 - 2023	2023 - 2029	2029 - 2036	Total	Anual
Total FG	14.280,70	12.240,60	14.280,70	40.802,01	2.040,10
	35,00%	30,00%	35,00%	100,00%	5,00%
AC	355,57			355,57	355,57
	100,00%			22,93%	100,00%
PVC J RIGIDA	3.841,07	3.292,35	3.841,07	10.974,50	548,72
	35,00%	30,00%	35,00%	100,00%	5,00%
PVC por IH	812,00			812,00	812,00
FF por IH	145,00			145,00	145,00
FFD por IH	793,00			793,00	793,00

Fuente: Elaboración Propia

#### 6.2.2.3. Conexiones domiciliarias

Las conexiones domiciliarias que deben ser renovadas se refieren a las conexiones que actualmente se encuentran en redes de distribución a ser renovadas, generalmente las nuevas redes se instalan aledañas a las actuales, sin embargo los puntos de las acometidas deben ser cambiadas a las nuevas tuberías, esto significa instalar una nueva abrazadera o derivación y reemplazo de algunas piezas no recuperables, sin embargo se reutilizan los medidores, las cajas y piezas nuevas, por esta razón se considera en el ítem respectivo, las piezas nuevas. El total de unidades consideradas a ser renovadas son 6.339 unidades.

Como parte del Programa de Reducción de Agua No Facturada (ANFa), otro componente que se considera necesario a fin de reducir los niveles de agua no facturada, es la Renovación o Cambio de Medidores, resultado de las recomendaciones del Estudio de “Informe de Agua No Facturada en EPSAS – 2013”, el Sistema Achachicala cuenta en su parque de medidores en servicio 29.498 unidades (2011) y con 29.772 al año 2013. Los medidores con más de 7 años de antigüedad son 27.745 unidades (93% del parque hasta el año 2011), cifra bastante representativa de la situación, es decir aquellos instalados hasta el año 2006, con prioridad deben ser cambiados o reemplazados por nuevas unidades, como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 6.3. Medidores a ser renovados – Sistema Achachicala

Medidores: Achachicala	Rango de edad					Total
	< 1983	1984-1993	1994-1998	1999-2006	2007-2013	
Cantidad	14.205	6.084	2.863	4.593	2.027	29.772
Acumulado	14.205	20.289	23.152	27.745	29.772	29.772
Porcentaje	47,71%	20,44%	9,62%	15,43%	6,81%	100,00%

Fuente: Elaboración Propia

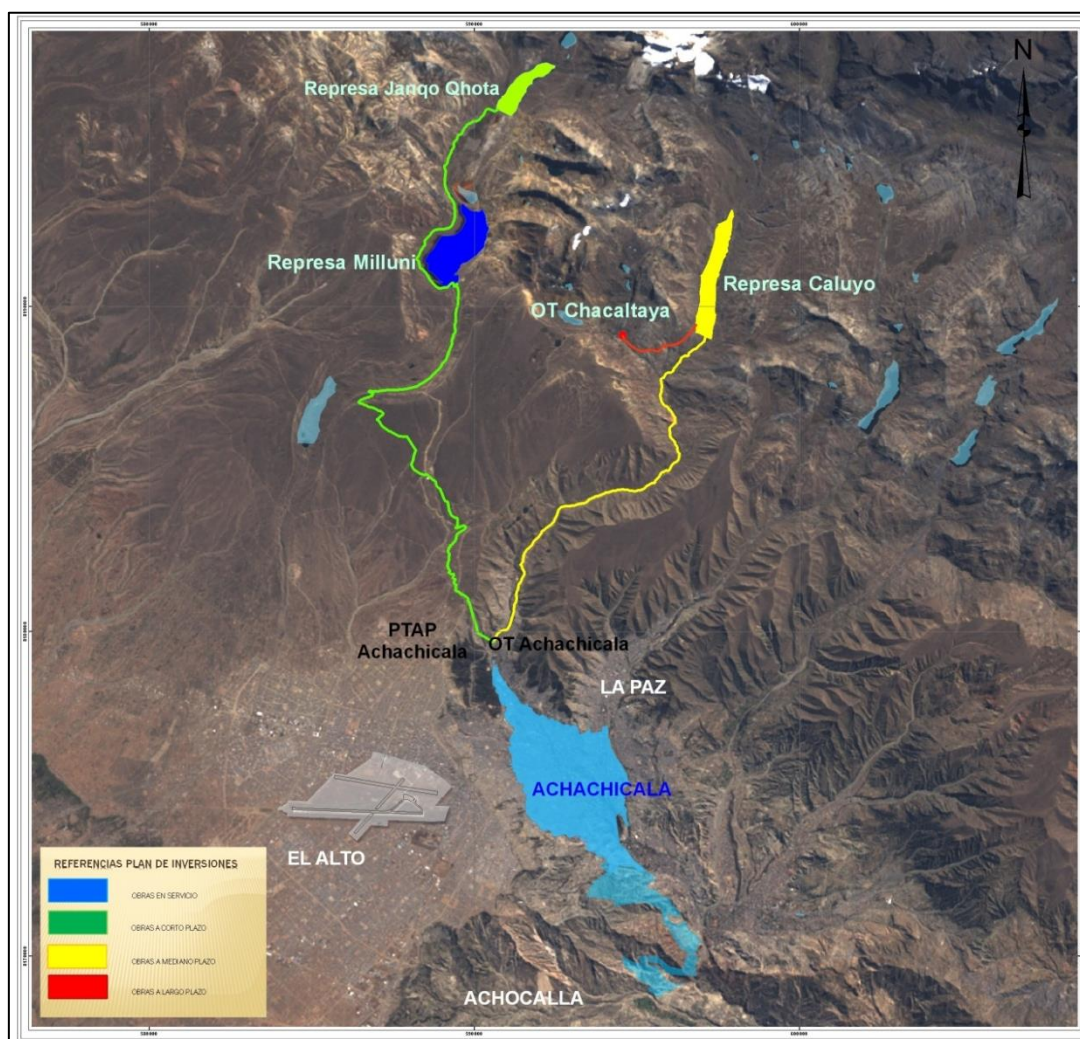
#### 6.2.2.4. Equipamiento

La renovación del equipamiento contempla reemplazar los equipos que ya cumplieron su vida útil, con prioridad aquellos equipos que han sobrepasado los tiempos recomendados por los fabricantes o proveedores. El detalle los equipos a renovar; está previsto además que esta renovación debe ser periódica, según se cumpla el periodo de vida útil de cada equipo, aspecto incorporado en el Programa de Inversiones del Capítulo 8, inciso 8.2 del Informe Final.

La Figura 6.3 nos muestra un panorama general al año 2036 del sistema Achachicala, la misma muestra la configuración de las obras según una escala de implementación, como se muestra:

- Color celeste; obras en servicio actual;
- Color verde; obras a ejecutarse a corto plazo;
- Color amarillo; obras a implementarse a mediano plazo; y
- Color rojo; representan las obras que serán ejecutadas a largo plazo.

Figura 6.3. Escenario Sistema Achachicala al 2036



Fuente: Elaboración propia

### 6.3. SOLUCIONES PROPUESTAS SISTEMA DE AGUA POTABLE EL ALTO

#### 6.3.1. Ampliación de los servicios

##### 6.3.1.1. Producción de agua

##### a) Fuentes y almacenamiento

Para cubrir el déficit de agua que puede incrementarse más aún, el Ministerio de Medio Ambiente y Agua está implementando en su fase de TESA, el Proyecto Multipropósito de Recursos Hídricos La Paz – El Alto, cuyo objetivo general es “contribuir al mejoramiento del nivel de vida de los pobladores de las ciudades de El Alto, La Paz, Viacha, Achacachi y Laja, de los habitantes de las cuencas de aporte al proyecto, de los regantes con estas cuencas y sus áreas de influencia del proyecto, y así incrementar el bienestar económico y social de la zona, mediante la implementación de infraestructura de captación, regulación, almacenamiento y transporte de agua para consumo humano y riego que permita incrementar la producción agrícola y la productividad en el marco de un enfoque de cuenca con planes de manejo integral de cuencas, considerando vulnerabilidad y cambio climático”. Las inversiones están comprometidas, por tanto se consignan en el Plan de Inversiones como Proyectos con Financiamiento Comprometido, no son parte del Estudio de Identificación N° 3.

Integrando el componente de agua potable, a corto plazo, se ha programado la ejecución e implementación de las obras como:

- Mejoramiento y ampliación Represa Qhotia Qhota, como nueva presa de regulación y almacenamiento, capta aguas de la cuenca Jacha Jahuira, ampliando la capacidad de almacenamiento hasta 8,80 hm<sup>3</sup>. Incluye la obra de toma y distribuidor principal.
- Ampliación Represa de regulación y almacenamiento Taypi Chaca de la cuenca Qhullucachi, con un volumen útil de almacenamiento 13,30 hm<sup>3</sup>. Incluye la obra de toma y distribuidor principal.
- Aducciones desde la represas Qhotia Qhota y Taypi Chaca hasta la Cámara Linqhu Punqhu, con tuberías de 500mm y 700mm en FFD respectivamente, longitudes de 12.370m y 2.800m; y una aducción principal desde Linqhu hasta la nueva Planta de tratamiento de agua potable San Roque; la línea tiene una capacidad de 1.000 l/s.
- El incluye, una planta de tratamiento denominada San Roque, de tipo convencional, que tiene una capacidad de 1.000 l/s.
- Finalmente, se prevé el tendido de una red principal desde la planta de tratamiento hasta los puntos de interconexión con la red actual.

En forma similar también el MMAyA y EMAGUA, estás implementando el Proyecto Chuquiaguillo, mismo que consta de dos componentes:

- Planta de tratamiento de agua potable Chuquiaguillo; ubicada a 2 km de la tranca Urujara, carretera a los Yungas; planta con capacidad de 300 l/s es de tipo convencional. Las aguas que abastecerán a este sistema provienen de la cuenca Incachaca, donde se almacena y regula en la represa del mismo nombre; represa que actualmente es parte del sistema Pampahasi.
- Red de distribución; tiene por objetivo aliviar la demanda al sistema El Alto y servir a 3 Areas de Extensión localizadas en el Talud Noroeste de la ciudad de La Paz, A1 con 41 barrios, A2 con 40 barrios y A3 con 27 barrios, haciendo un total de 108, emplazados en los Distritos Municipales 12, 13 y 14.

Las obras con inversiones comprometidas, no se incluyen en el Estudio de Identificación N° 3, pero si se consideran en el Plan de Inversiones.

Para mediano plazo (2023 a 2029), se ha previsto la ejecución de las siguientes obras:

- La nueva Represa Qhelluani, localizada aguas debajo de la represa Milluni, con una capacidad de 0,50 hm<sup>3</sup>.
- La aducción Represa Qhelluani a la Planta de tratamiento El Alto, mediante una tubería de 400mm FFD y longitud 11.000,00m.

A largo plazo, está contemplado el aprovechamiento de las aguas de la cuenca Chojlla Jipiña, donde se emplazará la Obra de Toma del mismo nombre, con capacidad media de 350 l/s.

#### b) Aducciones

Como se ha mencionado la aducción a implementar a corto plazo es la Línea Represas Qhotia Qhota y Taypichaca hasta la PTAP San Roque, para transportar 1.000 l/s.

A mediano plazo se debe encarar con la Aducción Represa Qhelluani hasta la actual PTAP El Alto, que debe ser ampliada; la línea mencionada de 8.250m con tubería de FFD y 800mm.

A largo plazo se debe tender la línea de Aducción Obra de Toma Chojlla Jipiña hasta la represa Qhelluani, 6.140m de tubería de 700mm y FFD.

#### c) Plantas de tratamiento de agua potable.

Se ha mencionado que a corto plazo se implementará y se pondrá en operación la nueva Planta de tratamiento de agua potable San Roque (PTAP San Roque), con una capacidad de 1.000 l/s, abastecerá a la nueva red San Roque.

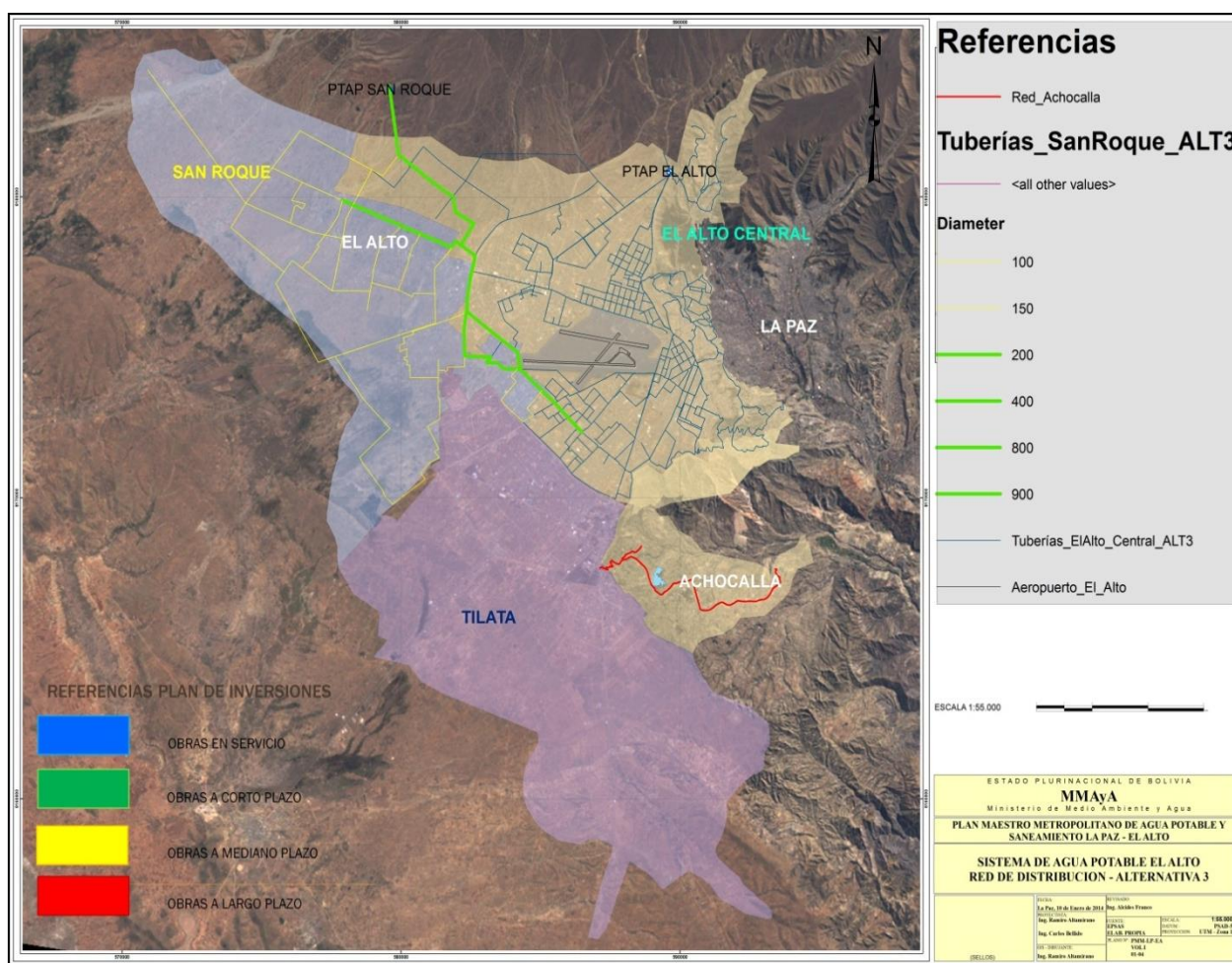
A mediano plazo debe ejecutarse las obras de ampliación de la PTAP El Alto, en la medida que la demanda por crecimiento poblacional lo requiera, la ampliación de la Planta de Tratamiento El Alto y la nueva Planta de tratamiento La Calera, la primera iniciando el año 2023 con un módulo de 200 l/s hasta completar a 500 l/s y la segunda el año 2023 con 200 l/s y el año 2036 con 600 l/s.

#### 6.3.1.2. Redes de distribución

La ampliación de las redes de distribución primaria y secundaria, que integran estas soluciones propuestas, son las que se consideran sobre la base del diseño hidráulico al año 2036 y 2016 – 2018.

Luego de estudiar varias alternativas, se seleccionó la alternativa que se muestra en la Figura 6.4, donde resaltan los dos sub sistemas o redes San Roque y El Alto Central (colores azul y amarillo respectivamente), incluyendo al sistema Tilata como área de servicio por traspaso de un importante volumen de agua. Los sistemas mencionados (San Roque y El Alto Central) conforman dos redes independientes, pero con puntos de traspaso solidario para casos eventuales.

Figura 6.4. Redes de distribución Sistema El Alto al 2036



Fuente: Elaboración propia

La longitud total prevista a ampliar hasta el año 2036 alcanza a 663.675,04m, con 174.126,83m de redes primarias y 489.548,21m en secundarias, en detalle se muestra en la Tabla 6.4. La

programación de su ejecución contempla los 20 años del periodo de diseño del PMM, dado que la ampliación de redes debe realizarse en forma continua todos los años, no es necesario tender en un periodo corto la longitud total de tuberías mencionada, se ha previsto ejecutar en los 3 periodos o plazos.

#### 6.3.1.3. Conexiones domiciliarias

La ampliación del servicio mediante las conexiones domiciliarias, está contemplada como Conexiones Domiciliarias por Expansión y Densificación, contemplando un número total de 24.319 unidades en las primeras y para densificación 108.077 unidades, en total 132.396 conexiones.

Tabla 6.4. Ampliación redes primarias de distribución – Sistema El Alto

Diámetro en mm	Red El Alto Central		Red San Roque	
	PVC	FFD	PVC	FFD
100	17.605,77	0,00	49.654,39	0,00
150	20.445,00	2.751,39	19.961,47	376,29
200	6.589,03	0,00	1.533,90	0,00
250	7.620,18	0,00	1.894,38	0,00
300	7.658,33	0,00	0,00	0,00
350	0,00	3.211,04	0,00	0,00
400	0,00	836,90	0,00	0,00
450	0,00	1.091,63	0,00	0,00
500	0,00	169,15	0,00	476,08
600	0,00	9.231,36	0,00	688,13
700	0,00	2.851,35	0,00	2.359,72
800	0,00	1.951,45	0,00	6.244,22
900	0,00	42,29	0,00	8.861,54
Total parcial	59.918,31	22.158,40	73.044,14	19.005,98
		82.076,71		92.050,12
Total:				174.126,83

Fuente: Elaboración Propia

#### 6.3.2. Renovación y mejoramiento

Los componentes que tienen alta prioridad para ser renovados, por haber sobrepasado su periodo de vida útil, como son las redes de distribución, equipos y medidores, todos están exponen el sistema a amenazas de riesgos de sifonamientos en general debido a las fugas cada vez más frecuentes; componentes que se desarrollan a continuación.

##### 6.3.2.1. Producción de agua potable

###### Aducción.

A largo plazo está previsto la renovación de la actual aducción Represa Tuní – PTAP El Alto, dado el grado de desgaste de la superficie interna y la consiguiente disminución del espesor de las tuberías, sin embargo será necesario un estudio más profundo referido a la medición de espesores, donde la cantidad de puntos medidos será mucho mayor al estudio elaborado por el Operador. Sin embargo para el Plan de Inversiones se ha considerado el costo de las tuberías, que en un futuro deberán ser actualizadas.

##### 6.3.2.2. Redes de distribución.

La renovación de redes, es parte del Programa de Reducción de Agua No Facturada (ANFa), se debe a la presencia de tuberías de fierro galvanizado en malas condiciones debido a su edad y de tuberías

de asbesto cemento (no recomendadas por organizaciones de salud), estas condiciones ocasionan los niveles de pérdidas o agua no facturada, requieren de acciones de renovación de tuberías, incluye también la renovación de redes que se encuentran en estado de insuficiencia hidráulica.

El problema principal es que una buena parte de la infraestructura ha sobrepasado su vida útil y debe ser renovada. Las pérdidas por agua no facturada en la red de distribución El Alto, llegan a más del 31%, los que significa que para disminuir estos niveles y recuperar el agua perdida; las redes presentan grandes problemas de fugas constantes que se reflejan en el Sistema de Atención a Reclamos (SAR) del operador. En la fase de Inventario y Diagnóstico se pudo codificar la información recopilada por este sistema de información y se verificó que la mayor parte de los problemas en redes se dan con tuberías de Fierro Galvanizado no sólo en la ciudad El Alto sino en general en los otros sistemas de agua, por tanto, es necesario la renovación de las tuberías, iniciando con aquellas de mayor tiempo de servicio, las tuberías de fierro galvanizado y los tramos que deben ser abandonados. La renovación de redes y medidores, son una de las tareas a ejecutar a corto plazo.

Se ha previsto hasta el año 2036, renovar una longitud de 419.410,72m de tuberías, 95.826,07m en redes primarias y 323.584,65m en redes secundarias. En forma similar a las ampliaciones, la renovación de redes se ha programado a lo largo del periodo de diseño del PMM, en detalle se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 6.5. Renovación de tuberías – Sistema El Alto

Material	2016 - 2023	2023 - 2029	2029 - 2036	Total	Anual
Total FG	68.415,12	58.641,53	68.415,12	195.471,76	9.773,59
	35,00%	30,00%	35,00%	100,00%	
FG por edad	62.285,71	53.387,75	62.285,71	177.959,17	8.897,96
	35,00%	30,00%	35,00%	100,00%	
AC	1.804,28			1.804,28	90,21
	100,00%			100,00%	
PVC Junta Rígida	77.747,14	66.640,40	77.747,14	222.134,68	11.106,73
	35,00%	30,00%	35,00%	100,00%	

Fuente: Elaboración Propia

### 6.3.2.3. Conexiones domiciliarias

Las conexiones domiciliarias que deben ser renovadas se refieren a las conexiones que actualmente se encuentran en redes de distribución a ser renovadas, generalmente las nuevas redes se instalan aledañas a las actuales, sin embargo los puntos de las acometidas deben ser cambiadas a las nuevas tuberías, esto significa instalar una nueva abrazadera o derivación y reemplazo de algunas piezas no recuperables, sin embargo se reutilizan los medidores, las cajas y piezas nuevas, por esta razón se considera en el ítem respectivo, las piezas nuevas. El total de unidades consideradas a ser renovadas son 34.015 unidades.

Como parte del Programa de Reducción de Agua No Facturada (ANFa), otro componente que se considera necesario a fin de reducir los niveles de agua no facturada, es la Renovación o Cambio de Medidores, resultado de las recomendaciones del Estudio de “Informe de Agua No Facturada en EPSAS – 2013”, el Sistema El Alto cuenta en su parque de medidores en servicio 162.409 unidades (2011) y con 180.910 al año 2013. Los medidores con más de 7 años de antigüedad son 137.896 unidades (76% del parque hasta el año 2011), cifra bastante representativa de la situación, es decir aquellos instalados hasta el año 2006, con prioridad deben ser cambiados o reemplazados por nuevas unidades, como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 6.6. Medidores a ser renovados – Sistema El Alto

Medidores: El Alto	Rango de edad					Total
	< 1983	1984-1993	1994-1998	1999-2006	2007-2013	
Cantidad	2.269	39.588	41.477	54.562	43.014	180.910
Acumulado	2.269	41.857	83.334	137.896	180.910	180.910
Porcentaje	1,25%	21,88%	22,93%	30,16%	23,78%	100,00%

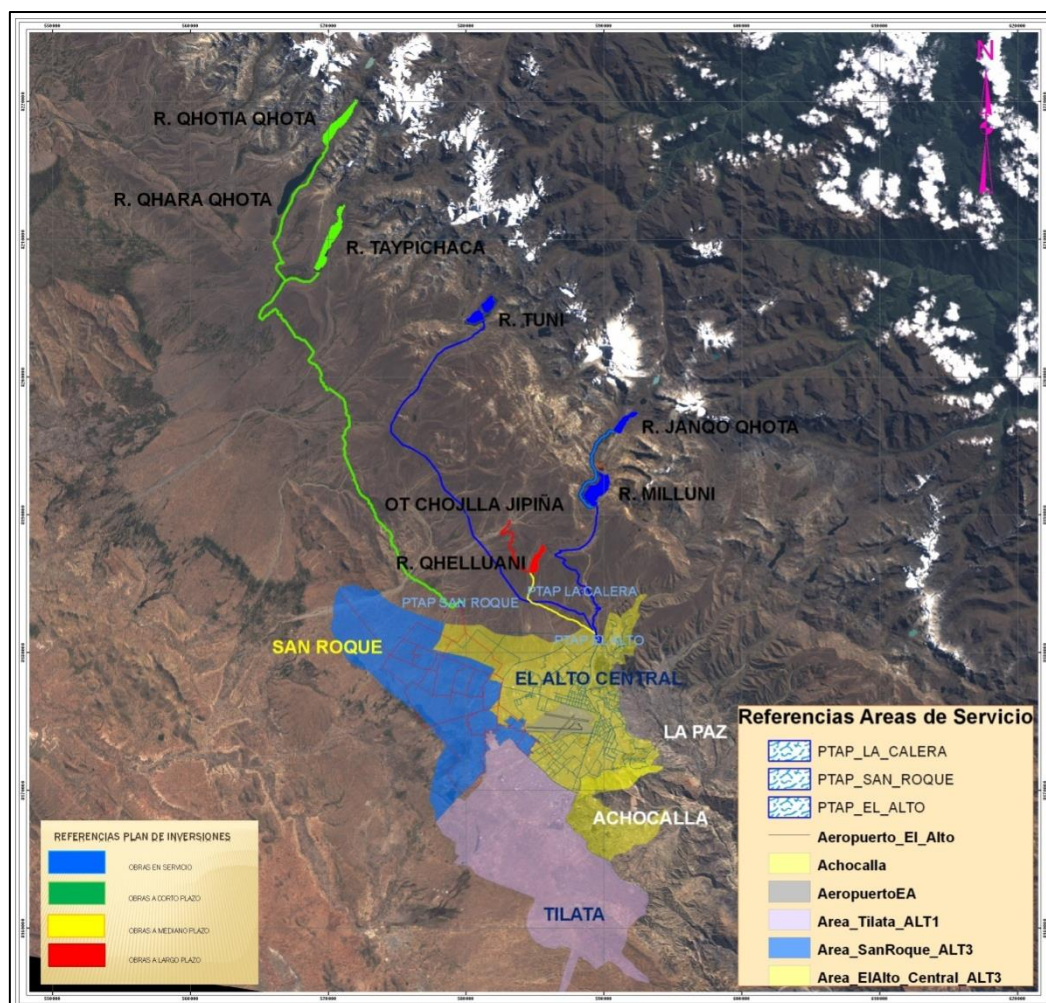
Fuente: Elaboración Propia

#### 6.3.2.4. Equipamiento

La renovación del equipamiento contempla reemplazar los equipos que ya cumplieron su vida útil, con prioridad aquellos equipos que han sobrepasado los tiempos recomendados por los fabricantes o proveedores. El detalle los equipos a renovar; está previsto además que esta renovación debe ser periódica, según se cumpla el periodo de vida útil de cada equipo, aspecto incorporado en el Programa de Inversiones del Capítulo 8, inciso 8.2 del Informe Final.

La Figura 6.5 nos muestra un panorama general al año 2036 del sistema El Alto, la misma muestra la configuración de las obras según una escala de implementación de inversiones, ya descrita en apartados previos.

Figura 6.5. Escenario Sistema El Alto al 2036



Fuente: Elaboración propia

#### 6.4. SOLUCIONES PROPUESTAS SISTEMA DE AGUA POTABLE TILATA

##### 6.4.1. Ampliación de los servicios

###### 6.4.1.1. Producción de agua

###### a) Fuentes y almacenamiento

Integrando el componente de agua potable, a corto plazo el Operador ha programado la ejecución e implementación de las obras como:

- Línea C; explotación de 7 nuevos pozos con una capacidad de producción de 105 l/s; esta obra cuenta con financiamiento comprometido.
- Las fuentes adicionales lo constituyen el Traspaso del Sistema San Roque, un volumen equivalente a la producción actual de la Línea de Pozos A y B, de forma que las fuentes subterráneas sean explotadas en mínima proporción, quedando como fuentes de reserva, si las proyecciones de población y estimaciones de las dotaciones sufrieran considerables crecimientos.

Las obras con inversiones comprometidas, no se incluyen en el Estudio de Identificación N° 3.

Para mediano plazo (2023 a 2029), se ha previsto la ejecución de las siguientes obras:

- Incrementar el traspaso del Sistema San Roque a 333 l/s y luego hasta 500 l/s, asegurando de esta forma el abastecimiento de agua al sistema.

A largo plazo 2029 – 2036, el traspaso se completa a 663 l/s, completando el volumen programado según el balance de demanda vs oferta.

###### b) Aducciones

Las aducciones o conducciones necesarias, serán implementadas a través del Sistema San Roque, mediante la Conducción San Roque – Pacajes.

###### c) Plantas de tratamiento de agua potable.

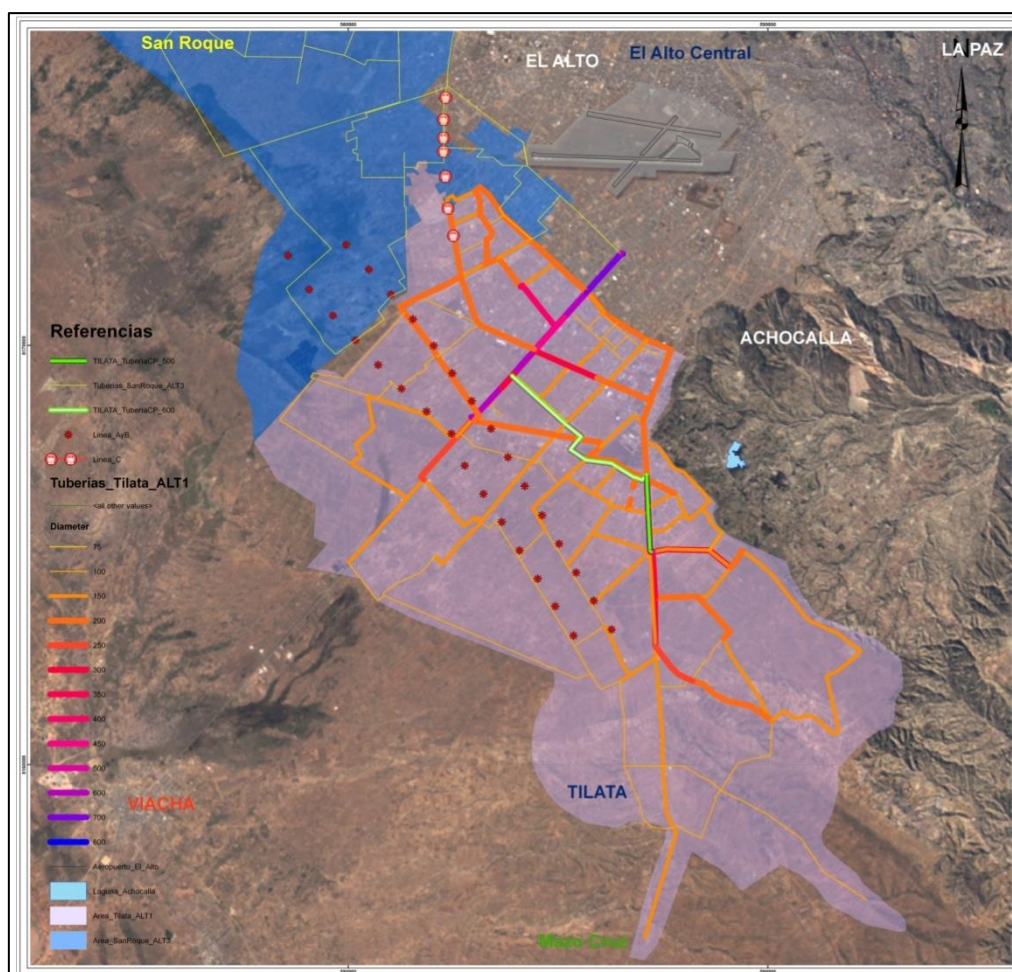
Se ha mencionado que a corto plazo se implementará y se pondrá en operación la nueva Planta de tratamiento de agua potable San Roque (PTAP San Roque), con una capacidad de 1.000 l/s, abastecerá a la nueva red San Roque y traspasará el volumen necesario para cubrir la demanda del Sistema Tilata, por tanto no es necesario ampliar la capacidad de la PTAP Tilata.

###### 6.4.1.2. Redes de distribución

La ampliación de las redes de distribución primaria y secundaria, que integran estas soluciones propuestas, son las que se consideran sobre la base del diseño hidráulico al año 2036 y 2016 – 2018.

Luego de estudiar varias alternativas, se seleccionó la alternativa que se muestra en la Figura 6.6, donde resalta las líneas en color verde, son ramales primarios que deben ser implementados a corto plazo, deberán estar operables cuando el Sistema San Roque entre en servicio.

Figura 6.6. Redes de distribución Sistema Tilata 2036



Fuente: Elaboración propia

La longitud total prevista a ampliar hasta el año 2036 alcanza a 101.899,04m, con 56.327,77m de redes primarias y 45.571,86m en secundarias, en detalle se muestra en la Tabla 6.7. La programación de su ejecución contempla los 20 años del periodo de diseño del PMM, dado que la ampliación de redes debe realizarse en forma continua todos los años, no es necesario tender en un periodo corto la longitud total de tuberías mencionada, se ha previsto ejecutar en los 3 periodos o plazos.

#### 6.4.1.3. Conexiones domiciliarias

La ampliación del servicio mediante las conexiones domiciliarias, está contemplada como Conexiones Domiciliarias por Expansión y Densificación, contemplando un número de 164.223 unidades en las primeras y para densificación 18.370 unidades, en total 182.593 conexiones.

Tabla 6.7. Ampliación redes de distribución – Sistema Tilata

Diámetro en mm	Red Tilata	
	PVC	FFD
100	45.571,86	0,00
150	35.802,46	0,00
200	8.849,95	0,00
250	1.932,20	0,00
300	3.189,87	0,00
500	0,00	1.880,83
600	0,00	4.664,87
<b>Total</b>	<b>95.346,34</b>	<b>6.545,70</b>
		<b>101.892,04</b>

Fuente: Elaboración Propia

#### 6.4.2. Renovación y mejoramiento

##### 6.4.2.1. Producción de agua potable

Los componentes que tienen alta prioridad para ser renovados, por haber sobrepasado su periodo de vida útil, como algunos tramos de las redes de distribución, equipos y medidores, todos están exponen el sistema a amenazas de riesgos de sifonamientos en general debido a las fugas cada vez más frecuentes; componentes que se desarrollan a continuación.

Aducción.

No está previsto renovar las aducciones, que en este caso vienen a ser la Conducción San Roque – Pacajes, porque serán obras de reciente implementación.

Dado que los pozos Líneas A, B y C operarán a mínima capacidad, tampoco se prevé renovar las impulsiones.

##### 6.4.2.2. Redes de distribución.

La renovación de redes, es parte del Programa de Reducción de Agua No Facturada (ANFa), se debe a la presencia de tuberías de fierro galvanizado en malas condiciones debido a su edad y de tuberías de asbesto cemento (no recomendadas por organizaciones de salud), estas condiciones ocasionan los niveles de pérdidas o agua no facturada, requieren de acciones de renovación de tuberías, incluye también la renovación de redes que se encuentran en estado de insuficiencia hidráulica.

El problema principal es que una buena parte de la infraestructura ha sobrepasado su vida útil y debe ser renovada. Las pérdidas por agua no facturada en la red de distribución Tilata, llegan a más del 37%, los que significa que para disminuir estos niveles y recuperar el agua perdida; las redes presentan grandes problemas de fugas constantes que se reflejan en el Sistema de Atención a Reclamos (SAR) del operador. En la fase de Inventario y Diagnóstico se pudo codificar la información recopilada por este sistema de información y se verificó que la mayor parte de los problemas en redes se dan con tuberías de Fierro Galvanizado no sólo en la ciudad El Alto sino en general en los otros sistemas de agua, por tanto, es necesario la renovación de las tuberías, iniciando con aquellas de mayor tiempo de servicio, las tuberías de fierro galvanizado y los tramos que deben ser abandonados. La renovación de redes y medidores, son una de las tareas a ejecutar a corto plazo.

Se ha previsto hasta el año 2036, renovar una longitud de 5.209,39m de tuberías, 219,21m en redes primarias y 4.990,17m en redes secundarias. En forma similar a las ampliaciones, la renovación de redes se ha programado a lo largo del periodo de diseño del PMM, en detalle se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 6.8. Renovación de tuberías – Sistema Tilata

Material	2016 a 2023	Total a renovar	Anual
Total FG	5.071,11	<b>5.071,11</b>	724,44
	100,00%	100,00%	14,29%
AC	137,28	<b>137,28</b>	137,28
	100,00%	100,00%	100,00%

Fuente: Elaboración Propia

#### 6.4.2.3. Conexiones domiciliarias

Las conexiones domiciliarias que deben ser renovadas se refieren a las conexiones que actualmente se encuentran en redes de distribución a ser renovadas, generalmente las nuevas redes se instalan aledañas a las actuales, sin embargo los puntos de las acometidas deben ser cambiadas a las nuevas tuberías, esto significa instalar una nueva abrazadera o derivación y reemplazo de algunas piezas no recuperables, sin embargo se reutilizan los medidores, las cajas y piezas nuevas, por esta razón se considera en el ítem respectivo, las piezas nuevas. El total de unidades consideradas a ser renovadas son 2.162 unidades.

Como parte del Programa de Reducción de Agua No Facturada (ANFa), otro componente que se considera necesario a fin de reducir los niveles de agua no facturada, es la Renovación o Cambio de Medidores, resultado de las recomendaciones del Estudio de “Informe de Agua No Facturada en EPSAS – 2013”, el Sistema Tilata cuenta en su parque de medidores en servicio 62.975 unidades (2011) y con 65.189 al año 2013. Los medidores con más de 7 años de antigüedad son 31.754 unidades (51% del parque hasta el año 2011), cifra bastante representativa de la situación, es decir aquellos instalados hasta el año 2006, con prioridad deben ser cambiados o reemplazados por nuevas unidades, como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 6.9. Medidores a ser renovados – Sistema Tilata

Medidores: Tilata	Rango de edad					Total
	< 1983	1984-1993	1994-1998	1999-2006	2007-2013	
Cantidad	5	1.406	5.883	24.460	33.435	65.189
Acumulado	5	1.411	7.294	31.754	65.189	65.189
Porcentaje	0,01%	2,16%	9,02%	37,52%	51,29%	100,00%

Fuente: Elaboración Propia

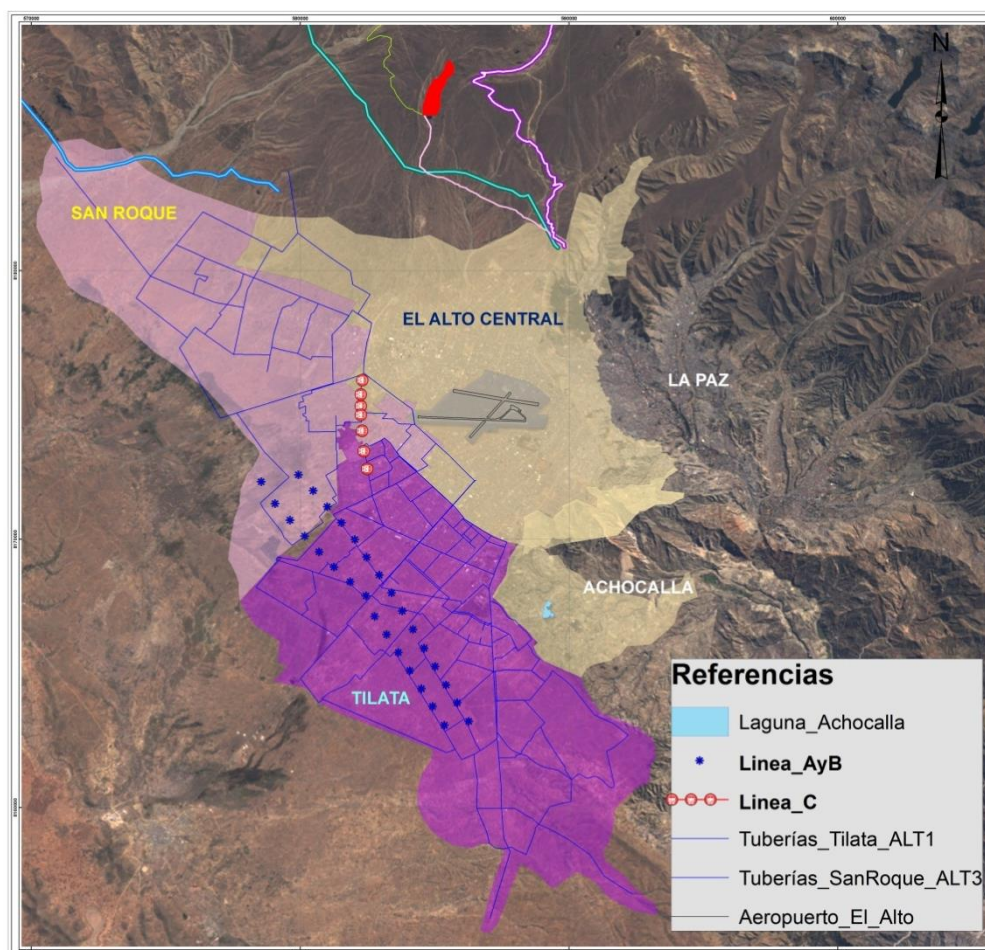
#### 6.4.2.4. Equipamiento

La renovación del equipamiento contempla reemplazar los equipos que ya cumplieron su vida útil, con prioridad aquellos equipos que han sobrepasado los tiempos recomendados por los fabricantes o proveedores. El detalle los equipos a renovar; está previsto además que esta renovación debe ser periódica, según se cumpla el periodo de vida útil de cada equipo, aspecto incorporado en el Programa de Inversiones del Capítulo 8, inciso 8.2 del Informe Final.

Por todo lo expuesto, el Sistema Tilata que tiene la particularidad de atender a una determinada área de servicio, en zonas que pertenecen a varios municipios El Alto, Viacha, Achocalla y Laja, que actualmente opera con problemas de abastecimiento en sus redes de distribución, donde algunos de sus componentes han sido rebasados en su capacidad, requiere de acciones urgentes para paliar esta demanda; la serie de acciones y ejecución de obras descritas líneas arriba y que se requieren para afrontar la demanda futura, pertenecen a una misma estructura de servicio, por esta razón, el PMM ha propuesto estas soluciones, con las obras descritas anteriormente y consignadas como prioritarias a corto plazo, así como las obras de mediano y largo plazo.

La Figura 6.7 nos muestra un panorama general al año 2036 del sistema Tilata, la misma muestra la configuración de las obras según una escala de implementación, ya descrita en apartados previos.

Figura 6.7. Escenario Sistema Tilata al 2036



Fuente: Elaboración propia

#### 6.5. SOLUCIONES PROPUESTAS ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CIUDAD DE LA PAZ.

El Consultor ha definido los siguientes objetivos para la solución de saneamiento para la ciudad de La Paz:

- **OG:** Planificar un sistema de recolección y conducción de todas las aguas residuales generadas en la ciudad para su posterior tratamiento, que resulte en:
  - El aislamiento de las aguas servidas al contacto con la población
  - La disminución de la contaminación de los cauces receptores a niveles aceptables por la sociedad

Por su parte, los objetivos específicos son:

- **OE1:** Identificar las soluciones óptimas técnicas, económicas, sociales y ambientales que aseguren la cobertura de los servicios en relación a las metas del PMM La Paz/El Alto.

- **OE2:** Asegurar el tratamiento primario de todos los efluentes industriales, antes de su descarga a los sistemas de alcantarillado Asegurar el cumplimiento a la RAD 926/2013 (GADLP) de todos los efluentes industriales, antes de su descarga a los sistemas de alcantarillado.
- **OE3:** Cumplir, de forma escalonada y en correlación con la capacidad del Operador, con los parámetros de vertido establecidos en la normativa vigente.
- **OE4:** Realizar una apropiada gestión de lodos
- **OE5:** Promover la valorización de los efluentes y lodos producidos mediante su reutilización para fines agrícolas
- **OE6:** Generar las capacidades suficientes en el Operador para que pueda operar, mantener y monitorear la calidad del servicio de saneamiento.

En base a los objetivos planteados, se han determinado una serie de acciones a corto, mediano y largo plazo, destinadas a cubrir la demanda de servicios de saneamiento para la ciudad.

#### 6.5.1. Ampliación de los servicios

##### 6.5.1.1. Soluciones para la conducción de aguas residuales

Se plantea la construcción de 13 interceptores, 1 emisario y 1 obra de toma para la recolección y transporte de las aguas residuales a la PTAR. Debido al volumen de inversión y obras para la ejecución de esta tarea, se han planteado la construcción de este sistema en 3 etapas: Corto Plazo (2018-2023), Mediano Plazo (2023-2029) y Largo Plazo (2029-2036). La priorización de obras por etapa se realizó mediante la evaluación de áreas de aporte, y, por consiguiente, del costo per cápita necesario para el saneamiento de cada sub-cuenca. A continuación se realiza una descripción del sistema propuesto, y su etapa constructiva, por etapa constructiva propuesta.

#### Obras de Corto Plazo

- A corto plazo, se propone la construcción de:
  - **Interceptor Achachicala:** Para poder mantener la calidad de las aguas del Río Choqueyapu en condiciones aceptables para su tratamiento físico-químico-bacteriológico y posterior inyección al sistema Achachicala (Clase C), será necesario interceptar las descargas directas de la zonas ubicadas aguas arriba de la PTAP y conducir las a través de un colector paralelo al río cuyas aguas descarguen en el tramo embovedado del curso receptor.
  - **Sistema Combinado Centro:** Los aportes sanitarios de la sub-cuenca Choqueyapu (centro histórico de la ciudad) continuarán siendo conducidos a través del sistema combinado existente, dado que:
    - El riesgo a la salud pública se encuentra minimizado, así como las molestias por la propagación de olores y vectores, dado que en todo este trayecto los colectores y canales se encuentran aislados
    - La separación de los colectores unitarios en dos sistemas conlleva una complejidad constructiva y costos asociados que hacen inviable la solución. El número de bóvedas que atraviesan la ciudad (muchas veces por debajo de edificios, zonas comerciales, etc.) no está bien determinado, y aun construyendo interceptores no podrían anularse las miles de descargas directas provenientes de domicilios e industrias.
  - **Obra de Toma:** Los aportes de la sub-cuenca son captados en una Obra de Toma de tipo basculante localizada cerca de la salida del embovedado Choqueyapu, aproximadamente 1000 m por debajo de la Gruta de Lourdes (sitio elegido por el Estudio de Lahmeyer-GITEC-Tecnosan en 1992). Esta Obra de Toma captaría la totalidad de aguas residuales de la cuenca durante la época seca, mientras que tomaría parte del caudal existente durante la época de lluvias. El caudal captado sería conducido a un par de desarenadores, y luego a

través de un emisario hasta la PTAR Mallasa. El diseño ha sido adelantado para un caudal de 985 l/s (aprox. 1000 l/s), de los cuales 425 l/s corresponden a las aguas residuales (2036) y 560 l/s de aguas pluviales en la época de estiaje. En todo caso las compuertas basculantes podrán trabajar en un rango de 300 a 3000 l/s, manteniéndose cerradas para caudales mínimos a fin de garantizar el ingreso de 1000 l/s y abriéndose para caudales superiores, sin alterar el régimen hidráulico del río y evitando la acumulación de sedimentos.

- **Interceptor Següencoma:** El desarrollo de este interceptor alcanza una longitud de 4.23 km. La línea de inicio con la primera cámara en la Av. Mario Mercado parada del micro 132 ,hasta la confluencia con el interceptor Oeste el cual desemboca todo su aporte de dicho interceptor en la cámara Seg-109, en la Av. final Mario Mercado y la Av. Costanera, para finalmente cruzar con una tubería aérea cubierta con neopreno apoyado sobre un puente en celosía metálica por una extensión aproximada de 12 m, para ser interceptado por el emisario en la cámara Emi- 04 de la Av. Costanera entre la Calle 8 de Obrajes. El interceptor Seguencoma debido a su topografía prácticamente puede captar la mayoría de los aportantes del sector incluyendo a los más alejados, por tanto no requiere de sub interceptores. Este interceptor incorpora en todo su desarrollo 110 cámaras de inspección.
- **Interceptor Orkojahuiria:** Los aportes de la sub-cuenca son captados y conducidos al Emisario a través de interceptores y sub-interceptores. El interceptor Orkojahuiria tiene un extensión de 10.5 Km. Esta línea sanitaria se inicia con la primera cámara en la Ruta Nacional 3, zona ChuquiagUILlo (La Paz-Cotapata), finaliza en la Avenida Hernando Siles entre la 5 de Obrajes para poder acoplarse al interceptor Huayllas en la cámara H-121. Por las características topográficas se prevé un sub-interceptor en la zona Villa Copacabana con una longitud de 2,15 Km, el cual captará en su totalidad todas las áreas aportantes de dicho sector. Se analizó la importancia de emplear en una segunda fase colectores primarios, para lograr captar mayor área de aporte, mejorando el rendimiento del sistema. A lo largo del desarrollo de esta línea se ha previsto 221 cámaras de inspección.
- **Interceptor Huayllas:** El interceptor Huayllas tiene con una longitud de 5.50km, la misma se inicia en la Av. Circunvalación entre Calle D con la primera cámara hasta el acople con el interceptor Orkojahuiria en la cámara 121 el cual recibe el aporte principal de dicho interceptor, para la llegada final en la cámara 126 y acople al emisario en la Av. Costanera entre la Calle 6 de Obrajes. Para poder captar más las áreas de aporte, necesariamente requerirá de un sub interceptor, para posteriormente conectarlo al interceptor principal y así evitar que queden sectores sin servicio. Cabe aclarar que en dichas áreas existen conexiones de aguas servidas que desembocan fuera del alcance del colector principal. A lo largo de la línea está previsto construir 122 cámaras de inspección.
- **Interceptor Oeste:** Con una longitud de 9.38 Km., se desarrolla partir de la primera cámara en la Av. Kollasullo entre la Calle Tacna. Este interceptor presenta una contra pendiente de 14 m, en una longitud 665 m. Para vencer la misma se ha previsto una estación de bombeo localizado entre la Av. Buenos Aires y Av. Ricardo Bustamante iniciando en la cámara Oes-70 impulsando hasta la Calle Jose Maria Orcullo, terminado en la cámara Oes-80, para posteriormente unirse al interceptor Seguencoma en la cámara Se-109. Dada su topografía del trazo se presenta el sector Oeste se deberá crearse un sub-interceptor, para mejorar su objetivo y poder así captar más áreas de aporte y posibles aportantes con tendencia de expansión al año 2036. En este tramo se ha previsto la implementación de 216 cámaras de inspección.
- **Estación Elevadora Buenos Aires:** La misma permitirá vencer un desnivel geométrico de 14 m, e incorporarlas aguas arriba al emisario principal para posteriormente ser transportados hasta la Planta de Tratamiento de Mallasa. Para el tramo de impulsión se utilizará una tubería de fierro fundido K9 de 300 mm, con revestimiento de cemento para incrementar la vida útil, el sistema tiene como sección de inicio la Calles Av. Buenos Aires

entre Ricardo Bustamante o la cámara OES-70 impulsando hasta la Calle José María Orcullo, que coincide con la cámara OES-80. El cárcamo de bombeo tiene una sección rectangular, la cual será emplazada entre los límites de la acera de la Av. Buenos Aires y parte del muro de contención sin afectar el área de recreación infantil de dicha zona. La estación elevadora contará con 3 bombas sumergibles eléctricas, que suman una potencia de 13.5 Kw y permitirá impulsar un caudal 40l/s con una eficiencia estimada de 63%.

- **Emisario:** A corto plazo, se propone la construcción de un Emisario que recolecte y conduzca las aguas residuales de la ciudad hasta la PTAR Mallasa. Después de un análisis técnico económico se eligió el trazo del Emisario por la margen izquierda del Río Choqueyapu y Río La Paz. El Emisario se inicia en la Obra de Toma del río Choqueyapu ubicado en la Av. Libertador entre G. Rosasani, cámara CHY-01, captando las aguas residuales de la zona central, en la Av. Costanera entre la Calle 6 de Obrajes EMI-001 intercepta todos los aportes del Interceptor Orjojahuira y Huayllas, en la cámara EMI-004. Asimismo, intercepta el aporte del sistema Oeste y Seguecoma, para posteriormente captar el aporte del Interceptor Roma en la cámara EMI-041 y el Interceptor Costanera en la cámara EMI-045, finalmente podrá captar todos los aportes de la zona Sur en la cámara EMI-050, los cuales son: Interceptor Huayñajahuira, Achumani, Koani, Inrpavi, Jilusaya y Calacoto hasta llegar a la Planta de tratamiento de aguas servidas de Mallasa, cámara EMI-166. La longitud de esta línea alcanza los 10.2 km. En los primeros 5 km de la zona urbana, recibe los interceptores propuestos como estrategia de recolección, que a su vez reciben las aguas residuales de las redes secundarias actuales y futuras, evitando las descargadas y la contaminación de las quebradas y ríos.

#### A mediano plazo

- A mediano plazo se propone la construcción de los siguientes interceptores:
  - **Interceptor Achumani y Jilusaya:** Estos colectores captarán las aguas residuales del sector Nor-Este de la ciudad, desde la Ciudadela Estranguista hasta su confluencia con el Río Inrpavi en la Calle 12 de Calacoto.
  - **Interceptor Inrpavi:** Este colector está previsto para captar las aguas residuales de la cuenca Inrpavi, desde Inrpavi II y Valle de las Flores hasta su confluencia con el Emisario en la Calle 8 de Calacoto.
  - **Interceptor Huayñajahuira:** Este interceptor recolectará las aguas residuales de las zonas Sud-Este de la ciudad, desde Santa Fé, Ovejuyo, hasta el cruce con el Emisario a la altura de la Calle 8 de Calacoto.
- Asimismo, se propone la construcción de los siguientes colectores principales:
  - Interceptor Bella Vista
  - Interceptor Calacoto

#### A largo plazo

- A largo plazo, se propone finalizar el saneamiento del río a través de la construcción de los siguientes interceptores:
  - Interceptor Roma
  - Interceptor Alto Obrajes
  - Interceptor Koani
  - Colector principal Mallasa



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6.10. Colectores de primer orden propuestos, por horizonte de planificación

Plazo	Colector	Area neta	Poblacion	Caudal medio	Infiltracion	Conex. Erradas	Caudal industr.	Caudal rio	Q diseño
		(Ha)	(hab)	(lt/seg)	(lt/seg)	(lt/seg)	(lt/seg)	(lt/seg)	(lt/seg)
Corto	AUTOPISTA	88,32	8.041	8,69	3,923	1,303	-	-	32,13
	CENTRO	1.422	288.502	402,03	71,10	60,30	69,44	560,00	1.431,09
	OESTE	508	204.741	182,47	25,39	27,37	-	-	374,75
	ORKOJA.	880	245.730	360,35	44,01	54,05	26,04	-	740,85
	SEGUENCOMA	82	15.517	22,75	4,11	3,41	-	-	70,40
	HUAYLLAS	120	35.336	51,82	6,02	7,77	0,42	-	138,98
	EMISARIO	8.255	1.007.629	1.319,34	412,74	197,90	95,90	560,00	3.102,65
Mediano	HUAYÑAJ.	844	35.414	51,93	42,18	7,79	-	-	174,97
	IRPAVI	769	29.622	43,44	38,46	6,52	-	-	152,82
	JILLUSAYA	332	29.536	43,31	16,59	6,50	-	-	130,67
	ACHUMANI	690	23.806	34,91	34,50	5,24	-	-	129,69
	BELLAVISTA	108	23.466	34,41	5,40	5,16	-	-	99,45
Largo	KOANI	333	16.274	23,86	16,65	3,58	-	-	85,68
	ROMA	55	10.179	14,93	2,73	2,24	-	-	48,96
	ALTO OBR.	42	8.684	12,73	2,10	1,91	-	-	42,41
	MALLASA	951	16.191	23,74	47,55	3,56	-	-	116,28
	ACHOCALLA	1.119	24.631	16,65	55,95	2,50	-	-	101,10

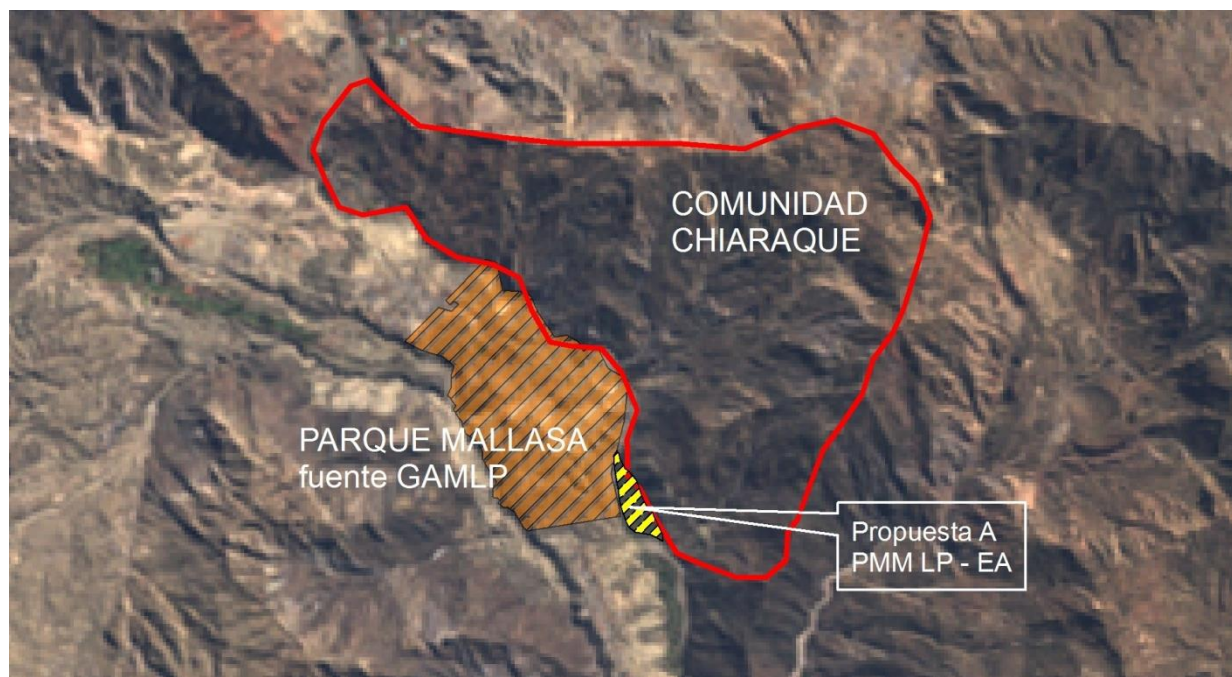
Fuente: Elaboración propia.

#### 6.5.1.2. Soluciones para el tratamiento de las aguas residuales

La PTAR propuesta será construida en 3 fases y al horizonte de proyecto dispondrá de una capacidad de tratamiento para una población total de 1.620.134 habitantes a los cuales corresponde un caudal medio diario en tiempo seco de 165.147 m<sup>3</sup>/día (1.239 l/s) y en tiempo de lluvia de 216.728 m<sup>3</sup>/día (2.508 l/s).

Luego de evaluar varios posibles emplazamientos, el sitio más propicio para implantar la futura PTAR se ubica cerca del ex relleno sanitario de Mallasa, en el lugar denominado Valle de las Flores. El sitio seleccionado tiene como ventaja la disponibilidad de terrenos con la superficie requerida (13 Ha). Asimismo, cuenta con una topografía favorable y una adecuada articulación con el emisario y cuerpo receptor. Por otra parte, su difícil accesibilidad lo hace un terreno poco apto para la urbanización, lo cual también lo mantiene a una distancia aceptable de zonas ya urbanizadas.

Figura 6.9. Ubicación Óptima de la PTAR Mallasa, y detalle de derecho propietario



En la siguiente tabla pueden apreciarse los datos base de dimensionamiento adoptados por el Consultor.

Tabla 6.11. Resumen de datos base de dimensionamiento para la PTAR Mallasa

	UNIDAD	1ª FASE		2ª FASE		3ª FASE	
		2018	2023	2023	2029	2029	2036
POBLACIÓN Y CAUDALES							
Población servida	hab.	671.166	704.127	704.127	872.999	872.999	1.007.629
Caudal medio diario en tempo de lluvia	m³/día	128.366	135.079	135.079	161.332	161.332	216.728
Caudal medio diario en tempo seco	m³/día	118.200	124.012	124.012	146.721	146.721	165.147
	ℓ/s	1.368	1.435	1.435	1.698	1.698	1.911
CONCENTRACIONES DE POLUYENTES para caudal medio diario en tiempo seco							
DBO <sub>5</sub>	mg/ℓ	242	249	249	250	250	256
SST	mg/ℓ	296	317	317	307	307	313
DQO	mg/ℓ	483	499	499	500	500	509
NTK	mg/ℓ	47	50	50	49	49	50
PT	mg/ℓ	8	8	8	8	8	8

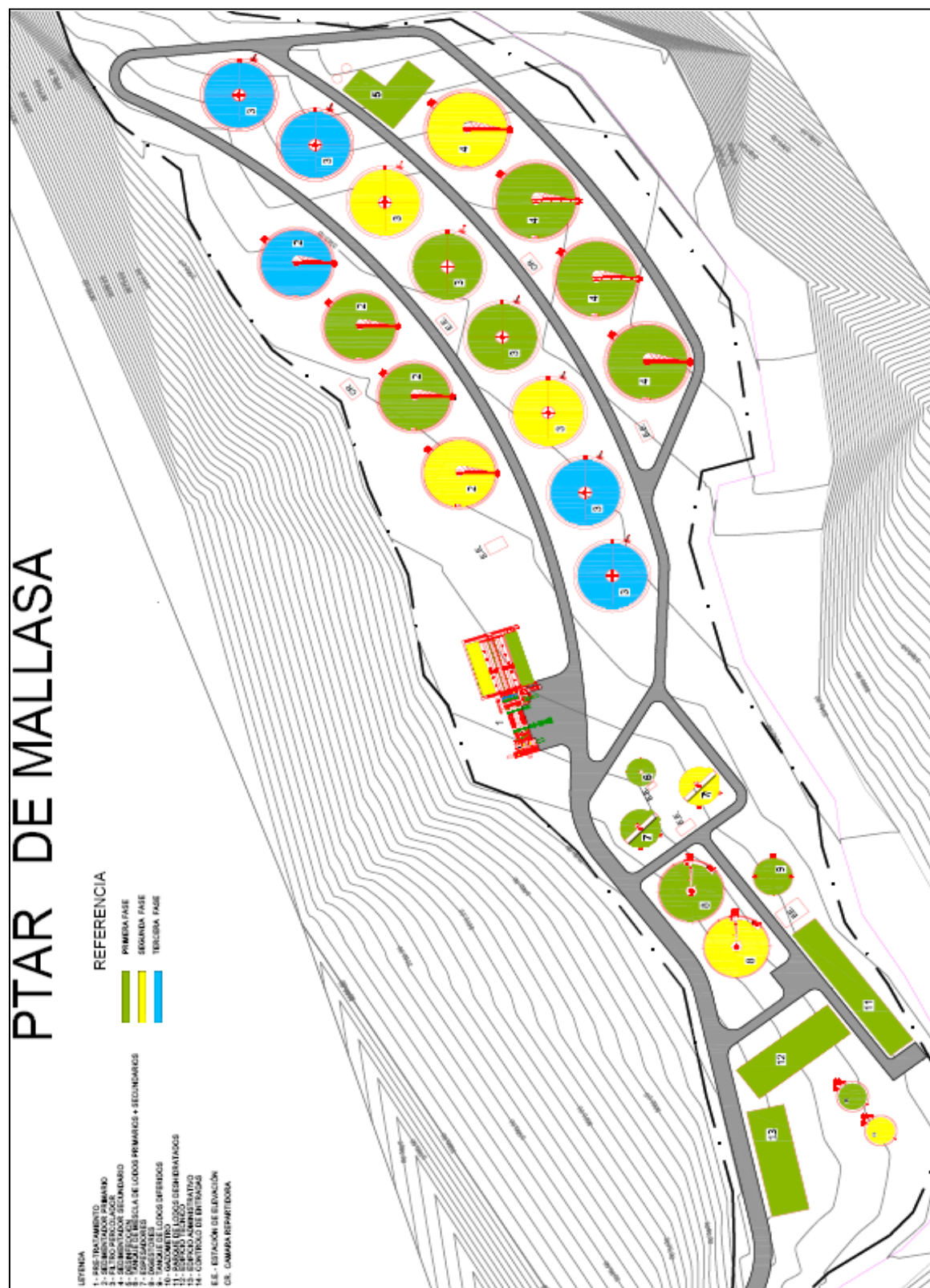
Fuente: Elaboración propia

La solución elegida tiene por base un proceso de tratamiento biológico por filtros percoladores con digestión anaerobia de lodos generados en los tratamientos primario y secundario.

La solución elegida tiene por base un proceso de tratamiento biológico por filtros percoladores con digestión anaerobia de lodos generados en los tratamientos primario y secundario. A continuación, se procederá a detallar cada uno de estos componentes.

Por su parte, el monto consignado para la adquisición de los terrenos alcanza un máximo de USD 7,8 millones.

Figura 6.10. Emplazamiento PTAR Mallasa



Fuente: Elaboración propia.

#### 6.5.1.3. Nuevas conexiones de alcantarillado sanitario

Se ha calculado que hasta el año 2036 se requerirán 94,968 nuevas conexiones de alcantarillado sanitario, tanto de densificación como de expansión. Utilizando un índice de 10 metros / conexión de red para nuevas conexiones, se estima que para cubrir la demanda será necesario ampliar la red de recolección en 664.8 Km adicionales al año 2036, lo que se traduce en una inversión aproximada de:

Tabla 6.12. Presupuesto Nuevas Conexiones, por horizonte de planificación

	CORTO PLAZO	MEDIANO PLAZO	LARGO PLAZO	TOTAL
Número de nuevas conexiones (densificación y expansión)	52.402	28.424	14.142	94.968
Costo nuevas conexiones (USD)	9.474.960	5.139.413	2.557.024	17.171.397
Longitud de red secundaria (m)	366.813	198.967	98.993	664.773
Costo expansión de red secundaria (USD)	4.317.394	2.341.843	1.165.143	7.824.381

Fuente: Elaboración Propia

#### 6.5.2. Renovación y mejoramiento de redes de recolección

En el corto plazo se han identificado tres zonas prioritarias de acción: San Pedro, Bella Vista y San Antonio. Los tramos comprendidos dentro del polígono de cada sector estudiado alcanzan una longitud total de 57 Km, la cual representa un 5,71% de la red completa. El costo total de esta renovación ha sido estimado en 3,48 millones de dólares americanos. Para el largo plazo, el Consultor ha tomado como criterio un incremento gradual del porcentaje de renovaciones, por horizonte de planificación (8% en el mediano plazo, y un 10% en el largo plazo)

Tabla 6.13. Presupuesto renovaciones de colectores secundarios, por horizonte de planificación

	CORTO PLAZO	MEDIANO PLAZO	LARGO PLAZO	TOTAL
Longitud de Red Renovar (m)	56.643	80.000	100.000	236.643
■ Costo por fase (USD)	3.483.002	4.917.294	6.145.441	14.545.736

Fuente: Elaboración Propia

### 6.6. PROPUESTA SANEAMIENTO PARA LA CIUDAD DE EL ALTO.

#### 6.6.1. Ampliación de los servicios

El Consultor ha definido los siguientes objetivos para la solución de saneamiento adoptada para la ciudad de El Alto:

- **OG:** Planificar un sistema de recolección y conducción de todas las aguas residuales generadas en la ciudad para su posterior tratamiento, que resulte en:
  - El aislamiento de las aguas servidas al contacto con la población
  - La disminución de la contaminación de los cauces receptores a niveles aceptables por la sociedad

Por su parte, los objetivos específicos son:

- **OE1:** Identificar las soluciones óptimas técnicas, económicas, sociales y ambientales que aseguren la cobertura de los servicios en relación a las metas del PMM La Paz/El Alto.
- **OE2:** Asegurar el tratamiento primario de todos los efluentes industriales, antes de su descarga a los sistemas de alcantarillado Asegurar el cumplimiento a la RAD 926/2013 (GADLP) de todos los efluentes industriales, antes de su descarga a los sistemas de alcantarillado..

- **OE3:** Cumplir, de forma escalonada y en correlación con la capacidad del Operador, con los parámetros de vertido establecidos en la normativa vigente.
- **OE4:** Realizar una apropiada gestión de lodos
  - **OE5:** Promover la valorización de los efluentes y lodos producidos mediante su reutilización para fines agrícolas
  - **OE6:** Generar las capacidades suficientes en el Operador para que pueda operar, mantener y monitorear la calidad del servicio de saneamiento.

En base a los objetivos planteados, se han determinado una serie de acciones a corto, mediano y largo plazo, destinadas a cubrir la demanda de servicios de saneamiento para la ciudad.

#### 6.6.1.1. Soluciones para la conducción de aguas residuales

La ciudad de El Alto, de acuerdo a sus condiciones topográficas, asentamientos humanos y condiciones actuales del servicio, se ha dividido en tres zonas de descarga, cuya propuesta se encuentra desarrollada a continuación:

- **Zona Norte (Sistema Tacachira)**, constituida por los Distritos 7, 9 y 14, en los cuales EPSAS ya tiene definidos y diseñados varios proyectos para la instalación de colectores principales y secundarios, cuyas aguas residuales serían descargadas por un emisario a la nueva Planta de Tratamiento de Tacachira, actualmente en fase de licitación.

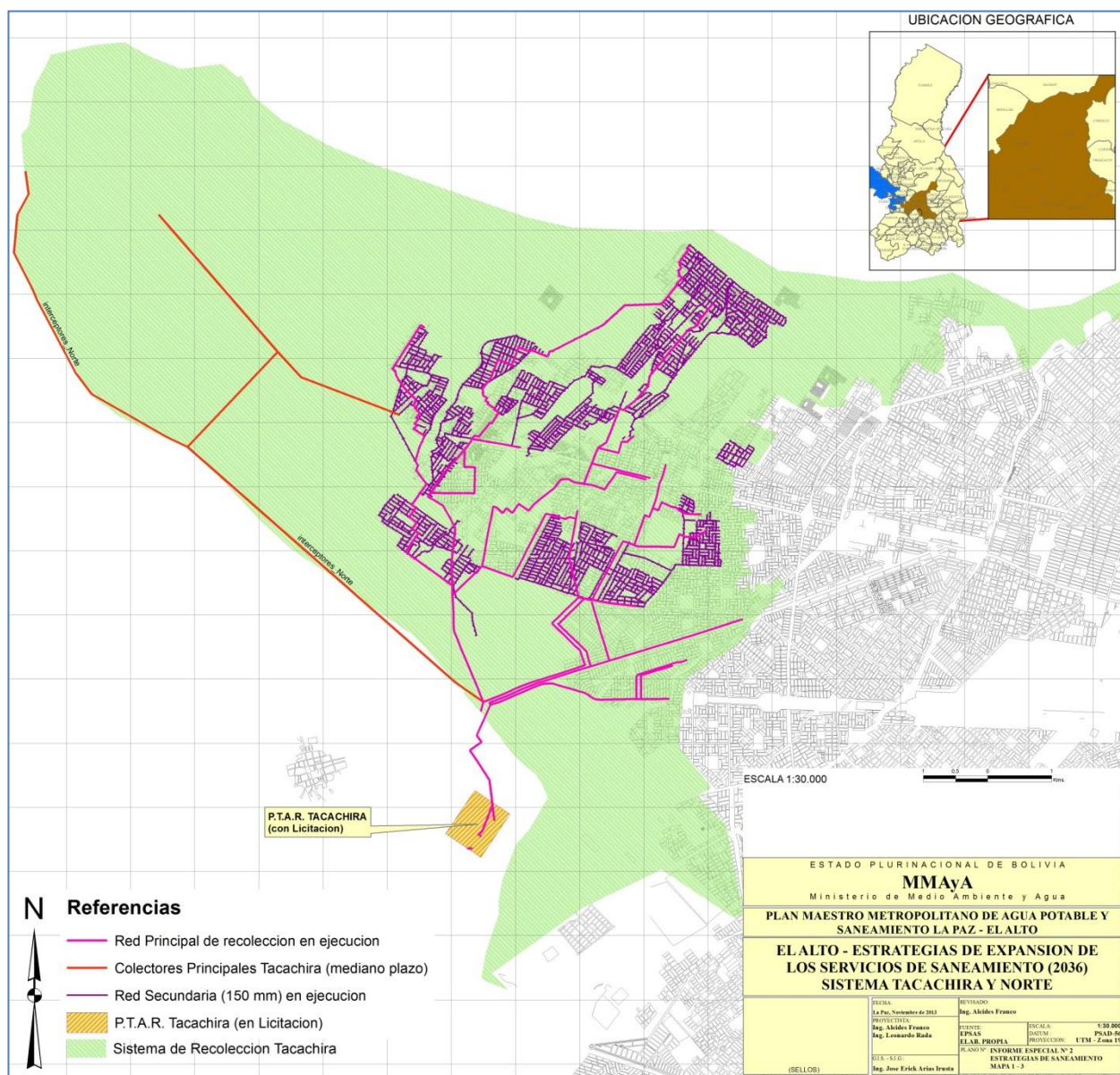
El PMM LP-EA, propone que, a mediano y largo plazo, se instalen interceptores y colectores en los Distritos 14 y 9 principalmente, ante el crecimiento urbano que tienen y tendrían estos Distritos en el futuro. Estos interceptores y colectores descargarán también las aguas residuales recolectadas en la PTAR de Tacachira.

Es necesario hacer notar que, luego del análisis hidráulico de las redes propuestas y de la información proporcionada por EPSAS, el emisario propuesto para conducir las aguas residuales a la PTAR de Tacachira cumple con las condiciones de transporte hasta el año horizonte.

- **Zona Central (Sistema Puchukollo)**, cuyo destino final de sus aguas residuales es la Planta de Tratamiento de Puchukollo en actual funcionamiento. Se toma en cuenta en esta zona parte del Distrito 8 en el cual EPSAS tiene también definidos y diseñados varios proyectos de colectores principales y secundarios, además de redes de recolección, cuyas aguas residuales serán bombeadas a la Planta de Puchukollo. Luego del análisis técnico efectuado por el PMM LP-EA, corresponden obras denominadas de “Reforzamiento”, con la renovación de colectores principales en la ciudad de El Alto, y la construcción de un emisario paralelo al actual que facilite el transporte de las aguas residuales generadas en el sector Norte de El Alto.
- **Zona Sur (Sistema El Alto Sur)**, constituida principalmente por el Distrito 8. Al formar uno de los ejes de expansión principales de El Alto, se consideró la implementación de un interceptor principal cerca al límite sur del Municipio de El Alto, cuyas aguas residuales drenarían por gravedad a una nueva planta depuradora denominada PTAR Sur, la cual deberá construirse en el largo plazo.

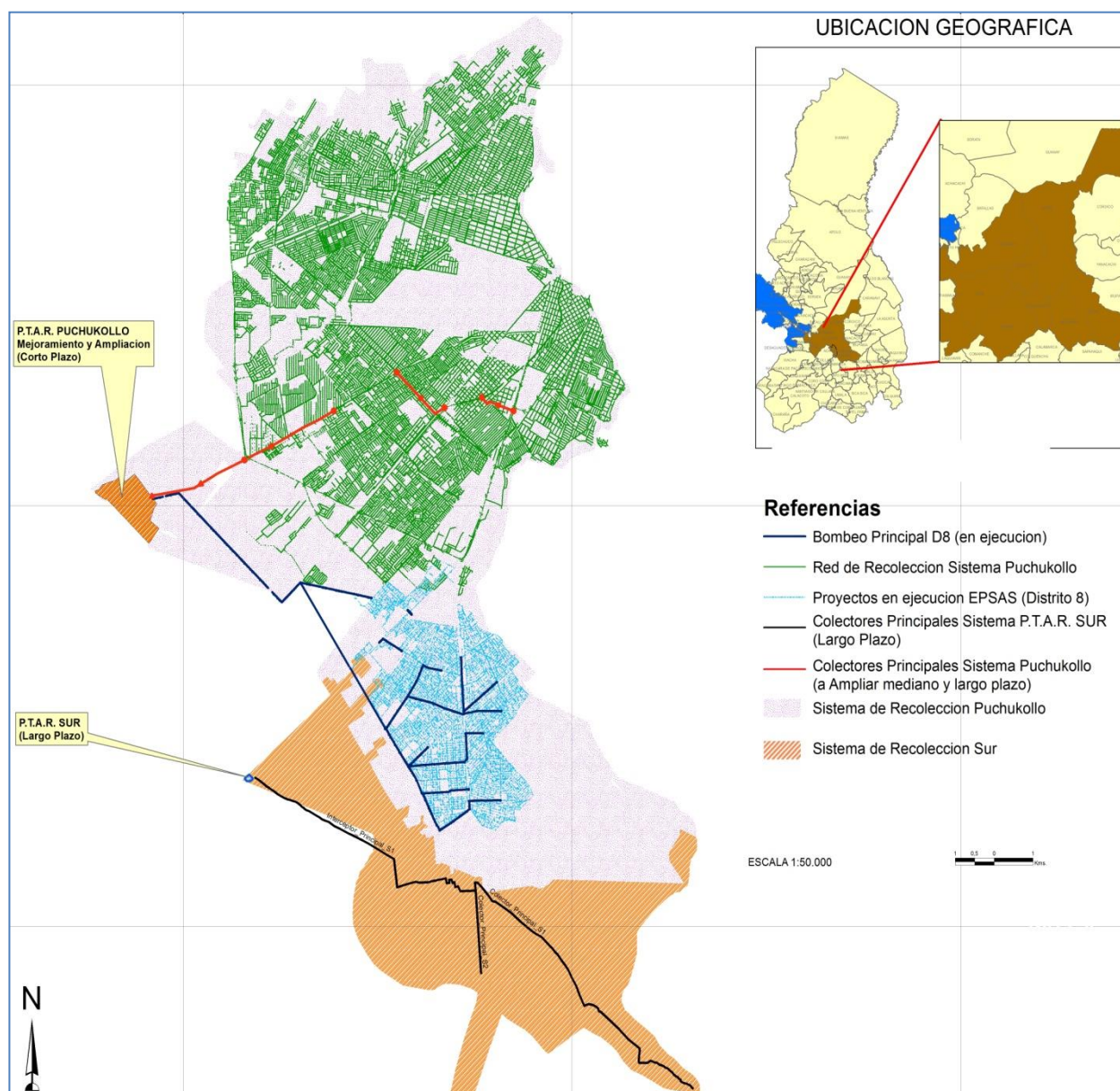
Las zonas al sur de este colector, serán debidamente abastecidas por el mismo, de acuerdo al diseño preliminar y análisis efectuado. Para la viabilización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Sur, propuesta por el PMM LP-EA, el Municipio de El Alto deberá obtener el terreno necesario. La aceptación social de los vecinos (sobretudo aquellos del Distrito 7 de Viacha) será también de vital importancia.

Figura 6.11. Área de descarga y colectores principales, Sistema de recolección Tacachira



Fuente: Elaboración propia

Figura 6.12. Área de descarga y colectores principales, Sistema de recolección Puchukollo y Sud



Fuente: Elaboración Propia

El costo total para la solución de conducción propuesta asciende a USD 1,4 millones.

Tabla 6.14. Presupuesto renovaciones de colectores secundarios, por horizonte de planificación

	CORTO PLAZO	MEDIANO PLAZO	LARGO PLAZO	TOTAL
Construcción de interceptor paralelo al Emisario Puchukollo (USD)	-	1.150.219	-	1.150.219
■ Construcción de Interceptores Sistema de recolección Sur (USD)	-	-	268.733	268.733

Fuente: Elaboración Propia

#### 6.6.1.2. Soluciones para el tratamiento de las aguas residuales

##### a) Planta de Tratamiento Puchukollo

La PTAR será construida en 3 fases y al horizonte de proyecto dispondrá de una capacidad de tratamiento para una población total de 1.620.134 habitantes, a los cuales corresponde un caudal medio diario en tiempo seco de 107.068 m<sup>3</sup>/día (1.239 l/s).

Tabla 6.15. Resumen de datos base de dimensionamiento para la PTAR Puchukollo

	UNIDAD	1ª FASE		2ª FASE		3ª FASE	
		2018	2023	2023	2029	2029	2036
POBLACIÓN Y CAUDALES							
Población servida	hab.	725.131	948.529	948.529	1.325.451	1.325.451	1.620.134
Caudal medio diario en tiempo seco	m³/dia	39.643	54.327	54.327	80.656	80.656	107.068
	ℓ/s	459	629	629	934	934	1.239
Caudal máximo en tiempo de lluvia	m³/dia	98.105	122.343	122.343	164.365	164.365	205.023
CARGAS POLUENTES TOTALES (DOMESTICA + INDUSTRIAL)							
DBO <sub>5</sub>	kg/dia	28.630	36.449	36.449	49.641	49.641	59.955
SST	kg/dia	35.131	45.184	45.184	62.145	62.145	75.406
DQO	kg/dia	57.009	72.647	72.647	99.032	99.032	119.659
NTK	kg/dia	3.151	4.044	4.044	5.552	5.552	6.731
PT	kg/dia	1.043	1.333	1.333	1.823	1.823	2.206

Fuente: Elaboración Propia

La línea de agua se iniciará con la cámara de llegada dotada de un vertedero de caudales excesivos que alimentará el “by-pass” general de la PTAR. Sigue la reja que permitirá la retención de los materiales más gruesos transportados por las aguas residuales afluentes.

El tratamiento preliminar prosigue con una planta de rejillas de limpieza mecánica seguidas de tamices de tambor rotativo. El desbaste de arenas y grasas se realizará en canales rectangulares equipados con un puente desarenador-desgrasador y con un sistema de difusores de aire que facilite la separación de las sustancias oleaginosas y efectúe una pre-aireación de las aguas residuales.

Después del tratamiento preliminar, sigue el tratamiento en lagunas anaerobias. En estas lagunas ingresarán las aguas residuales pre-tratadas y, también, los lodos secundarios provenientes de los sedimentadores secundarios. Así, en las lagunas anaerobias ocurrirá la sedimentación y digestión de lodos primarios y secundarios siendo este proceso responsable por la reducción de DBO<sub>5</sub> que se verifica bien como por la reducción de Coliformes, huevos de Helmintos y huevos de Nematodos.

El tratamiento biológico recibirá las aguas residuales provenientes de las lagunas anaeróbicas y estará constituido por un conjunto de filtros percoladores con material de relleno en plástico. En la fase inicial, los filtros percoladores serán responsables apenas por la remoción de la materia orgánica carbonácea y posteriormente también por la reducción de la materia orgánica nitrogenada (nitrificación).

La recirculación requerida hasta la alimentación de los filtros se efectuará con las aguas residuales efluentes de los filtros. La remoción de los sólidos generados en los filtros percoladores (biomasa) se la hará en los sedimentadores secundarios circulares y equipados con puentes rascadoras.

Los sólidos removidos en los sedimentadores secundarios serán conducidos, mediante bombeo, hasta las lagunas anaeróbicas a fin de que, conjuntamente con los lodos primarios, sean digeridos.

Las aguas residuales efluentes de los sedimentadores secundarios serán conducidas hasta lagunas facultativas en las cuales ocurrirá una remoción adicional de DBO<sub>5</sub>, NH<sub>4</sub>, coliformes, huevos de Helmintos y huevos de Nematodos.

Las aguas residuales efluentes de las lagunas facultativas ingresan en las lagunas de maduración. El efluente de las lagunas de maduración será conducido a una unidad de desinfección mediante cloro gas antes de ser descargado en el cuerpo receptor.

Los lodos de los Sedimentadores Secundarios serán extraídos intermitentemente de las tolvas de cada uno de los sedimentadores secundarios por intermedio de bombas sumergibles instaladas en una estación de elevación siendo conducidos hasta las lagunas anaerobias en las cuales se mesclaran con los lodos primarios donde sufrirán una estabilización por digestión. Las bombas podrán funcionar automáticamente en función del caudal afluente o en régimen temporizado parametrizable.

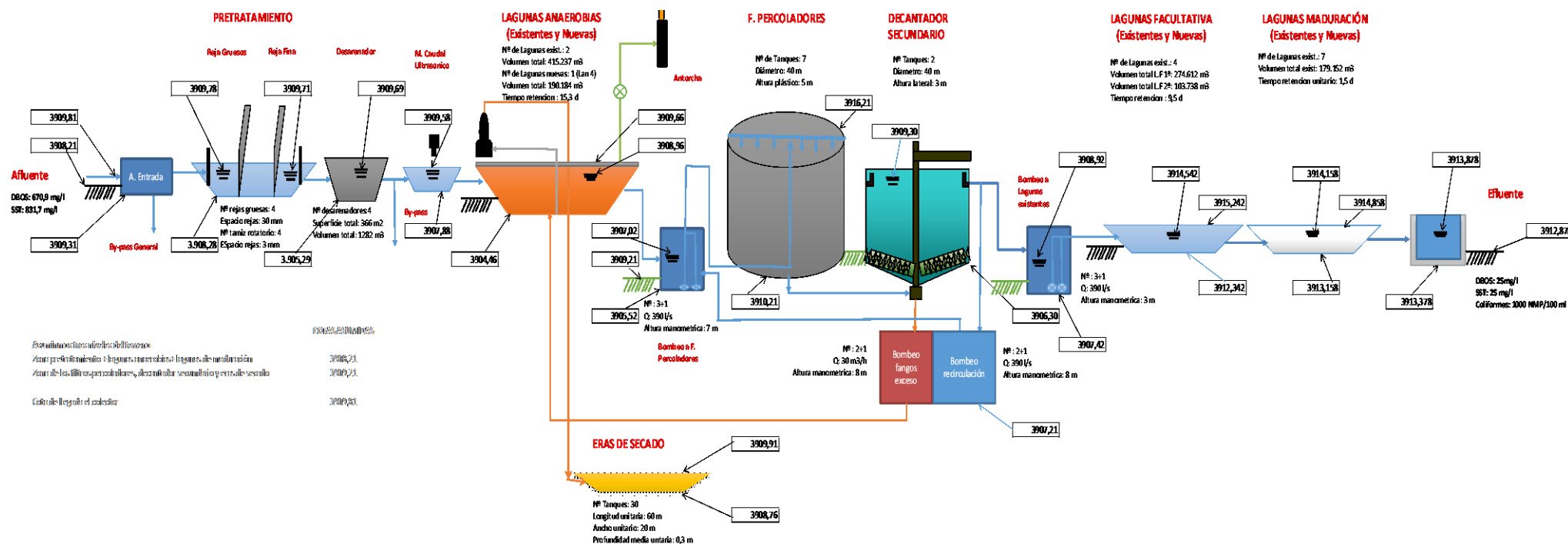
La remoción de lodos digeridos de las lagunas anaeróbicas será hecha mediante la utilización de una draga equipada de flotadores y bomba de succión de los lodos desde el fondo hasta los lechos de secado. Este proceso permite la remoción de lodos sin necesidad de vaciar las lagunas que así se quedarán en servicio.

La Deshidratación de Lodos se realizará en lechos de secado dimensionados para un tiempo de detención mínimo de 30 días. Se previeron 30 lechos con una capacidad unitaria de 320 m<sup>3</sup> correspondiente a una remoción diaria.

En su fase inicial, la planta producirá un promedio de 24 Tnm/día de fangos estabilizados y deshidratados. Esta masa representaría un 6% de los residuos que actualmente ingresan el Relleno Sanitario Villa Ingenio de El Alto (384 Tnm/día) lo cual, a criterio del Consultor, abre un espacio de negociación con el GMAEA para la recepción de este producto, cuyos costos adicionales podrán ser transferidos al usuario ya sea a través de la factura de agua o la de recojo y tratamiento de residuos sólidos. La disposición final de los fangos puede engranar adecuadamente con iniciativas de compostaje que ya se encuentran siendo implementadas por el GMAEA, como la Planta de Compostaje El Alto ubicada en Villa Tunari. La combinación entre las propiedades de los fangos producidos (con un contenido de humedad cercano al 70%, y alto contenido de nitrógeno) con los residuos orgánicos separados por los proyectos mencionados arriba (que cuentan con alto contenido carbonáceo y buenas propiedades aglomerantes) permitirían un buen producto final destinado a fines agrícolas.

El gas generado en las lagunas anaerobias será captado a través de aspiradores conectados a un quemador. La viabilidad de realizar una co-generación deberá ser analizada en la etapa de diseño final, y tendrá en cuenta aspectos tales como el volumen de generación de biogás, costos de inversión, operación y mantenimiento.

Figura 6.13. Esquema de tratamiento propuesto, PTAR Puchukollo



Fuente: Elaboración Propia

Se espera que las obras propuestas en la PTAR permitan contar con concentraciones de DBO en el efluente final que rondan los 39 mg/l. Asimismo, la conceptualización de la PTAR permite reducir el N por nitrificación (en los filtros) y denitrificación (en zona anóxica de las lagunas facultativas) a valores aceptables que rondan los 4 mg/l de N-NH<sub>4</sub> (antes de la mezcla con el cuerpo receptor). El Consultor recomienda que en la fase de diseño final se evalúe la pertinencia de reducir fósforo en el mediano o largo plazo, en función a las concentraciones de salida esperadas y al potencial de reúso de las aguas en la región.

El costo total de la solución planteada asciende a USD 64 Millones cuya inversión se distribuye en 3 etapas constructivas, tal como se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla 6.16. Presupuesto PTAR Puchukollo, por horizonte de planificación

	<b>CORTO PLAZO</b>	<b>MEDIANO PLAZO</b>	<b>LARGO PLAZO</b>	<b>TOTAL</b>
Capacidad instalada tiempo seco (l/s)	629	934	1.239	1.239
Costo por fase (USD)	35.356.675	15.068.517	13.737.202	64.162.394

Fuente: Elaboración Propia

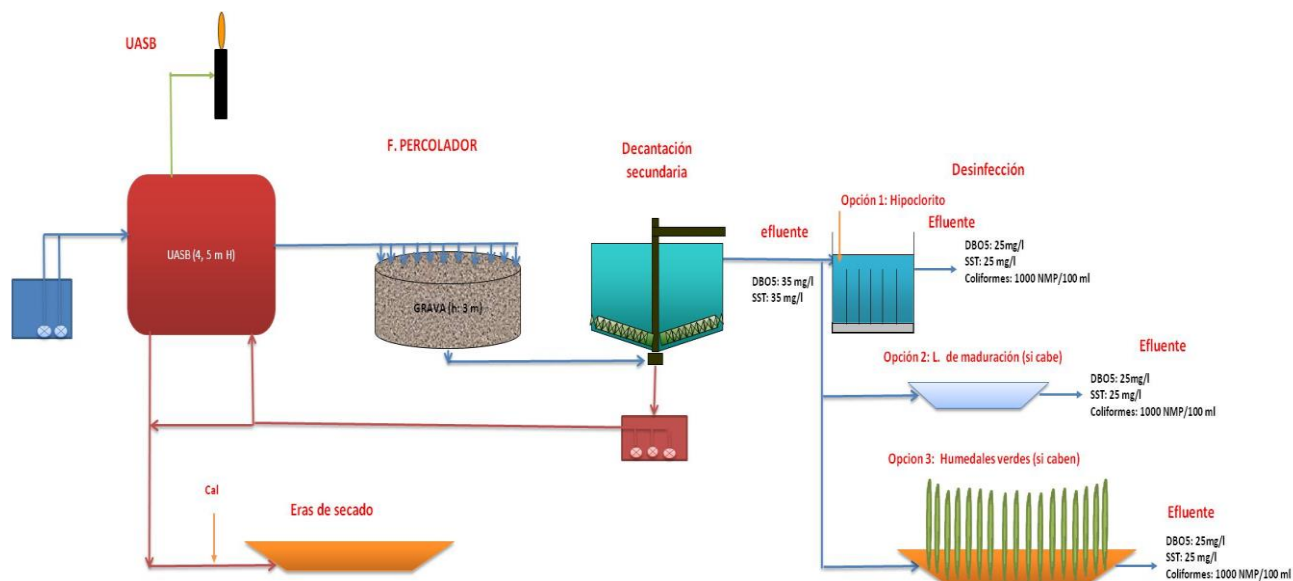
#### b) Planta de Tratamiento El Alto Sur (Largo Plazo)

Tomando en cuenta que las aguas residuales que llegarán a la PTAR denominada “Sur”, tienen caudales menores a los 25.000 m<sup>3</sup>/día, la alternativa elegida consiste en el siguiente proceso de tratamiento:

- Pretratamiento: arqueta de entrada + rejas + desarenador + canal parshall.
- Tratamiento Biológico: reactor UASB o RAFA + Filtro Percolador (soporte: plástico) + decantador secundario
- Tratamiento Terciario: Tanque de cloración ó lagunas de maduración ó humedales verdes (dependerá del espacio disponible en la parcela).
- Línea de Fangos: La línea de fangos consistiría en los siguientes tratamientos obteniendo un fango estabilizado y con un mínimo de 30% de sólidos secos.
- Bombeo de Fangos a los UASB
- Eras de Secado con inyección de cal ó Secado solar

Con ello, se espera obtener un efluente de Línea de Agua, con el siguiente efluente con 25 mg DBO<sub>5</sub>/l, 25 mg SST/l y Coliformes Fecales 1000 NMP/100 ml en 2021.

Figura 6.14. Tratamientos propuestos PTAR Sur (Largo Plazo)



Fuente: Elaboración propia

El costo total de la alternativa adoptada, para el largo plazo, alcanza los USD 5.608.064.

#### c) Planta de Tratamiento Tacachira (actualmente en licitación)

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Tacachira permitirá brindar el servicio a las urbanizaciones correspondiente al Distrito 14 y 7 de la ciudad de El Alto. Actualmente la PTAR se encuentra en licitación, y se espera que entre en funcionamiento para 2016.

El proyecto contempla:

- Pre-tratamiento: Rejas, Desarenador, Medidor de caudales Parshall.
- Tratamiento Primario mediante tanques Imhoff y tanques Ecuilibradores
- Filtración Biológica mediante Filtros Percoladores de flujo vertical
- Decantación Secundaria
- Desinfección
- Disposición final del efluente al río Seque.

El grado de tratamiento al cual se pretende llegar es: DBO 80 mg/L, DQO 250 mg/l, SST 60 mg/L, Nitrógeno total 15 mg/L, Fósforo total 2 mg/L.

No se proyectan ampliaciones a la PTAR en el periodo de planificación de los servicios.

##### 6.6.1.3. Nuevas conexiones de alcantarillado sanitario

Referente al número de conexiones nuevas por densificación y expansión, se ha calculado que hasta el año 2036 existirá una demanda por 130 mil nuevas conexiones. Utilizando un índice de 10 metros / conexión de red para nuevas conexiones de expansión, se estima que para cubrir la demanda será necesario ampliar la red de recolección en 911 Km adicionales al año 2036, lo que se traduce en una inversión aproximada de USD 32,7 millones en todo el horizonte de planificación.

Tabla 6.17. Presupuesto Nuevas Conexiones, por horizonte de planificación

	CORTO PLAZO	MEDIANO PLAZO	LARGO PLAZO	TOTAL
Número de nuevas conexiones (densificación y expansión)	13.243	42.486	74.506	130.235
Costo nuevas conexiones (USD)	1.064.051	3.413.631	10.464.132	14.941.814
Longitud de red secundaria (m)	92.702	297.399	521.545	911.646
Costo expansión de red secundaria (USD)	3.330.139	10.685.693	18.741.771	32.757.603

Fuente: Elaboración Propia

#### 6.6.2. Renovación y mejoramiento de redes de recolección

En el corto plazo se han identificado cuatro zonas prioritarias de acción: Ciudad Satélite, Villa Adela, Río Seco y Villa Bolívar C. Los tramos comprendidos dentro del polígono de cada sector estudiado alcanzan una longitud total de 65 Km, la cual representa un 5% de la red existente (o lo que es lo mismo, esto demandaría un ritmo de renovación de 1% de la red por año en el periodo 2018-2023). Para la estimación de los requerimientos de renovación, se ha asumido que este ritmo se duplicaría en el mediano plazo (al 2% anual), y triplicaría en el largo plazo (3% anual).

Tabla 6.18. Presupuesto renovaciones de colectores secundarios, por horizonte de planificación

	CORTO PLAZO	MEDIANO PLAZO	LARGO PLAZO	TOTAL
Longitud de Red Renovar (m)	65.837	161.986	283.476	511.299
■ Costo por fase (USD)	2.883.954	7.124.053	12.466.980	22.474.987

Fuente: Elaboración Propia

#### 6.6.3. Alternativas de saneamiento in-situ

Por otra parte, mediante la ejecución de saneamiento ecológico (baños con separación de orines y deshidratación de materia fecal en sitio) en zonas de densidad demográfica menor a 30 hab/Ha para zona urbana y de 10 hab/Ha para zona rural, se ha estimado una demanda potencial de 9.217 baños ecológicos al año 2036. Estas letrinas estarían destinadas a servir a 26.336 habitantes de las zonas periféricas de expansión que, por su baja densidad poblacional, no tendrían acceso al alcantarillado en los diferentes horizontes de planificación. El costo de inversión de estas medidas asciende a USD 2,53 millones.

Tabla 6.19. Presupuesto soluciones de saneamiento in-situ, por horizonte de planificación

	CORTO PLAZO	MEDIANO PLAZO	LARGO PLAZO	TOTAL
<b>Demanda Potencial de Baños Ecológicos</b>	1317	3.511	4.389	9.217
<b>Costo por fase (USD)</b>	760.462	1.266.975	506.859	2.534.296

Fuente: Elaboración Propia

### 6.7. SOLUCIONES PROPUESTAS DE AGUA Y SANEAMIENTO PARA OPERADORES MENORES

En el capítulo 6 del Volumen II del Informe Final del Plan Maestro, se presenta en detalle de las soluciones propuestas a corto, mediano y largo plazo en los municipios de Viacha, Pucarani, Achocalla, Mecapaca, Laja y Palca.

## 7. FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL

### Nota introductoria

*Este capítulo 7 del presente Resumen Ejecutivo resume lo señalado en el cap. 7: "Fortalecimiento Institucional" del cuerpo principal del Informe Final, Volumen III.*

### 7.1. NUEVO MODELO DE ORGANIZACIÓN DE LOS SERVICIOS

El PMM plantea 3 alternativas fundamentales para la organización futura de los servicios de agua potable (AP), alcantarillado sanitario (AS) y Tratamiento de AR (PTAR) en el área metropolitana La Paz/El Alto.

- Alternativa A: Integración de los operadores en una **EPSA metropolitana única** (EPSA Metropolitana Solidaria de Agua y Saneamiento, EPAMAS o razón social similar; "**metropolización total de los servicios**").
- Alternativa B: **Segregación** del servicio de **producción de agua**, a ser prestado por una **entidad única especializada** (Entidad Estratégica Pública Productora de Aguas de la Cordillera o razón social similar; "**metropolización de las fuentes**"), proveedora de agua en bloque a las EPSA existentes que se limitan a prestar los servicios de distribución de AP, recolección y tratamiento de AR.
- Alternativa C: **Un solo operador** (peri-)urbano **por Municipio** (entidades municipales u otro tipo de EPSA; "**municipalización de los servicios**").

Estas 3 alternativas son presentadas y discutidas en el cap. 7.2.3 del Informe Final, Volumen III.

Cabe hacer notar que un importante **elemento común** a las 3 alternativas es la existencia del Comité Consultivo del PMM y posteriormente de una Asamblea Metropolitana de Agua y Saneamiento con una Unidad de Gestión del Fortalecimiento Institucional. Estas propuestas son presentadas en los caps. 7.3.2 y 7.5.1 hasta 7.5.4 Informe Final, Volumen III.

En la **Alternativa A "EPSA metropolitana única"** se crea una "Entidad Pública Andina Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento – EPAMAS" a la cual se integran gradualmente, previo los respectivos arreglo institucionales plasmados en convenios bialterales, todos los aprox. 40 operadores pequeños y menores. El Modelo se dirige a disponer de un único operador con el principio básico de solidaridad que atienda los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario en una región metropolitana que cubra a las ciudades de La Paz, El Alto y áreas colindantes urbanas y periurbanas correspondientes a los municipios de Pucarani, Laja, Viacha, Achocalla, Mecapaca y Palca.

La **Alternativa B "Entidad especializada en la producción de agua"** se dirige a disponer de una nueva Entidad Estratégica Pública Productora, con autonomía institucional, responsable de la explotación de las fuentes de agua existentes en toda la región de la Cordillera Real, que provee agua en bloque a un conjunto de entidades prestadoras de servicios de distribución de agua potable y saneamiento en cada uno de los 8 municipios (La Paz, El Alto, Pucarani, Laja, Viacha, Achocalla, Mecapaca y Palca).

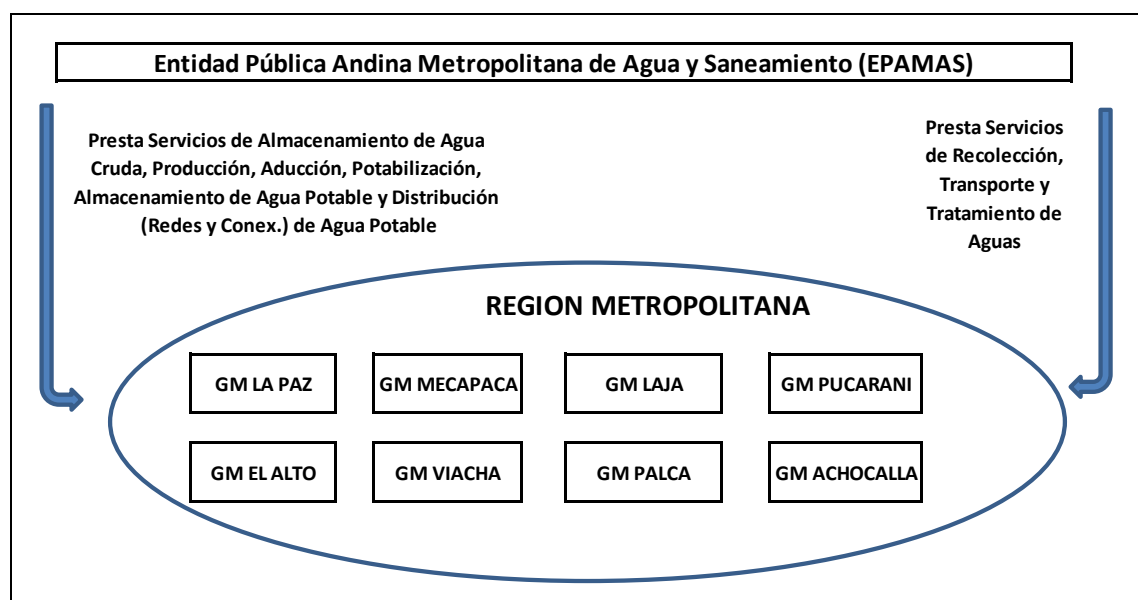
- a) El modelo previsto como **Alternativa C "Municipalización de los servicios"** pretende que cada GAM comprendido en el área de intervención del PMM se hace responsable directo de la prestación de servicios de A&S en las áreas urbanas y periurbanas de su municipio, apuntando preferentemente a una "Entidad Municipal Descentralizada" en cada municipio. El modelo se enfoca bajo el concepto de independencia o autonomía en la prestación de servicios; estaría sujeto a un conjunto de arreglos institucionales para la entrega y recepción del recurso agua, como para la propiedad de infraestructura y otros aspectos complementarios. Como variante de esta Alternativa C, los operadores menores también podrían mantener su autonomía de gestión y

administración propia pero bajo arreglos institucionales con sus respectivos GAMs, en los siguientes términos:

- i. Los aprox. 11 operadores menores en **Achocalla** se ponen de acuerdo entre ellos para que haya un único operador, integrándose en una EPSA MASOC, en caso que no prefieran ceder los servicios a una EPSA municipal descentralizada.
- ii. Los Comités de Agua Potable de **Palca** y **Pucarani**, -previo un arreglo institucional bilateral con sus respectivos GAMs-, administran y operan también el servicio de alcantarillado sanitario.
- iii. La Asociación de Agua Potable de **Laja** podría seguir operando como tal los servicios de AP en Laja capital, pero -previo arreglo institucional con el GAM- debería hacerse cargo también del servicio de recolección y tratamiento de AR que actualmente está en manos de la Alcaldía. No obstante, en entrevista con la Asociación se identificó su preferencia de convertirse en una Empresa Municipal y/o un CAPYS para la administración y operación de los servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y tratamiento de AR. También esta opción requeriría un arreglo institucional previo con el GAM.
- iv. La Empresa Municipal de Agua y Alcantarillado **Viacha** EMAPAV sigue operando los servicios, pero debido al problema limítrofe intermunicipal con El Alto – problema que interfiere también en la prestación de los servicios – es aconsejable que busque un arreglo institucional con el que sería el nuevo operador municipal de El Alto.
- v. La Cooperativa de Servicios Lihujtaypi de **Mecapaca** celebraría con el que sería el nuevo operador municipal de La Paz, un arreglo institucional que renueva el convenio existente con EPSAS (compra-venta de AP en bloque) o que incluso lo amplía para la administración y operación de los servicios de agua potable y alcantarillado.

Tras identificación y análisis de las ventajas, desventajas y riesgos asociados a cada una de las alternativas, el PMM **propone la Alternativa A** para la organización futura de servicios:

Figura 7.1. Alternativa A propuesta para la Organización futura de los servicios: la EPSA metropolitana única



Fuente: Elaboración Propia

**Justificaciones** de esta propuesta:

- La Alternativa A probablemente será de más pronta implementabilidad que las otras dos, a pesar de que la incorporación a la EPSA única (EPAMAS) no será un proceso fácil para los operadores menores, puesto que implica que ellos cedan el control sobre la AOM de los servicios. No obstante, si se logre garantizar la continuidad institucional/formal de cada uno de los operadores menores (o agrupaciones de ellos), la factibilidad social de este modelo se incrementa sustancialmente. Esta garantía la puede dar la forma jurídica de la EPSA MASOC.
- Las lecciones aprendidas de las Mancomunidades de Bustillos y del Chaco podrán dar orientaciones a la hora de diseñar en detalle la EPAMAS, tanto en los aspectos positivos como en los negativos.
- La Alternativa B implica la separación de la función de producción que actualmente es inherente a un gran número de EPSA en el área metropolitana. Separar esa función posiblemente no será más fácil que la incorporación en un sólo operador (Alt. A). Entregar agua
- La Alternativa B implica vender agua en bloque incluso a los más pequeños operadores. Ello parece institucional y comercialmente poco seguro.
- La Alternativa A es la que más y mejor se caracteriza por un enfoque integral metropolitano. Ella es la más prometedora para encarar el hecho que puntos clave de los sistemas están ubicados en diferentes territorios municipales (p.ej. fuentes en uno, redes en otro, PTAR en aún otro municipio). La EPSA única representa un mejor paraguas a la diversidad de las situaciones técnicas que se dan en los sistemas.
- La Alternativa A ya viene encaminada por las autoridades sectoriales (anteproyecto de ley de creación de la EPAMAS).
- La Alternativa C implica dividir los sistemas que cubren más de un municipio. Ese es el caso, especialmente difícil, demoroso y costoso en la inversión, con La Paz y El Alto. Desde el punto de vista de la AOM de los servicios, la separación de las dos ciudades en operadores diferentes no sería socialmente equitativa: El Alto ya no gozaría del subsidio cruzado que actualmente se tiene entre La Paz y El Alto (los servicios a El Alto generan el 62% de los costos de EPSAS, pero sólo el 27% de sus ingresos).
- La Alternativa C difícilmente podría funcionar en el municipio de Achocalla donde la situación actual se caracteriza por la extrema atomización de los servicios de AP.
- La Alternativa C difícilmente podría funcionar en el municipio de Mecapaca, donde la cooperativa que es el operador principal del municipio, no dispone de fuente propia (depende en la actualidad por completo de EPSAS; compra de agua en bloque).

## 7.2. NUEVO MODELO DE GESTIÓN DE LOS SERVICIOS

El PMM LP-EA propone varios **tipos de arreglos institucionales**:

a) a nivel local:

- reajustes a los modelos de organización de los servicios existentes en los 8 municipios, reajustes que requieren de acuerdos entre las partes para conformar posteriormente un operador único para todo el área metropolitana;

b) a nivel del Área Metropolitana:

- en una primera fase, continuar con el Comité Consultivo del PMM LP,
- crear posteriormente una Asamblea Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (AMeAS-LP) que incluya una Unidad de Gestión del FI (UFI),
- la creación de un operador metropolitano único para todos los servicios en las áreas urbanas y periurbanas de los 8 municipios, el cual podría llamarse "Entidad Pública Andina Metropolitana de Agua y Saneamiento" (EPAMAS),
- cooperaciones horizontales entre los operadores en el área metropolitana, mientras no estén unidos bajo el techo del nuevo operador metropolitano único, la EPAMAS,

c) a nivel nacional:

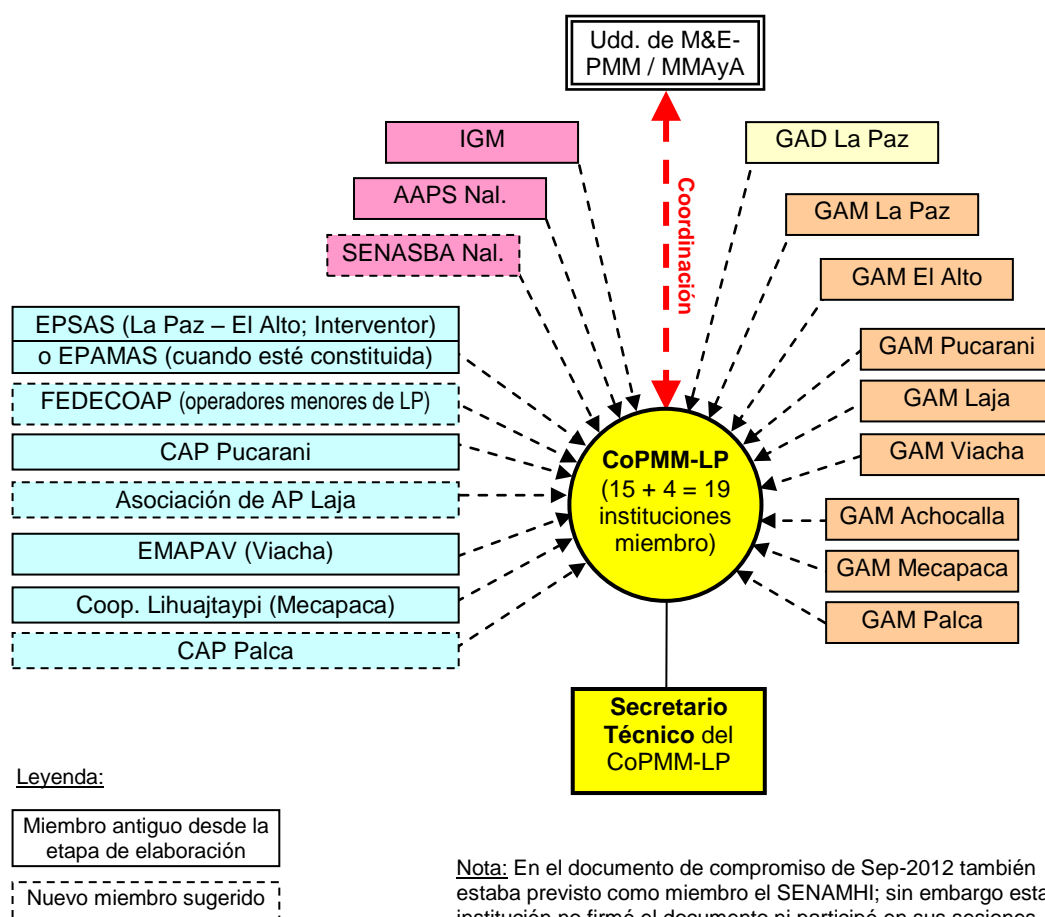
- la creación de una "Unidad de Monitoreo y Evaluación de la Implementación de los Planes Maestros" (Udd. M&E-PMM) en el seno del MMAyA, la cual atenderá entre otros Planes Maestros el que corresponde al área metropolitana de La Paz.

Los ajustes a los modelos de gestión de los servicios requeridos en el Área Metropolitana de La Paz según la propuesta Alternativa A de organización de los servicios (ver cap. 7.2.3.1 del Informe III), deben complementarse con la organización e implementación de los dos foros para la gestión de A&S a nivel metropolitano que fueron mencionados arriba: el Comité Consultivo y la Asamblea Metropolitana con la UFI. Estas opciones son resumidas a continuación y presentadas en detalle en los capítulos 7.3.1 y 7.3.2, y el relacionamiento entre ellas es discutido en el cap. 7.3.3 del Informe III.

### 7.2.1. Comité Consultivo

Se propone prorrogar de forma inmediata la existencia del “**Comité Consultivo y de Seguimiento del Plan Maestro Metropolitano de La Paz – El Alto**” que hasta la fecha acompañó el proceso de *elaboración* del PMM (con la sigla **CoPMM-LP** u otra), renovando el documento de compromiso que éste había celebrado con el MMAyA en Sept-2012 con el fin de tener un **mandato** para seguir con el acompañamiento, de ahora en adelante a la *implementación* del PMM.

Figura 7.2. Miembros del Comité Consultivo (CoPMM-LP) en la etapa de Implementación del Plan Maestro



Fuente: Elaboración Propia

El rol que se propone para el Comité Consultivo es triple:

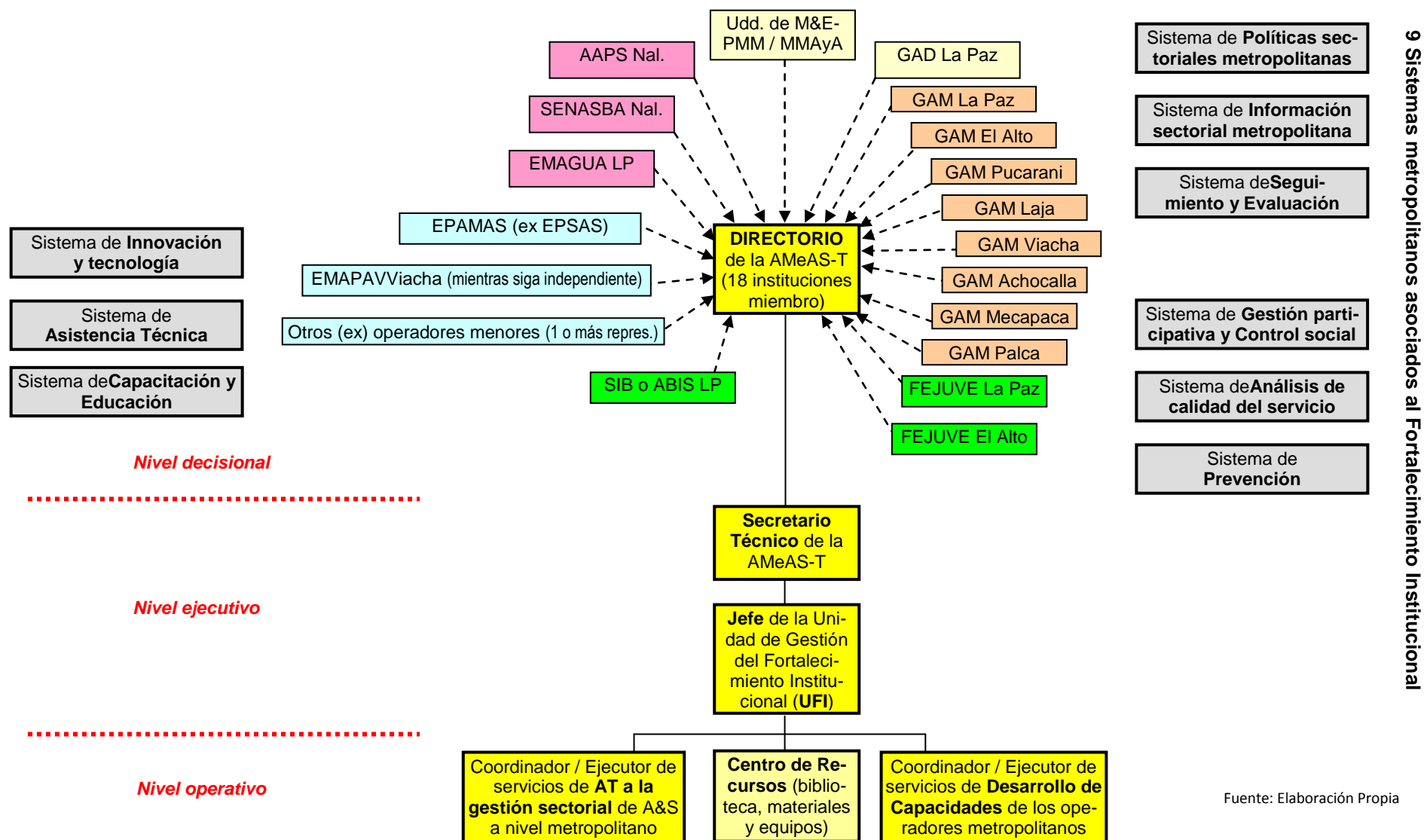
- el de apoyar a la "Unidad de Monitoreo y Evaluación de la Implementación de los Planes Maestros Metropolitanos" en la *implementación* del PMI-VCT (una nueva unidad que el PMM propone crear en el seno de la Dirección General de Planificación del MMAyA; sigla M&E-PMM u otra);
- el de hacer llegar sus recomendaciones y solicitudes a todos los actores involucrados en la implementación del PMM, incluyendo la referida Unidad nueva en el MMAyA;
- el de coordinar *incipientemente* una gestión integral de todos los aspectos A&S en el área metropolitana, en los límites que son propios de un foro deliberante como este Comité que no goza de competencias ni atribuciones propias.

#### 7.2.2. Asamblea Metropolitana

Cuando la dinámica del proceso de implementación del PMM lo requiera y la predisposición de los actores en el área metropolitana lo permita, convendrá cambiar de modelo de gestión sectorial. Para este caso se recomienda establecer una "**Asamblea Metropolitana de Agua y Saneamiento del Área Metropolitana de La Paz**" (AMeAS-LP). El término "Asamblea" aquí sugerido se orienta en la nomenclatura usada en el borrador del anteproyecto de ley de creación de la EPAMAS, formulado por el MMAyA, con la finalidad de dar continuidad a la nueva nomenclatura que se viene introduciendo en el sector a nivel metropolitano de La Paz. No obstante cabe hacer notar que la Asamblea adquiere en esta propuesta otro rol que en dicho borrador de anteproyecto donde viene a ser una especie de "super-directorio" de la EPAMAS (ver también cap. 2.1.3 del Informe Especial No. 4 en el Anexo); se sugiere al MMAyA reorientar la Asamblea en el sentido aquí propuesto, ya que el Directorio previsto en dicho documento parece ser suficiente para fines de gestión de la EPAMAS. La Asamblea podrá constituirse en **sucesora y "heredera" del Comité Consultivo** antes mencionado, previa definición más clara de sus funciones, con una estructura organizacional definida y con un fortalecimiento institucional que le permitan desempeñar labores de gestión de una manera eficiente.

La Asamblea sería una **instancia de coordinación sectorial formal**, también pero no solamente con miras al FI, conformada por un conjunto de organizaciones interesadas en mejorar la calidad y la prestación del servicio; bajo un liderazgo democrático entre las instituciones participantes. La propuesta del PMI implica que tendrá personería jurídica propia, competencias, atribuciones y funciones conferidas por norma legal y en parte delegadas por sus integrantes, un brazo operativo (Secretario Técnico y UFI) y presupuesto propio.

Figura 7.3. Estructura organizacional y funcional tentativa sugerida para la Asamblea Metropolitana de Agua y Saneamiento de La Paz (AMeAS-LP)



Fuente: Elaboración Propia

Se enfatiza que esta propuesta organizativa es tentativa, no condiciona a las propuestas y recomendaciones que produzca la consultoría que está prevista en el PMM para apoyar el diseño, creación y arranque de la Asamblea, y de ninguna manera pretende anticiparse a las decisiones que en su momento tomarán los actores institucionales. La propuesta aporta entonces algunos criterios de decisión como orientación a los actores y sus consultores.

Los **elementos clave** que se propone en este contexto son los siguientes:

- Las entidades miembro de la Asamblea (gobiernos, operadores, organizaciones de la sociedad civil) ceden o transfieren parte de sus competencias en la temática de agua y saneamiento a este Consejo. Queda pendiente la delimitación exacta de las competencias que se podrá ceder a la Asamblea. En todo caso, esto requiere previamente de un estudio legal pormenorizado y creativo (proponiendo soluciones legales), sobre todo en vista de que con el nivel metropolitana se trata de una instancia de planificación y ejecución que (aún) no goza de respaldo expreso por la legislación y normatividad sectorial.
- Las entidades miembro de la Asamblea invertirán a sus representantes con poderes suficientes para tomar ciertos tipos de decisiones en forma directa sin tener que recurrir a sus respectivas entidades madre para recabar autorizaciones o vistos buenos. Queda pendiente la definición exacta de las atribuciones con las que contarán estos representantes, y por ende el tipo de decisiones que podrían ser tomadas por esta vía rápida. Las demás decisiones (de mayor envergadura) requerirán de ratificaciones por los respectivos Concejos Departamental y Municipales así como por las instancias supremas de los operadores y de las organizaciones de la sociedad civil; ello empero con plazos por definir tras cuyo vencimiento se asume el silencio administrativo positivo.
- Todas las entidades miembro de la Asamblea aportan fondos financieros para su funcionamiento y operaciones, en proporciones (por más pequeñas que fueran) y ritmos (p.ej. mensual o trimestral) por definir que consideren la capacidad financiera de las entidades miembro.
- En el seno de la Asamblea se sabrá traducir demandas sociales, inquietudes de grupos funcionales e intereses político-partidarios a consensos estrictamente basados en raciocinio técnico y necesidades objetivas de ordenamiento público de la infraestructura y de los servicios. Tal capacidad institucional, junto a una adecuada y creciente dotación de personal idóneo y recursos de avanzada (técnicos, bases de datos, banco de conocimientos, etc.), permitirán que la Asamblea Metropolitana goce pronto de un reconocimiento público como instancia técnica de primer nivel para el sector agua y saneamiento en el área metropolitana de La Paz.

La AMeAS-LP representa un elemento clave de la propuesta de FI hecha en este PMM. Obviamente, su implementación **depende mucho de la voluntad político-sectorial de los actores** en el área metropolitana. No se puede pronosticar exactamente la predisposición de las partes para aliarse en el Consejo propuesto. En este contexto podría ser útil un apoyo de parte del nivel nacional o departamental, en forma de una nueva normativa sectorial que promueva pero no instruya la creación del Consejo.

La AMeAS-T descrita en el anterior cap. 7.3.2.1 representa un elemento clave de la propuesta de FI hecha en este PMM. Obviamente, su implementación **depende mucho de la voluntad político-sectorial de los actores a nivel metropolitano**. No se puede pronosticar exactamente la predisposición de las partes para aliarse en la Asamblea propuesta. En este contexto podría ser útil un apoyo de parte del nivel nacional o departamental, en forma de una nueva normativa sectorial que promueva pero no instruya la creación de la Asamblea; si bien una imposición "desde arriba" tendría por efecto la creación de la Asamblea, es de temer que ésta podría quedarse como un ente meramente formal sin mayores impactos en la Región Metropolitana, si no emana del interés legítimo y de la iniciativa propia de los actores metropolitanos.

La figura de la Asamblea conlleva **riesgos tanto para su creación como para su operancia**:

- Actualmente no existe la base legal necesaria para la creación del Consejo. No obstante ya se dispone de cierto fundamento legal sobre el cual se podrá desarrollar una ley específica: el Art. 26º de la Ley Marco de Autonomías y Descentralización (LMAD) que prevé la creación de Consejos Metropolitanos (multi-sectoriales por cierto). A nivel nacional y a nivel regional (Cochabamba; no así en Tarija) se están desarrollando iniciativas legislativas para establecer administraciones metropolitanas.
- El mero número de 18 instituciones representadas en el Directorio, tal vez con un número de delegados incluso mayor a 18, significa sin duda un riesgo de **inoperancia** de la Asamblea. Si un análisis más detenido de este asunto revelara que dicho riesgo es alto, se podría proceder a una reducción del número de 18 instituciones p.ej. a 9 miembros, quitando representación directa a las FEJUVEs, SIB/ABIS, EMAGUA, limitando de entrada la representación de los operadores menores a 1 y haciendo lo propio para los 6 GAMs menores (lo cual requiere de un sistema de rotación entre las instituciones que se encuentran en dichos grupos).
- En el contexto de la creación podría llegar a ser un factor de riesgo el (re-)surgimiento de **conflictos** latentes
  - por los límites intermunicipales, p.ej. entre los municipios de La Paz y Palca,
  - o por el uso de las fuentes de agua, p.ej. entre El Alto y Achocalla;
  - o por divergencias de intereses entre La Paz y El Alto que podrían repercutir en el seno del Directorio de la Asamblea.

Por otro lado, se puede armar estructuras que contrarrestan dichos riesgos:

- Se podrá conformar Comisiones de trabajo a las que el Directorio delega responsabilidades y funciones, a objeto de alcanzar mayor agilidad y sostenibilidad operativa.
- El propuesto Secretario Técnico será el catalizador de las labores del Directorio.

El diseño detallado de la Asamblea se hará con apoyo de una consultoría que se tiene presupuestada en el PMI. Es en este proceso participativo donde se introducirá más elementos organizativos, factibles y prácticos, que permitirán un buen desempeño de la Asamblea. Un buen trabajo de facilitación por parte de los consultores DESCOM-FI podrá allanar sustancialmente el camino hacia la Asamblea Metropolitana.

### 7.2.3. La UFI

Es fundamental para la implementación del FI la estrategia de "**conurrencia de múltiples actores** en la implementación del FI". Ella implica los siguientes elementos conceptuales:

- varios fortalecedores, grandes y pequeños, miembros o no del Comité Consultivo o de la Asamblea Metropolitana, mediante intervención directa o tercerizando (contratando) los servicios de FI a consultores externos; tal vez con elementos seleccionados del concepto de la red llamada "Escuela Plurinacional del Agua" (EPA);
- funciones de la AAPS y del SENASBA en FI conforme a normatividad sectorial existente (los 2 D.S. de creación), previo algún FI a esas dos entidades.

Sobre este fundamento el PMM construye su **opción principal recomendada** que es la **UFI dependiente de la AMeAS-LP**, pivote coordinador y gestor de las diversas medidas de FI, articulador de los diversos actores en FI; dependiendo del perfil de su personal, incluso podrá ejecutar medidas de FI de forma directa. La UFI

- pone en agenda las medidas de FI a operadores previstas en las listas, calendarios, fichas técnicas y TdR de FI contenidos en el PMM LP-EA,
- actualiza, amplía o reduce el alcance de las medidas de FI propuestas en el PMM, a la luz de los requerimientos actuales (si fuera el caso),

- propone al Directorio de la Asamblea las respectivas fuentes de financiamiento y ejecutores,
- siguiendo las respectivas decisiones o recomendaciones del Directorio, lleva adelante los pasos preparatorios de la ejecución (ver Cuadro No. 4 en el Informe Especial No. 4),
- acompaña y supervisa la ejecución de las medidas,
- procesa las experiencias habidas bajo el enfoque de "Gestión del conocimiento de FI";

Coordinando todo ello, a través del Secretario Técnico de la Asamblea, con

- los financiadores / contratantes de los servicios de FI,
- la Unidad de M&E-PMM del MMAyA.
- la AAPS que es en cierta manera un cliente colateral de las medidas de FI a operadores, sobre todo de aquellas que tienen por objetivo satisfacer un requerimiento regulatorio (en éstas, la AAPS actúa como fiscalizador).

No obstante esta visión básicamente clara del mecanismo de implementación del FI, hay una serie de factores que considerar en el camino hacia ese mecanismo, factores que en este momento son **imponderables**:

- El factor **tiempo**: A pesar que el PMM tiene prevista la creación de la AMeAS-LP para el año 2014, es posible que ello ocurra recién en el año 2016; esto es porque la predisposición de los miembros previstos no está clara en la actualidad (detalles ver cap. 7.3.2.2 del Informe III). En ese escenario tardío la UFI, dependiente de la Asamblea, tampoco sería creada antes del 2016. Se abre la interrogante cuál entidad se encargará de las funciones de la UFI (ver arriba) en los años 2014 y 2015 para los cuales se tiene previsto un importante número de medidas de FI.
- El factor **legal**: También en este aspecto la existencia de la UFI depende de la existencia de la AMeAS-LP. Actualmente no existe una base legal suficiente para la creación de la AMeAS-LP, pero sí existe un importante antecedente legal para ello (detalles ver cap. 4.3 en el presente Informe Especial). La implementación de la UFI pasa entonces también por su factibilidad legal; el establecimiento del marco legal necesario depende en parte de los actores en el área metropolitana de La Paz, y mayormente de las autoridades del Gobierno Central.
- El factor **operatividad / incidencia**: Los mismos riesgos inherentes en este aspecto a la AMeAS-LP (ver cap. 7.3.2.2 del Informe III) podrían traducirse a su UFI.

Por los motivos expuestos cabe pensar en **alternativas de ubicación de la UFI**, distintas al alojamiento en la AMeAS-LP, pero sin alterar el alcance de tareas y responsabilidades que propone el PMM para la UFI en la gestión de las labores de FI. Se pone a consideración **5 alternativas**:

- a) No constituir la UFI bajo el techo de la AMeAS-LP, sino bajo
  - el Consejo Consultivo del PMM LP-EA
  - o el SENASBA
  - o la "Escuela Plurinacional del Agua" (EPA)
  - o una repartición del GAD de La Paz.
- b) Encargar la gestión del FI a los mecanismos propios del SENASBA.
- c) Encargar la gestión del FI a la Unidad M&E-PMM en el MMAyA.
- d) Mantener la gestión del FI dispersa entre varios programas de inversión sectoriales, en los moldes habitados del "FI ligado a la Inversión".
- e) Una combinación de las anteriores 4 alternativas.

En cualquiera de estas 5 alternativas se sugiere mantener el principio de la "conurrencia de múltiples actores" al menos en la *ejecución* del FI.

Los pros y contras de cada una de estas alternativas son discutidas en el cap. 7.5.4.2 del Informe III. Ninguna de estas 5 alternativas a. hasta e. parece más interesante, prometedora o viable que la UFI propuesta bajo el techo de la Asamblea Metropolitana. En realidad, las mencionadas figuras de una gestión y/o ejecución de servicios de FI por las instituciones mencionadas no necesariamente representan alternativas contrarias a la solución recomendada (Asamblea + UFI), sino que pueden ser **complementarias**: las instituciones (incl. ANESAPA) podrían y deberían tener un rol ejecutor, pero de manera gestionada por el Secretario Técnico de la Asamblea y coordinada y supervisada por el Jefe de la UFI.

### 7.3. PROPUESTA DE FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL A GESTORES Y OPERADORES

#### 7.3.1. Destinatarios

Los objetivos y el alcance del FI deberán guiarse por una "**Estrategia** de Fortalecimiento Institucional Bajo Enfoque Metropolitano", dirigida a ejecutar un único programa de FI destinado tanto a los **operadores** como a los gestores de A&S: la **Asamblea Metropolitana y su UFI**, los **GAMs** y la **Unidad de M&E-PMM** en el seno del MMAyA.

Se propone cubrir con **medidas de FI inicialmente a hasta 17 operadores** de servicios de AP, AS y/o tratamiento de AR que se encuentran en el área de intervención del PMM:

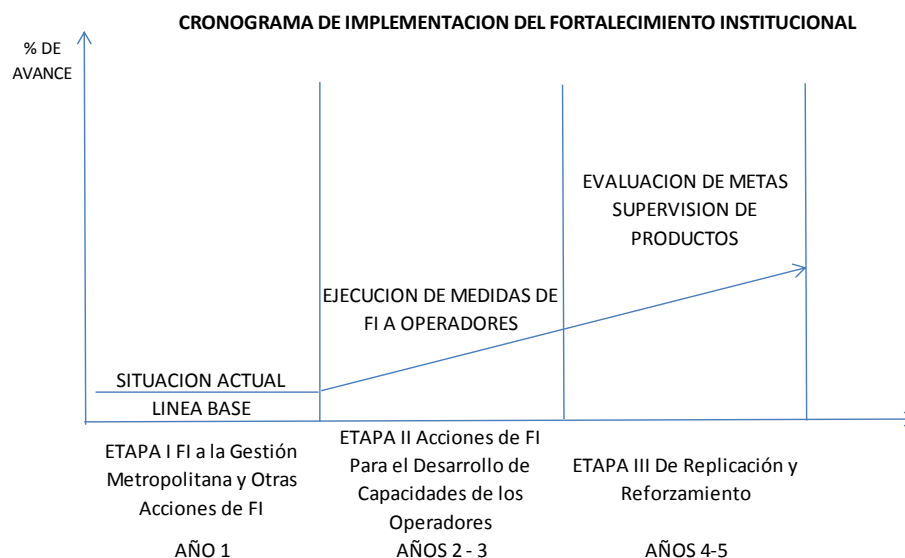
- El operador principal que se tiene actualmente (EPSAS) y a su sucesor, el operador metropolitano EPAMAS,
- Más todos los aprox. 16 operadores urbanos/periurbanos en los municipios de Pucarani, Laja, Viacha, Achocalla, Mecapaca y Palca; en caso que su incorporación a la EPAMAS se demore, ellos no obstante deben ser fortalecidos debido a que los habitantes de esas áreas urbanas y periurbanas tienen derecho a un mejor servicio en el muy corto plazo.

Para los aprox. 24 operadores pequeños en la La Paz no se tiene previsto medidas de FI excepto medidas de AT con miras a su pronta incorporación a EPSAS o EPAMAS, incorporación que a todas luces parece imprescindible. El número total de 17 operadores destinatarios de FI se verá reducido a 1 en la medida que los operadores pequeños se vayan incorporando al nuevo operador principal/metropolitano EPSAS/EPAMAS.

#### 7.3.2. Cronograma

Se prevé que el componente de Fortalecimiento Institucional se ejecute en el denominado "**corto**" plazo, es decir, en un periodo estimado de **un quinquenio**. Se prevé una implementación en **3 etapas**:

Figura 7.4. Cronograma de implementación del Fortalecimiento Institucional- PMM La Paz/El Alto



Fuente: Elaboración Propia

### 7.3.3. Presupuesto

En los caps. 8.4.3 y 8.4.4 del Informe Final, Volumen III se detalla las propuestas de FI específicas por entidad meta, **desglosando** por objetivo estratégico, área de gestión, año de inversión/ejecución, tipo de FI y otros criterios. El **presupuesto general** desglosado por varios de estos criterios se exhibe en el Cuadro No. 14 del Informe Especial No. 4 anexo al Informe Final, Volumen III.

A continuación se presenta tres **resúmenes de la estructura del presupuesto** de FI para las Etapas I a III:

Tabla 7.1. Estructura del Presupuesto total de FI – Desglose por Etapa y Objeto

Período del PMM				Inversión en FI		
Plazo Obras	Año	Etapa de FI		Monto (USD)	%	Objeto
[Diseños finales]	-1 = 2014	I	FI a la Gestión metropolitana y Otras acciones de FI a operadores priorizadas	137.900	2%	(i) Nuevo Modelo de Gestión; (ii) Unidad de M&E a los PMM; (iii) Incorporación de Periurbanos al nuevo Operador Metropolitano; (iv) Capacitación a GAM en Gestión Metropolitana de A&S
				3.610.045	53%	Acciones de FI priorizadas para el Operador Metropolitano (EPSAS o EPAMAS) \$us 2.327.586 son financiados con recursos propios de EPSAS (Nuevo Sistema Comercial)
				333.920	5%	Acciones de FI priorizadas para Operadores Menores
		Subtotal Etapa I		4.087.865	60%	---
	0 a 1 = 2015-16	II	Acciones de FI para el Desarrollo de capacidades de los operadores	7.500	0,1%	(i) Nuevo Modelo de Gestión; (ii) Unidad de M&E a los PMM; (iii) Incorporación de Periurbanos al Operador Metropolitano (EPSAS o EPAMAS); (iv) Capacitación a GAM en Gestión Metropolitana de A&S
				1.576.385	23%	FI para el Operador Metropolitano (EPSAS o EPAMAS)
				196.393	3%	FI para Operadores Menores
		Subtotal Etapa II		1.780.279	26%	---
	2 a 3 = '17-18	III	Replicación y reforzamiento	927.324	14%	FI para el Operador Metropolitano (EPSAS o EPAMAS)
	-1 a 3 = '14-18	Total Etapas I a III		6.795.467	100%	---
	4 a 8 = '19-23	IV	s/n	s/d	s/d	
---	-1 a 8 = '14-23	Gran Total Et. I a IV		s/d	s/d	[Nota: No es lo suficientemente confiable proyectar inversiones para FI más allá de 5 años.]

Tabla 7.2. Presupuesto de FI Área Metropolitana LP – Total 2014–2018, por destinatario

Destinatario o grupo de destinatarios			Monto	
No. corr.	Área	Instituciones	\$us	%
1	Área Metropolitana	Gestores Metropolitanos (Unidad de M&E-PMM en el MMAyA, Asamblea Metropolitana incl. UFI, FEDECOAP, GAMs)*	145.400	2,1%
2	Municipios La Paz y El Alto	1 operador principal (EPSAS) + aprox. 24 operadores pequeños en La Paz	6.119.753	90,1%
3	Municipio de Viacha	1 operador (EMAPAV)	142.205	2,1%
4	Municipio de Mecapaca	1 operador (Coop. Lihujtaypi)	109.265	1,6%
5	Municipio de Laja	1 operador (Asoc. de Usuarios)	72.232	1,1%
6	Municipio de Palca	1 operador (CAPYS)	72.592	1,1%
7	Municipio de Pucarani	1 operador (CAPYS)	73.492	1,1%
8	Municipio de Achocalla	aprox. 11 operadores pequeños	60.527	0,9%
<b>Total</b>			<b>6.795.467</b>	<b>100,0%</b>

\* Comprende acciones previas de FI para Nuevo Modelo de Gestión Institucional.

Fuente: Elaboración PMM

Tabla 7.3. Estructura del Presupuesto total de FI, Área metropolitana de LP – Desglose por Destinatario y Tipo de FI, Etapas I a III (2014-2018)

No. corr.	Destinatarios del FI			Inversión en FI, Gran total en las Etapas I a III (2014-18)							
	Gru- pos meta	Nivel	Instituciones (nombre o categoría)	EQ		AT		DesCap		Suma	
				mil USD	%	mil USD	%	mil USD	%	mil USD	%
				1	2	3	4	5	6	7	8
1	Gestores sec- toriales en A&S	nal.	MMAyA			3	0,1%			3	0,1%
2		deptal.	GAD LP								
3		metro- poli- tano	FEDECOAP (a-prox. 20 CAPYS ladera Oeste LP)			15	0,2%			15	0,2%
4			AMeAS-LP			75	1,1%			75	1,1%
5			UFI	50	0,7%					50	0,7%
6		muni- cipal	4 GAMs (Laja, Palca, Pucarani, Achocalla)					2	0,03%	2	0,03%
7		Total			50	0,7%	93	1,4%	2	0,03%	145
8	Opera- dores de ser- vicios	local	A (EPSAS y/o EPAMAS)	3.560	52%	2.521	37%	39	0,6%	6.120	90%
9			B (Viacha)	35	0,5%	101	1,5%	6	0,1%	142	2,1%
10			C (Mecapaca)	40	0,6%	62	0,9%	8	0,1%	109	1,6%
11			D (CAPYS únicos de Laja, Palca y Pucarani)	83	1,2%	117	1,7%	18	0,3%	218	3,2%
12			E (CAPYS multiples en Ladera Oeste LP y Achocalla )	22	0,3%	28	0,4%	11	0,2%	61	0,9%
13		Total			3.739	55%	2.829	42%	82	1,2%	6.650
14	GRAN TOTAL			3.789	56%	2.923	43%	84	1,2%	6.795	100%
15	Inversión en FI (mil USD)			Etapas I a III		2014-2018		6.795		1,9%	
16	Inversión en Obras (mil USD; neto de costos colaterales)			Corto plazo		2016-2023		361.161		100,0%	

La anterior Tabla muestra que sólo un escaso 2,1% del monto total está destinado a los **gestores sectoriales** (AMeAS-T incl. UFI, Unidad de M&E-PMM en el MMAyA y – como aliado para la incorporación de los operadores pequeños en la ladera Oeste – la FEDECOAP); el gran resto está destinado a los **operadores**. El costo de las medidas de FI consiste principalmente en **equipamiento** (56%); el equipamiento sólo para EPSAS / EPAMAS hace al 52% del presupuesto total. En segundo lugar sigue la AT con un 43%. La tabla indica también el **peso relativo que tiene el FI con** relación al monto total de inversiones en el componente **Obras** (éste último neto de costos de preinversión, de medidas de mitigación ambiental, de imprevistos y de otros costos colaterales que pueda haber) que es propuesto por el PMM para el corto plazo: el costo del FI representa el **1,9%** del costo de las Obras.

Según lo señalado en párrafos anteriores, el período de proyección de estrategias de FI así como de las correspondientes acciones y presupuesto es de 5 años (corto plazo). Un período mayor a 5 años es difícilmente previsible en el ámbito institucional en este momento. No obstante, y a pesar de que actualmente no hay criterios suficientes para precisar acciones ni montos de FI más allá del año 2018 (año horizonte del FI en el corto plazo) y del 2023 (año horizonte de las Obras en el corto plazo), se ha visto oportuno asignar un **presupuesto global para FI también al mediano (2023-2029) y al largo plazo (2029-2036)**:

Tabla 7.4. Presupuesto de FI, Área Metropolitana LP – Gran Total 2014–2036 (corto, mediano y largo plazo)

Partida presupuestaria		Plazo			
		Corto (2014/16 – 2023)	Mediano (2023 – 2029)	Largo (2029 – 2036)	TOTAL (2014/16 – 2036)
Obras (USD) *)		361.160.703	169.432.099	255.320.466	785.913.268
FI	USD	6.795.467	3.187.972	4.804.016	14.787.455
	% de Obras (vertical)	1,881563%	1,881563%	1,881563%	1,881563%
	% de FI (horizontal)	46%	22%	32%	100%
<b>Notas:</b> *) obras como tales, o sea sin costos de Preinversión, Mitigación de impactos ambientales ni Imprevistos <b>negrillas</b> = montos que no están considerados en las anteriores Tablas 7.1 a 7.3					

El **objetivo** es evitar vacíos en el presupuesto de FI hasta el año horizonte final del PMM (2036), haciendo una previsión somera ("earmarking") que posteriormente facilitará la activación de recursos financieros si es que hicieran falta para el mediano y largo plazo. Cabe resaltar que

- sólo se ha *estimado* montos (aplicando el porcentaje hallado para el corto plazo) y
- no se ha detallado el correspondiente programa con sus destinatarios y medidas.

#### 7.4. RECOMENDACIONES PRIORITARIAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL

El PMM contiene también recomendaciones para determinados **campos temáticos** a ser cubiertos por las medidas de FI. Las recomendaciones tienen por ratos característica de lineamientos. Aquí solamente se resume las recomendaciones y lineamientos; los detalles se encuentran en los lugares indicados a continuación:

- construcción de una **estrategia más detallada** de “Fortalecimiento Institucional con Enfoque Metropolitano” (ver cap. 7.5.1),
- los **9 sistemas** que apoyarán a la gestión de la Asamblea Metropolitana (cap. 7.5.2),
- la **estructura organizacional mínima** requerida en los operadores menores, para siquiera poder aplicar medias de FI (cap. 7.5.3),
- las alternativas de ejecución del FI por una **UFI** dependiente de la Asamblea Metropolitana o por una UFI alojada bajo el techo de otras instituciones (cap. 7.5.4),
- las inversiones de **medidas** de FI de **Rápido Impacto** en la generación de ingresos incrementales de los Operadores (cap. 7.5.7.1),
- la creación y puesta en marcha de la **EPAMAS** (cap. 7.5.7.2),
- la implementación de programas de reducción de agua no contabilizada (**RANC**) (cap. 7.5.7.3),
- el mejoramiento del **Sistema de Información Comercial** (cap. 7.5.7.4),
- la revisión de las **tarifas**, para lo cual se da lineamiento para cada operador o segmento de operadores (cap. 7.5.7.5),
- la implementación del FI asociado al manejo y/o gestión en el **tratamiento de aguas residuales** en la Hoyada (cap. 7.5.7.6).

## 8. PROGRAMA DE INVERSIONES

### 8.1. FASES PARA EL DESARROLLO DEL PLAN MAESTRO

El Consorcio Consultor propone un Programa de Inversiones con identificación de obras y acciones (FI, DESCOM) de corto, mediano y largo plazo. Además un calendario de inversiones con fechas de inicio y de puesta en operación de las obras.

El horizonte de planificación es el año 2036 y el desarrollo del Plan Maestro será en tres fases.

#### 8.1.1. Actividades previas

En el periodo 2012 - 2013 se desarrolla el Plan Maestro a nivel de Estudio de Identificación (EI) y se preparan los términos de referencia de las acciones y obras de corto plazo para los estudios a nivel de diseño final o estudios Técnico, Económico, Social y Ambiental (TESA).

En el periodo 2013 - 2014 se procederá a la contratación y elaboración de los estudios a nivel TESA.

En la gestión 2014 - 2015 se procederá con la gestión de financiamiento, la licitación y adjudicación de las obras a corto plazo.

#### 8.1.2. Fases del Programa de Inversiones

**FASE I:** En esta fase se incluirán las obras y acciones (FI, DESCOM) de **corto plazo** que cubrirán la demanda de la población del área metropolitana hasta el año 2023.

Las obras se construirán en el periodo 2016 - 2017.

Para el efecto previamente se deberá disponer de los diseños a nivel TESA de toda la infraestructura incluida en esta fase (en el caso de La Paz - El Alto es probable que se adelante la construcción al año 2015 ya que el Proyecto Multipropósito (San Roque), Sistema ChuquiagUILlo y la represa Hampaturi Alto tienen el estudioTESA en ejecución y/o concluidos).

Puesta en operación será el año 2018.

**FASE II:** En esta fase se incluirán las obras y acciones (FI, DESCOM) de **mediano plazo** que cubrirán la demanda de la población del área metropolitana (100 % de cobertura) hasta el año 2029.

Las obras se construirán en el periodo 2021 - 2022.

Puesta en operación será el año 2023.

**FASE III:** En esta fase se incluirán las obras y acciones (FI, DESCOM) de **largo plazo** que cubrirán la demanda de la población del área metropolitana (100 % de cobertura) hasta el año 2036.

Las obras se construirán en el periodo 2027 - 2028.

Puesta en operación será el año 2029.

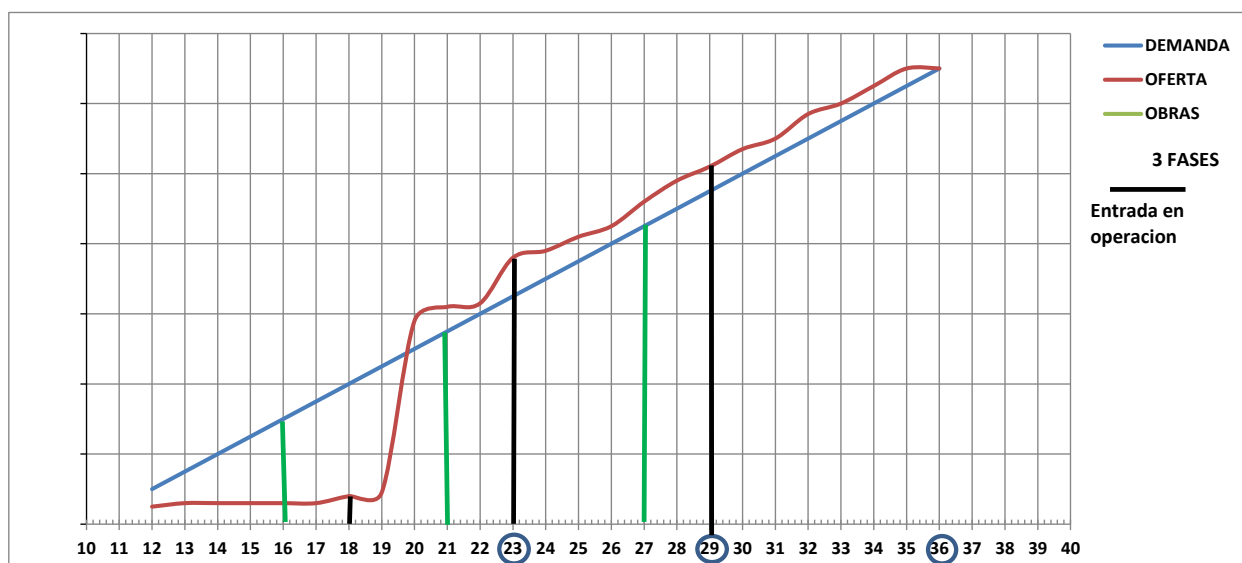
En cada fase se priorizan las obras de gran magnitud como presas, plantas, aducciones, redes matrices. Sin embargo para mantener y ampliar la cobertura de los servicios las redes secundarias y conexiones deben ser presupuestadas y ejecutadas cada año conforme al Plan de Desarrollo Quinquenal (PDQ) que es presentado al regulador (AAPS).

Por este motivo para el Plan Maestro, los periodos entre FASES se han programado con intervalos próximos a los PDQ, que además contemplen una relación equidistante, aspecto que facilita la programación.

FASE I:	2016 - 2023	7 años
FASE II:	2023 - 2029	6 años
FASE III:	2029 - 2036	7 años

En la Figura 8.1., se presenta desde el punto de vista conceptual las fases para el desarrollo del Plan Maestro.

Figura 8.1. Fases para el desarrollo del Plan Maestro



FASES PMM (20 AÑOS)	EJEC. OBRAS	OPERACIÓN	% COBERTURA DE LA POBLACIÓN	ACTIVIDADES 2012 - 2015
FASE I: 2016 - 2023	2016 - 2017	2018	FASE I: HASTA 2023	DESARROLLO DEL PMM : 2012 - 2013
FASE II: 2023 - 2029	2021 - 2022	2023	FASE II: HASTA 2029	TESA, GEST. DE FINANC., LICITACION., ADJUDIC. : 2014 - 2015
FASE III: 2029 - 2036	2027 - 2028	2029	FASE III: HASTA 2036	

Fuente: Elaboración propia.

Complementando la descripción anterior, más adelante en el numeral 8.2.1, se presenta el Cronograma (en Ms Project) de obras y acciones de ampliación, renovación y otras inversiones, integrado por un plan de corto, mediano y largo plazo, que cubre la demanda en el periodo de planificación hasta el año 2036.

## 8.2. PROGRAMA DE INVERSIONES DE CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO

El programa de inversiones consolidado y estructurado fue elaborado a partir de la selección y estudio de las soluciones propuestas, dando respuesta a la demanda de ampliación de los servicios, manteniendo la continuidad y calidad de los mismos.

El detalle de los presupuestos correspondientes a las obras y acciones de corto, mediano y largo plazo se encuentran incluido en las soluciones propuestas y los trece (13) Estudios de Identificación correspondientes al Capítulo 6, Volumen III del Informe Final.

Las inversiones son presentadas separadas por sistemas para La Paz, El Alto y zonas adyacentes y por ciudad capital (área urbana) para los municipios de Viacha, Laja, Pucarani, Achocalla, Mecapaca y Palca.

El monto total (2036) del Programa de Inversiones de corto, mediano y largo plazo del Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento de La Paz, El Alto, Zonas Adyacentes y los Municipios aledaños de Viacha, Pucarani, Laja, Achocalla, Mecapaca y Palca, alcanza a **Bs. 6.557.589.798** o su equivalente en **\$us. 942.182.442.**

Las obras y acciones a corto plazo, del Programa de Inversiones alcanza a **Bs. 2.906.327.776** o su equivalente en **\$us. 417.575.830.**

Para el programa a corto plazo, existe un monto de financiamiento comprometido **de \$us.82,115,658**, para los proyectos de ChuquiagUILlo, Multipropósito y PTAR Tacachira.

Por tanto el monto por comprometer mediante la estrategia de financiamiento para las obras de corto plazo sería **\$us. 335.460.172.** a ser ejecutado en los siguientes **7 años a razón de \$us. 47.922 Millones** por año, que permitirá cubrir la demanda de servicios de agua potable y saneamiento con 100% de cobertura al año 2025 y cumplir con la Agenda Patriótica propuesta por el Estado Plurinacional de Bolivia.

Tabla 8.1. Resumen del Programa de Inversiones Plan Maestro

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y ACCIONES	CORTO (Bs)	MEDIANO (Bs)	LARGO (Bs)	Total (Bs)	Total (\$US)
	2016 - 2023	2023 - 2029	2029 - 2036		
TOTAL PLAN DE INVERSIONES EPSAS 2016 - 2036 (Bs)	2.667.324.118	1.286.304.484	2.071.716.937	6.025.345.540	
TOTAL PLAN DE INVERSIONES EPSAS 2016 - 2036 (\$us)	383.236.224	184.813.863	297.660.479		865.710.566

TOTAL PLAN DE INVERSIONES MUNICIPIOS ADYACENTES 2016 - 2036 (Bs)	238.711.088	168.518.190	125.189.880	532.419.158	
TOTAL PLAN DE INVERSIONES MUNICIPIOS ADYACENTES 2016 - 2036 (\$us)	34.297.570	24.212.384	17.987.052		76.497.005

TOTAL PLAN DE INVERSIONES EPSAS Y MUNICIPIOS ADYACENTES 2016 - 2036 (Bs)	2.906.035.206	1.454.822.674	2.196.906.817	6.557.764.697	
TOTAL PLAN DE INVERSIONES EPSAS Y MUNICIPIOS ADYACENTES 2016 - 2036 (\$us)	417.533.794	209.026.246	315.647.531		942.207.571

	CORTO (Bs)	MEDIANO (Bs)	LARGO (Bs)	Total (Bs)	Total (\$US)
	2016 - 2023	2023 - 2029	2029 - 2036		
TOTAL PLAN DE INVERSIONES EPSAS 2016 - 2036 (Bs)	2,667,324,118	1,286,304,484	2,071,716,937	6,025,345,540	
TOTAL PLAN DE INVERSIONES EPSAS 2016 - 2036 (\$us)	383,236,224	184,813,863	297,660,479		865,710,566
TOTAL PLAN DE INVERSIONES MUNICIPIOS ADYACENTES 2016 - 2036 (Bs)	239,003,658	168,323,209	124,917,392	532,244,259	
TOTAL PLAN DE INVERSIONES MUNICIPIOS ADYACENTES 2016 - 2036 (\$us)	34,339,606	24,184,369	17,947,901		76,471,876
TOTAL PLAN DE INVERSIONES EPSAS Y MUNICIPIOS ADYACENTES 2016 - 2036 (Bs)	2,906,327,776	1,454,627,693	2,196,634,329	6,557,589,798	
TOTAL PLAN DE INVERSIONES EPSAS Y MUNICIPIOS ADYACENTES 2016 - 2036 (\$us)	417,575,830	208,998,232	315,608,381		942,182,442

En las Tablas 8.2 y 8.3 se presenta ampliado el Programa de Inversiones propuesto por el Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento La Paz, El Alto y Zonas Adyacentes.

Para el programa de corto plazo (13 Estudios de Identificación) se han desarrollado los presupuestos a detalle con el respaldo de cálculos métricos y análisis de precios unitarios.

Tabla 8.2. Programa de Inversiones – La Paz, El Alto y Zonas Adyacentes

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y ACCIONES		CORTO (Bs)	MEDIANO (Bs)	LARGO (Bs)	Total (Bs)	Total (\$US)
		2016 - 2023	2023 - 2029	2029 - 2036		
<b>1</b>	<b>INVERSIONES DE AMPLIACIÓN</b>					
<b>1.1</b>	<b>PRODUCCION DE AGUA</b>					
	<b>Sistema Achachicala</b>					
<b>1.1.1</b>	Mejoramiento Obra de Toma Choqueyapu	5,442,847			5,442,847	782,018
<b>1.1.2</b>	Represa Caluyo			241,890,250	241,890,250	34,754,346
<b>1.1.3</b>	Obra de Toma Chacaltaya			200,978	200,978	28,876
<b>1.1.4</b>	Trasvase Obra de Toma Chacaltaya - Represa Caluyo			1,275,003	1,275,003	183,190
<b>1.1.5</b>	Aducción Represa Caluyo - PTAP Achachicala			43,441,770	43,441,770	6,241,634
<b>1.1.6</b>	Represa Janqo Qhota	87,918,166			87,918,166	12,631,920
<b>1.1.7</b>	Aducción Janqo Qhota - Milluni - Forebay - PTAP Achachicala	97,534,380			97,534,380	14,013,560
	<b>Subtotal Ampliación Producción Sistema Achachicala</b>	<b>190,895,393</b>	<b>0</b>	<b>286,808,001</b>	<b>477,703,394</b>	<b>68,635,545</b>
	<b>Sistema Pampahasi</b>					
<b>1.1.9</b>	Represa Alto Hampaturi	76,636,844			76,636,844	11,011,041
<b>1.1.10</b>	Obra de Captación Palcoma	166,192			166,192	23,878
<b>1.1.11</b>	Aducción Palcoma - Represa Hampaturi	26,747,263			26,747,263	3,842,998
<b>1.1.12</b>	Nueva Estación Interruptora de Presión	38,821,277			38,821,277	5,577,770
<b>1.1.13</b>	Ampliación PTAP Pampahasi	27,185,040	11,586,699		38,771,739	5,570,652
<b>1.1.14</b>	Represa Chojña Qhota		33,101,320		33,101,320	4,755,937
<b>1.1.15</b>	Aducción Represa Chojña Qhota - PTAP Ovejuyo		53,764,871		53,764,871	7,724,838
<b>1.1.16</b>	PTAP Ovejuyo		14,151,865		14,151,865	2,033,314
	<b>Subtotal Ampliación Producción Sistema Pampahasi</b>	<b>169,556,617</b>	<b>112,604,755</b>	<b>0</b>	<b>282,161,371</b>	<b>40,540,427</b>
	<b>Sistema El Alto</b>					
<b>1.1.17</b>	Desarrollo de Aguas Subterráneas			6,765,752	6,765,752	972,091
<b>1.1.18</b>	PTAP La Calera			25,789,238	25,789,238	3,705,350

**Planes Maestros Metropolitanos de Agua Potable y Saneamiento de Cochabamba, La Paz y El Alto, Santa Cruz y el Valle Central de Tarija – (Bolivia)**

**Informe Final - Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento de La Paz – El Alto y Zonas Adyacentes**

<b>1.1.19</b>	Obra de Toma Chojña Jipiña			404,284	404,284	58,087
<b>1.1.20</b>	Aducción Chojña Jipiña - Qhellumani			34,098,046	34,098,046	4,899,145
<b>1.1.21</b>	Represa Qhellumani		16,313,983		16,313,983	2,343,963
<b>1.1.22</b>	Aducción Qhellumani - PTAP El Alto		55,025,515		55,025,515	7,905,965
<b>1.1.23</b>	Ampliación PTAP El Alto		22,896,187		22,896,187	3,289,682
	<b>Subtotal Ampliación Producción Sistema El Alto</b>	<b>0</b>	<b>94,235,685</b>	<b>67,057,320</b>	<b>161,293,005</b>	<b>23,174,282</b>
	<b>Proyecto Multipropósito de Recursos Hídricos La Paz El Alto</b>					
<b>1.1.24</b>	Proy. Multipropósito - Represa Qhotia Qhota - Qhara Qhota	2,063,359			2,063,359	296,460
<b>1.1.25</b>	Proy. Multipropósito - Represa Taypichaca	3,904,888			3,904,888	561,047
<b>1.1.26</b>	Proy. Multipropósito - Aducción a PTAP San Roque	281,057,400			281,057,400	40,381,810
<b>1.1.27</b>	Proy. Multipropósito - PTAP San Roque	50,870,417			50,870,417	7,308,968
	<b>Subtotal Proyecto Multipropósito</b>	<b>337,896,064</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>337,896,064</b>	<b>48,548,285</b>
	<b>Sistema ChuquiagUILlo</b>					
<b>1.1.28</b>	Aducción represa Incachaca - PTAP ChuquiagUILlo	4,983,370			4,983,370	716,002
<b>1.1.29</b>	PTAP ChuquiagUILlo	14,151,865			14,151,865	2,033,314
<b>1.1.30</b>	Obras de Captación Grupo Huari Pampa (H.P.)			278,400	278,400	40,000
<b>1.1.31</b>	Aducciones Obra de Captación H.P. a PTAP ChuquiagUILlo			8,490,290	8,490,290	1,219,869
	<b>Subtotal Ampliación Producción Sistema ChuquiagUILlo</b>	<b>19,135,235</b>	<b>0</b>	<b>8,768,690</b>	<b>27,903,925</b>	<b>4,009,185</b>
	<b>Sistema Tilata</b>					
<b>1.1.32</b>	Mejoramiento pozos líneas A y B			1,242,759	1,242,759	178,557
<b>1.1.33</b>	Construcción línea de Pozos C	24,999,999			24,999,999	3,591,954
	<b>Subtotal Ampliación Producción Sistema Tilata</b>	<b>24,999,999</b>	<b>0</b>	<b>1,242,759</b>	<b>26,242,758</b>	<b>3,770,511</b>
	<b>Total ampliación producción de agua</b>	<b>742,483,309</b>	<b>206,840,440</b>	<b>363,876,770</b>	<b>1,313,200,519</b>	<b>188,678,235</b>
<b>1.2</b>	<b>REDES DE AGUA POTABLE PRINCIPALES</b>					
<b>1.2.1</b>	Achachicala	3,929,019	949,230	1,265,639	6,143,887	882,742
<b>1.2.2</b>	Pampahasi	15,860,351	19,699,872	26,266,496	61,826,719	8,883,149
<b>1.2.3</b>	El Alto	19,692,968	30,849,379	41,132,506	91,674,853	13,171,674
<b>1.2.4</b>	San Roque	107,791,045	9,233,329	12,311,106	129,335,480	18,582,684

**Planes Maestros Metropolitanos de Agua Potable y Saneamiento de Cochabamba, La Paz y El Alto, Santa Cruz y el Valle Central de Tarija – (Bolivia)**

**Informe Final - Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento de La Paz – El Alto y Zonas Adyacentes**

1.2.5	Tilata	18,859,429	13,430,372	17,907,162	50,196,963	7,212,207
1.2.6	Chuquiaguillo	85,559,916			85,559,916	12,293,091
	<b>Sub Total Redes de agua potable principales</b>	<b>251,692,728</b>	<b>74,162,182</b>	<b>98,882,909</b>	<b>424,737,819</b>	<b>61,025,549</b>
1.2.6	Válvulas Achachicala	3,024,501	730,703	974,271	4,729,475	679,522
1.2.7	Válvulas Pampahasi	5,817,811	6,485,838	8,647,784	20,951,433	3,010,263
1.2.8	Válvulas El Alto	6,333,193	9,921,058	13,228,078	29,482,330	4,235,967
1.2.9	Válvulas San Roque	20,424,049	1,749,514	2,332,686	24,506,249	3,521,013
1.2.10	Válvulas Tilata	1,504,768	1,071,591	1,428,788	4,005,148	575,452
	<b>Subtotal Válvulas</b>	<b>37,104,322</b>	<b>19,958,705</b>	<b>26,611,607</b>	<b>83,674,634</b>	<b>12,022,218</b>
	<b>Total ampliación redes de agua potable principales</b>	<b>288,797,050</b>	<b>94,120,887</b>	<b>125,494,516</b>	<b>508,412,453</b>	<b>73,047,766</b>
1.3	<b>REDES DE AGUA POTABLE SECUNDARIAS (ramales)</b>					
1.3.1	Achachicala	473,931	406,227	541,636	1,421,795	204,281
1.3.2	Pampahasi	3,498,897	2,999,054	3,998,739	10,496,690	1,508,145
1.3.3	El Alto (incluye San Roque)	16,204,860	13,889,880	18,519,841	48,614,582	6,984,854
1.3.4	Tilata	62,463,415	68,374,177	91,165,569	222,003,161	31,897,006
	<b>Total ampliación redes de agua potable secundarias</b>	<b>82,641,103</b>	<b>85,669,339</b>	<b>114,225,785</b>	<b>282,536,227</b>	<b>40,594,286</b>
1.4	<b>CONEXIONES DE AGUA POTABLE (EXPANSION)</b>					
1.4.1	Achachicala	769,954	659,396	879,195	2,308,544	331,687
1.4.2	Pampahasi	4,160,499	3,565,621	4,754,161	12,480,281	1,793,144
1.4.3	El Alto (incluye San Roque)	16,688,561	14,053,765	18,738,354	49,480,680	7,109,293
1.4.4	Tilata	68,999,133	59,142,115	78,856,153	206,997,401	29,741,006
	<b>Total conexiones de agua potable (expansión)</b>	<b>90,618,147</b>	<b>77,420,897</b>	<b>103,227,862</b>	<b>271,266,906</b>	<b>38,975,130</b>
1.5	<b>CONEXIONES DE AGUA POTABLE (DENSIFICACION)</b>					
1.5.1	Achachicala	2,404,658	2,060,503	2,747,337	7,212,498	1,036,278
1.5.2	Pampahasi	14,348,875	12,299,036	16,398,714	43,046,625	6,184,860
1.5.3	El Alto (incluye San Roque)	45,820,657	45,912,120	61,216,160	152,948,937	21,975,422
1.5.4	Tilata	9,081,959	7,785,172	10,380,229	27,247,361	3,914,851
	<b>Total conexiones de agua potable (densificación)</b>	<b>71,656,149</b>	<b>68,056,830</b>	<b>90,742,441</b>	<b>230,455,420</b>	<b>33,111,411</b>

**Planes Maestros Metropolitanos de Agua Potable y Saneamiento de Cochabamba, La Paz y El Alto, Santa Cruz y el Valle Central de Tarija – (Bolivia)**

**Informe Final - Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento de La Paz – El Alto y Zonas Adyacentes**

	<b>Total inversiones de ampliación agua potable</b>	<b>1,276,195,758</b>	<b>532,108,393</b>	<b>797,567,374</b>	<b>2,605,871,525</b>	<b>374,406,828</b>
<b>1.6</b>	<b>PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b>					
<b>1.6.1</b>	PTAR La Paz - Mallasa	184,705,572	64,457,279	79,678,249	328,841,100	47,247,284
<b>1.6.2</b>	PTAR El Alto - Puchukollo (ampliación y mejoramiento)	246,082,460	104,876,877	97,643,957	448,603,294	64,454,496
<b>1.6.3</b>	PTAR El Alto - Tacachira	52,296,921	-	-	52,296,921	7,513,925
<b>1.6.4</b>	PTAR El Alto - Sur	-	-	39,032,125	39,032,125	5,608,064
	<b>Total ampliación tratamiento aguas residuales</b>	<b>483,084,953</b>	<b>169,334,156</b>	<b>216,354,330</b>	<b>868,773,439</b>	<b>124,823,770</b>
<b>1.7</b>	<b>INTERCEPTORES Y EMISARIO DE ALCANTARILLADO</b>					
<b>1.7.1</b>	La Paz - interceptores de alcantarillado	36,203,230	21,436,002	4,036,932	61,676,164	8,861,518
<b>1.7.2</b>	La Paz - Emisario Choqueyapu	49,190,036	-	-	49,190,036	7,067,534
<b>1.7.3</b>	Interceptor Autopista Saneamiento O.T. PTAP Achachicala	4,085,012	-	-	4,085,012	586,927
<b>1.7.4</b>	La Paz - Obra de Toma aguas mixtas Zona Central	1,702,589	-	-	1,702,589	244,625
<b>1.7.5</b>	La Paz - interconexión colectores principales a interceptores	21,300,335	11,418,047	5,809,185	38,527,567	5,535,570
<b>1.7.6</b>	El Alto - Colectores (Sistema de Recoleccion Sur)	-	-	1,870,383	1,870,383	268,733
	<b>Total ampliación interceptores y emisarios de alcantarillado</b>	<b>112,481,203</b>	<b>32,854,049</b>	<b>11,716,500</b>	<b>157,051,753</b>	<b>22,564,907</b>
<b>1.8</b>	<b>COLECTORES SECUNDARIOS DE ALCANTARILLADO</b>					
<b>1.8.1</b>	La Paz - colectores secundarios de alcantarillado	30,049,062	16,299,231	8,109,395	54,457,687	7,824,380
<b>1.8.2</b>	El Alto - colectores secundarios de alcantarillado	23,177,770	74,372,424	130,442,723	227,992,918	32,757,603
	<b>Total ampliación colectores secundarios de alcantarillado</b>	<b>53,226,833</b>	<b>90,671,655</b>	<b>138,552,118</b>	<b>282,450,605</b>	<b>40,581,984</b>
<b>1.9</b>	<b>CONEXIONES DE ALCANTARILLADO (EXPANSION)</b>					
<b>1.9.1</b>	La Paz - conexiones de alcantarillado (expansión)	46,162,005	25,039,221	12,457,823	83,659,049	12,019,978
<b>1.9.2</b>	La Paz - Saneamiento ecológico (letrinas)	1,358,891	559,543	746,057	2,664,491	382,829
<b>1.9.3</b>	El Alto - conexiones de alcantarillado (expansión)	4,688,467	15,041,492	46,108,133	65,838,092	9,459,496
<b>1.9.4</b>	El Alto - Saneamiento ecológico (letrinas)	5,292,816	8,817,340	3,528,544	17,638,700	2,534,296
	<b>Total conexiones de alcantarillado expansión</b>	<b>57,502,179</b>	<b>49,457,596</b>	<b>62,840,557</b>	<b>169,800,332</b>	<b>24,396,599</b>

**Planes Maestros Metropolitanos de Agua Potable y Saneamiento de Cochabamba, La Paz y El Alto, Santa Cruz y el Valle Central de Tarija – (Bolivia)**

**Informe Final - Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento de La Paz – El Alto y Zonas Adyacentes**

<b>1.10</b>	<b>CONEXIONES DE ALCANTARILLADO (DENSIFICACION)</b>					
<b>1.10.1</b>	La Paz - conexiones de alcantarillado (densificación)	19,783,716	10,731,095	5,339,067	35,853,878	5,151,419
<b>1.10.2</b>	El Alto - conexiones de alcantarillado (densificación)	2,717,325	8,717,380	26,722,225	38,156,930	5,482,318
	<b>Total conexiones de alcantarillado densificación</b>	<b>22,501,041</b>	<b>19,448,475</b>	<b>32,061,292</b>	<b>74,010,808</b>	<b>10,633,737</b>
	<b>Total inversiones de ampliación en alcantarillado + PTAR</b>	<b>728,796,209</b>	<b>361,765,932</b>	<b>461,524,798</b>	<b>1,552,086,938</b>	<b>223,000,997</b>
<b>2</b>	<b>INVERSIONES DE RENOVACION Y MEJORAMIENTO</b>					
<b>2.1</b>	<b>PRODUCCION DE AGUA</b>					
<b>2.1.1</b>	Achachicala - Renovación de Equipos	6,619,504	1,441,395	1,921,860	9,982,759	1,434,304
<b>2.1.2</b>	Achachicala - Tratamiento de lodos y Reparación Estructuras Existentes	38,118,750			38,118,750	5,476,832
<b>2.1.3</b>	Pampahasi - Renovación de Equipos	25,287,222	1,350,403	1,800,537	28,438,162	4,085,943
<b>2.1.4</b>	El Alto - Renovación de Equipos	9,625,407	930,931	1,241,242	11,797,580	1,695,055
<b>2.1.5</b>	El Alto - Renovación Aducción Tuni a PTAP El Alto			206,689,568	206,689,568	29,696,777
<b>2.1.6</b>	Tilata - Renovación de Equipos	1,404,640	145,714	194,286	1,744,640	250,667
	<b>Total renovación y mejoramiento producción de agua</b>	<b>81,055,523</b>	<b>3,868,443</b>	<b>211,847,493</b>	<b>296,771,459</b>	<b>42,639,577</b>
<b>2.2</b>	<b>REDES DE AGUA</b>					
<b>2.2.1</b>	Achachicala - Renovación Red Primaria (Reducción Agua No Facturada - RANF)	695,295	414,576	552,767	1,662,638	238,885
<b>2.2.2</b>	Pampahasi - Renovación Red Primaria RANF	1,494,678	1,121,681	1,495,575	4,111,935	590,795
<b>2.2.3</b>	El Alto - Renovación Red Primaria RANF	2,300,484	1,849,095	2,465,460	6,615,039	950,437
<b>2.2.4</b>	Tilata - Renovación Red Primaria RANF	126,425	108,353	144,470	379,247	54,490
	<b>Total Renovación Red Primaria</b>	<b>4,616,882</b>	<b>3,493,705</b>	<b>4,658,273</b>	<b>12,768,859</b>	<b>1,834,606</b>
<b>2.2.5</b>	Achachicala - Renovación Red Secundaria RANF	6,309,261	3,761,951	5,015,935	15,087,148	2,167,694
<b>2.2.6</b>	Pampahasi - Renovación Red Secundaria RANF	20,442,562	15,341,125	20,454,833	56,238,520	8,080,247
<b>2.2.7</b>	El Alto - Renovación Red Secundaria RANF	40,431,039	32,497,875	43,330,500	116,259,414	16,703,939
<b>2.2.8</b>	Tilata - Renovación Red Secundaria RANF	2,551,370	2,186,655	2,915,540	7,653,565	1,099,650
	<b>Total renovación red secundaria agua</b>	<b>69,734,232</b>	<b>53,787,606</b>	<b>71,716,808</b>	<b>195,238,646</b>	<b>28,051,530</b>
	<b>Total Renovación Red Primaria y Secundaria de agua</b>	<b>74,351,114</b>	<b>57,281,311</b>	<b>76,375,081</b>	<b>208,007,506</b>	<b>29,886,136</b>
<b>2.2.9</b>	Achachicala - Renovación de válvulas RANF	1,017,907	606,936	809,248	2,434,091	349,726

**Planes Maestros Metropolitanos de Agua Potable y Saneamiento de Cochabamba, La Paz y El Alto, Santa Cruz y el Valle Central de Tarija – (Bolivia)**

**Informe Final - Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento de La Paz – El Alto y Zonas Adyacentes**

<b>2.2.10</b>	Pampahasi - Renovación de válvulas RANF	1,037,549	778,629	1,038,172	2,854,349	410,108
<b>2.2.11</b>	El Alto - Renovación de válvulas RANF	945,200	759,738	1,012,984	2,717,921	390,506
<b>2.2.12</b>	Tilata - Renovación de válvulas RANF				0	0
	<b>Total renovación de Reductoras y válvulas</b>	<b>3,000,656</b>	<b>2,145,302</b>	<b>2,860,403</b>	<b>8,006,361</b>	<b>1,150,339</b>
<b>2.2.13</b>	Achachicala - Renovación de Medidores RANF	6,470,284			6,470,284	929,638
<b>2.2.14</b>	Pampahasi - Renovación de Medidores RANF	11,464,400			11,464,400	1,647,184
<b>2.2.15</b>	El Alto - Renovación de Medidores RANF	34,126,062			34,126,062	4,903,170
<b>2.2.16</b>	Tilata - Renovación de Medidores RANF	8,455,654			8,455,654	1,214,893
	<b>Total renovación de Medidores</b>	<b>60,516,400</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>60,516,400</b>	<b>8,694,885</b>
	<b>Total inversión en Renovación redes de agua</b>	<b>218,923,693</b>	<b>63,295,057</b>	<b>291,082,977</b>	<b>573,301,726</b>	<b>82,370,938</b>
<b>2.3</b>	<b>REDES DE ALCANTARILLADO</b>					
<b>2.3.1</b>	La Paz - Renovación de red de alcantarillado	24,241,694	34,224,363	42,772,266	101,238,324	14,545,736
<b>2.3.2</b>	El Alto-Renovación de red de alcant. (Incluye Intercep. parelo Emisario Puchukollo)	20,072,320	57,588,935	86,770,178	164,431,433	23,625,206
	<b>Total renovación de redes de alcantarillado</b>	<b>44,314,014</b>	<b>91,813,298</b>	<b>129,542,444</b>	<b>265,669,757</b>	<b>38,170,942</b>
	<b>Total renovación en agua potable y alcantarillado</b>	<b>263,237,708</b>	<b>155,108,354</b>	<b>420,625,421</b>	<b>838,971,483</b>	<b>120,541,880</b>
<b>3</b>	<b>OTRAS INVERSIONES</b>					
<b>3.1</b>	<b>COSTOS IMPREVISTOS</b>					
<b>3.1.1</b>	Sistema de agua potable Pampahasi	19,633,262	17,624,601	8,485,501	45,743,364	6,572,322
<b>3.1.2</b>	Sistema de agua potable Achachicala	7,527,591	1,103,092	30,151,589	38,782,272	5,572,165
<b>3.1.3</b>	Sistema de agua potable El Alto	32,038,353	25,588,237	49,804,449	107,431,039	15,435,494
<b>3.1.4</b>	Sistema de agua potable Tilata	19,844,679	15,224,415	20,299,220	55,368,314	7,955,218
<b>3.1.5</b>	Sistema de saneamiento La Paz	20,939,107	18,416,478	15,894,897	55,250,483	7,938,288
<b>3.1.6</b>	Sistema de saneamiento El Alto	30,203,116	26,941,445	43,211,827	100,356,387	14,419,021
	<b>Total costos imprevistos</b>	<b>130,186,108</b>	<b>104,898,268</b>	<b>167,847,483</b>	<b>402,931,859</b>	<b>57,892,508</b>
<b>3.2</b>	<b>ESTUDIOS DE PREINVERSION (TESA)</b>					
<b>3.2.1</b>	El N° 1 - Sistema de agua potable Pampahasi	5,903,306	5,299,345	2,551,411	13,754,061	1,976,158
<b>3.2.2</b>	El N° 2 - Sistema de agua potable Achachicala	2,405,170	352,453	9,633,851	12,391,473	1,780,384

**Planes Maestros Metropolitanos de Agua Potable y Saneamiento de Cochabamba, La Paz y El Alto, Santa Cruz y el Valle Central de Tarija – (Bolivia)**

**Informe Final - Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento de La Paz – El Alto y Zonas Adyacentes**

<b>3.2.3</b>	El N° 3 - Sistema de Agua potable El Alto	5,602,543	4,474,612	8,709,298	18,786,453	2,699,203
<b>3.2.4</b>	El N° 4 - Sistema de Agua potable Tilata	2,630,126	2,017,777	2,690,369	7,338,272	1,054,349
<b>3.2.5</b>	El N° 5 - Sistema Saneamiento La Paz	13,191,638	3,770,786	5,006,893	21,969,317	3,156,511
<b>3.2.6</b>	El N° 6 - Sistema de Saneamiento El Alto	9,967,028	8,890,677	14,259,903	33,117,608	4,758,277
	<b>Total estudios de preinversión (TESA)</b>	<b>39,699,811</b>	<b>24,805,650</b>	<b>42,851,724</b>	<b>107,357,185</b>	<b>15,424,883</b>
<b>3.3</b>	<b>INVERSIONES EN FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL</b>					
<b>3.3.1</b>	Acciones de Fortalecimiento Institucional (EPSAS)	43,605,465	20,979,654	33,594,352	98,179,470	14,106,246
	<b>Total acciones de Fortalecimiento Institucional (EPSAS)</b>	<b>43,605,465</b>	<b>20,979,654</b>	<b>33,594,352</b>	<b>98,179,470</b>	<b>14,106,246</b>
<b>3.4</b>	<b>SUPERVISION DE OBRAS AGUA POTABLE</b>					
<b>3.4.1</b>	El N° 1 - Sistema de agua potable Pampahasi	10,798,294	9,693,531	4,667,026	25,158,850	3,614,777
<b>3.4.2</b>	El N° 2 - Sistema de agua potable Achachicala	4,140,175	606,700	16,583,374	21,330,249	3,064,691
<b>3.4.3</b>	El N° 3 - Sistema de agua potable El Alto	17,621,094	14,073,530	27,392,447	59,087,071	8,489,522
<b>3.4.4</b>	El N° 4 - Sistema de agua potable Tilata	10,914,574	8,373,428	11,164,571	30,452,573	4,375,370
	<b>Total Supervisión de Obras agua potable</b>	<b>43,474,136</b>	<b>32,747,190</b>	<b>59,807,418</b>	<b>136,028,744</b>	<b>19,544,360</b>
<b>3.5</b>	<b>SUPERVISION DE OBRAS SANEAMIENTO</b>					
<b>3.5.1</b>	El N° 5 - Sistema de Saneamiento La Paz	21,986,063	6,583,913	8,742,194	37,312,169	5,360,944
<b>3.5.2</b>	El N° 6 - Sistema de Saneamiento El Alto	16,611,714	14,817,795	23,766,505	55,196,013	7,930,462
	<b>Total Supervisión de Obras saneamiento</b>	<b>38,597,776</b>	<b>21,401,707</b>	<b>32,508,698</b>	<b>92,508,182</b>	<b>13,291,405</b>
<b>3.6</b>	<b>MITIGACION AMBIENTAL - DESCOM OBRAS DE AGUA POTABLE</b>					
<b>3.6.1</b>	El N° 1 - Sistema de agua potable Pampahasi	6,478,976	5,816,118	2,800,215	15,095,310	2,168,866
<b>3.6.2</b>	El N° 2 - Sistema de agua potable Achachicala	2,484,105	364,020	9,950,024	12,798,150	1,838,815
<b>3.6.3</b>	El N° 3 - Sistema de agua potable El Alto	10,572,656	8,444,118	16,435,468	35,452,243	5,093,713
<b>3.6.4</b>	El N° 4 - Sistema de agua potable Tilata	6,548,744	5,024,057	6,698,743	18,271,544	2,625,222
	<b>Total Mitigación ambiental Obras de agua potable</b>	<b>26,084,482</b>	<b>19,648,314</b>	<b>35,884,451</b>	<b>81,617,246</b>	<b>11,726,616</b>
<b>3.7</b>	<b>MITIGACION AMBIENTAL - DESCOM OBRAS DE SANEAMIENTO</b>					
<b>3.7.1</b>	El N° 5 - Sistema de Saneamiento La Paz	13,191,638	3,950,348	5,245,316	22,387,301	3,216,566
<b>3.7.2</b>	El N° 6 - Sistema de Saneamiento El Alto	9,967,028	8,890,677	14,259,903	33,117,608	4,758,277
	<b>Total Mitigación ambiental - DESCOM Obras de saneamiento</b>	<b>23,158,666</b>	<b>12,841,024</b>	<b>19,505,219</b>	<b>55,504,909</b>	<b>7,974,843</b>

	<b>Total Mitigación Ambiental - DESCOM agua potable y saneamiento</b>	<b>49,243,148</b>	<b>32,489,338</b>	<b>55,389,669</b>	<b>137,122,155</b>	<b>19,701,459</b>
<b>3.8</b>	<b>INVERSIONES EN TERRENOS</b>					
<b>3.8.1</b>	Terreno PTAR La Paz - Mallasa	54,288,000			54,288,000	7,800,000
	<b>Total Otras Inversiones en agua potable y alcantarillado</b>	<b>399,094,444</b>	<b>237,321,806</b>	<b>391,999,345</b>	<b>1,028,415,594</b>	<b>147,760,861</b>

<b>TOTAL PLAN DE INVERSIONES EPSAS 2016 - 2036 (Bs)</b>	<b>2,667,324,118</b>	<b>1,286,304,484</b>	<b>2,071,716,937</b>	<b>6,025,345,540</b>	
<b>TOTAL PLAN DE INVERSIONES EPSAS 2016 - 2036 (\$us)</b>	<b>383,236,224</b>	<b>184,813,863</b>	<b>297,660,479</b>		<b>865,710,566</b>

<b>TOTAL PLAN DE INVERSIONES MUNICIPIOS ADYACENTES 2016 - 2036 (Bs)</b>	<b>239,003,658</b>	<b>168,323,209</b>	<b>124,917,392</b>	<b>532,244,259</b>	
<b>TOTAL PLAN DE INVERSIONES MUNICIPIOS ADYACENTES 2016 - 2036 (\$us)</b>	<b>34,339,606</b>	<b>24,184,369</b>	<b>17,947,901</b>		<b>76,471,876</b>

<b>TOTAL PLAN DE INVERSIONES EPSAS Y MUNICIPIOS ADYACENTES 2016 - 2036 (Bs)</b>	<b>2,906,327,776</b>	<b>1,454,627,693</b>	<b>2,196,634,329</b>	<b>6,557,589,798</b>	
<b>TOTAL PLAN DE INVERSIONES EPSAS Y MUNICIPIOS ADYACENTES 2016 - 2036 (\$us)</b>	<b>417,575,830</b>	<b>208,998,232</b>	<b>315,608,381</b>		<b>942,182,442</b>

		<b>Corto Plazo (\$us)</b>
<b>Nota:</b>	Las inversiones en agua 1.1.9 y 1.1.28 - 1.1.29 - 1.1.30 Con financiamiento comprometido del Proyecto ChuquiagUILlo (EPSAS).	<b>26,053,448</b>
	Las inversiones en agua 1.1.24 - 1.1.25 - 1.1.26 y 1.1.27 Con financiamiento comprometido Proyecto Multipropósito (MMAyA).	<b>48,548,285</b>
	La inversión en PTAR 1.6.3 Con financiamiento comprometido Proyecto PTAR Tacachira - D14 El Alto (GMEA).	<b>7,513,925</b>
	San Roque (**); sus componentes se encuentran en el E. I. El Alto	<b>82,115,658</b>
		<b>Total monto por comprometer</b>
		<b>335,460,172</b>
		<b>Total monto por comprometer por año</b>
		<b>47,922,882</b>
Las inversiones en agua 1.1.6 - 1.1.7 serán ejecutadas por EPSAS (PDQ) Pendiente de financiamiento.		<b>26.645.481</b>

Tabla 8.3. Programa de Inversiones – Municipios aledaños

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y ACCIONES		CORTO	MEDIANO	LARGO	Total (Bs)	Total (\$us)
		2016 -2023	2023 - 2029	2029 - 2036		
<b>1</b>	<b>INVERSIONES DE AMPLIACIÓN</b>					
<b>1,1</b>	<b>PRODUCCIÓN DE AGUA + TANQUES</b>					
1.1.1	POZOS VIACHA	1.521.170	1.086.550	1.086.550	3.694.271	530.786
1.1.2	POZOS PUCARANI	313.943	313.943	313.943	941.829	135.320
1.1.3	POZOS LAJA	166.001	0	214.509	380.510	54.671
1.1.4	OBRA DE TOMA Y ADUCCIÓN PALCA		0	0	0	0
1.1.5	MACROMEDIDOR MECAPACA	7.000			7.000	1.006
1.1.6	MACROMEDIDOR ACHOCALLA	7.000	14.000	7.000	28.000	4.023
1.1.7	ESTACIÓN DE RE-BOMBEO VIACHA	498.004	485.572	427.560	1.411.136	202.749
1.1.8	TANQUES y CÁRCAMO VIACHA	1.280.692	1.280.180	191.767	2.752.639	395.494
1.1.9	TANQUES PUCARANI	192.773	0	0	192.773	27.697
1.1.10	TANQUES LAJA	0	192.773	0	192.773	27.697
1.1.11	TANQUES PALCA *		0	0	0	0
1.1.12	TANQUES MECAPACA	1.872.154	246.470	108.205	2.226.829	319.947
1.1.13	TANQUES ACHOCALLA	594.496	905.236	0	1.499.732	215.479
	<b>Total ampliación producción de agua y tanques</b>	<b>6.453.232</b>	<b>4.524.724</b>	<b>2.349.535</b>	<b>13.327.490</b>	<b>1.914.869</b>
<b>1,2</b>	<b>REDES DE AGUA PRINCIPALES</b>					
1.2.1	VIACHA	1.266.272	423.539	127.087	1.816.898	261.049
1.2.2	MECAPACA	5.791.028	939.789	25.715	6.756.533	970.766
1.2.3	ACHOCALLA	2.234.724	3.018.555	0	5.253.279	754.781
	<b>Total ampliación redes principales</b>	<b>9.292.025</b>	<b>4.381.883</b>	<b>152.801</b>	<b>13.826.709</b>	<b>1.986.596</b>
<b>1,3</b>	<b>REDES DE AGUA SECUNDARIAS (ramales)</b>					
1.3.1	VIACHA	7.778.759	3.667.654	5.225.618	16.672.031	2.395.407
1.3.2	PUCARANI	286.516	64.419	82.416	433.351	62.263
1.3.3	LAJA	150.599	64.925	84.846	300.370	43.157
1.3.4	PALCA *		24.106	29.980	54.086	7.771
1.3.5	MECAPACA	3.193.382	1.132.887	1.623.960	5.950.229	854.918
1.3.6	ACHOCALLA	1.617.550	633.524	789.504	3.040.578	436.865
	<b>Total ampliación redes secundarias</b>	<b>13.026.806</b>	<b>5.587.515</b>	<b>7.836.325</b>	<b>26.450.645</b>	<b>3.800.380</b>
<b>1,4</b>	<b>CONEXIONES DE AGUA (EXPANSION)</b>					
1.4.1	VIACHA	7.488.484	3.448.705	4.887.567	15.824.757	2.273.672
1.4.2	PUCARANI	127.448	40.247	49.342	217.037	31.183
1.4.3	LAJA	91.280	40.247	52.988	184.514	26.511

Planes Maestros Metropolitanos de Agua Potable y Saneamiento de Cochabamba, La Paz y El Alto, Santa Cruz y el Valle Central de Tarija – (Bolivia)

Informe Final - Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento de La Paz – El Alto y Zonas Adyacentes

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y ACCIONES		CORTO	MEDIANO	LARGO	Total (Bs)	Total (\$us)
		2016 -2023	2023 - 2029	2029 - 2036		
1.4.4	PALCA *		9.431	11.463	20.894	3.002
1.4.5	MECAPACA	2.611.262	892.726	1.308.182	4.812.170	691.404
1.4.6	ACHOCALLA	1.187.440	397.007	538.872	2.123.318	305.074
	<b>Total conexiones de agua (expansión)</b>	<b>11.505.914</b>	<b>4.828.363</b>	<b>6.848.413</b>	<b>23.182.690</b>	<b>3.330.846</b>
<b>1,5</b>	<b>CONEXIONES DE AGUA (DENSIFICACION)</b>					
1.5.1	VIACHA	3.209.350	1.478.016	2.094.672	6.782.039	974.431
1.5.2	PUCARANI	54.621	17.249	21.146	93.016	13.364
1.5.3	LAJA	39.120	17.249	22.709	79.078	11.362
1.5.4	PALCA *		4.042	4.913	8.954	1.287
1.5.5	MECAPACA	1.119.112	382.597	560.649	2.062.359	296.316
1.5.6	ACHOCALLA	508.903	170.146	230.945	909.994	130.746
	<b>Total conexiones de agua (densificación)</b>	<b>4.931.106</b>	<b>2.069.298</b>	<b>2.935.034</b>	<b>9.935.439</b>	<b>1.427.506</b>
	<b>Total inversiones de ampliación agua potable</b>	<b>45.209.084</b>	<b>21.391.782</b>	<b>20.122.108</b>	<b>86.722.974</b>	<b>12.460.197</b>
<b>1,6</b>	<b>PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b>					
1.6.1	VIACHA	51.563.146	8.086.288	0	59.649.434	8.570.321
1.6.2	PUCARANI	4.873.719	0	0	4.873.719	700.247
1.6.3	LAJA (Ya cuenta con PTAR)	0	0	0	0	0
1.6.4	PALCA *		1.127.136	0	1.127.136	161.945
1.6.5	MECAPACA	0	23.518.092	0	23.518.092	3.379.036
1.6.6	ACHOCALLA (Aguas se envían a PTAR La Paz en Mallasa)	0	0	0	0	0
	<b>Total ampliación tratamiento aguas residuales</b>	<b>56.436.865</b>	<b>32.731.516</b>	<b>0</b>	<b>89.168.381</b>	<b>12.811.549</b>
<b>1,7</b>	<b>EMISARIO E INTERCEPTORES DE ALCANTARILLADO</b>					
1.7.1	VIACHA	18.135.933	2.760.108	3.146.917	24.042.958	3.454.448
1.7.2	PUCARANI	686.687	145.029	183.444	1.015.160	145.856
1.7.3	LAJA		62.097	68.413	130.510	18.751
1.7.4	PALCA *		1.100.355	77.512	1.177.867	169.234
1.7.5	MECAPACA		9.821.992	3.705.893	13.527.885	1.943.662
1.7.6	ACHOCALLA		17.754.968	683.897	18.438.864	2.649.262
	<b>Total ampliación colectores y emisarios alcantarillado</b>	<b>18.822.620</b>	<b>31.644.548</b>	<b>7.866.076</b>	<b>58.333.244</b>	<b>8.381.213</b>
<b>1,8</b>	<b>COLECTORES SECUNDARIOS DE ALCANTARILLADO</b>					
1.8.1	VIACHA	40.562.619	6.217.137	17.103.007	63.882.762	9.178.558
1.8.2	PUCARANI	585.511	195.714	253.668	1.034.893	148.691
1.8.3	LAJA		50.026	63.354	113.380	16.290
1.8.4	PALCA *		186.684	148.708	335.392	48.189

**Planes Maestros Metropolitanos de Agua Potable y Saneamiento de Cochabamba, La Paz y El Alto, Santa Cruz y el Valle Central de Tarija – (Bolivia)**

**Informe Final - Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento de La Paz – El Alto y Zonas Adyacentes**

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y ACCIONES		CORTO	MEDIANO	LARGO	Total (Bs)	Total (\$us)
		2016 -2023	2023 - 2029	2029 - 2036		
1.8.5	MECAPACA		9.293.088	19.847.228	29.140.316	4.186.827
1.8.6	ACHOCALLA		5.146.908	2.450.661	7.597.569	1.091.605
	<b>Total colectores secundarios de alcantarillado</b>	<b>41.148.129</b>	<b>21.089.557</b>	<b>39.866.625</b>	<b>102.104.311</b>	<b>14.670.160</b>
<b>1,9</b>	<b>CONEXIONES DE ALCANTARILLADO SANITARIO</b>					
1.9.1	VIACHA	20.985.957	6.217.137	8.813.852	36.016.946	5.174.849
1.9.2	PUCARANI	227.213	74.905	97.377	399.495	57.399
1.9.3	LAJA		21.223	26.217	47.440	6.816
1.9.4	PALCA *		230.371	73.657	304.027	43.682
1.9.5	MECAPACA		4.381.958	6.104.779	10.486.736	1.506.715
1.9.6	ACHOCALLA		2.109.831	986.253	3.096.084	444.840
	<b>Total conexiones de alcantarillado sanitario</b>	<b>21.213.170</b>	<b>13.035.425</b>	<b>16.102.134</b>	<b>50.350.728</b>	<b>7.234.300</b>
	<b>Total inversiones de ampliación saneamiento (Alcant+PTAR)</b>	<b>137.620.785</b>	<b>98.501.046</b>	<b>63.834.835</b>	<b>299.956.665</b>	<b>43.097.222</b>
<b>2</b>	<b>INVERSIONES DE RENOVACION Y MEJORAMIENTO</b>					
<b>2,1</b>	<b>PRODUCCION DE AGUA</b>					
2.1.1	Renovación bombas VIACHA	417.600	584.640	793.440	1.795.680	258.000
2.1.2	Renovación bombas PUCARANI	20.880	41.760	62.640	125.280	18.000
2.1.3	Renovación bombas LAJA	20.880	20.880	41.760	83.520	12.000
2.1.4	Renovación válvulas y tuberías pozos VIACHA	48.720	68.208	92.568	209.496	30.100
2.1.5	Renovación válvulas y tuberías pozos PUCARANI	3.480	6.960	10.440	20.880	3.000
2.1.6	Renovación válvulas y tuberías pozos LAJA	3.480	3.480	6.960	13.920	2.000
2.1.7	Renovación bomb y acces. en est. de bomb. VIACHA	208.800	250.560	250.560	709.920	102.000
2.1.8	Renovación válvulas y accesorios en tanques VIACHA	29.232	29.232	58.464	116.928	16.800
2.1.9	Renovación válvulas y accesorios en tanques PUCARANI	0	14.616	14.616	29.232	4.200
2.1.10	Renovación válvulas y accesorios en tanques LAJA	0	0	14.616	14.616	2.100
2.1.11	Renovación válvulas y accesorios en tanques PALCA		0	14.616	14.616	2.100
2.1.12	Renovación válvulas y accesorios en tanques MECAPACA	73.080	73.080	73.080	219.240	31.500
2.1.13	Renovación válvulas y accesorios en tanques ACHOCALLA	43.848	43.848	43.848	131.544	18.900
2.1.14	Renovación válvulas y accesorios en aducciones VIACHA	174.000	348.000	522.000	1.044.000	150.000
2.1.15	Renovación válvulas y accesorios en aducciones PUCARANI	0	0	34.800	34.800	5.000
2.1.16	Renovación válvulas y accesorios en aducciones LAJA	0	0	34.800	34.800	5.000
2.1.17	Renovación válvulas y accesorios en aducciones PALCA		0	139.200	139.200	20.000
2.1.18	Renovación válvulas y accesorios en aducciones MECAPACA	0	348.000	348.000	696.000	100.000
2.1.19	Renovación válvulas y accesorios en aducciones ACHOCALLA	0	174.000	174.000	348.000	50.000

**Planes Maestros Metropolitanos de Agua Potable y Saneamiento de Cochabamba, La Paz y El Alto, Santa Cruz y el Valle Central de Tarija – (Bolivia)**

**Informe Final - Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento de La Paz – El Alto y Zonas Adyacentes**

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y ACCIONES		CORTO	MEDIANO	LARGO	Total (Bs)	Total (\$us)
		2016 -2023	2023 - 2029	2029 - 2036		
2.1.20	Renovación de macromedidores VIACHA	9.744	4.872	19.488	34.104	4.900
2.1.21	Renovación de macromedidores PUCARANI	0	3.480	0	3.480	500
2.1.22	Renovación de macromedidores LAJA	0	3.480	0	3.480	500
2.1.23	Renovación de macromedidores PALCA		3.480	0	3.480	500
2.1.24	Renovación de macromedidores MECAPACA	0	4.872	0	4.872	700
2.1.25	Renovación de macromedidores ACHOCALLA	0	19.488	0	19.488	2.800
2.1.26	Mejoramiento de aducciones VIACHA	210.000	210.000	210.000	630.000	90.517
2.1.27	Mejoramiento de aducciones PUCARANI	31.500	31.500	31.500	94.500	13.578
2.1.28	Mejoramiento de aducciones LAJA	21.000	21.000	21.000	63.000	9.052
2.1.29	Mejoramiento de aducciones PALCA *		84.000	84.000	168.000	24.138
2.1.30	Mejoramiento de aducciones MECAPACA	420.000	525.000	525.000	1.470.000	211.207
2.1.31	Mejoramiento de aducciones ACHOCALLA	210.000	315.000	420.000	945.000	135.776
2.1.32	Automatización de estanques y bombeos VIACHA	139.200	13.920	13.920	167.040	24.000
2.1.33	Automatización de estanques MECAPACA				0	0
2.1.34	Automatización de estanques ACHOCALLA	34.800	20.880	20.880	76.560	11.000
2.1.35	Sistema scada VIACHA	139.200	13.920	13.920	167.040	24.000
2.1.36	Sistema scada MECAPACA	13.920	1.392	1.392	16.704	2.400
2.1.37	Sistema scada ACHOCALLA	13.920	1.392	1.392	16.704	2.400
	<b>Total renovación y mejoramiento producción de agua</b>	<b>2.287.284</b>	<b>3.284.940</b>	<b>4.092.900</b>	<b>9.665.124</b>	<b>1.388.667</b>
<b>2,2</b>	<b>REDES DE AGUA</b>					
2.2.1	Renovación red primaria VIACHA	140.000	210.000	280.000	630.000	90.517
2.2.2	Renovación red primaria PUCARANI	10.500	12.600	14.700	37.800	5.431
2.2.3	Renovación red primaria LAJA	8.400	10.500	12.600	31.500	4.526
2.2.4	Renovación red primaria PALCA *		12.600	14.700	27.300	3.922
2.2.5	Renovación red primaria MECAPACA	52.500	73.500	94.500	220.500	31.681
2.2.6	Renovación red primaria ACHOCALLA	42.000	63.000	84.000	189.000	27.155
2.2.7	Renovación red secundaria VIACHA	315.000	420.000	525.000	1.260.000	181.034
2.2.8	Renovación red secundaria PUCARANI	7.000	8.400	9.800	25.200	3.621
2.2.9	Renovación red secundaria LAJA	5.600	7.000	8.400	21.000	3.017
2.2.10	Renovación res secundaria PALCA *		5.600	7.000	12.600	1.810
2.2.11	Renovación red secundaria MECAPACA	35.000	49.000	63.000	147.000	21.121
2.2.12	Renovación red secundaria ACHOCALLA	28.000	42.000	56.000	126.000	18.103
	<b>Total renovación red primaria y secundaria agua</b>	<b>644.000</b>	<b>914.200</b>	<b>1.169.700</b>	<b>2.727.900</b>	<b>391.940</b>
2.2.13	Renovación de medidores y cajas VIACHA	2.080.640	3.901.200	5.201.600	11.183.440	1.606.816

Planes Maestros Metropolitanos de Agua Potable y Saneamiento de Cochabamba, La Paz y El Alto, Santa Cruz y el Valle Central de Tarija – (Bolivia)

Informe Final - Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento de La Paz – El Alto y Zonas Adyacentes

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y ACCIONES		CORTO	MEDIANO	LARGO	Total (Bs)	Total (\$us)
		2016 -2023	2023 - 2029	2029 - 2036		
2.2.14	Renovación de medidores y cajas PUCARANI	104.032	156.048	208.064	468.144	67.262
2.2.15	Renovación de medidores y cajas LAJA	123.024	104.032	130.040	357.096	51.307
2.2.16	Renovación de medidores y cajas PALCA *	102.520	78.024	104.032	284.576	40.887
2.2.17	Renovación de medidores y cajas MECAPACA	468.144	650.200	1.040.320	2.158.664	310.153
2.2.18	Renovación de medidores y cajas ACHOCALLA	468.144	650.200	1.040.320	2.158.664	310.153
	<b>Total inversión Renovación redes de agua</b>	<b>3.346.504</b>	<b>5.539.704</b>	<b>7.724.376</b>	<b>16.610.584</b>	<b>2.386.578</b>
<b>2,3</b>	<b>REDES DE ALCANTARILLADO</b>					
2.3.1	VIACHA	914.591	119.445	141.749	1.175.785	168.935
2.3.2	PUCARANI	46.947	2.385	3.060	52.392	7.528
2.3.3	LAJA		785	922	1.707	245
2.3.4	PALCA *		16.899	1.584	18.483	2.656
2.3.5	MECAPACA		298.432	164.872	463.304	66.567
2.3.6	ACHOCALLA		160.313	21.942	182.255	26.186
	<b>Total renovación de redes de alcantarillado</b>	<b>961.538</b>	<b>598.259</b>	<b>334.129</b>	<b>1.893.926</b>	<b>272.116</b>
	<b>Total inversiones de renovación de agua y alcantarillado</b>	<b>7.239.326</b>	<b>10.337.103</b>	<b>13.321.105</b>	<b>30.897.534</b>	<b>4.439.301</b>
<b>3</b>	<b>OTRAS INVERSIONES</b>					
<b>3,1</b>	<b>ESTUDIOS DE PREINVERSION (TESA)</b>					
3.1.1	PREINVERSIÓN AP - VIACHA ---- (EI)	1.885.650	949.617	1.123.266	3.958.533	568.755
3.1.2	PREINVERSIÓN AP - PUCARANI ---- (EI)	198.315	34.869	37.348	270.531	38.869
3.1.3	PREINVERSIÓN AP - LAJA ---- (EI)	145.210	25.215	30.004	200.430	28.797
3.1.4	PREINVERSIÓN AP - PALCA		21.613	25.718	47.331	6.800
3.1.5	PREINVERSIÓN AP - MECAPACA ---- (EI)	1.039.220	287.558	290.137	1.616.914	232.315
3.1.6	PREINVERSIÓN AP - ACHOCALLA ---- (EI)	528.190	411.077	125.306	1.064.573	152.956
3.1.7	PREINVERSIÓN SB - VIACHA ---- (EI)	5.335.200	1.862.454	2.325.102	14.687.368	2.110.254
3.1.8	PREINVERSIÓN SB - PUCARANI ---- (EI)	469.040	33.252	42.759	585.861	84.175
3.1.9	PREINVERSIÓN SB - LAJA		10.668	12.639	23.306	3.349
3.1.10	PREINVERSIÓN SB - PALCA		211.564	23.990	235.554	33.844
3.1.11	PREINVERSIÓN SB - MECAPACA		3.761.210	2.372.632	6.133.842	881.299
3.1.12	PREINVERSIÓN SB - ACHOCALLA		2.000.937	329.665	2.330.601	334.857
	<b>Total estudios de preinversión (TESA)</b>	<b>9.600.825</b>	<b>9.610.033</b>	<b>6.738.565</b>	<b>25.949.423</b>	<b>3.728.365</b>
<b>3,2</b>	<b>INVERSIONES EN FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL</b>					
3.2.1	VIACHA	989.747	982.437	1.217.773	3.189.957	458.327
3.2.2	PUCARANI	511.504	27.102	33.383	571.989	82.182

**Planes Maestros Metropolitanos de Agua Potable y Saneamiento de Cochabamba, La Paz y El Alto, Santa Cruz y el Valle Central de Tarija – (Bolivia)**

**Informe Final - Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento de La Paz – El Alto y Zonas Adyacentes**

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y ACCIONES		CORTO	MEDIANO	LARGO	Total (Bs)	Total (\$us)
		2016 -2023	2023 - 2029	2029 - 2036		
3.2.3	LAJA	502.735	14.873	19.299	536.907	77.142
3.2.4	PALCA	505.240	68.873	16.657	590.770	84.881
3.2.5	MECAPACA	760.484	1.263.194	854.275	2.877.953	413.499
3.2.6	ACHOCALLA	421.268	759.367	181.188	1.361.823	195.664
	<b>Total inversiones en Fortalecimiento Institucional</b>	<b>3.690.978</b>	<b>3.115.846</b>	<b>2.322.575</b>	<b>9.129.399</b>	<b>1.311.695</b>
<b>3.3</b>	<b>INVERSIONES EN SUPERVISIÓN DE OBRAS</b>					
3.3.1	SUPERVISIÓN VIACHA AP	1.347.743	896.238	1.101.089	3.345.071	480.614
3.3.2	SUPERVISIÓN PUCARANI AP	57.635	35.561	42.670	135.866	19.521
3.3.3	SUPERVISIÓN LAJA AP	31.469	24.278	32.261	88.009	12.645
3.3.4	SUPERVISIÓN PALCA AP *		7.163	15.294	22.457	3.227
3.3.5	SUPERVISIÓN MECAPACA AP	782.829	265.976	288.600	1.337.405	192.156
3.3.6	SUPERVISIÓN ACHOCALLA AP	349.541	323.414	170.338	843.293	121.163
3.3.7	SUPERVISIÓN VIACHA SB	6.608.112	1.170.006	1.460.276	9.238.394	1.327.355
3.3.8	SUPERVISIÓN PUCARANI SB	321.004	20.902	26.877	368.783	52.986
3.3.9	SUPERVISIÓN LAJA SB		6.707	7.945	14.652	2.105
3.3.10	SUPERVISIÓN PALCA SB		133.072	15.073	148.145	21.285
3.3.11	SUPERVISIÓN MECAPACA SB		2.365.678	1.491.139	3.856.817	554.140
3.3.12	SUPERVISIÓN ACHOCALLA SB		1.258.601	207.138	1.465.739	210.595
	<b>Total inversiones en supervisión de obras</b>	<b>9.498.334</b>	<b>6.507.595</b>	<b>4.858.701</b>	<b>20.864.630</b>	<b>2.997.792</b>
<b>3.4.</b>	<b>MITIGACIÓN AMBIENTAL - DESCOM</b>					
3.4.1	MITIGACIÓN AMBIENTAL Y DESCOM VIACHA AP	1.347.743	896.238	1.101.089	3.345.071	480.614
3.4.2	MITIGACIÓN AMBIENTAL Y DESCOM PUCARANI AP	57.635	35.561	42.670	135.866	19.521
3.4.3	MITIGACIÓN AMBIENTAL Y DESCOM LAJA AP	31.469	24.278	32.261	88.009	12.645
3.4.4	MITIGACIÓN AMBIENTAL Y DESCOM PALCA AP *		7.163	15.294	22.457	3.227
3.4.5	MITIGACIÓN AMBIENTAL Y DESCOM MECAPACA AP	782.829	265.976	288.600	1.337.405	192.156
3.4.6	MITIGACIÓN AMBIENTAL Y DESCOM ACHOCALLA AP	349.541	323.414	170.338	843.293	121.163
3.4.7	MITIGACIÓN AMBIENTAL Y DESCOM VIACHA SB	3.964.867	702.003	876.166	5.543.037	796.413
3.4.8	MITIGACIÓN AMBIENTAL Y DESCOM PUCARANI SB	321.004	20.902	26.877	368.783	52.986
3.4.9	MITIGACIÓN AMBIENTAL Y DESCOM LAJA SB	0	6.707	7.945	14.652	2.105
3.4.10	MITIGACIÓN AMBIENTAL Y DESCOM PALCA SB	0	133.072	15.073	148.145	21.285
3.4.11	MITIGACIÓN AMBIENTAL Y DESCOM MECAPACA SB	0	2.365.678	1.491.139	3.856.817	554.140
3.4.12	MITIGACIÓN AMBIENTAL Y DESCOM ACHOCALLA SB	0	1.258.601	207.138	1.465.739	210.595
	<b>Subtotal mitigacion ambiental y DESCOM</b>	<b>6.855.089</b>	<b>6.039.593</b>	<b>4.274.590</b>	<b>17.169.272</b>	<b>2.466.849</b>
<b>3.5.</b>	<b>IMPREVISTOS</b>					

**Planes Maestros Metropolitanos de Agua Potable y Saneamiento de Cochabamba, La Paz y El Alto, Santa Cruz y el Valle Central de Tarija – (Bolivia)**

**Informe Final - Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento de La Paz – El Alto y Zonas Adyacentes**

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y ACCIONES		CORTO	MEDIANO	LARGO	Total (Bs)	Total (\$us)
		2016 -2023	2023 - 2029	2029 - 2036		
3.5.1	IMPREVISTOS VIACHA AP	2.695.487	1.792.477	2.202.178	6.690.142	961.227
3.5.2	IMPREVISTOS PUCARANI AP	115.269	71.122	85.341	271.732	39.042
3.5.3	IMPREVISTOS LAJA AP	62.938	48.557	64.523	176.018	25.290
3.5.4	IMPREVISTOS PALCA AP	0	14.326	30.587	44.913	6.453
3.5.5	IMPREVISTOS MECAPACA AP	1.565.658	531.951	577.200	2.674.810	384.312
3.5.6	IMPREVISTOS ACHOCALLA AP	699.083	646.827	340.676	1.686.586	242.326
3.5.7	IMPREVISTOS VIACHA SB	13.216.225	2.340.011	2.920.553	18.476.789	2.654.711
3.5.8	IMPREVISTOS PUCARANI SB	642.008	41.803	53.755	737.566	105.972
3.5.9	IMPREVISTOS LAJA SB	0	13.413	15.891	29.304	4.210
3.5.10	IMPREVISTOS PALCA SB	0	266.144	30.146	296.291	42.570
3.5.11	IMPREVISTOS MECAPACA SB	0	4.731.356	2.982.277	7.713.633	1.108.281
3.5.12	IMPREVISTOS ACHOCALLA SB	0	2.517.202	414.275	2.931.477	421.189
	<b>Subtotal Imprevistos</b>	<b>18.996.667</b>	<b>13.015.191</b>	<b>9.717.402</b>	<b>41.729.260</b>	<b>5.995.583</b>
<b>TOTAL PLAN DE INVERSIONES 2016 - 2036 (Bs)</b>		<b>238.711.088</b>	<b>168.518.190</b>	<b>125.189.880</b>	<b>532.419.158</b>	
<b>TOTAL PLAN DE INVERSIONES 2016 - 2036 (\$us)</b>		<b>34.297.570</b>	<b>24.212.384</b>	<b>17.987.052</b>		<b>76.497.005</b>

\* Las inversiones a Corto Plazo para agua y saneamiento para Palca son estimativos y referenciales puesto que se encuentra con estudios TESA dentro del Programa "Mi Agua II"

# Planes Maestros Metropolitanos de Agua Potable y Saneamiento de Cochabamba, La Paz y El Alto, Santa Cruz y el Valle Central de Tarija – (Bolivia)

## Informe Final - Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento de La Paz – El Alto y Zonas Adyacentes

### 8.2.1. Cronograma de obras y acciones

Tabla 8.4. Cronograma de obras y acciones La Paz – El Alto y Zonas Adyacentes

PROGRAMA DE INVERSIONES - PLAN MAESTRO METROPOLITANO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO LA PAZ - EL ALTO (EPSAS)																	
Id	Nombre de tarea	Comienzo	Fin	2012	2014	2016	2018	2020	2022	2024	2026	2028	2030	2032	2034	2036	2038
1	<b>INVERSIONES DE AMPLIACIÓN</b>																
2	<b>PRODUCCION DE AGUA</b>																
3	<b>Sistema Achachicala</b>	<b>vie 01/08/14</b>	<b>lun 01/01/29</b>														
4	Mejoramiento Obra de Toma Choqueyapu	mar 01/03/16	mar 31/01/17														
5	Mejoramiento PTAP Achachicala - Tratamiento de Lodos	lun 01/08/16	mar 31/01/17														
6	<b>Sistema Pampahasi</b>	<b>jue 01/01/15</b>	<b>mar 02/01/18</b>														
7	<b>Represa Alto Hampaturi</b>	<b>vie 01/01/16</b>	<b>mar 02/01/18</b>														
8	Obra de Captación Palcoma	lun 02/01/17	lun 01/01/18														
9	Aducción Palcoma - Represa Hampaturi	lun 02/01/17	lun 01/01/18														
10	Nueva Estación Interruptora de Presión	jue 01/01/15	mar 30/06/15														
11	Ampliación PTAP Pampahasi	lun 02/05/16	vie 05/05/17														
12	<b>Sistema El Alto</b>	<b>vie 01/01/16</b>	<b>lun 01/01/29</b>														
13	Desarrollo de Aguas Subterráneas (Tilata)	jue 01/07/27	lun 01/01/29														
14	Proy. Multipropósito - Represa Qhotia Qhota - Qhara Qhota	lun 02/05/16	lun 01/01/18														
15	Proy. Multipropósito - Represa Taypichaca	lun 02/05/16	lun 01/01/18														
16	Proy. Multipropósito - Aducción a PTAP San Roque	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
17	Proy. Multipropósito - PTAP San Roque	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
18	PTAP La Calera	mar 01/06/27	lun 01/01/29														
19	<b>Sistema ChuquiagUILlo</b>	<b>vie 01/08/14</b>	<b>lun 01/01/29</b>														
20	Aducción represa Incachaca - PTAP ChuquiagUILlo	vie 01/08/14	jue 31/12/15														
21	PTAP ChuquiagUILlo	vie 01/08/14	vie 01/01/16														
22	Red de Distribución ChuquiagUILlo	vie 01/08/14	vie 01/01/16														
23	Obras de Captación Grupo Huari Pampa (H.P.)	lun 03/01/28	lun 01/01/29														
24	Aducciones Obra de Captación H.P. a PTAP ChuquiagUILlo	lun 03/01/28	lun 01/01/29														
25	<b>Sistema Tilata</b>	<b>vie 01/01/16</b>	<b>lun 01/01/29</b>														
26	Obra de Toma Chojña Jipiña	vie 01/05/26	lun 01/01/29														
27	Aducción Chojña Jipiña - Qhellumani	vie 01/05/26	lun 01/01/29														
28	Represa Qhellumani	vie 01/05/26	lun 01/01/29														
29	Aducción Qhellumani - PTAP El Alto	vie 01/05/26	lun 01/01/29														
30	Mejoramiento pozos A y B	vie 01/05/26	lun 01/01/29														
31	Construcción de pozos línea C	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
32	<b>REDES DE AGUA POTABLE PRINCIPALES</b>	<b>vie 01/01/16</b>	<b>lun 01/01/29</b>														
33	Achachicala (Fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
34	Achachicala (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
35	Achachicala (Fase III)	jue 01/01/26	lun 01/01/29														
36	Pampahasi (Fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
37	Pampahasi (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
38	Pampahasi (Fase III)	jue 01/01/26	lun 01/01/29														

# Planes Maestros Metropolitanos de Agua Potable y Saneamiento de Cochabamba, La Paz y El Alto, Santa Cruz y el Valle Central de Tarija – (Bolivia)

## Informe Final - Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento de La Paz – El Alto y Zonas Adyacentes

PROGRAMA DE INVERSIONES - PLAN MAESTRO METROPOLITANO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO LA PAZ - EL ALTO (EPSAS)																	
Id	Nombre de tarea	Comienzo	Fin	2012	2014	2016	2018	2020	2022	2024	2026	2028	2030	2032	2034	2036	2038
39	El Alto (Fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
40	El Alto (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
41	El Alto (Fase III)	jue 01/01/26	lun 01/01/29														
42	San Roque (Fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
43	San Roque (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
44	San Roque (Fase III)	jue 01/01/26	lun 01/01/29														
45	Tilata (Fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
46	Tilata (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
47	Tilata (Fase III)	jue 01/01/26	lun 01/01/29														
48	Válvulas Achachicala Fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
49	Válvulas Achachicala Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
50	Válvulas Achachicala Fase III)	jue 01/01/26	lun 01/01/29														
51	Válvulas Pampahasi (Fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
52	Válvulas Pampahasi (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
53	Válvulas Pampahasi (Fase III)	jue 01/01/26	lun 01/01/29														
54	Válvulas El Alto (Fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
55	Válvulas El Alto (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
56	Válvulas El Alto (Fase III)	jue 01/01/26	lun 01/01/29														
57	Válvulas San Roque (Fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
58	Válvulas San Roque (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
59	Válvulas San Roque (Fase III)	jue 01/01/26	lun 01/01/29														
60	Válvulas Tilata (Fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
61	Válvulas Tilata (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
62	Válvulas Tilata (Fase III)	jue 01/01/26	lun 01/01/29														
63	REDES DE AGUA POTABLE SECUNDARIAS (ramales)	vie 01/01/16	lun 01/01/29														
64	Achachicala	vie 01/01/16	lun 01/01/29														
65	Pampahasi	vie 01/01/16	lun 01/01/29														
66	El Alto (incluye San Roque)	vie 01/01/16	lun 01/01/29														
67	Tilata	vie 01/01/16	lun 01/01/29														
68	CONEXIONES DE AGUA POTABLE (EXPANSION)	vie 01/01/16	mié 31/12/36														
69	Achachicala	vie 01/01/16	mié 31/12/36														
70	Pampahasi	vie 01/01/16	mié 31/12/36														
71	El Alto (incluye San Roque)	vie 01/01/16	mié 31/12/36														
72	Tilata	vie 01/01/16	mié 31/12/36														
73	CONEXIONES DE AGUA POTABLE (DENSIFICACION)	vie 01/01/16	mié 31/12/36														
74	Achachicala	vie 01/01/16	mié 31/12/36														
75	Pampahasi	vie 01/01/16	mié 31/12/36														
76	El Alto (incluye San Roque)	vie 01/01/16	mié 31/12/36														
				DIRECCION DE PROYECTO													
				Página 2													

# Planes Maestros Metropolitanos de Agua Potable y Saneamiento de Cochabamba, La Paz y El Alto, Santa Cruz y el Valle Central de Tarija – (Bolivia)

## Informe Final - Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento de La Paz – El Alto y Zonas Adyacentes

PROGRAMA DE INVERSIONES - PLAN MAESTRO METROPOLITANO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO LA PAZ - EL ALTO (EPSAS)																	
Id	Nombre de tarea	Comienzo	Fin	2012	2014	2016	2018	2020	2022	2024	2026	2028	2030	2032	2034	2036	2038
77	Tilata	vie 01/01/16	mié 31/12/36														
78	<b>PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b>	<b>vie 01/01/16</b>	<b>lun 01/01/29</b>														
79	PTAR La Paz - Mallasa (fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
80	PTAR La Paz - Mallasa (fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
81	PTAR La Paz - Mallasa (fase III)	jue 01/01/26	lun 01/01/29														
82	PTAR El Alto - Puchukollo (ampliación y mejoramiento) Fase I	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
83	PTAR El Alto - Puchukollo (ampliación y mejoramiento) Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
84	PTAR El Alto - Puchukollo (ampliación y mejoramiento) Fase III	jue 01/01/26	lun 01/01/29														
85	<b>PTAR El Alto - Tacachira</b>	<b>vie 01/01/16</b>	<b>lun 01/01/18</b>														
86	PTAR El Alto - Sur	jue 01/01/26	lun 01/01/29														
87	<b>INTERCEPTORES Y EMISARIO DE ALCANTARILLADO</b>	<b>vie 01/01/16</b>	<b>lun 01/01/29</b>														
88	La Paz - interceptores de alcantarillado (corto plazo)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
89	La Paz - interceptores de alcantarillado (mediano plazo)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
90	La Paz - interceptores de alcantarillado (largo plazo)	jue 01/01/26	lun 01/01/29														
91	La Paz - Emisario Choqueyapu	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
92	Interceptor Autopista Saneamiento O.T. PTAP Achachicala	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
93	La Paz - Obra de Toma aguas mixtas Zona Central	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
94	La Paz - interconexión colectores principales a intercep. FI	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
95	La Paz - interconexión colectores principales a intercep. FII	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
96	La Paz - interconexión colectores principales a intercep. FIII	jue 01/01/26	lun 01/01/29														
97	<b>COLECTORES SECUNDARIOS DE ALCANTARILLADO</b>	<b>vie 01/01/16</b>	<b>lun 01/01/29</b>														
98	La Paz - colectores secundarios de alcantarillado	vie 01/01/16	lun 01/01/29														
99	El Alto - colectores secundarios de alcantarillado	vie 01/01/16	lun 01/01/29														
100	<b>CONEXIONES DE ALCANTARILLADO (EXPANSION)</b>	<b>vie 01/01/16</b>	<b>mié 31/12/36</b>														
101	La Paz - conexiones de alcantarillado (expansión)	vie 01/01/16	mié 31/12/36														
102	La Paz - Saneamiento ecológico (letrinas)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
103	El Alto - conexiones de alcantarillado (expansión)	vie 01/01/16	mié 31/12/36														
104	El Alto - Saneamiento ecológico (letrinas)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
105	<b>CONEXIONES DE ALCANTARILLADO (DENSIFICACION)</b>	<b>vie 01/01/16</b>	<b>mié 31/12/36</b>														
106	La Paz - conexiones de alcantarillado (densificación)	vie 01/01/16	mié 31/12/36														
107	El Alto - conexiones de alcantarillado (densificación)	vie 01/01/16	mié 31/12/36														
108	<b>INVERSIONES DE RENOVACION Y MEJORAMIENTO</b>																
109	<b>PRODUCCION DE AGUA</b>	<b>vie 01/01/16</b>	<b>lun 01/01/29</b>														
110	Achachicala - Renovación de Equipos (Fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
111	Achachicala - Renovación de Equipos (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
112	Achachicala - Renovación de Equipos (Fase III)	jue 01/01/26	lun 01/01/29														
113	Pampahasi - Renovación de Equipos (Fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
114	Pampahasi - Renovación de Equipos (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														

# Planes Maestros Metropolitanos de Agua Potable y Saneamiento de Cochabamba, La Paz y El Alto, Santa Cruz y el Valle Central de Tarija – (Bolivia)

## Informe Final - Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento de La Paz – El Alto y Zonas Adyacentes

PROGRAMA DE INVERSIONES - PLAN MAESTRO METROPOLITANO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO LA PAZ - EL ALTO (EPSAS)																	
Id	Nombre de tarea	Comienzo	Fin	2012	2014	2016	2018	2020	2022	2024	2026	2028	2030	2032	2034	2036	2038
115	Pampahasi - Renovación de Equipos (Fase III)	jue 01/01/26	lun 01/01/29														
116	El Alto - Renovación de Equipos (Fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
117	El Alto - Renovación de Equipos (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
118	El Alto - Renovación de Equipos (Fase III)	jue 01/01/26	lun 01/01/29														
119	Tilata - Renovación de Equipos (Fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
120	Tilata - Renovación de Equipos (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
121	Tilata - Renovación de Equipos (Fase III)	jue 01/01/26	lun 01/01/29														
122	<b>REDES DE AGUA</b>	<b>vie 01/01/16</b>	<b>lun 01/01/29</b>														
123	Achachicala - Renovación Red Primaria (Fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
124	Achachicala - Renovación Red Primaria (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
125	Achachicala - Renovación Red Primaria (Fase III)	jue 01/01/26	lun 01/01/29														
126	Pampahasi - Renovación Red Primaria (Fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
127	Pampahasi - Renovación Red Primaria (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
128	Pampahasi - Renovación Red Primaria (Fase III)	jue 01/01/26	lun 01/01/29														
129	El Alto - Renovación Red Primaria (Fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
130	El Alto - Renovación Red Primaria (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
131	El Alto - Renovación Red Primaria (Fase III)	jue 01/01/26	lun 01/01/29														
132	Tilata - Renovación Red Primaria (Fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
133	Tilata - Renovación Red Primaria (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
134	Tilata - Renovación Red Primaria (Fase III)	jue 01/01/26	lun 01/01/29														
135	Achachicala - Renovación Red Secundaria (Fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
136	Achachicala - Renovación Red Secundaria (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
137	Achachicala - Renovación Red Secundaria (Fase III)	jue 01/01/26	lun 01/01/29														
138	Pampahasi - Renovación Red Secundaria (Fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
139	Pampahasi - Renovación Red Secundaria (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
140	Pampahasi - Renovación Red Secundaria (Fase III)	jue 01/01/26	lun 01/01/29														
141	El Alto - Renovación Red Secundaria (Fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
142	El Alto - Renovación Red Secundaria (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
143	El Alto - Renovación Red Secundaria (Fase III)	jue 01/01/26	lun 01/01/29														
144	Tilata - Renovación Red Secundaria (Fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
145	Tilata - Renovación Red Secundaria (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
146	Tilata - Renovación Red Secundaria (Fase III)	jue 01/01/26	lun 01/01/29														
147	Renovación de Medidores y cajas - La Paz y El Alto - RANF	vie 01/01/16	lun 02/01/23														
148	La Paz - Renovación Reductores y válvulas (Fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
149	La Paz - Renovación Reductores y válvulas (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
150	La Paz - Renovación Reductores y válvulas (Fase III)	jue 01/01/26	lun 01/01/29														
151	El Alto - Renovación Reductores y válvulas (Fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
152	El Alto - Renovación Reductores y válvulas (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														

# Planes Maestros Metropolitanos de Agua Potable y Saneamiento de Cochabamba, La Paz y El Alto, Santa Cruz y el Valle Central de Tarija – (Bolivia)

## Informe Final - Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento de La Paz – El Alto y Zonas Adyacentes

PROGRAMA DE INVERSIONES - PLAN MAESTRO METROPOLITANO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO LA PAZ - EL ALTO (EPSAS)																	
Id	Nombre de tarea	Comienzo	Fin	2012	2014	2016	2018	2020	2022	2024	2026	2028	2030	2032	2034	2036	2038
153	El Alto - Renovación Reductoras y válvulas (Fase III)	jue 01/01/26	lun 01/01/29														
154	<b>REDES DE ALCANTARILLADO</b>	<b>vie 01/01/16</b>	<b>lun 01/01/29</b>														
155	La Paz - Renovación de red de alcantarillado (Fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
156	La Paz - Renovación de red de alcantarillado (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
157	La Paz - Renovación de red de alcantarillado (Fase III)	jue 01/01/26	lun 01/01/29														
158	El Alto - Renovación de red de alcantarillado (Fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
159	El Alto - Renovación de red de alcantarillado (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
160	El Alto - Renovación de red de alcantarillado (Fase III)	jue 01/01/26	lun 01/01/29														
161	<b>OTRAS INVERSIONES</b>																
162	<b>ESTUDIOS DE PREINVERSION (TESA)</b>	<b>vie 01/01/16</b>	<b>lun 31/01/28</b>														
163	El N° 1 - Sistema de agua potable Pampahasi (Fase I)	vie 01/01/16	lun 02/01/17														
164	El N° 1 - Sistema de agua potable Pampahasi (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
165	El N° 1 - Sistema de agua potable Pampahasi (Fase III)	jue 01/01/26	lun 31/01/28														
166	El N° 2 - Sistema de agua potable Achachicala (Fase I)	vie 01/01/16	lun 02/01/17														
167	El N° 2 - Sistema de agua potable Achachicala (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
168	El N° 2 - Sistema de agua potable Achachicala (Fase III)	jue 01/01/26	lun 31/01/28														
169	El N° 3 - Sistema de Agua potable El Alto (Fase I)	vie 01/01/16	lun 02/01/17														
170	El N° 3 - Sistema de Agua potable El Alto (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
171	El N° 3 - Sistema de Agua potable El Alto (Fase III)	jue 01/01/26	lun 31/01/28														
172	El N° 4 - Sistema de Agua potable Tilata (Fase I)	vie 01/01/16	lun 02/01/17														
173	El N° 4 - Sistema de Agua potable Tilata (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
174	El N° 4 - Sistema de Agua potable Tilata (Fase III)	jue 01/01/26	lun 31/01/28														
175	El N° 5 - Sistema Saneamiento La Paz (Fase I)	vie 01/01/16	lun 02/01/17														
176	El N° 5 - Sistema Saneamiento La Paz (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
177	El N° 5 - Sistema Saneamiento La Paz (Fase III)	jue 01/01/26	lun 31/01/28														
178	El N° 6 - Sistema de Saneamiento El Alto (Fase I)	vie 01/01/16	lun 02/01/17														
179	El N° 6 - Sistema de Saneamiento El Alto (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
180	El N° 6 - Sistema de Saneamiento El Alto (Fase III)	jue 01/01/26	lun 31/01/28														
181	<b>INVERSIONES EN FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL</b>	<b>vie 01/01/16</b>	<b>lun 01/01/29</b>														
182	Acciones de Fortalecimiento Institucional (EPSAS) Fase I	vie 01/01/16	lun 31/12/18														
183	Acciones de Fortalecimiento Institucional (EPSAS) Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
184	Acciones de Fortalecimiento Institucional (EPSAS) Fase III	jue 01/01/26	lun 01/01/29														
185	<b>SUPERVISION DE OBRAS AGUA POTABLE</b>	<b>vie 01/01/16</b>	<b>lun 31/01/28</b>														
186	El N° 1 - Sistema de agua potable Pampahasi (Fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
187	El N° 1 - Sistema de agua potable Pampahasi (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
188	El N° 1 - Sistema de agua potable Pampahasi (Fase III)	jue 01/01/26	lun 31/01/28														
189	El N° 2 - Sistema de agua potable Achachicala (Fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
190	El N° 2 - Sistema de agua potable Achachicala (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														

# Planes Maestros Metropolitanos de Agua Potable y Saneamiento de Cochabamba, La Paz y El Alto, Santa Cruz y el Valle Central de Tarija – (Bolivia)

## Informe Final - Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento de La Paz – El Alto y Zonas Adyacentes

PROGRAMA DE INVERSIONES - PLAN MAESTRO METROPOLITANO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO LA PAZ - EL ALTO (EPSAS)																	
Id	Nombre de tarea	Comienzo	Fin	2012	2014	2016	2018	2020	2022	2024	2026	2028	2030	2032	2034	2036	2038
191	El N° 2 - Sistema de agua potable Achachicala (Fase III)	jue 01/01/26	lun 31/01/28														
192	El N° 3 - Sistema de agua potable El Alto (Fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
193	El N° 3 - Sistema de agua potable El Alto (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
194	El N° 3 - Sistema de agua potable El Alto (Fase III)	jue 01/01/26	lun 31/01/28														
195	El N° 4 - Sistema de agua potable Tilata (Fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
196	El N° 4 - Sistema de agua potable Tilata (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
197	El N° 4 - Sistema de agua potable Tilata (Fase III)	jue 01/01/26	lun 31/01/28														
198	<b>SUPERVISION DE OBRAS SANEAMIENTO</b>	<b>vie 01/01/16</b>	<b>lun 31/01/28</b>														
199	El N° 5 - Sistema de Saneamiento La Paz (Fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
200	El N° 5 - Sistema de Saneamiento La Paz (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
201	El N° 5 - Sistema de Saneamiento La Paz (Fase III)	jue 01/01/26	lun 31/01/28														
202	El N° 6 - Sistema de Saneamiento El Alto (Fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
203	El N° 6 - Sistema de Saneamiento El Alto (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
204	El N° 6 - Sistema de Saneamiento El Alto (Fase III)	jue 01/01/26	lun 31/01/28														
205	<b>MITIGACION AMBIENTAL-DESCOM OBRAS AGUA POTABLE</b>	<b>vie 01/01/16</b>	<b>lun 31/01/28</b>														
206	El N° 1 - Sistema de agua potable Pampahasi (Fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
207	El N° 1 - Sistema de agua potable Pampahasi (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
208	El N° 1 - Sistema de agua potable Pampahasi (Fase III)	jue 01/01/26	lun 31/01/28														
209	El N° 2 - Sistema de agua potable Achachicala (Fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
210	El N° 2 - Sistema de agua potable Achachicala (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
211	El N° 2 - Sistema de agua potable Achachicala (Fase III)	jue 01/01/26	lun 31/01/28														
212	El N° 3 - Sistema de agua potable El Alto (Fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
213	El N° 3 - Sistema de agua potable El Alto (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
214	El N° 3 - Sistema de agua potable El Alto (Fase III)	jue 01/01/26	lun 31/01/28														
215	El N° 4 - Sistema de agua potable Tilata (Fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
216	El N° 4 - Sistema de agua potable Tilata (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
217	El N° 4 - Sistema de agua potable Tilata (Fase III)	jue 01/01/26	lun 31/01/28														
218	<b>MITIGACION AMBIENTAL-DESCOM OBRAS SANEAMIENTO</b>	<b>vie 01/01/16</b>	<b>lun 31/01/28</b>														
219	El N° 5 - Sistema de Saneamiento La Paz (Fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
220	El N° 5 - Sistema de Saneamiento La Paz (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
221	El N° 5 - Sistema de Saneamiento La Paz (Fase III)	jue 01/01/26	lun 31/01/28														
222	El N° 6 - Sistema de Saneamiento El Alto (Fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18														
223	El N° 6 - Sistema de Saneamiento El Alto (Fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23														
224	El N° 6 - Sistema de Saneamiento El Alto (Fase III)	jue 01/01/26	lun 31/01/28														
225	<b>INVERSIONES EN TERRENOS</b>	<b>mié 01/01/14</b>	<b>jue 01/01/15</b>														
226	Terreno PTAR La Paz - Mallasa	mié 01/01/14	jue 01/01/15														

Tabla 8.5. Cronograma de obras y acciones Municipios Aledaños

PROGRAMA DE INVERSIONES - PLAN MAESTRO METROPOLITANO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO - MUNICIPIOS ADYACENTES																
Id	Nombre de tarea	Comienzo	Fin	2014	2016	2018	2020	2022	2024	2026	2028	2030	2032	2034	2036	2038
1	<b>INVERSIONES DE AMPLIACIÓN</b>															
2	<b>PRODUCCION DE AGUA POTABLE + TANQUES</b>	<b>vie 01/01/16</b>	<b>lun 01/01/29</b>													
3	POZOS VIACHA (fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18													
4	POZOS VIACHA (fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
5	POZOS VIACHA (fase III)	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
6	POZOS PUCARANI (fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18													
7	POZOS PUCARANI (fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
8	POZOS PUCARANI (fase III)	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
9	POZOS LAJA (fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18													
10	POZOS LAJA (fase II)	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
11	OBRA DE TOMA Y ADUCCIÓN PALCA	vie 01/01/16	lun 02/01/17													
12	MACROMEDIDOR MECAPACA	vie 01/01/16	jue 30/06/16													
13	MACROMEDIDOR ACHOCALLA (fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18													
14	MACROMEDIDOR ACHOCALLA (fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
15	MACROMEDIDOR ACHOCALLA (fase III)	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
16	ESTACIÓN DE RE-BOMBEO VIACHA (fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18													
17	ESTACIÓN DE RE-BOMBEO VIACHA (fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
18	ESTACIÓN DE RE-BOMBEO VIACHA (fase III)	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
19	TANQUES y CÁRCAMO VIACHA (fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18													
20	TANQUES y CÁRCAMO VIACHA (fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
21	TANQUES y CÁRCAMO VIACHA (fase III)	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
22	TANQUES PUCARANI	vie 01/01/16	lun 02/01/17													
23	TANQUES LAJA	vie 01/01/16	lun 02/01/17													
24	TANQUES PALCA *Corto plazo programa MIAGUA II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
25	TANQUES MECAPACA (fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18													
26	TANQUES MECAPACA (fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
27	TANQUES MECAPACA (fase III)	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
28	TANQUES ACHOCALLA (fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18													
29	TANQUES ACHOCALLA (fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
30	<b>REDES PRINCIPALES DE AGUA POTABLE</b>	<b>vie 01/01/16</b>	<b>lun 01/01/29</b>													
31	VIACHA Fase I	vie 01/01/16	lun 01/01/18													
32	VIACHA Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
33	VIACHA Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
34	MECAPACA Fase I	vie 01/01/16	lun 01/01/18													
35	MECAPACA Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
36	MECAPACA Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
37	ACHOCALLA Fase I	vie 01/01/16	lun 01/01/18													
38	ACHOCALLA Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													

# Planes Maestros Metropolitanos de Agua Potable y Saneamiento de Cochabamba, La Paz y El Alto, Santa Cruz y el Valle Central de Tarija – (Bolivia)

## Informe Final - Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento de La Paz – El Alto y Zonas Adyacentes

PROGRAMA DE INVERSIONES - PLAN MAESTRO METROPOLITANO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO - MUNICIPIOS ADYACENTES																
Id	Nombre de tarea	Comienzo	Fin	2014	2016	2018	2020	2022	2024	2026	2028	2030	2032	2034	2036	2038
39	ACHOCALLA Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
40	<b>REDES SECUNDARIAS DE AGUA POTABLE (ramales)</b>	<b>vie 01/01/16</b>	<b>mié 31/12/36</b>													
41	VIACHA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
42	PUCARANI	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
43	LAJA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
44	PALCA *Programa MIAGUA II	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
45	MECAPACA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
46	ACHOCALLA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
47	<b>CONEXIONES DE AGUA POTABLE (EXPANSION)</b>	<b>vie 01/01/16</b>	<b>mié 31/12/36</b>													
48	VIACHA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
49	PUCARANI	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
50	LAJA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
51	PALCA * Programa MIAGUA II	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
52	MECAPACA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
53	ACHOCALLA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
54	<b>CONEXIONES DE AGUA POTABLE (DENSIFICACION)</b>	<b>vie 01/01/16</b>	<b>mié 31/12/36</b>													
55	VIACHA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
56	PUCARANI	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
57	LAJA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
58	PALCA * Programa MIAGUA II	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
59	MECAPACA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
60	ACHOCALLA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
61	<b>PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b>	<b>vie 01/01/16</b>	<b>lun 02/01/23</b>													
62	VIACHA (fase I)	vie 01/01/16	lun 01/01/18													
63	VIACHA (fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
64	PUCARANI	vie 01/01/16	lun 01/01/18													
65	LAJA (Ya cuenta con PTAR)															
66	PALCA * corto plazo Programa MIAGUA I															
67	PALCA (fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
68	MECAPACA	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
69	ACHOCALLA (Aguas se envían a PTAR La Paz en Mallasa)															
70	<b>EMISARIO E INTERCEPTORES DE ALCANTARILLADO</b>	<b>vie 01/01/16</b>	<b>lun 01/01/29</b>													
71	VIACHA	vie 01/01/16	lun 01/01/18													
72	PUCARANI	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
73	LAJA	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
74	PALCA *Programa MIAGUA II															
75	PALCA (fase II)	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
76	PALCA (fase III)	lun 03/01/28	lun 01/01/29													

# Planes Maestros Metropolitanos de Agua Potable y Saneamiento de Cochabamba, La Paz y El Alto, Santa Cruz y el Valle Central de Tarija – (Bolivia)

## Informe Final - Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento de La Paz – El Alto y Zonas Adyacentes

PROGRAMA DE INVERSIONES - PLAN MAESTRO METROPOLITANO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO - MUNICIPIOS ADYACENTES																
Id	Nombre de tarea	Comienzo	Fin	2014	2016	2018	2020	2022	2024	2026	2028	2030	2032	2034	2036	2038
77	MECAPACA (fase I)	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
78	MECAPACA (fase II)	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
79	ACHOCALLA (fase I)	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
80	ACHOCALLA (fase II)	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
81	<b>COLECTORES SECUNDARIOS DE ALCANTARILLADO</b>	<b>vie 01/01/16</b>	<b>mié 31/12/36</b>													
82	VIACHA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
83	PUCARANI	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
84	LAJA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
85	PALCA * Programa MIAGUA II	vie 01/01/21	mié 31/12/36													
86	MECAPACA	vie 01/01/21	mié 31/12/36													
87	ACHOCALLA	vie 01/01/21	mié 31/12/36													
88	<b>CONEXIONES DE ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	<b>vie 01/01/16</b>	<b>mié 31/12/36</b>													
89	VIACHA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
90	PUCARANI	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
91	LAJA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
92	PALCA *Programa MIAGUA II	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
93	MECAPACA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
94	ACHOCALLA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
95	<b>INVERSIONES DE RENOVACION Y MEJORAMIENTO</b>															
96	<b>PRODUCCION DE AGUA DE AGUA POTABLE</b>	<b>vie 01/01/16</b>	<b>mié 31/12/36</b>													
97	Renovación bombas VIACHA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
98	Renovación bombas PUCARANI	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
99	Renovación bombas LAJA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
100	Renovación válvulas y tuberías pozos VIACHA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
101	Renovación válvulas y tuberías pozos PUCARANI	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
102	Renovación válvulas y tuberías pozos LAJA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
103	Renovación bomb y acces. en est. de bomb. VIACHA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
104	Renovación válvulas y accesorios en tanques VIACHA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
105	Renovación válvulas y accesorios en tanques PUCARANI	lun 03/01/28	mié 31/12/36													
106	Renovación válvulas y accesorios en tanques LAJA	lun 03/01/28	mié 31/12/36													
107	Renovación válvulas y accesorios en tanques PALCA	lun 03/01/28	mié 31/12/36													
108	Renovación válvulas y accesorios en tanques MECAPACA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
109	Renovación válvulas y accesorios en tanques ACHOCALLA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
110	Renovación válvulas y accesorios en aducciones VIACHA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
111	Renovación válvulas y accesorios en aducciones PUCARANI	lun 03/01/28	mié 31/12/36													
112	Renovación válvulas y accesorios en aducciones LAJA	lun 03/01/28	mié 31/12/36													
113	Renovación válvulas y accesorios en aducciones PALCA	lun 03/01/28	mié 31/12/36													
114	Renovación válvulas y accesorios en aducciones MECAPACA	vie 01/01/21	mié 31/12/36													

# Planes Maestros Metropolitanos de Agua Potable y Saneamiento de Cochabamba, La Paz y El Alto, Santa Cruz y el Valle Central de Tarija – (Bolivia)

## Informe Final - Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento de La Paz – El Alto y Zonas Adyacentes

PROGRAMA DE INVERSIONES - PLAN MAESTRO METROPOLITANO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO - MUNICIPIOS ADYACENTES																
Id	Nombre de tarea	Comienzo	Fin	2014	2016	2018	2020	2022	2024	2026	2028	2030	2032	2034	2036	2038
115	Renovación válvulas y accesorios en aducciones ACHOCALLA	vie 01/01/21	mié 31/12/36													
116	Renovación de macromedidores VIACHA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
117	Renovación de macromedidores PUCARANI	vie 01/01/21	lun 01/01/29													
118	Renovación de macromedidores LAJA	vie 01/01/21	lun 01/01/29													
119	Renovación de macromedidores PALCA	vie 01/01/21	lun 01/01/29													
120	Renovación de macromedidores MECAPACA	vie 01/01/21	lun 01/01/29													
121	Renovación de macromedidores ACHOCALLA	vie 01/01/21	lun 01/01/29													
122	Mejoramiento de aducciones VIACHA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
123	Mejoramiento de aducciones PUCARANI	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
124	Mejoramiento de aducciones LAJA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
125	Mejoramiento de aducciones PALCA *	vie 01/01/21	mié 31/12/36													
126	Mejoramiento de aducciones MECAPACA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
127	Mejoramiento de aducciones ACHOCALLA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
128	Automatización de estanques y bombeos VIACHA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
129	Automatización de estanques MECAPACA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
130	Automatización de estanques ACHOCALLA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
131	Sistema scada VIACHA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
132	Sistema scada MECAPACA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
133	Sistema scada ACHOCALLA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
134	<b>REDES DE AGUA POTABLE</b>	<b>vie 01/01/16</b>	<b>mié 31/12/36</b>													
135	Renovación red primaria VIACHA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
136	Renovación red primaria PUCARANI	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
137	Renovación red primaria LAJA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
138	Renovación red primaria PALCA *Programa MIAGUA II	lun 03/01/28	mié 31/12/36													
139	Renovación red primaria MECAPACA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
140	Renovación red primaria ACHOCALLA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
141	Renovación red secundaria VIACHA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
142	Renovación red secundaria PUCARANI	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
143	Renovación red secundaria LAJA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
144	Renovación res secundaria PALCA *Programa MIAGUA II	lun 03/01/28	mié 31/12/36													
145	Renovación red secundaria MECAPACA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
146	Renovación red secundaria ACHOCALLA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
147	<b>Total renovación red primaria y secundaria agua</b>	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
148	Renovación de medidores y cajas VIACHA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
149	Renovación de medidores y cajas PUCARANI	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
150	Renovación de medidores y cajas LAJA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
151	Renovación de medidores y cajas PALCA *Programa MIAGUA	lun 03/01/28	mié 31/12/36													
152	Renovación de medidores y cajas MECAPACA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													

# Planes Maestros Metropolitanos de Agua Potable y Saneamiento de Cochabamba, La Paz y El Alto, Santa Cruz y el Valle Central de Tarija – (Bolivia)

## Informe Final - Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento de La Paz – El Alto y Zonas Adyacentes

PROGRAMA DE INVERSIONES - PLAN MAESTRO METROPOLITANO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO - MUNICIPIOS ADYACENTES																
Id	Nombre de tarea	Comienzo	Fin	2014	2016	2018	2020	2022	2024	2026	2028	2030	2032	2034	2036	2038
153	Renovación de medidores y cajas ACHOCALLA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
154	<b>REDES DE ALCANTARILLADO</b>	<b>vie 01/01/16</b>	<b>mié 31/12/36</b>													
155	VIACHA	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
156	PUCARANI	vie 01/01/16	mié 31/12/36													
157	LAJA	lun 03/01/28	mié 31/12/36													
158	PALCA * Programa MIAGUA II	lun 03/01/28	mié 31/12/36													
159	MECAPACA	lun 03/01/28	mié 31/12/36													
160	ACHOCALLA	lun 03/01/28	mié 31/12/36													
161	<b>OTRAS INVERSIONES</b>															
162	<b>ESTUDIOS DE PREINVERSION (TESA)</b>	<b>vie 01/01/16</b>	<b>lun 01/01/29</b>													
163	PREINVERSIÓN AP - VIACHA ---- (El) Fase I	vie 01/01/16	lun 02/01/17													
164	PREINVERSIÓN AP - VIACHA ---- (El) Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
165	PREINVERSIÓN AP - VIACHA ---- (El) Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
166	PREINVERSIÓN AP - PUCARANI ---- (El) Fase I	vie 01/01/16	lun 02/01/17													
167	PREINVERSIÓN AP - PUCARANI ---- (El) Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
168	PREINVERSIÓN AP - PUCARANI ---- (El) Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
169	PREINVERSIÓN AP - LAJA ---- (El) Fase I	vie 01/01/16	lun 02/01/17													
170	PREINVERSIÓN AP - LAJA ---- (El) Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
171	PREINVERSIÓN AP - LAJA ---- (El) Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
172	PREINVERSIÓN AP - PALCA Fase I	vie 01/01/16	lun 02/01/17													
173	PREINVERSIÓN AP - PALCA Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
174	PREINVERSIÓN AP - PALCA Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
175	PREINVERSIÓN AP - MECAPACA ---- (El) Fase I	vie 01/01/16	lun 02/01/17													
176	PREINVERSIÓN AP - MECAPACA ---- (El) Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
177	PREINVERSIÓN AP - MECAPACA ---- (El) Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
178	PREINVERSIÓN AP - ACHOCALLA ---- (El) Fase I	vie 01/01/16	lun 02/01/17													
179	PREINVERSIÓN AP - ACHOCALLA ---- (El) Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
180	PREINVERSIÓN AP - ACHOCALLA ---- (El) Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
181	PREINVERSIÓN SB - VIACHA ---- (El) Fase I	vie 01/01/16	lun 02/01/17													
182	PREINVERSIÓN SB - VIACHA ---- (El) Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
183	PREINVERSIÓN SB - VIACHA ---- (El) Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
184	PREINVERSIÓN SB - PUCARANI ---- (El) Fase I	vie 01/01/16	lun 02/01/17													
185	PREINVERSIÓN SB - PUCARANI ---- (El) Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
186	PREINVERSIÓN SB - PUCARANI ---- (El) Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
187	PREINVERSIÓN SB - LAJA Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
188	PREINVERSIÓN SB - LAJA Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
189	PREINVERSIÓN SB - PALCA Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
190	PREINVERSIÓN SB - PALCA Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													

# Planes Maestros Metropolitanos de Agua Potable y Saneamiento de Cochabamba, La Paz y El Alto, Santa Cruz y el Valle Central de Tarija – (Bolivia)

## Informe Final - Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento de La Paz – El Alto y Zonas Adyacentes

PROGRAMA DE INVERSIONES - PLAN MAESTRO METROPOLITANO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO - MUNICIPIOS ADYACENTES																
Id	Nombre de tarea	Comienzo	Fin	2014	2016	2018	2020	2022	2024	2026	2028	2030	2032	2034	2036	2038
191	PREINVERSIÓN SB - MECAPACA Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
192	PREINVERSIÓN SB - MECAPACA Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
193	PREINVERSIÓN SB - ACHOCALLA Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
194	PREINVERSIÓN SB - ACHOCALLA Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
195	<b>INVERSIONES EN FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL</b>	<b>vie 01/01/16</b>	<b>lun 01/01/29</b>													
196	VIACHA Fase I	vie 01/01/16	lun 01/01/18													
197	VIACHA Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
198	VIACHA Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
199	PUCARANI Fase I	vie 01/01/16	lun 01/01/18													
200	PUCARANI Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
201	PUCARANI Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
202	LAJA Fase I	vie 01/01/16	lun 01/01/18													
203	LAJA Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
204	LAJA Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
205	PALCA Fase I	vie 01/01/16	lun 01/01/18													
206	PALCA Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
207	PALCA Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
208	MECAPACA Fase I	vie 01/01/16	lun 01/01/18													
209	MECAPACA Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
210	MECAPACA Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
211	ACHOCALLA Fase I	vie 01/01/16	lun 01/01/18													
212	ACHOCALLA Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
213	ACHOCALLA Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
214	<b>INVERSIONES EN SUPERVISIÓN DE OBRAS</b>	<b>vie 01/01/16</b>	<b>lun 01/01/29</b>													
215	SUPERVISIÓN VIACHA AP Fase I	vie 01/01/16	lun 01/01/18													
216	SUPERVISIÓN VIACHA AP Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
217	SUPERVISIÓN VIACHA AP Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
218	SUPERVISIÓN PUCARANI AP Fase I	vie 01/01/16	lun 01/01/18													
219	SUPERVISIÓN PUCARANI AP Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
220	SUPERVISIÓN PUCARANI AP Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
221	SUPERVISIÓN LAJA AP Fase I	vie 01/01/16	lun 01/01/18													
222	SUPERVISIÓN LAJA AP Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
223	SUPERVISIÓN LAJA AP Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
224	SUPERVISIÓN PALCA AP Fase II	vie 01/01/16	lun 01/01/18													
225	SUPERVISIÓN PALCA AP Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
226	SUPERVISIÓN MECAPACA AP Fase I	vie 01/01/16	lun 01/01/18													
227	SUPERVISIÓN MECAPACA AP Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
228	SUPERVISIÓN MECAPACA AP Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													

# Planes Maestros Metropolitanos de Agua Potable y Saneamiento de Cochabamba, La Paz y El Alto, Santa Cruz y el Valle Central de Tarija – (Bolivia)

## Informe Final - Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento de La Paz – El Alto y Zonas Adyacentes

PROGRAMA DE INVERSIONES - PLAN MAESTRO METROPOLITANO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO - MUNICIPIOS ADYACENTES																
Id	Nombre de tarea	Comienzo	Fin	2014	2016	2018	2020	2022	2024	2026	2028	2030	2032	2034	2036	2038
229	SUPERVISIÓN ACHOCALLA AP Fase I	vie 01/01/16	lun 01/01/18													
230	SUPERVISIÓN ACHOCALLA AP Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
231	SUPERVISIÓN ACHOCALLA AP Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
232	SUPERVISIÓN VIACHA SB Fase I	vie 01/01/16	lun 01/01/18													
233	SUPERVISIÓN VIACHA SB Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
234	SUPERVISIÓN VIACHA SB Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
235	SUPERVISIÓN PUCARANI SB Fase I	vie 01/01/16	lun 01/01/18													
236	SUPERVISIÓN PUCARANI SB Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
237	SUPERVISIÓN PUCARANI SB Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
238	SUPERVISIÓN LAJA SB Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
239	SUPERVISIÓN LAJA SB Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
240	SUPERVISIÓN PALCA SB Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
241	SUPERVISIÓN PALCA SB Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
242	SUPERVISIÓN MECAPACA SB Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
243	SUPERVISIÓN MECAPACA SB Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
244	SUPERVISIÓN ACHOCALLA SB Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
245	SUPERVISIÓN ACHOCALLA SB Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
246	<b>MITIGACIÓN AMBIENTAL - DESCOM</b>	<b>vie 01/01/16</b>	<b>lun 01/01/29</b>													
247	MITIGACIÓN AMBIENTAL - DESCOM VIACHA AP Fase I	vie 01/01/16	lun 01/01/18													
248	MITIGACIÓN AMBIENTAL - DESCOM VIACHA AP Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
249	MITIGACIÓN AMBIENTAL - DESCOM VIACHA AP Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
250	MITIGACIÓN AMBIENTAL - DESCOM PUCARANI AP Fase I	vie 01/01/16	lun 01/01/18													
251	MITIGACIÓN AMBIENTAL - DESCOM PUCARANI AP Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
252	MITIGACIÓN AMBIENTAL - DESCOM PUCARANI AP Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
253	MITIGACIÓN AMBIENTAL - DESCOM LAJA AP Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
254	MITIGACIÓN AMBIENTAL - DESCOM LAJA AP Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
255	MITIGACIÓN AMBIENTAL - DESCOM PALCA AP Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
256	MITIGACIÓN AMBIENTAL - DESCOM PALCA AP Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
257	MITIGACIÓN AMBIENTAL - DESCOM MECAPACA AP Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
258	MITIGACIÓN AMBIENTAL - DESCOM MECAPACA AP Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
259	MITIGACIÓN AMBIENTAL - DESCOM ACHOCALLA AP Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
260	MITIGACIÓN AMBIENTAL - DESCOM ACHOCALLA AP Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
261	MITIGACIÓN AMBIENTAL - DESCOM VIACHA SB Fase I	vie 01/01/16	lun 01/01/18													
262	MITIGACIÓN AMBIENTAL - DESCOM VIACHA SB Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
263	MITIGACIÓN AMBIENTAL - DESCOM VIACHA SB Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
264	MITIGACIÓN AMBIENTAL - DESCOM PUCARANI SB Fase I	vie 01/01/16	lun 01/01/18													
265	MITIGACIÓN AMBIENTAL - DESCOM PUCARANI SB Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
266	MITIGACIÓN AMBIENTAL - DESCOM PUCARANI SB Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													

Planes Maestros Metropolitanos de Agua Potable y Saneamiento de Cochabamba, La Paz y El Alto, Santa Cruz y el Valle Central de Tarija – (Bolivia)

Informe Final - Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento de La Paz – El Alto y Zonas Adyacentes

PROGRAMA DE INVERSIONES - PLAN MAESTRO METROPOLITANO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO - MUNICIPIOS ADYACENTES																
Id	Nombre de tarea	Comienzo	Fin	2014	2016	2018	2020	2022	2024	2026	2028	2030	2032	2034	2036	2038
267	MITIGACIÓN AMBIENTAL - DESCOM LAJA SB Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
268	MITIGACIÓN AMBIENTAL - DESCOM LAJA SB Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
269	MITIGACIÓN AMBIENTAL - DESCOM PALCA SB Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
270	MITIGACIÓN AMBIENTAL - DESCOM PALCA SB Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
271	MITIGACIÓN AMBIENTAL - DESCOM MECAPACA SB Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
272	MITIGACIÓN AMBIENTAL - DESCOM MECAPACA SB Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
273	MITIGACIÓN AMBIENTAL - DESCOM ACHOCALLA SB Fase II	vie 01/01/21	lun 02/01/23													
274	MITIGACIÓN AMBIENTAL - DESCOM ACHOCALLA SB Fase III	lun 03/01/28	lun 01/01/29													
DIRECCION DE PROYECTO																
Página 8																

### 8.3. ESTRATEGIA FINANCIERA DE CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO

#### 8.3.1. Fases para el Desarrollo del PMM

Las fases que se propone para el desarrollo del Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento La Paz – El Alto, corresponden a los plazos definidos como corto, mediano y largo plazo, bajo los siguientes períodos de tiempo:

Tabla 8.6. Periodos para la inversión

<b>Corto Plazo (CP)</b> <b>Años</b>	<b>Mediano Plazo (MP)</b> <b>Años</b>	<b>Largo plazo (LP)</b> <b>Años</b>
2016 – 2023	2023 - 2029	2029 – 2036

Fuente: Elaboración Propia

De manera que el conjunto de proyectos de inversión previstos en el marco del Programa de Inversiones, en agua potable, plantas de potabilización, alcantarillado sanitario y plantas de tratamiento de aguas residuales se ejecutarán en estos plazos, de acuerdo con la naturaleza de las obras requeridas en cada período.

Es oportuno mencionar que las obras planteadas fueron seleccionadas durante la Etapa II del PMM mediante una evaluación basada en matrices multi-criterio que consideran factores económicos, sociales y técnicos. En el presente capítulo se presentan inversiones en los proyectos que incluyen costos de supervisión, además se presentan costos en Fortalecimiento Institucional, Pre inversión.

A fin de establecer un marco genérico de acciones para establecer las obras a ser ejecutadas, que básicamente consisten en obras nuevas de aducción metropolitana, obras de ampliación (expansión) y renovación de los sistemas de agua potable y saneamiento, se han previsto las siguientes actividades para la gestión e identificación de las entidades de financiamiento:

- Visitas a entidades específicas:
- Gobierno Departamental
- Gobiernos Autónomos Municipales
- Operadores de los servicios
- Instituciones del Gobierno especializadas
- Organismos externos de financiamiento
- Hacer conocer los estudios existentes e inversiones requeridas para implementar el PMM La Paz – El Alto.
- Determinar el compromiso de financiamiento dada la importancia de las obras a implementar para mejorar la calidad de vida de la población.
- Analizar y compatibilizar fuentes de financiamientos comprometidas.

#### 8.3.1.1. Opciones de Financiamiento

La estrategia comprende las actividades dirigidas a identificar y captar recursos financieros, a fin de cubrir la inversión en los proyectos definidos en el PMM de los Municipios del área metropolitana de La Paz que se han mostrado anteriormente. Principalmente las de corto plazo, como resultado de su evaluación. En este sentido, de manera general se ha considerado la siguiente estructura para la estrategia financiera, prevista para las distintas EPSA's comprendidas en el área del Plan Maestro Metropolitano de La Paz.

##### a) Proyectos de inversión con financiamiento asegurado a la fecha

Implica considerar todo el financiamiento independientemente de su origen. Proyectos que a la fecha cuenten con recursos comprometidos y/o en ejecución en materia de inversión, previstos en el área de servicio del operador de los servicios.

##### b) Financiamiento de la inversión a través de los Gobiernos Autónomos Municipales

Conforme a la Ley N°. 031 Ley Marco de Autonomías y Descentralización “Andrés Babiñez”, en su artículo 83° prevé la corresponsabilidad del gobierno municipal, en el financiamiento de la inversión. Bajo esta normativa vigente, en los casos que así corresponda, será considerada esta fuente de financiamiento ya sea en forma parcial o total, destinada a los proyectos de inversión que estén previstos en las distintas localidades.

##### c) Financiamiento de la inversión a través del Gobierno Central

Financiamiento que básicamente se orienta a aquella inversión de índole estratégica para los servicios, por cuya significancia en términos monetarios, no sea posible de ser financiada localmente. En cuyos casos, podrá ser estructurada con contrapartes locales (EPSA y municipio) y el gobierno central, a través de las diferentes carteras de inversión que maneje.

En este caso, serán tomados en cuenta las carteras de inversión previstas en los programas de inversión vigentes, administrados por el **Gobierno Central y los financiadores**. Conforme a las condiciones de elegibilidad y financiamiento previstas en su reglamento operativo.

##### d) Préstamos y/o Donaciones

El Ministerio del Medio Ambiente, cabeza del sector es el que evaluará la gestión de requerimientos de inversión correspondientes al PMM de Cochabamba cuyos financiamientos para cada proyecto, definido de acuerdo a la evaluación socioeconómica han sido detallados anteriormente para cada municipio para la ampliación y renovación de los sistemas de agua potable, alcantarillado sanitario y PTAR. El Gobierno Central además de los recursos del TGN, administra los recursos provenientes de préstamos y donaciones de países externos, Gobierno Autónomo Departamental y Gobierno Autónomo Municipal.

##### e) Financiamiento recursos propios de la EPSAs

Financiamiento que deberá cubrir de las nuevas inversiones las EPSAs por lo menos los siguientes conceptos:

- Costos de operación y mantenimiento
- Obligaciones tributarias
- Costos de reposición activos

Los costos de operación y mantenimiento generados por las inversiones establecidas en el PMMLP, necesariamente deberán ser cubiertos por el operador a fin de dar la sostenibilidad al funcionamiento integral de la EPSA.

Tomando en cuenta que los recursos tienen de manera indirecta como fuente de financiamiento a la población, quien paga los precios y tarifas. Esta fuente de financiamiento considera las condiciones socioeconómicas de la población a partir de su capacidad económica y disposición de pago para los servicios, recopilada a través de las respectivas encuestas socioeconómicas realizadas.

### 8.3.2. Enfoque de la propuesta del Financiamiento

La propuesta para el sistema de agua potable se orienta a determinar la estructura de financiamiento para la dotación de agua potable, bajo un enfoque Metropolitano que beneficie al Operador EPSAS. Esto es beneficioso por las economías de escala que se generan por aspectos técnicos y financieros. Técnicos por la estructura de captación y distribución y financiero por los montos de facturación con efectos de subvención cruzada. Para los Municipios menores, se deberá en el corto plazo, contar con la infraestructura requerida para distribuir los volúmenes de la producción y beneficiar a la población con las mejoras de cobertura, cantidad y calidad el servicio de agua potable. Para este objeto dentro de cada municipio, conforme a la situación financiera inicial y en base a los requerimientos de inversión futuros deberán realizarse las inversiones previstas principalmente para el corto plazo.

La **estrategia de financiamiento** propuesta para las inversiones a Corto Plazo considera que las obras de infraestructura de saneamiento y agua potable de los municipios (Aducciones, pozos, emisarios e interceptores) y obras de ampliación y renovación en redes de distribución de agua potable y alcantarillado y las PTAR se financiarán siguiendo el esquema que se muestra en la siguiente Tabla.

Tabla 8.7. Estructura de Financiamiento PMM LP –EA

Entidad/ Cocepto	TESA	FI	AGUA*	SANEAMIENTO*
OPERADOR			20%**	20%**
GOBIERNO MUNICIPAL	80%		30% - 50%***	20% - 40%***
GOBIERNO DEPARTAMENTAL	20%	50%		30%
GOBIERNO PLURINACIONAL		50%	50%	30%

\* Los costos de Supervision, imprevistos, Mitigacion y DESCOM, estan incluidos junto con las inversiones

\*\* De acuerdo a la capacidad de ahorro de EPSAS, siendo conservadores el aporte puede llegar hasta un 20%

\*\*\* Los Operadores menores no tienen capacidad de ahorro para hacer este aporte entonces el aporte lo haria el GAM

Fuente: Elaboración Propia

#### a) Financiamiento Operador EPSAS

Conforme a la situación financiera desarrollada en el diagnóstico sobre la EPSA, con el conjunto de precios y tarifas que actualmente aplica, siendo su tarifa promedio para todas las categorías y rangos de Bs.3.70 m3 para agua potable, a continuación se muestra el equilibrio financiero extractado de su estado de resultados:

Tabla 8.8. Equilibrio financiero, operador EPSAS (Bs.)

CONCEPTO	2009	2010	2011	2012
Depreciaciones y amortizaciones	24.371.176	27.226.463	31.773.478	34.242.813
<b>Utilidad operativa</b>	<b>60.842.815</b>	<b>49.143.782</b>	<b>42.325.928</b>	<b>36.322.012</b>
<b>Resultado neto del ejercicio</b>	<b>54.758.783</b>	<b>32.925.094</b>	<b>41.779.495</b>	<b>32.405.414</b>
Margen/venta servicios	26.8%	15.4%	18.8%	13.7%

Fuente y elaboración: EPSAS con base a los Estados Financieros Auditados

En la tabla precedente, se puede observar que sus ingresos generados por facturación del servicio de agua potable y otros conceptos menores, han sido suficientes para cubrir sus egresos, generándose resultados positivos en los periodos históricos analizados. Como resultado del análisis del comportamiento de las depreciaciones más las utilidades generadas en los cuatro años, se produce un flujo positivo en promedio de 69.8 millones de Bolivianos año, valor requerido a fin de garantizar el apoyo en el financiamiento de la ejecución de contraparte, para la ampliación y renovación de redes establecidas en el presupuesto del PMM La Paz y El Alto, conjuntamente a las inversiones que tiene programado EPSAS. Las utilidades obtenidas deberán ser analizadas por el operador para que se mantengan (ya que la tendencia de las mismas por gestión es descendente por efecto de los gastos administrativos) o se mejore incorporando la tarifa correspondiente al servicio de alcantarillado sanitario, para cubrir los nuevos costos de incorporación de los proyectos.

Tabla 8.9. Presupuesto de inversión – EPSAS (\$us)

Inversiones	2009	2010	2011	2012
<b>Presupuestado</b>	7.899.807	8.775.235	10.914.571	12.155.284
<b>Ejecutado</b>	5.050.402	4.837.766	3.875.570	4.431.835
<b>% Ejecución</b>	63,93%	55.13%	35.51%	36.46%

Fuente: EPSAS con base a los Estados Presupuestarios 2009-2012

Del cuadro precedente se tiene que el promedio de ejecución de las inversiones en infraestructura de agua y alcantarillado en los últimos cuatro años de EPSAS es de 31.3 millones de bolivianos con una tendencia a disminuir, haciendo notar que adicionalmente se han realizado gastos de inversión importantes por el Gobierno Central que son transferidas a EPSAS, para su operación y mantenimiento.

Considerando que si el operador metropolitano EPSAS de acuerdo a su Estado de Resultados tiene una capacidad de financiamiento promedio de 69.8 Bs. (10 millones de dólares), estos fondos pueden ser una fuente de financiamiento importante para las obras de renovación de redes de agua potable y alcantarillado, fuente que podría ser ampliada con la generación de ingresos producto de la incorporación de la tarifa de alcantarillado sanitario y mejorar los financiamientos requeridos por el PMM en el corto plazo.

Sin embargo es de mucha importancia el financiamiento que debe realizar el Gobierno Central y el Municipio para la ejecución de las inversiones a Corto Plazo.

A continuación, se presenta la estrategia de financiamiento de las inversiones de corto plazo:

Tabla 8.10. Fuentes de financiamiento previstas para el corto plazo (EPSAS)

ENTIDAD/CONCEPTO	TESA	FI	AGUA*	SANEAMIENTO*	TOTAL Bs.	TOTAL \$
OPERADOR			192.443.920	152.023.652	<b>344.467.572</b>	<b>49.492.467</b>
Gb. MUNICIPAL	31.759.849		192.443.920	152.023.652	<b>376.227.421</b>	<b>54.055.664</b>
Gb. DEPARTAMENTAL	7.939.962	21.802.732		228.035.479	<b>257.778.173</b>	<b>37.037.094</b>
Gb. PLURINACIONAL		21.802.732	577.331.759	228.035.479	<b>827.169.970</b>	<b>118.846.260</b>
<b>TOTAL Bs.</b>	<b>39.699.811</b>	<b>43.605.465</b>	<b>962.219.599</b>	<b>760.118.262</b>	<b>1.805.643.137</b>	
<b>TOTAL \$</b>	<b>5.703.996</b>	<b>6.265.153</b>	<b>138.249.942</b>	<b>109.212.394</b>		<b>259.431.485</b>

\* Incluye inversión en obras, supervisión, imprevistos, mitigación ambiental y DESCOM. No incluye terrenos ni conexiones domiciliarias.

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al cuadro precedente, en el caso del Operador EPSAS se requiere invertir en total 259 millones de dólares en el corto plazo, constituyendo el aporte del Gobierno Plurinacional el de mayor importancia, ascendiendo a 119 millones de dólares (46%), respecto a EPSAS se requeriría una inversión promedio de 7 millones de dólares / año.

La tarifa media de agua potable de EPSAS es de 1.78 Bs/m<sup>3</sup> para los primeros 15 m<sup>3</sup> (tarifa solidaria). Si no se consideran los impuestos indirectos, la tarifa llegaría a **1,55 Bs/m<sup>3</sup>** importe que es superior a la suma de costos medios 0,58 Bs/m<sup>3</sup> (agua) y 0,02 Bs/m<sup>3</sup> saneamiento en este sentido los costos de operación y mantenimiento generados por la incorporación de los proyectos del PMM, pueden ser asumidos por la actual tarifa.

#### b) Financiamiento Operador EMAPAV

De acuerdo con la información recopilada en la visita realizada al operador denominado Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Viacha (EMAPAV), se observa que es una empresa descentralizada con autonomía propia, sin fines de lucro, con cobertura en agua potable del 87% y en alcantarillado sanitario de 80%. Con una tarifa de Bs.11 para un cupo básico de 10 m<sup>3</sup> y de Bs.1.20 m<sup>3</sup> a partir del m3 excedente. Para el servicio de alcantarillado sanitario se tiene una tarifa fija de Bs.17.80; con estos criterios, el comportamiento de ingresos y egresos se muestra a continuación:

Tabla 8.11. Equilibrio financiero, operador EMAPAV (Bs.)

DESCRIPCIÓN	2011	2010	2009
Depreciación y Amortización	454.444.48	407.475	478.821
<b>RESULTADO DE GESTIÓN</b>	(296.048.04)	24.754	(402.360)

Fuente: EMAPAV con base a los Estados Financieros Auditados

En la tabla precedente, se puede observar que los ingresos generados por facturación del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario a partir de la gestión 2011, no son suficientes para cubrir sus egresos, generándose resultados negativos. En este sentido, su capacidad de financiamiento es muy limitada para ejecutar la contraparte de la inversión correspondiente a la ampliación y renovación de redes establecidas en el presupuesto de corto plazo PMM del Municipio de Viacha.

Tabla 8.12. Fuentes de financiamiento previstas para el corto plazo (EMAPAV)

ENTIDAD/CONCEPTO	TESA	FI	AGUA*	SANEAMIENTO*	TOTAL Bs.	TOTAL \$us
OPERADOR					-	-
Gb. MUNICIPAL	5,776,680		8,659,203	53,986,197	<b>68,422,080</b>	<b>9,830,759</b>
Gb. DEPARTAMENTAL	1,444,170	494,873		40,489,648	<b>42,428,691</b>	<b>6,096,076</b>
Gb. PLURINACIONAL		494,873	12,988,804	40,489,648	<b>53,973,325</b>	<b>7,754,788</b>
<b>TOTAL Bs.</b>	<b>7,220,850</b>	<b>989,747</b>	<b>21,648,007</b>	<b>134,965,492</b>	<b>164,824,096</b>	
<b>TOTAL \$us.</b>	<b>1,037,478</b>	<b>142,205</b>	<b>3,110,346</b>	<b>19,391,594</b>		<b>23,681,623</b>

Fuente: Elaboración Propia

EMAPAV, operador principal del Municipio de Viacha, no tiene capacidad de financiamiento de las inversiones programadas en el corto plazo del PMM, razón por la cual es la Gobierno Departamental, Municipio y Gobierno Central, que necesariamente tienen que realizar los financiamientos tomando como referencia el cuadro precedente propuesto. En el corto plazo se necesitan 23.6 millones de dólares, el Gobierno Plurinacional estaría financiando aproximadamente el 33 % (7.7 millones de dólares).

En este sentido se concluye que en la actualidad no tiene la capacidad de incorporar nuevos costos de operación y mantenimiento por efecto de la incorporación de los nuevos proyectos establecidos por el PMM, razón por la cual necesita de un significativo Fortalecimiento Institucional.

Si se asume que actualmente el operador cobra en promedio Bs1.20 m<sup>3</sup> y sin considerar los impuestos indirectos, la tarifa llegaría a 1,04 Bs/m<sup>3</sup> importe que es superior al costo medio de 0.16 Bs/m<sup>3</sup> de agua que resulta de los costos de operación y mantenimiento de la incorporación del proyecto del PMM, no afectando el valor facturado actual. Para saneamiento el costo (operación y mantenimiento PMM) es 2.09Bs/m<sup>3</sup>, estimando un promedio de 15m<sup>3</sup>/mes (rango solidario), actualmente para EMAPAV se tendría un costo sin impuestos de 1.81Bs/m<sup>3</sup> para saneamiento, resultando un rezago tarifario de 0.93Bs/ m<sup>3</sup> para el actual operador al incorporar los costos del nuevo proyecto del PMM.

En el capítulo 8, Volumen III del Informe Final, se presenta el análisis de la estrategia de financiamiento para los municipios (área urbana – capital) de Pucarani, Laja, Mecapaca, Achocalla y Palca.

### 8.3.3. Conclusiones

Del resumen de los operadores analizados y considerados por el PMM, se puede establecer que EPSAS, el operador de la ciudad de La Paz y El Alto, es el único que podría generar excedentes para realizar aportes de inversiones consideradas por el PMM en el corto plazo, principalmente en ampliación y renovación de redes. Los otros operadores por la forma que tienen de administrar los servicios, respecto al cobro de una tarifa generalmente fija no generan excedentes para ser contraparte de pequeñas inversiones o renovaciones. Actualmente, la mayoría de los pequeños operadores no facturan por lectura de los medidores y esta situación genera inconsistencias e inequidad por parte de los usuarios que sobre utilizan la dotación de agua ofrecida. Esta forma de gestión no es integrada en la administración de los servicios y no permite definir una estructura tarifaria acorde a las necesidades de mantenimiento del sistema. Estos Operadores requieren un apoyo de financiamiento del Gobierno Plurinacional que independientemente a los recursos del TGN, administra los recursos provenientes de préstamos y donaciones de otros países, y Gobierno Departamental y Autónomo Municipal.

La relación aproximada de inversiones por financiador requeridas por el PMM LP-EA, se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 8.13. Financiamiento de inversiones PMM a corto plazo

ENTIDAD/CONCEPTO	TESA	FI	AGUA*	SANEAMIENTO*	TOTAL Bs.	TOTAL \$
OPERADOR	0	0	192.443.920	152.023.652	344.467.572	49.492.467
Gb. MUNICIPAL	39.440.509	0	210.574.609	209.000.601	459.015.719	65.950.534
Gb. DEPARTAMENTAL	9.860.127	23.648.221	0	270.768.191	304.276.539	43.717.893
Gb. PLURINACIONAL	0	23.648.221	604.527.792	270.768.191	898.944.204	129.158.650
<b>TOTAL Bs.</b>	<b>49.300.636</b>	<b>47.296.442</b>	<b>1.007.546.321</b>	<b>902.560.635</b>	<b>2.006.704.033</b>	
<b>TOTAL \$</b>	<b>7.083.425</b>	<b>6.795.466</b>	<b>144.762.402</b>	<b>129.678.252</b>		<b>288.319.545</b>

\* Incluye inversión en obras, supervisión, imprevistos, mitigación ambiental y DESCOM. No incluye terrenos ni conexiones domiciliarias

Fuente: Elaboración propia

El monto total a invertir en proyectos de agua potable y saneamiento planteados por el PMM La PAZ asciende a 274 millones de dólares de los cuales el 53% corresponde a proyectos en agua potable y el 47% a proyectos de saneamiento.

Además en el corto plazo se incluyen en la tabla costos de Preinversión (TESA) y Fortalecimiento Institucional que suman en total 13,8 millones de dólares adicionales a la inversión.

Se propone que los 288 millones de dólares de inversión sean financiados de la siguiente manera el, 45% por el Gobierno Plurinacional que corresponde a una inversión aproximada de **18,5 millones de dólares al año**, para poder lograr el objetivo de la agenda patriótica de tener el 100% de cobertura en servicios de agua potable y saneamiento hasta el año 2025.

El 23% lo financiaría el Gobierno Municipal, el 15% el Gobierno Departamental y el 17% el Operador (EPSAS).

Tabla 8.14. Histórico ejecución inversiones por Departamento

	GESTION					TOTAL	PROMEDIO	PROMEDIO
DEPARTAMENTO	2008	2009	2010	2011	2012	Bs.	Bs.	\$us
La Paz	15.78	79.89	88.27	39.29	123.68	<b>346.91</b>	<b>69.38</b>	<b>9.97</b>
Cochabamba	20.24	31.27	117.11	218.53	159.04	<b>546.19</b>	<b>109.24</b>	<b>15.70</b>
Tarija	2.75	13.11	5	2.96	9.21	<b>33.03</b>	<b>6.61</b>	<b>0.95</b>
Santa Cruz	5.24	34.17	9.59	27.69	201.99	<b>278.68</b>	<b>55.74</b>	<b>8.01</b>
<b>TOTAL</b>	<b>44.01</b>	<b>158.44</b>	<b>219.97</b>	<b>288.47</b>	<b>493.92</b>	<b>1204.81</b>	<b>240.96</b>	<b>34.62</b>

Fuente: MMAyA

De acuerdo a la información provista por el Ministerio del Medio Ambiente y Agua (MMAyA), el comportamiento de la ejecución de inversiones en proyectos de agua potable y saneamiento para el Departamento de La Paz, los últimos dos años fue del orden de 39.29 millones de Bs. (5.6 millones de dólares) y 123.68 millones Bs. (17 millones de dólares), para los años 2011 y 2012 respectivamente. Un promedio de inversión de 10 millones de dólares año.

Para cumplir con los proyectos del PMM y con los objetivos de la agenda patriótica necesariamente se deberán realizar esfuerzos para incrementar la inversión que se ha realizado hasta la fecha y dependerá de la voluntad política, dar mayor importancia al sector en el Presupuesto de la Nación.

Esto constituye un desafío para satisfacer principalmente las necesidades de cobertura, calidad y continuidad del servicio de agua potable y saneamiento. El comportamiento en la ejecución de las inversiones programadas en el corto plazo del PMM, servirá como una referencia y experiencia para la programación y ejecución del mediano y largo plazo que se detallan a continuación:

Tabla 8.15. Financiamiento de inversiones PMM a mediano plazo

ENTIDAD/CONCEPTO	TESA	FI	AGUA*	SANEAMIENTO*	TOTAL Bs.	TOTAL \$
OPERADOR			118.461.011	115.813.287	<b>234.274.298</b>	<b>33.660.100</b>
Gb. MUNICIPAL	27.532.546		118.461.011	115.813.287	<b>261.806.844</b>	<b>37.615.926</b>
Gb. DEPARTAMENTAL	6.883.137	12.047.750		173.719.930	<b>192.650.817</b>	<b>27.679.715</b>
Gb. PLURINACIONAL		12.047.750	355.383.034	173.719.930	<b>541.150.714</b>	<b>77.751.539</b>
<b>TOTAL Bs.</b>	<b>34.415.683</b>	<b>24.095.500</b>	<b>592.305.056</b>	<b>579.066.435</b>	<b>1.229.882.673</b>	
<b>TOTAL \$</b>	<b>4.944.782</b>	<b>3.461.997</b>	<b>85.101.301</b>	<b>83.199.200</b>		<b>176.707.281</b>

\* Incluye inversión en obras, supervisión, imprevistos, mitigación ambiental y DESCOM. No incluye terrenos ni conexiones domiciliarias

Fuente: Elaboración propia

En el mediano plazo son necesarios 176 millones de dólares serían financiados de la siguiente manera, el 44% por el Gobierno Plurinacional, el 21% lo financiaría el Gobierno Municipal, el 15% el Gobierno Departamental y el 19% el Operador (EPSAS).

Tabla 8.16. Financiamiento de inversiones PMM a largo plazo

ENTIDAD/CONCEPTO	TESA	FI	AGUA*	SANEAMIENTO*	TOTAL Bs.	TOTAL \$
OPERADOR			225.807.865	134.375.429	360.183.294	51.750.473
Gb. MUNICIPAL	39.672.231		225.807.865	134.375.429	399.855.525	57.450.506
Gb. DEPARTAMENTAL	9.918.058	17.958.463		201.563.144	229.439.665	32.965.469
Gb. PLURINACIONAL		17.958.463	677.423.594	201.563.144	896.945.201	128.871.437
<b>TOTAL Bs.</b>	<b>49.590.289</b>	<b>35.916.927</b>	<b>1.129.039.323</b>	<b>671.877.147</b>	<b>1.886.423.685</b>	
<b>TOTAL \$</b>	<b>7.125.042</b>	<b>5.160.478</b>	<b>162.218.293</b>	<b>96.534.073</b>		<b>271.037.886</b>

\* Incluye inversión en obras, supervisión, imprevistos, mitigación ambiental y DESCOM. No incluye terrenos ni conexiones domiciliarias

Fuente: Elaboración propia

En el largo plazo son necesarios 271 millones de dólares serían financiados de la siguiente manera, el 48% por el Gobierno Plurinacional, el 21% lo financiaría el Gobierno Municipal, el 12% el Gobierno Departamental y el 19% el Operador (EPSAS).

**Finalmente**, para los proyectos de Corto Plazo (El's) se presenta a continuación los indicadores de rentabilidad (Tasa Interna de Retorno Económica - TIR), que puede permitir la toma de decisiones para priorizar la inversión pública de proyectos más rentables para el país. También se presenta los datos de población beneficiada al año 2023 y las inversiones correspondientes.

Tabla 8.17. Indicadores de Rentabilidad Inversiones de Corto Plazo

PROYECTO	TIR	POBLACIÓN 2023	INVERSIÓN (\$us)
AGUA POTABLE EL ALTO	89.41%	1,179,127	320,383,526
AGUA POTABLE ACHACHICALA	75.85%	222,951	75,275,910
AGUA POTABLE TILATA	44.88%	284,901	198,446,792
SANEAMIENTO EL ALTO	37.04%	1,115,917	302,031,158
AGUA POTABLE ACHOCALLA	29.14%	17,862	6,492,152
SANEAMIENTO LA PAZ	27.78%	704,127	407,330,626
AGUA POTABLE PAMPAHASI	26.01%	330,793	196,332,617
AGUA POTABLE MECAPACA	23.68%	19,186	15,472,402
AGUA POTABLE PUCARANI	20.51%	3,229	1,009,391
AGUA POTABLE VIACHA	16.99%	47,815	16,933,283
AGUA POTABLE LAJA	15.48%	1,468	455,830
SANEAMIENTO VIACHA	15.40%	92,290	134,197,888
SANEAMIENTO PUCARANI	12.95%	3,229	6,943,995

Fuente: Elaboración propia – Resultado de las evaluaciones socioeconómicas.

#### 8.4. TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

Como parte del proceso de socialización y difusión de resultados del PMM se llevó a cabo la actividad de Transferencia Tecnológica que es un mecanismo de generación o fortalecimiento de capacidades en los diferentes actores que estuvieron involucrados en el diseño del PMM, con este objetivo se realizó un taller en el que se socializo información referida a los Estudios de Identificación de todos los proyectos de agua y saneamiento que forman parte del estrato de planificación a corto plazo, a dicho evento asistieron representantes de los 6 Municipios adyacentes y la Gobernación del Departamento de La Paz.

Fotografía 8.1. Taller de Transferencia Tecnológica



Fuente: PMM La Paz – El Alto

Fotografía 8.2. Participantes - Taller de Transferencia Tecnológica



Fuente: PMM La Paz – El Alto

## 9. PLAN DE MONITOREO Y EVALUACION DEL CUMPLIMIENTO DE LAS OBRAS Y ACCIONES PROPUESTAS

### 9.1. MARCO CONCEPTUAL PARA EL MONITOREO Y EVALUACION DEL PLAN MAESTRO

El monitoreo es un seguimiento sistemático y periódico de la ejecución del Plan Maestro que busca determinar el grado en que su desenlace coincida con lo programado, es decir comprobar la eficacia (efectividad) y eficiencia de la implementación de las obras y acciones, para detectar los logros y deficiencias oportunamente y recomendar medidas correctivas para optimizar los resultados deseados.

Por su parte la evaluación corresponde a una apreciación y valoración sistemática y objetiva sobre el diseño, la ejecución, la eficacia (efectividad), eficiencia, los procesos y los resultados del Plan Maestro en periodos anuales y quinquenales, hasta el horizonte de planificación fijado para el año 2036.

Por tanto el monitoreo propuesto por el Consorcio Consultor será un proceso continuo durante el desarrollo del Plan Maestro, con análisis, observación y sugerencias de ajustes para alcanzar los resultados previstos en el plan de inversiones.

### 9.2. OBJETIVOS DEL PLAN DE MONITOREO Y EVALUACION

- i) Monitorear y evaluar el cumplimiento del Plan Maestro en base a indicadores de cobertura y calidad del servicio.
- ii) Identificar los logros y debilidades o potenciales atrasos en la construcción de las obras o en la adopción de acciones o medidas de fortalecimiento institucional y desarrollo comunitario.
- iii) Recomendar medidas correctivas para optimizar los resultados deseados, ajustando las predicciones de crecimiento de la demanda de servicios.

### 9.3. LOCALIZACION FUNCIONAL DEL MONITOREO Y EVALUACION

La localización funcional del Monitoreo y Evaluación del Plan Maestro tendría dos niveles. Un nivel operativo a cargo del operador metropolitano – EPSAS, responsable de la prestación de los servicios, que tiene conocimiento del Plan Maestro en todos sus detalles. Tiene como mandato y responsabilidad ejecutar el plan de inversiones previsto a corto, mediano y largo plazo, dar cumplimiento a las metas de cobertura y expansión acordadas con el regulador (AAPS) e informar sobre su desempeño. Además para el cumplimiento de sus objetivos deber canalizar las demandas y la solicitud de financiamiento al Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), Gobernación, Gobernación, Gobiernos Municipales involucrados y organismos de financiamiento.

Revisada la estructura organizacional de EPSAS, el Consorcio Consultor propone que la función de Monitoreo y Evaluación del Plan Maestro en el nivel operativo deberá estar localizado en el Departamento de Planificación dependiente de la Gerencia Técnica. Atenderá las ciudades de La Paz, El Alto y Zonas adyacentes. Se recomienda que esta repartición estratégica para el desarrollo del Plan Maestro sea reubicada en la estructura organizacional al nivel de Gerencia de Planificación, con la asignación de personal técnico especializado y apoyo logístico.

En el caso de operadores menores en los restantes 6 municipios del área de influencia metropolitana, será necesario incorporar en su estructura organizacional el Departamento de Planificación.

En ambos casos se requiere recursos humanos capacitados, con objetividad, conocimiento del Plan Maestro, uso de la información y autonomía.

La Gerencia y/o Departamento de Planificación deberá tener niveles de coordinación con la Gerencia General, manejo de los parámetros de Monitoreo y Evaluación, para mejorar la eficacia de las intervenciones previstas, recolección oportuna de información de calidad para la obtención de los

indicadores seleccionados, participar en la toma de decisiones en función de los productos obtenidos y la identificación de lecciones aprendidas para ajustar la ejecución del Plan Maestro.

Por otra parte, se propone que el nivel ejecutivo para el Monitoreo y Evaluación del Plan Maestro este ubicado en la Dirección de Planificación del Ministerio de Medio Ambiente y Agua con un presupuesto adicional asignado para su desempeño, con personal técnico y apoyo logístico.

La Dirección de Planificación del MMAyA recibirá las demandas y solicitudes de financiamiento, priorizadas por EPSAS y otros operadores menores, validadas por la AAPS en el marco del plan de inversiones del Plan Maestro y el cumplimiento de metas de cobertura de la Agenda Patriótica 2025.

La Dirección de Planificación presentará al señor Ministro y Viceministro de Agua Potable y Saneamiento Básico, en coordinación con la Gobernación y Municipios los requerimientos de inversiones para la gestión del financiamiento ante organismos como el BID, CAF, Banco Mundial, KfW, otros organismos de cooperación bilateral (Agencia Española de Cooperación Internacional – Aecid) y multilateral.

#### 9.4. FORMULACION DEL PLAN DE MONITOREO Y EVALUACION

El Plan de Monitoreo y Evaluación del Plan Maestro, incluye los siguientes aspectos:

1. La Matriz del Marco Lógico (MML),
2. Indicadores
3. Fuente de datos y metodología.
4. Análisis de involucrados.
5. Presupuesto para el Monitoreo y Evaluación.

##### 9.4.1. Matriz del Marco Lógico

La Matriz del Marco Lógico (MML) utilizada por el operador metropolitano EPSAS y operadores menores como herramienta de Monitoreo y Evaluación tiene el objetivo de dar estructura al proceso de planificación y comunicar información esencial del Plan Maestro a las instancias del regulador AAPS y al nivel ejecutivo Dirección de Planificación del Ministerio de Medio Ambiente y Agua.

La MML ha permitido definir los parámetros de desempeño del Plan Maestro y las condiciones para futuras evaluaciones y ajustes. En la Tabla 9.1, se presenta la MML y contiene el Fin, Propósito, Componentes, Actividades, Indicadores Objetivamente Verificables (IVO), medios de verificación y Supuestos.

#### 9.5. INFORMES DE MONITOREO Y EVALUACION

La Gerencia o el Departamento de Planificación del operador principal (EPSAS) y de los operadores menores presentarán, los siguientes informes:

- Un informe de Evaluación Formativa Anual, el cual deberá ser presentado a la Gerencia General y posteriormente a la AAPS, con análisis, observación y sugerencias de ajustes para alcanzar los resultados previstos en el plan de inversiones propuesto por el Plan Maestro. La evaluación Formativa establecerá medios para el aprendizaje y realizará modificaciones durante el desarrollo del Plan Maestro, como parte integral del proceso de monitoreo y cuyo objetivo es mejorar su desempeño.
- Un informe de Evaluación Sumativa Quinquenal, el cual deberá ser presentado a la Gerencia General y posteriormente a la AAPS, con la verificación de impacto, determinando hasta qué punto los resultados planificados fueron producidos o logrados, así como para mejorar obras y acciones futuras.

Los informes Formativos y Sumativos constituyen en parte integral del **Plan de Monitoreo y Evaluación y estarán vinculados a la Matriz de Marco Lógico (MML)**, que tiene definido los parámetros de desempeño del Plan Maestro y las condiciones para futuras evaluaciones y ajustes. Como son el Fin, Propósito, Componentes, Actividades, Indicadores Objetivamente Verificables (IVO), medios de verificación y Supuestos.

Tabla 9.1. Matriz de Marco Lógico – Monitoreo y Evaluación

**Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento La Paz - El Alto y Zonas Adyacentes**

Resumen Narrativo (RN)	Indicadores Verificables Objetivamente (IVO)	Medios de Verificación	Supuestos
<b>FIN</b>			
Contribuir a la universalidad de cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario para reducir las enfermedades de origen hídrico en el área de influencia metropolitana de La Paz, El Alto, Viacha, Pucarani, Laja, Achocalla, Palca y Mecapaca.	100% de los habitantes del área urbana de los municipios en el área de influencia metropolitana, cuentan con servicio de agua potable y alcantarillado sanitario al año 2025 y 2036.	Reportes semestrales emitidos por los operadores de los servicios a la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento (AAPS). En cumplimiento de la Agenda Patriótica del Gobierno al año 2025, el Plan Maestro Metropolitano y los Planes de Desarrollo Quinquenales - PDQ.	El Plan Maestro Metropolitano ha sido aprobado y permanece entre las prioridades del Gobierno Nacional, Departamental, Local y de los operadores de los servicios. Se tiene conocimiento del plan de inversiones de corto, mediano y largo plazo y la estrategia de financiamiento de las obras y acciones.
<b>PROPOSITO</b>			
El 100% de los habitantes urbanos del área de influencia metropolitana tienen cobertura de agua potable y alcantarillado sanitario, mejorando su estado de salud, calidad de vida y reducción de la pobreza.	Al final de la ejecución del Plan Maestro (2036), se ejecutan en La Paz 76,758 conex. de agua, potable que atenderá una población de 982,998 hab., a razón de 3063 conex/año y 94,968 conex. de alcantarillado sanitario que atenderá una población de 982,998 hab., a razón de 3,615 conex/año.  En la ciudad de El Alto al 2036, se ejecutarán 149,788 conexiones de agua potable que atenderá una población de 1,736,910 hab., a razón de 6,685 conex/año y 228,576 conexiones de alcantarillado que atenderá igualmente a una población de 1,736,910 hab. a razón de 9,684 conex/año.	Informe del Director Ejecutivo de la AAPS sobre el cumplimiento de metas anuales programadas en el Plan Operativo Anual (POA) y Planes Quinquenales por los operadores de los servicios, además inspecciones visuales a las zonas de proyectos, encuestas por muestreo.	El Gobierno Nacional, Departamental, Local (municipios) y operadores de los servicios se apropian del Plan Maestro Metropolitano como herramienta estratégica de planificación. Se priorizan y otorgan los recursos de financiamiento necesarios para la ejecución de las obras de corto, mediano y largo plazo.

<b>Resumen Narrativo (RN)</b>	<b>Indicadores Verificables Objetivamente (IVO)</b>	<b>Medios de Verificación</b>	<b>Supuestos</b>
<b>COMPONENTES</b>			
1. Fuentes de agua actuales y futuras protegidas en cuanto a calidad, cantidad y régimen (continuidad), considerando los efectos del cambio climático y la importancia de realizar la Gestión Integral de los Recursos Hídricos (GIRH) en las cuencas abastecedoras.	1.1 Un mínimo de 4 cuencas abastecedoras con la GIRH implementada.	1.1 Reportes quinquenales a la AAPS.	1.1 Se han realizado arreglos institucionales para el uso y aprovechamiento de los recursos hídricos para abastecimiento de agua potable y riego entre todos los municipios y comunidades.
2. Sistemas de agua potable, sistemas de alcantarillado sanitario y plantas de tratamiento de aguas residuales mejorados y ampliados en operación completa en el área de influencia metropolitana en cumplimiento de la normativa sectorial.  (Involucrados: Ministerio de Medio Ambiente y Agua, Gobernación, Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico, municipios del área metropolitana, AAPS, EPSAS, beneficiarios).	2.1 Un mínimo de 970,735 hab. incrementales en el área de influencia metropolitana, servidas por nuevos o mejorados proyectos de agua al final del Plan Maestro. 2.2 Un 100% de los sistemas de agua proveen 24 horas diarias de servicio. 2.3 Gestión del agua no facturada en por lo menos 90% de los circuitos hidrométricos. 2.4 Un mínimo de 970,735 hab. incrementales servidas por nuevos o mejorados proyectos de alcantarillado sanitario. 2.5 Un mínimo de 90% de caudales de aporte de aguas residuales tratados con nuevos o mejorados proyectos de tratamiento, al final del Plan Maestro, en cumplimiento de la normativa ambiental.	2.1 Reportes mensuales de la Gerencia o Departamento Comercial de los Operadores, enviados a la Gerencia General y a la AAPS. 2.2 Reportes mensuales de la Gerencia o Departamento de Operaciones de los operadores, remitidos a la Gerencia General y a la AAPS, sobre la continuidad y presión del servicio en atención a la normativa sectorial. 2.3 Reporte mensual sobre agua no facturada, inspecciones en sitio. 2.4 Reportes mensuales de la Gerencia o Departamento Comercial, enviados a la Gerencia General y a la AAPS. 2.5 Reportes mensuales de la Gerencia Regional de El Alto y la Gerencia Regional de La Paz.	2.1 Contratación oportuna de los servicios y las obras de agua potable a ejecutar, según el plan de inversiones y la estrategia de financiamiento. 2.2 Repuestos y servicios necesarios para la operación y mantenimiento del sistema se mantienen disponibles en el país. 2.3 Personal capacitado en la gestión de agua no facturada. 2.4 Contratación oportuna de obras de alcantarillado sanitario a ejecutar, según el plan de inversiones y estrategia de financiamiento. 2.5 Personal capacitado en la operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales.

<b>Resumen Narrativo (RN)</b>	<b>Indicadores Verificables Objetivamente (IVO)</b>	<b>Medios de Verificación</b>	<b>Supuestos</b>
3. Sistemas de agua potable, alcantarillado sanitario y plantas de tratamiento de aguas residuales en el área de influencia metropolitana, operados y administrados efectiva y sustentable por los operadores.	3.1 Modelo de gestión metropolitano implementado	3.1 Reportes quinquenales a la AAPS.	3.1 Se han realizado arreglos institucionales para definir un modelo de gestión metropolitano entre todos los municipios y comunidades.
4. Involucrados en el Plan Maestro, conocen su alcance y están capacitados en el uso apropiado del agua potable e instalaciones sanitarias.	4.1 Un mínimo de 50 talleres informativos y de capacitación por año en los 8 municipios del área de influencia metropolitana	4.1 Reportes mensuales a la AAPS y SENASBA.	4.1 Se han licitado y contratado programas de gestión pública social y DESCOM a cargo del SENASBA.
5. Informes formativos y sumativos realizado sobre el Monitoreo y Evaluación del Plan Maestro.	5.1 El operador principal EPSAS y los operadores menores presentan un mínimo de 2 informes formativos por año y un informe sumativo quinquenal, realizando los ajustes necesarios al PMM.	5.1 Reportes semestrales a la AAPS.	5.1 Se ha licitado y contratado el Fortalecimiento Institucional a los operadores, reforzando y capacitando las unidades de planificación.
<b>ACTIVIDADES</b>			
1.1 Diagnóstico y evaluación de fuentes de agua actualmente utilizadas y las nuevas fuentes Identificadas cualitativa y cuantitativamente. Cuencas Tuni - Condoriri, Milluni, Hampaturi, Incachaca, Peñas.	1.1 Se ha ejecutado un presupuesto de 200,000 \$us por quinquenio para la GIRH.	1.1 Reportes semestrales a la AAPS y MMAyA	Actores involucrados proporcionan información veraz y oportunamente.
2.1 Diseño, construcción y puesta en operación de proyectos y obras de renovación y expansión en fuentes (producción de agua), captaciones, aducciones, embalses, plantas de tratamiento, tanques redes de distribución de agua potable y conexiones de	2.1 Se ha ejecutado el diseño final TESA de todos los estudios a nivel de identificación EI, con un presupuesto de 5,000,000 \$us.  Se cuenta con la aprobación y apropiación del PMM en todos los niveles.  Se ha realizado la gestión de financiamiento y la concurrencia de recursos al nivel nacional, departamental, municipal, local y ante organismos de financiamiento	2.1 Reportes semestrales a la AAPS y MMAyA.  Convenios de financiamiento, firmados con el Gobierno nacional, departamental, municipal, operadores de los servicios.	2.1 PMM aprobado y apropiado por los diferentes niveles del Gobierno.  Se asignan recursos para preinversión y se gestionan los recursos para inversión.  Se ratifican las metas de cobertura establecidas en la AGENDA PATRIOTICA al año 2025 con el 100% de cobertura de

Resumen Narrativo (RN)	Indicadores Verificables Objetivamente (IVO)	Medios de Verificación	Supuestos
<p>expansión y densificación, renovación de medidores. Sistemas: Achachicala, Pampahasi, El Alto, Tillata, Chuquiaguillo, San Roque.</p> <p>Diseño, construcción y puesta en operación de obras de renovación y expansión de alcantarillado sanitario (recolección, interceptores, emisario, redes, conexiones de expansión y densificación.</p> <p>Diseño y construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales.</p>	<p>internacional.</p> <p>Se ha ejecutado el PLAN DE INVERSIONES de Inversiones de corto, mediano y largo plazo en el área de influencia metropolitana, en obras de agua potable, alcantarillado sanitario y plantas de tratamiento, para una cobertura del 100% de la población, con una inversión de:</p> <p><b>Corto plazo: 417.6 millones de \$us. (2016 -2023).</b></p> <p><b>Mediano plazo: 209 millones de \$us. (2023 -2029).</b></p> <p><b>Largo Plazo: 315.6 millones de \$us. (2029 – 2036).</b></p> <p><b>Total: 957.8 millones de \$us.</b></p>		los servicios básicos.
<p>3.1 Fortalecimiento institucional.</p> <p>Definición de las medidas y acciones para mejorar y fortalecer la gestión administrativa, operativa y financiera de las organizaciones responsables por la prestación de los servicios</p>	<p>3.1 Se ejecuta la inversión de aprox. 6 millones de \$us, en actividades previstas en el PLAN DE FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL.</p>	<p>3.1 Reportes a la AAPS y MMAyA.</p>	<p>3.1 Se cuenta con un operador con un modelo de gestión metropolitano.</p>
<p>3.2 Diseño y puesta en marcha de la estructura organizacional de la nueva entidad prestadora de servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y plantas de tratamiento de aguas residuales en el área de influencia metropolitana.</p>	<p>3.2 Se aprueba la Ley de Creación de la nueva Entidad Prestadora de Servicios de Agua Potable y Saneamiento para el área metropolitana.</p>	<p>3.2 Ley promulgada por el presidente del Estado Plurinacional.</p>	<p>3.2 El MMAyA presenta al poder ejecutivo el Proyecto de Ley para la creación de la nueva entidad metropolitana.</p>
<p>4.1 Diseño y puesta en marcha de la estrategia de la gestión pública - social y desarrollo comunitario en el área de influencia metropolitana.</p>	<p>4.1 25 talleres de capacitación por semestre a los beneficiarios directos en áreas específicas como el uso adecuado del agua y de las instalaciones sanitarias.</p>	<p>4.1 Reportes semestrales a la AAPS y SENASBA.</p>	<p>Los beneficiarios se mantienen informados y participan en el Monitoreo y Evaluación del Plan Maestro y son atendidas sus demandas.</p>

Resumen Narrativo (RN)	Indicadores Verificables Objetivamente (IVO)	Medios de Verificación	Supuestos
5.1 Evaluaciones formativas, sumativas, informe final de Monitoreo y Evaluación del Plan Maestro.  Contratación de auditorías externas.	Informes anuales, quinquenales y final elaborados y presentados a la AAPS por los operadores.	Informes anuales, quinquenales y final aprobados por la AAPS. Informe de Auditoría Externa.	Se ha realizado el Monitoreo y Evaluación del plan de inversiones e implementación de la estrategia de financiamiento, con los ajustes necesarios durante su desarrollo.