

**REPÚBLICA DE BOLIVIA
GOBIERNO MUNICIPAL DE LA PAZ – GMLP
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO - BID**



**REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN
DEL PLAN MAESTRO DE DRENAJE
PARA EL ÁREA URBANA DE LA PAZ**

INFORME FINAL

VOLUMEN I: INFORME EJECUTIVO

TOMO 1 DE 1

La Paz – Octubre 2007



NIPPON KOEI CO., LTD.
Consulting Engineers



Ingenieros Consultores S.A.

INDICE DE VOLUMENES

VOLUMEN I INFORME EJECUTIVO

VOLUMEN II ESTUDIOS BÁSICOS

- | | | |
|-----------|----|--|
| Tomos 1-4 | 1. | Introducción |
| | 2. | Recopilación de Información |
| | 3. | Relevamiento Geométrico y Físico Estructural de Colectores Primarios y Secundarios |
| Tomo 5 | 4. | Estudio Hidrológico |
| Tomo 6 | 5. | Estudio Geológico |
| Tomo 7 | 6. | Estudio Hidráulico |
| Tomo 8 | 7. | Estudio Socioeconómico |
| | 8. | Desarrollo Urbano |
| | 9. | Estudio de Aspectos Institucionales |

VOLUMEN III DIAGNÓSTICO

- | | | |
|---------|----|--|
| Tomos 1 | 1. | Introducción |
| | 2. | Descripción General del Sistema de Drenaje Pluvial |
| | 3. | Estudios Básicos |
| | 4. | Diagnóstico del Sistema de Drenaje Pluvial |
| Tomo 2 | | Anexos |

VOLUMEN IV FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO

- | | | |
|-----------|----|--|
| Tomo 1 | 1. | Formulación del Plan Maestro |
| Tomos 2-3 | 2. | Medidas Estructurales |
| Tomo 4 | 3. | Medidas No Estructurales |
| Tomo 5 | 4. | Programa de Inversiones |
| | 5. | Factibilidad Económica-Financiera del Plan Maestro |
| | 6. | Evaluación Socioeconómica y Financiera del Plan |

VOLUMEN V EVALUACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA

VOLUMEN VI BASE DE DATOS ESPACIAL

VOLUMEN VII MEMORIA DE TALLERES Y CAPACITACIÓN

I N D I C E

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Objetivo.....	1
1.3 Alcances	1
1.4 Organización Funcional del Estudio.....	2
2. DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL	2
2.1 Descripción del Área del Estudio.....	2
2.2 Riesgos Socionaturales Asociados al Sistema de Drenaje	5
2.3 Selección de la Red Básica de Drenaje del Plan Maestro	8
3. ESTUDIOS BASICOS	12
4. DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE DRENAJE	18
4.1 Bases para el Desarrollo del Diagnóstico:.....	18
4.2 Evaluación del Sistema Actual de Drenaje Seleccionado.....	18
4.3 Conclusiones del Diagnóstico:	19
5. FORMULACION DEL PLAN MAESTRO	25
5.1 Propósito del Plan Maestro de Drenaje (PMDP).....	25
5.2 Marco de Referencia.....	26
5.3 Visión	27
5.4 Misión (del GMLP).....	27
5.5 Objetivos Estratégicos	27
5.5.1 Objetivo General	27
5.5.2 Objetivos Específicos.....	27
5.6 Metas del Plan	28
5.7 Políticas del Plan	28
5.7.1 Política General.....	28
5.7.2 Políticas Específicas	28
5.8 Líneas de Acción y Estrategias.....	29
5.8.1 Líneas de Acción	29
5.8.2 Estrategias	31
6. MEDIDAS ESTRUCTURALES.....	32
6.1 Planeación Integral de las Intervenciones en el Sistema de Drenaje	32
6.1.1 Propósitos de la Selección de Intervenciones Estructurales.....	32
6.1.2 Metodología de trabajo	33
6.1.3 Descarga de Aguas Negras en el Sistema de Drenaje Pluvial	33

6.2	Criterios de Diseño	34
6.2.1	Diseño Hidráulico.....	34
6.2.2	Localización y Profundidad de los Conductos.....	34
6.2.3	Diseño Estructural de Conductos Cerrados y Abiertos y Obras Conexas.....	35
6.2.4	Normas Constructivas.....	35
6.3	Dimensionamiento Conceptual de los Principales Componentes del Sistema	36
6.3.1	Intervenciones en macrodrenaje.....	36
6.3.2	Intervenciones en microdrenaje.....	39
6.3.3	Intervenciones en Control de Erosión.....	39
6.4	Propuestas y Selección de Alternativas	42
6.4.1	Alternativas planteadas.....	42
6.4.2	Planes de implementación a corto, mediano y largo plazo.....	43
6.4.3	Costos de construcción, operación y mantenimiento de las obras a corto y mediano plazo.....	44
6.4.4	Análisis económico.....	45
6.5	Análisis, Selección y Programación de Alternativas	46
6.5.1	Análisis y selección de alternativas en el contexto general.....	46
6.5.2	Análisis y selección de alternativas en el contexto de los conductos principales.....	47
6.5.3	Programación de intervenciones.....	50
6.6	Presupuestos Referenciales	52
7.	MEDIDAS NO ESTRUCTURALES	53
7.1	Fortalecimiento Institucional	53
7.1.1	Antecedentes.....	53
7.1.2	La Unidad Ejecutora del Programa (UEP).....	54
7.1.3	Monitoreo de las Actividades del Plan y de Evaluación de Resultados.....	55
7.1.4	Presupuesto General.....	55
7.2	Planteamientos para la Reglamentación del Uso y Ocupación del Suelo	55
7.3	Planteamientos para la Reglamentación de Pavimentación de Vías y de las Estructuras de Microdrenaje	56
7.4	Manejo de Áridos	57
7.4.1	Antecedentes.....	57
7.4.2	Lineamientos Estratégicos.....	57
7.4.3	Unidad Responsable.....	58
7.4.4	Tareas, Periodo de Ejecución y Presupuesto.....	58

7.5	Implantación de Red de Estaciones Hidrometeorológicas en la Cuenca del Río La Paz.....	58
7.5.1	Antecedentes	58
7.5.2	Planteamiento	59
7.5.3	Resumen General de Costos.....	59
8.	PROGRAMA DE INVERSIONES	59
8.1	Descripción de la etapa a corto plazo	59
8.2	Descripción de la etapa a mediano plazo	61
8.3	Descripción de la etapa a largo plazo.....	62
9.	FACTIBILIDAD ECONÓMICA – FINANCIERA DEL PLAN MAESTRO	62
9.1	Introducción	62
9.2	Indicadores Económicos	64
9.3	Fuentes de Financiamiento de Inversiones Estructurales y No Estructurales del Plan Maestro	65
9.4	Condiciones del Empréstito	66
10.	EVALUACIÓN SOCIO ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL PLAN	67
11.	EVALUACIÓN AMBIENTAL ESTRATEGICA	68
11.1	Evaluación de los Impactos Socioambientales.....	68
11.2	Plan de Acción	70
11.3	Medidas de Control Forestal	70
11.3.1	Descripción del Problema	70
11.3.2	Principales Actividades	70
11.4	Servicios de Recolección de Basuras.....	70
11.4.1	Descripción del Problema	70
11.4.2	Principales actividades	71
11.5	Programa de Educación Ambiental	72
11.5.1	Descripción del Problema	72
11.5.2	Principales Actividades	72
11.5.3	Período de Ejecución y Presupuesto.....	73
11.6	Programa de Rescate Arqueológico.....	73
11.6.1	Descripción del Problema	73
11.6.2	Principales Actividades	73
11.6.3	Período de Ejecución y Presupuesto.....	74
11.7	Lineamientos para la Evaluación de Impacto Ambiental de los Proyectos Estructurales	74
11.7.1	Descripción del problema	74

11.7.2	Actividades propuestas.....	74
11.8	Programa de Participación Ciudadana.....	75
11.8.1	Descripción del problema	75
11.8.2	Actividades Previstas.....	75
11.9	Consulta Pública.....	75
12.BASE DE DATOS ESPACIAL DEL PROYECTO DE REVISION Y MODERNIZACION DEL PLAN MAESTRO DE DRENAJE PLUVIAL.....		78
12.1	Objetivos de la Actividad	78
12.2	Base de Datos	78
12.3	Productos del Plan Maestro de Drenaje.....	78
12.4	Conclusiones	78
12.5	Recomendaciones	79
13.MEMORIA DE TALLERES Y CAPACITACIÓN.....		80
13.1	Antecedentes	80
13.2	Resumen de Talleres.....	80
13.2.1	Primer Taller de Transferencia de Tecnología: Modelación Hidrológica e Hidráulica	80
13.2.2	Taller N° 01: Presentación del Diagnóstico del Sistema Actual de Drenaje Seleccionado de la ciudad de La Paz.....	80
13.2.3	Segundo Taller de Transferencia de Tecnología: Curso de Análisis Espacial y Transferencia del SIG Aplicado al Sistema de Drenaje Pluvial	81
13.2.4	“Taller N° 02: Presentación Formulación del Plan Maestro de Drenaje Pluvial de la Ciudad de La Paz”.....	82
13.2.5	Objetivo del Taller	82
13.2.6	“Taller N° 03: Presentación del Plan Maestro de Drenaje Pluvial de la Ciudad de La Paz-Informe Final”	83
13.3	Objetivo del Taller.....	83
13.3.1	Participantes	83
13.3.2	Conclusiones.....	84

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Características Generales del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de La Paz.....	9
Tabla 3.1 Caudales de los Cursos Principales (m ³ /s).....	13
Tabla 3.2 Indicadores Demográficos	15
Tabla 3.3 Condición de Actividad de la Población en la Ciudad de La Paz	15
Tabla 3.4 Características Socioeconómicos de la Población del Municipio de La Paz.....	16
Tabla 4.1 Evaluación final de los conductos	20
Tabla 4.2 Porcentaje de Insuficiencia Hidráulica con respecto a la Longitud construida de conductos	23
Tabla 4.3 Velocidades de Flujo promedio en los conductos en m/s.....	23
Tabla 6.1 Inversiones necesarias.....	51
Tabla 6.2 Resumen de Inversiones del Plan Maestro de Drenajes.....	53
Tabla 8.1 Resumen de Inversiones Estructurales Totales	59
Tabla 8.2 Resumen de Inversiones Estructurales a Corto Plazo (dólares americanos)	60
Tabla 8.3 Resumen de Inversiones No Estructurales a Corto Plazo.....	61
Tabla 8.4 Resumen de Inversiones Estructurales a Mediano Plazo	61
Tabla 8.5 Resumen de Inversiones Estructurales a Largo Plazo	62
Tabla 9.1 Proyectos en Actual Consideración por parte del GMLP.....	63
Tabla 9.2 Ejecución Semestral de Intervenciones Estructurales Primer Paquete (propuesto a financiarse)	65
Tabla 9.3 Fuente de Financiamiento de Inversiones Estructurales y	66
Tabla 9.4 Cronograma de Desembolsos (Dólares Americanos)	67
Tabla 10.1 Evaluación de las obras de Infraestructura Propuesta	68
Tabla 11.1 Resumen de la Evaluación Global	69
Tabla 11.2 Organización de la Consulta Pública	77
Tabla 11.3 Cronograma de Realización de reuniones de Consulta Pública	77

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Organigrama Funcional del Estudio.....	2
Figura 2. 1 Cuenca de La Paz.....	3
Figura 2. 2 Riesgos Socionaturales Asociados al Drenaje Pluvial de la Ciudad de La Paz.....	7
Figura 2. 3 Red Seleccionada Cuencas Choqueyapu - Orkojahuirá	10
Figura 2. 4 Red Seleccionada de Drenaje Cuencas del sur	11
Figura 4. 1 Identificación de Problemas del Sistema de Drenaje en la Red Seleccionada.....	22

Figura 5. 1 Plan Maestro de Drenaje Pluvial de la ciudad de La Paz.....	30
Figura 6. 1 Ubicación de Intervenciones Necesarias.....	38
Figura 6. 2 Sumideros propuestos por el Plan Maestro de Drenaje.....	40
Figura 6. 3 Esquema de Intervenciones en las cuencas del Sur.....	41
Figura 6. 4 Inversiones necesarias	51

1. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

El Gobierno Municipal de La Paz (GMLP) por medio de la Oficialía Mayor Técnica y la Dirección de Gestión Integral del Riesgo, ha desarrollado con el apoyo financiero del Gobierno del Japón, el proyecto de: “Revisión y Actualización del Plan Maestro de Drenaje para el Área Urbana de La Paz”.

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) seleccionó a la firma consultora, Consorcio NIPPON KOEI CO. LTD. (del Japón) y PCA-INGENIEROS CONSULTORES (de Bolivia), especializada en proyectos de recursos hídricos y con experiencia probada en el diseño de planes urbanos de evacuación de aguas pluviales para realizar la “Revisión y Actualización del Plan Maestro de Drenaje Pluvial de la Ciudad de La Paz”.

El BID ha estado a cargo de la administración, supervisión y seguimiento del servicio de consultoría.

Los estudios se iniciaron el mes de marzo del 2006 y concluyeron el mes de agosto de 2007. Estos estudios se han desarrollado de acuerdo a los Términos de Referencia y Propuesta Técnica del Consultor.

1.2 OBJETIVO

El estudio tiene por objetivo formular el Plan Maestro de Drenaje Pluvial para el área urbana de la ciudad de La Paz, que permita al Gobierno Municipal tomar las acciones preventivas, correctivas, estructurales y no estructurales necesarias para que el sistema de drenaje pluvial cumpla adecuadamente con su función.

1.3 ALCANCES

El estudio se ha realizado en cuatro fases:

Primera Fase : Estudios Básicos Generales
Segunda Fase: Diagnóstico del Sistema de Drenaje actual.
Tercera Fase : Conceptualización y Caracterización del Plan Maestro
Cuarta Fase : Formulación del Plan Maestro

Secuencialmente las fases contienen la identificación del medio y de los problemas de drenaje, con estos elementos se definieron los lineamientos y la formulación del Plan Maestro. En consecuencia, el presente Informe Final del Plan Maestro está estructurado en función a las fases secuenciales de la siguiente manera:

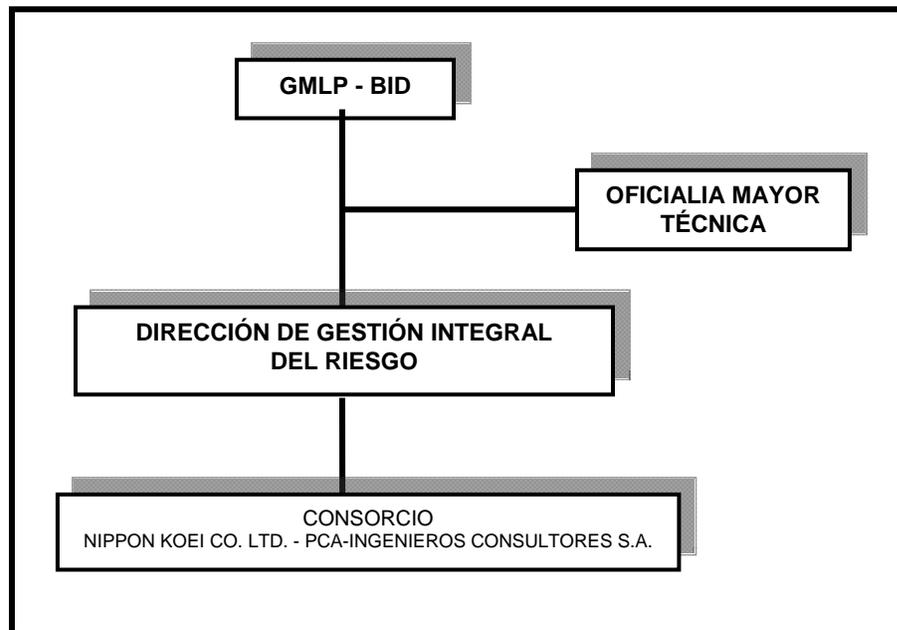
- Informe Ejecutivo.
- Estudios Básicos.
- Diagnóstico.
- Formulación del Plan Maestro.

- Evaluación Ambiental Estratégica.
- Programa de Inversiones.
- Análisis Socio Económico Financiero.
- Base de Datos Espacial.
- Memoria de Talleres y Capacitación.

1.4 ORGANIZACIÓN FUNCIONAL DEL ESTUDIO

El Organigrama Funcional del ESTUDIO se presenta en la Figura 1.1.

Figura 1.1 Organigrama Funcional del Estudio



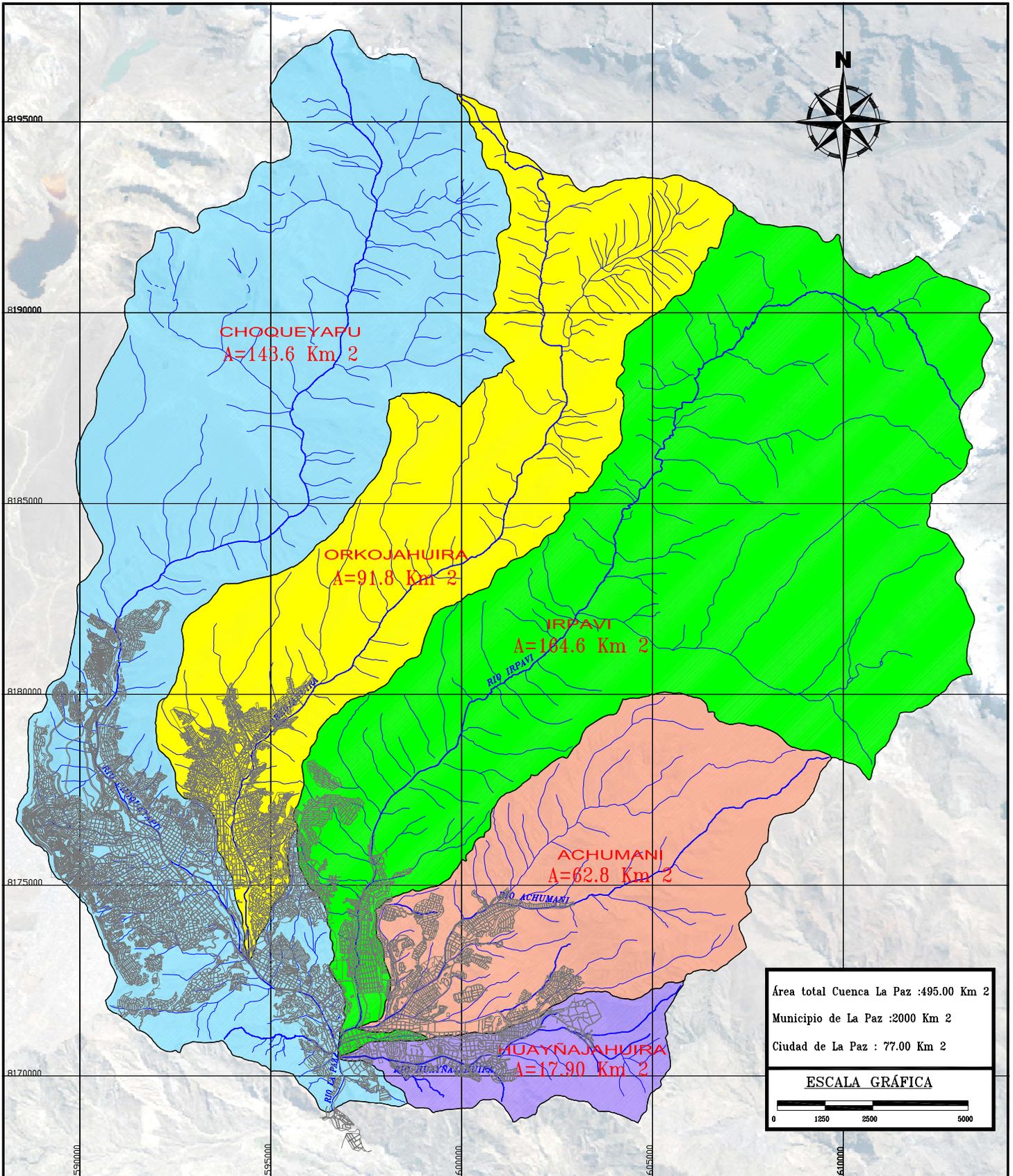
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL

2.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL ESTUDIO

Ubicación

La ciudad de La Paz geográficamente se ubica en la zona intertropical a los 16°30' de latitud sur y 68°08' de longitud oeste. Su altitud varía de los 3,200 msnm en la zona Sur hasta el altiplano de la Ciudad de El Alto a más de 4,000 msnm; por esta característica es una ciudad con diferentes climas y condiciones topográficas particulares.

En la Figura 2.1, se indica la localización general del área de estudio, incluyendo la delimitación de las cuencas de los ríos que atraviesan la ciudad de La Paz, así como la delimitación del área urbana objeto del estudio.



Área total Cuenca La Paz :495.00 Km²
 Municipio de La Paz :2000 Km²
 Ciudad de La Paz : 77.00 Km²

ESCALA GRÁFICA

0 1250 2500 5000

Clima

Las precipitaciones en la cuenca de La Paz son en promedio de 500 mm/año, concentradas en los meses de diciembre a marzo aportando un 67 % de la precipitación pluvial total anual. La ciudad de La Paz, tiene un promedio anual de 200 días de sol, con 240 horas por mes durante el periodo más frío, entre mayo y octubre. La temperatura media anual registrada en el observatorio de San Calixto (3,655 msnm) es de 10.4 °C; la humedad relativa promedio es del 64.7% en la época de lluvias y en la época seca del 48%.

Los vientos de verano generalmente soplan de Este a Oeste, con velocidades que oscilan entre los 7 a 77 km/hora. En invierno, los vientos predominantes tienen dirección Sudoeste a Este.

Geomorfología de la Cuenca de La Paz

Según estudios realizados en el GMLP, la geomorfología de ciudad de La Paz está caracterizada por tres unidades geológicas: Zócalo, Depósitos del Altiplano, Formaciones contemporáneas y Depósitos recientes.

En general, los suelos que conforman la cuenca de La Paz, son muy erosionables por las lluvias y los afloramientos de aguas subterráneas, produciéndose gran transporte de sedimentos por los cursos de agua que conforman la cuenca, además de deslizamiento de tierra en laderas.

Topografía

La topografía del terreno en la que se asienta la ciudad de La Paz es muy accidentada, las pendientes son iguales o menores al 10 % en aproximadamente el 45% del área, y una pendiente mayor al 10% para el área restante, llegándose a tener pendientes casi verticales que constituyen los farallones en el límite con el Altiplano.

Hidrografía

La cuenca de La Paz que tiene un área de 495 km² está limitada al Norte y Este por la Cordillera Real y al Oeste por el Altiplano.

La cuenca presenta una orientación predominante Norte-Sur, con valles separados por cordones montañosos. Estos valles presentan una gran variación altitudinal desde las cabeceras, ubicadas a 5,090 msnm cerca del nevado del Chacaltaya, hasta el sector de Aranjuez con una altitud de 3,175 msnm. Sobre estos valles, sometidos a procesos de intensa erosión, se extiende la ciudad de La Paz. Tres ríos que nacen en la cordillera Real de los Andes definen las tres principales subcuencas:

- Subcuenca del río Choqueyapu, que en sus orígenes se denomina valle de Achachicala, está ubicada al Noroeste de la ciudad con una superficie de 154.5 km². La longitud total del río Choqueyapu hasta su confluencia con el río Irpavi es

de 38.43 km.

- Subcuenca del río Orkojahuirá ubicada al Noreste de la ciudad con una superficie de 91.6 km². Tiene una longitud total de 29.1 km, hasta su confluencia en el Choqueyapu
- Subcuenca Sur, que abarca una superficie de 242.8 km² está conformado por la cuenca del río Irpavi (162.9 km²), la cuenca Achumani (62.1 km²) y la cuenca Huayñajahuirá (17.8 km²) e intercuenas con 6.2 km².

2.2 RIESGOS SOCIONATURALES ASOCIADOS AL SISTEMA DE DRENAJE

Descripción

La ciudad de La Paz por sus características topográficas, geológicas e hidrográficas, permanentemente presenta fenómenos de inestabilidad que en el tiempo han ocasionado pérdidas materiales y de vidas humanas; esta situación se ve agravada por las precipitaciones pluviales que anualmente se presentan entre los meses de diciembre a marzo.

Se definen estos fenómenos de inestabilidad como riesgos socio naturales relacionados con deslizamientos y derrumbes, mazamoras (deslizamiento de lodos), desbordes de ríos y riachuelos, inundaciones y sifonamientos; que si bien no son catastróficos, la frecuencia con que se presentan, hacen que adquieran relevancia.

Factores que provocan Desastres

Un 74% de la superficie territorial de la ciudad de La Paz, está sometida a riesgos y amenazas naturales, debido a fenómenos de naturaleza geodinámica, las características inconsistentes de suelo y pendientes escarpadas superiores al 60%.

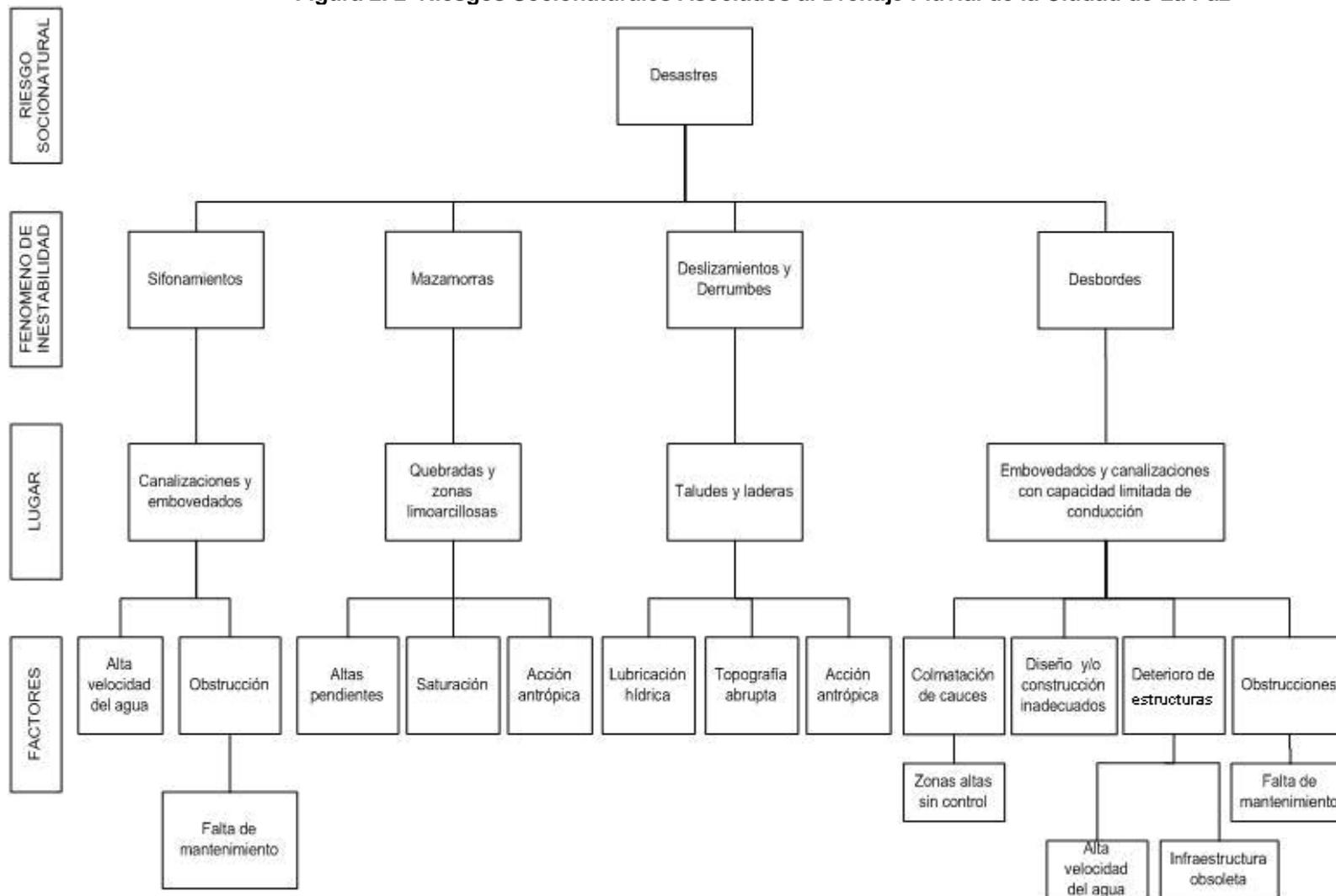
Entre los factores responsables de los desastres merecen anotarse las siguientes:

- Configuración topográfica
- Constitución geológica e hidrográfica
- Comportamiento climático
- Acción humana

Las implicaciones de los tres primeros factores se pueden colegir de lo señalado en el acápite 2.1; con respecto a la acción humana que ha comenzado a jugar un papel preponderante en la generación de riesgos. Este tipo de acción se traduce en la ocupación de playas inundables, la alteración de los regímenes hidráulicos de ríos y laderas, cortes inadecuados al pie de taludes inestables, la invasión de zonas con condiciones precarias de estabilidad, el bloqueo y taponamiento de vertientes, el vertido de escombros y basuras en canales y embovedados, etc. A lo anteriormente indicado se añaden la existencia de algunos diseños inadecuados y/o construcción deficiente de las canalizaciones y la falta de obras de control de erosión en las cuencas.

La suma de todos estos factores ha dado lugar a una serie de afectaciones, la más grave de ellas se produjo el 19/02/02, como consecuencia de una tormenta de granizo, conceptualizada como un evento excepcional, que produjo inundaciones en diferentes sectores de la ciudad e incluso originando la muerte de 70 personas y daños por 70 millones de dólares. En la Figura 2.2 se presenta un diagrama de bloques con los Riesgos Socio Naturales en la ciudad de La Paz.

Figura 2. 2 Riesgos Socionaturales Asociados al Drenaje Pluvial de la Ciudad de La Paz



2.3 SELECCIÓN DE LA RED BÁSICA DE DRENAJE DEL PLAN MAESTRO

La red primaria básica del sistema de drenaje se encuentra conformada por los siguientes ríos: Choqueyapu, Orkojahuirá, Irpavi, Achumani y Huayñajahuira, todos ellos cursos principales de las cinco cuencas respectivas.

La red secundaria complementaria, necesaria para establecer el incremento de descarga a lo largo del recorrido de los ríos principales se encuentra compuesta por los ríos:

Cuenca del río Choqueyapu: Jacha, Apumalla, Utapulpera, Chakeri, Carahuichinca, Chojñalarca. San Pedro, Tacagua – Jancokollo, Cotahuma, Autopista, Matadero, Zarzuela, 7 Enanos, Viscachani, Humahuaca, Mejahuira, Zoqueri, San Isidro, Aguarani, Collpajahuira y Calle 8.

Cuenca del río Orkojahuirá: Rosasani / Fábrica de Fósforos, Chapuma, Guitarrani, Venecia, Huallpajahuira, Retamani I y Minasa.

Cuenca del río Irpavi: Aruntaya. Cuenca del río Achumani: Kellumani, Huayllani, Chajtiri, Jilusaya y Koani. Cuenca del río Huañajahuira: Auquisamaña.

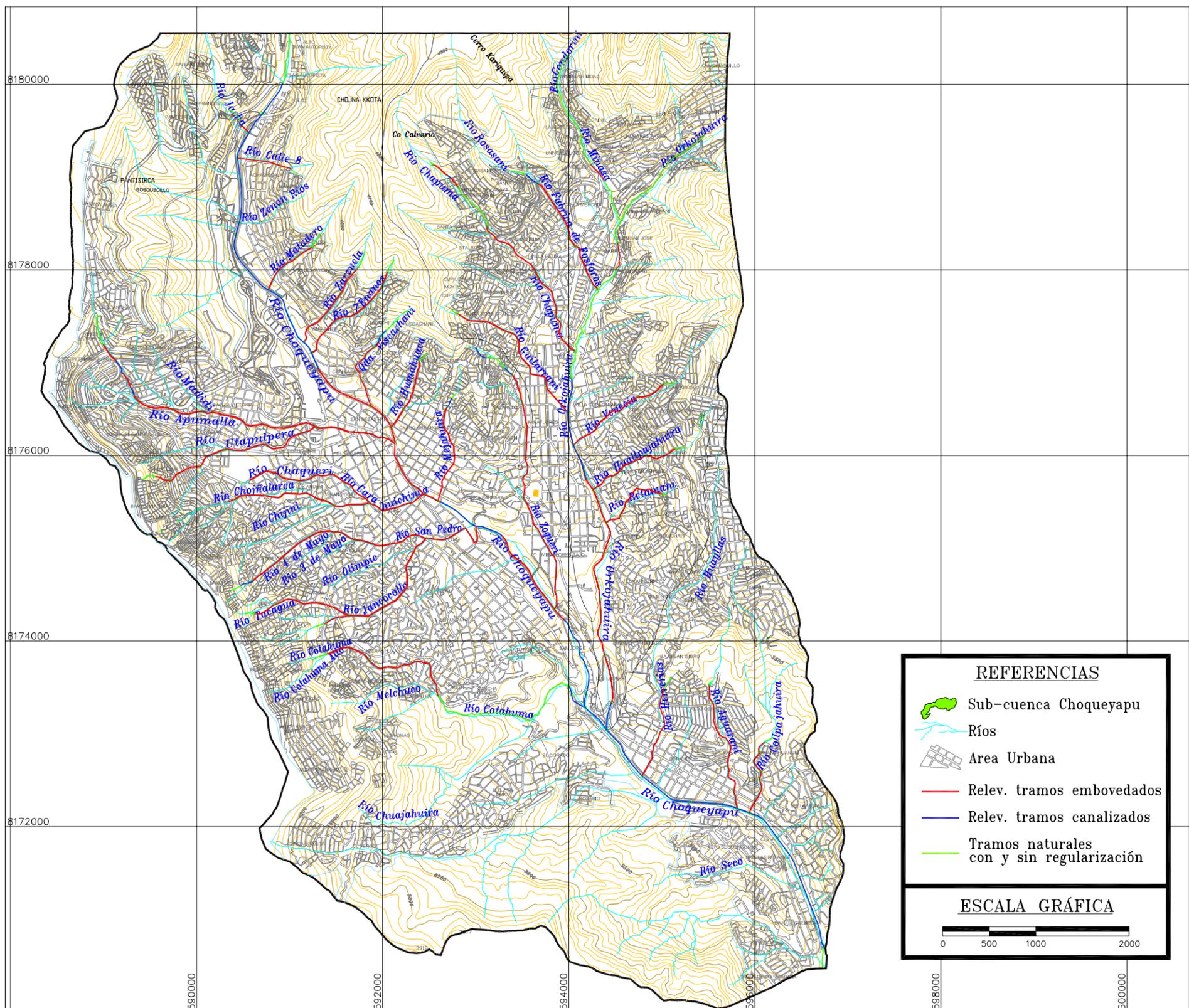
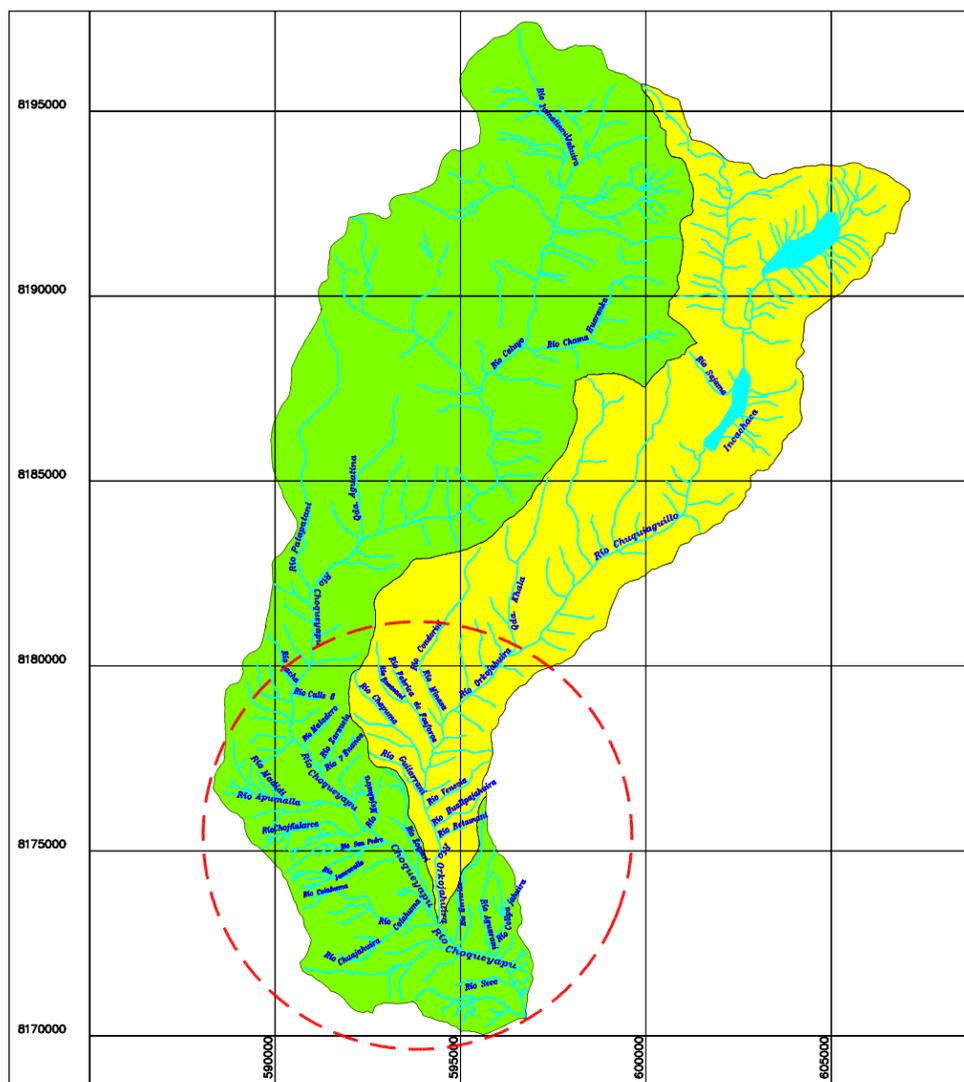
Las características generales del sistema de drenaje principal y secundario se resumen de acuerdo a lo detallado en la Tabla 2.1. En las Figuras 2.3 y 2.4 se muestra la red básica seleccionada de drenaje.

La red seleccionada para la realización de los estudios en el marco del Plan de Drenaje para la ciudad de la Paz, incluye la red primaria y secundaria antes citada, más aquellos de tercer orden, que por su importancia han sido priorizados.

Tabla 2.1 Características Generales del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de La Paz

Cuenca	Rio Principal				Rios Secundarios o Afluentes			
	Longitud de Conducto [m]				Longitud de Conducto [m]			
	Cursos Naturales	Canalizado	Embovedado	Total Cursos	Cursos Naturales	Canalizado	Embovedado	Total Cursos
Choqueyapu	3122.63	9557.98	3778.99	16459.60	2100.33	1440.70	28519.12	32060.15
Orkojahuiria	4077.09	1400.54	2552.21	8029.84	1215.67	932.67	8895.44	11043.78
Irpavi	3098.73	2416.34	0	5515.07	701.58	258.24	0	959.82
Achumani	109.53	5351.36	0	5460.89	3821.80	7231.16	0	11052.96
Huayñajahuira	44.11	4417.49	0	4461.60	41.31	554.17	0	595.48
Cuenca de la Ciudad de La Paz:								
							18332.78	[m]
							33560.65	[m]
							43745.76	[m]
							95639.19	[m]

Fuente: Elaboración Propia



REFERENCIAS

- Sub-cuenca Choqueyapu
- Ríos
- Area Urbana
- Relev. tramos embovedados
- Relev. tramos canalizados
- Tramos naturales con y sin regularización

ESCALA GRÁFICA

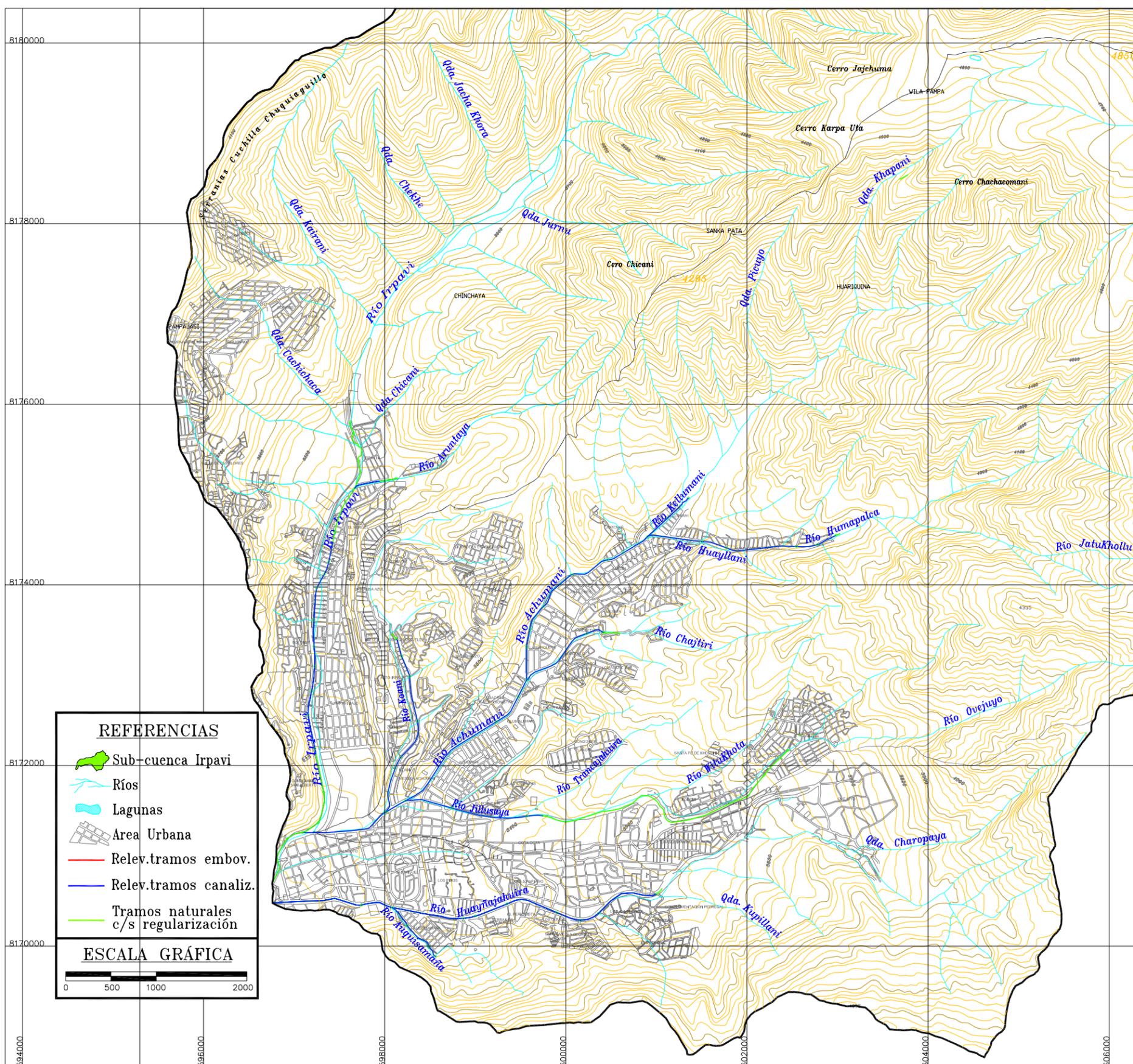
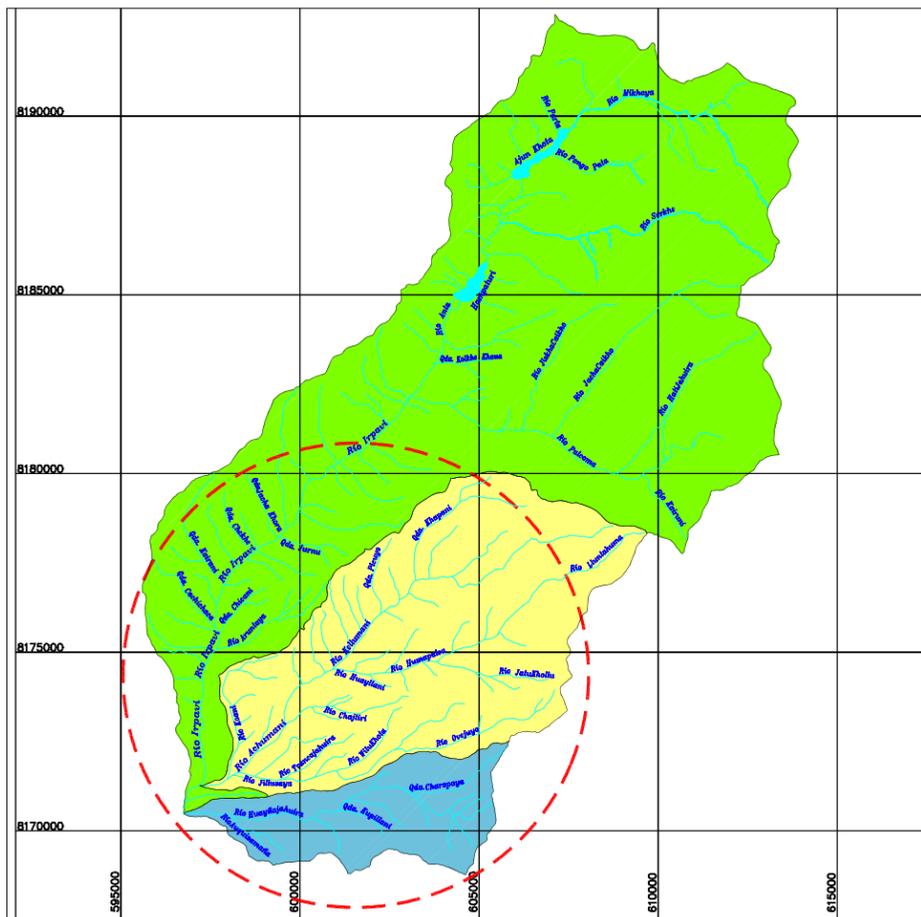


GOBIERNO MUNICIPAL DE LA PAZ
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO



REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO
DE DRENAJE PARA EL ÁREA URBANA DE LA PAZ

RED SELECCIONADA CUENCAS CHOQUEYAPU - ORKOJAHUIRA		
Escala	Fecha	Figura N°
S/E	Octubre 2007	2.3



GOBIERNO MUNICIPAL DE LA PAZ
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

NIPPON KOEI CO., LTD.
Consulting Engineers

P.C.A. Ingenieros Consultores S.A.

REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO
DE DRENAJE PARA EL ÁREA URBANA DE LA PAZ

RED SELECCIONADA DE DRENAJE
CUENCAS ZONA SUR

Escala S/E	Fecha Octubre 2007	Figura N° 2.4
---------------	-----------------------	------------------

3. ESTUDIOS BASICOS

Para la elaboración del Informe del Diagnóstico se ha requerido efectuar los siguientes Estudios Básicos:

- Topografía y medida de colectores primarios y secundarios
- Estudios geológicos- geotécnicos
- Estudio Hidrológico
- Estudio Hidráulico
- Estudio Socioeconómico
- Estudio de Desarrollo Urbano
- Estudio de Aspectos Institucionales
- Diagnóstico Socioambiental

Topografía y medida de colectores primarios y secundarios

El objetivo, en esta disciplina, fue desarrollar en campo y gabinete el relevamiento topográfico de planta, perfil longitudinal, secciones transversales, características geométricas y estado físico estructural de los ríos canalizados y embovedados correspondientes a la red (primaria y secundaria) seleccionada, citada en el acápite 2.3, con una longitud total de 95.6 km.

Todos los levantamientos topográficos han sido ligados a la red geodésica de triangulación y de nivelación del IGM.

Se debe indicar que esta actividad fue primordial para la evaluación y determinación de las características geométricas-topográficas utilizadas en el análisis e investigación del comportamiento hidráulico de las conducciones abiertas y embovedados de la Red Básica de Drenaje Pluvial Seleccionada.

Estudios Geológicos-Geotécnicos

Como se indicó en el capítulo 2.1, los factores climáticos, topográficos (fuertes pendientes) y suelos erosionables de la cuenca de la ciudad de La Paz dan lugar a:

- Transporte de sedimentos por los cursos de agua de la cuenca: problemas de erosión y sedimentación (problemas de inundación)
- Deslizamientos de lodos (mazamoras)
- Deslizamiento de taludes

En el Estudio se han identificado los problemas Geológicos-Geotécnicos indicados anteriormente, en relación a la red de drenaje pluvial seleccionada..

Estudio Hidrológico

El estudio hidrológico de la cuenca del río La Paz, tuvo por objeto determinar caudales de crecida para la verificación de la capacidad hidráulica de las conducciones existentes, tales como embovedados y canales abiertos,

correspondientes al sistema primario y secundario de drenaje de la ciudad de La Paz.

Debido a que en la cuenca los registros hidrométricos son muy limitados (no registran crecidas), se utilizaron métodos indirectos para el cálculo de caudales. Para ello se utilizó el modelo HEC - HMS, que permite la transformación de la precipitación en escurrimiento, tomando en cuenta una discretización espacial y temporal adecuada.

El estudio involucra las cinco cuencas principales, antes citadas, divididas en 70 subcuencas, discretización que permitió una modelación hidrológica detallada.

A fin de realizar un adecuada aplicación de este software, se realizó el correspondiente análisis de precipitaciones máximas en las estaciones pluviométricas y pluviográficas existentes, así como un estudio prolijo de los factores geomorfológicos que requiere la aplicación de la metodología del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (SCS), para la determinación de las precipitaciones efectivas.

Finalmente, se calcularon los caudales de diseño añadiendo al caudal líquido, el material en suspensión y arrastre fino, y en el caso de las cuencas del Sur, el material granular de arrastre, aplicando en ambos casos principios de hidrosedimentología.

Los caudales de diseño se determinaron para periodos de retorno de 10, 25, 50 y 100 años.

Los caudales de los cursos principales para las recurrencias indicadas se detallan en la Tabla 3.1.

Tabla 3. 1 Caudales de los Cursos Principales (m³/s)

CURSO PRINCIPAL	Q10	Q25	Q50	Q100
Choqueyapu antes de la confluencia con Orkojahuirá	89	131	156	177
Orkojahuirá antes de la confluencia con Choqueyapu	62	80	99	117
Irpavi antes de la confluencia al Choqueyapu	125	153	183	210
Achumani antes de la confluencia al Choqueyapu	131	171	208	237
Huayñajahirá antes de la confluencia al Choqueyapu	40	51	66	71

Estudio Hidráulico

Se ha realizado el estudio del funcionamiento hidráulico de los sistemas de drenaje pluvial primario y secundario de la red seleccionada, considerando básicamente la geometría a detalle de los conductos, los caudales persistentes y de diseño definidos en el estudio hidrológico, rugosidades de los conductos, condiciones de borde y criterios de verificación relacionados con los bordos libres y tirantes admisibles.

Para la obtención de parámetros hidráulicos de interés en todos los conductos (tirantes, velocidades, régimen de flujo, etc.), se utilizó el programa HEC-RAS para la simulación de las condiciones hidráulicas del sistema, en régimen de flujo permanente mixto (supercrítico-subcrítico).

Los resultados obtenidos permiten inferir lo siguiente: en general la velocidad promedio para el caudal persistente, es del orden de 5.00 a 8.00 m/s. Para el caudal de diseño la velocidad promedio oscila entre 6.00 m/s y 9.00 m/s, con valores puntuales de hasta 16.00 m/s. La velocidad para el caudal de diseño supera la velocidad admisible de 10 m/s, sin embargo este aspecto tiene importancia relativa, pues mayor grado de importancia tiene el hecho que la velocidad para el caudal persistente se mantenga en esos límites.

En cuanto a la capacidad hidráulica de las conducciones que están referidas a la relación del tirante de agua existente con respecto al tirante admisible, se tienen los siguientes porcentajes de incapacidad hidráulica con respecto a su longitud:

- Caudal Persistente (T=10 años):
 - Cuencas del Norte (Choqueyapu y Orkojauira): Conducciones Principales: del orden menor o igual al 36%- Conducciones Secundarias: menor al 3%.
 - Cuencas del Sur(Achumani, Irpavi, Huayñajauira): Conducciones Principales: 19%- Conducciones Secundarias: 32%.
- Caudal de Diseño (T=25 años cursos secundarios, T=50 años cursos principales):
 - Cuencas del Norte (Choqueyapu y Orkojauira): Conducciones Principales: menor o igual al 54%- Conducciones Secundarias: 4%
 - Cuencas del Sur (Achumani, Irpavi, Huayñajauira): Conducciones Principales: 45%- Conducciones Secundarias: 44 %.

Estudio Socioeconómico

Aspectos Demográficos:

La población del municipio de La Paz es de 789,585 habitantes de acuerdo al Censo de Población y Vivienda del 2001, con una proyección de 840,209 habitantes para el 2010.

En la tabla siguiente se presentan los principales Indicadores Demográficos.

Tabla 3. 2 Indicadores Demográficos

Tamaño del hogar promedio	4.22 personas
Tasa de crecimiento de la población urbana (intercensal)	1.11%
Tasa de crecimiento de la población rural (intercensal)	1.0% nacidos vivos
Tasa de mortalidad infantil	5.82 %
Esperanza de vida	62.63 años
Densidad promedio en la mancha urbana	112 hab/ha
Densidad promedio en los distritos rurales	0.016 hab/ha

Fuente: INE Instituto Nacional de Estadísticas- Censo 2001

Aspectos Económicos:

Según la Encuesta Continua de Hogares realizada en marzo de 1999, y ajustada al Censo del 2001, dan por resultado los indicadores porcentuales de condición de actividad de la población contenidos en la siguiente Tabla.

Tabla 3. 3 Condición de Actividad de la Población en la Ciudad de La Paz

CONDICIÓN DE ACTIVIDAD	LA PAZ	%
Población Total	789.585	100
Población en edad de no trabajar	314.906	39.84
Población en edad de trabajar	475.447	60.16
Población Económicamente Activa	475.447	100
Población Ocupada	367.571	76.89
Población Desocupada abierta	26.910	5.66
Población Cesante	67.609	14.22
Población aspirante	15.357	3.23
Población económicamente inactiva	314.906	100
Inactiva Temporal	289.342	91.88
Inactiva Permanente	25.564	8.12

Fuente: POU 2005

Aspectos Socioeconómicos

Las siguientes Tablas contiene las principales variables socioeconómicas que permiten concluir que para un municipio tan densamente poblado, el porcentaje de necesidades básicas insatisfechas es considerado muy alto, con un 50 % de población en el Umbral de Pobreza y Pobreza Moderada y un alarmante 8% en el nivel de Indigencia.

Tabla 3. 4 Características Socioeconómicas de la Población del Municipio de La Paz

VARIABLE	SITUACIÓN
Relación población urbano – rural	0.2 % de la población habita el área rural
Densidad	360.04 hab/km ²
Población con necesidades básicas insatisfechas	59%
Ingreso real per cápita	819 \$us
Promedio de hijos por mujer	4 hijos/as por mujer
Esperanza de vida	62.63 años
Población migrante	25%
PEA ocupada - prestación de servicios	70%
PEA ocupada - producción	21%

Fuente: Dirección de Planificación y Evaluación

Estudio de Desarrollo Urbano

El Municipio de La Paz se encuentra ubicado en la Provincia Murillo del Departamento de La Paz, ocupa una superficie de 201,195.40 ha. La extensión actual de la ciudad alcanza 7,666 ha de uso urbano con una densidad promedio de suelo de 97 m² por habitante. El municipio de La Paz se divide en 23 distritos, de los cuales 21 corresponden al área urbana y 2 distritos corresponden al área rural. Los distritos urbanos están agrupados en siete macro distritos, como unidades desconcentradas de administración territorial en correspondencia a siete Subalcaldías.

En cuanto al sistema de alcantarillado, el 40.25 % de las viviendas de la ciudad tiene conexión a la red pública de alcantarillado, en tanto que un 59,75 % debe recurrir a otros sistemas de eliminación de excretas, como son: pozos sépticos o al aire libre utilizando quebradas, ríos u otros sitios de uso público.

Estudios Institucionales

El estudio, en este capítulo, un análisis acerca de las entidades que se relacionan con el manejo operacional y de planificación del drenaje pluvial (redes de agua y alcantarillado) como son SAMAPA y AISA.

De igual manera se incluye en el análisis a instituciones del área financiera que están relacionadas al desarrollo de infraestructura en la ciudad, tales como el VIPFE (Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo), FPS (Fondo Nacional de Inversión Productiva y Social), BID (Banco Interamericano de desarrollo), CAF (Corporación Andina de Fomento), PNUD (Programa de Naciones Unidas), además de la cooperación internacional como: Japón, España, Italia, Canadá y Bélgica, que coadyuvaron sustancialmente en la ejecución de infraestructuras hidráulicas, como parte de la prevención y control de riesgos en el municipio. La inversión en este rubro, con recursos financieros propios y provenientes de la cooperación internacional, en los últimos cinco años, supera los 35 millones de dólares americanos.

Conclusiones de Capacidades Internas del GMLP para la potencial administración del

Plan Maestro de Drenaje Pluvial:

- a) Se tiene las capacidades técnicas internas del Gobierno Municipal (GMLP), en términos de la administración, operación, financiamiento, control y gestión general del Plan Maestro.
- b) El GMLP, tiene capacidad organizacional para establecer relaciones de coordinación con otras instituciones nacionales y/o internacionales con actividades complementarias al desarrollo urbano y drenaje pluvial.
- c) Para la regulación del uso del suelo, se tiene el Reglamento de Uso del Suelo y Patrones de Asentamiento (USPA), que define las normas que rigen el uso del suelo y los patrones de asentamiento de las construcciones dentro del área urbana y suburbana de la ciudad de La Paz.
- d) En cuanto a las condiciones económico financieras para ejecutar el Plan y operar y mantener las infraestructuras y demás acciones propuestas, se debe señalar que: El GMLP requerirá necesariamente del financiamiento externo en las condiciones más blandas posibles, en cuanto que el sistema de drenaje corresponde al desarrollo de infraestructura básica. Por otra parte, el GMLP deberá desarrollar estrategias para promover la inversión privada para el mejoramiento del drenaje, pues en algunas circunstancias, dicha inversión puede significar la recuperación de terrenos para uso público o privado.
- e) No existe obstáculos para la gestión del Plan Maestro de Drenaje Urbano, integrado a los procesos de la planificación del desarrollo urbano, pues éste se inserta como un instrumento de planificación dentro del Plan de Ordenamiento Urbano (POU).

Conclusiones de Participación con otras Instituciones del GMPL:

- a) No existen capacidades técnicas complementarias en otras instituciones nacionales, que pueden coadyuvar en forma directa acciones relacionadas con el Plan Maestro de Drenaje, a excepción del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología que puede apoyar con información y en la implementación para la instrumentación de la cuenca.
- b) Existen potencialidades en instituciones de financiamiento internas y externas, que pueden permitir la ejecución de determinadas acciones del Plan Maestro.
- c) Como proyecto complementario al Plan Maestro de Drenaje, existe un financiamiento aprobado por parte del BID para el apoyo a la gestión de riesgos en La Paz.

Sistemas de Información en el GMLP

La Gestión Municipal de La Paz, tiene como un objetivo estratégico la relación entre el gobierno local y el ciudadano, traducida en una estrategia de información, a través

de microespacios difundidos por las principales radioemisoras locales (FIDES Y ERBOL), el sitio web www.lapaz.bo. que integra televisión e Internet.

También cuenta con un Sistema de Intranet y correo electrónico interno mediante el cual están comunicados sus funcionarios. Esta posibilidad tecnológica se ha incorporado al proceso de aprobación de Carpetas de Inversión Pública a través del Sistema de Inversión Municipal. El Gobierno Municipal de La Paz tiene en su estructura dos instancias ocupadas del tema de los Sistemas de Información: la Dirección de Comunicación Social y la Secretaria General del Gobierno Municipal de La Paz, inserto en esta última está el Subsistema de Seguridad y Control Informático que se ocupa directamente de la problemática de desastres y contingencias.

4. DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE DRENAJE

4.1 BASES PARA EL DESARROLLO DEL DIAGNÓSTICO:

Con la información obtenida de los estudios básicos, se ha procedido al diagnóstico del sistema actual de drenaje seleccionado (red primaria y secundaria).

Para evaluar el estado actual del sistema de drenaje seleccionado se han tomado en cuenta aspectos técnicos, físicos y urbanos. Estos aspectos se refieren a la parte hidrológica-hidráulica-sedimentológica, estado físico de la estructura, problemas geológicos-geotécnicos y problemas urbanos.

4.2 EVALUACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE DRENAJE SELECCIONADO

Se ha efectuado una evaluación de las conducciones en sus diferentes factores que intervienen habiéndose considerado 3 escalas o pesos de calificación: Aceptable: peso 1, Medianamente aceptable: peso 2 e Inaceptable: peso 3.

a- Factores de Aspectos Técnicos:

La información del funcionamiento hidráulico de la conducción obtenida con el programa del HEC-RAS, permite obtener las velocidades y tirantes de agua para un caudal determinado. Se han establecido los criterios de velocidades y tirantes máximos permisibles (relacionado con la capacidad hidráulica del conducto) para el caudal persistente, correspondiente a un periodo de retorno de 10 años, y el caudal de diseño para recurrencias de 25 y 50 años, según se trate de drenes secundarios o principales respectivamente. Los valores obtenidos de velocidades y tirantes del HEC RAS, se contrasta con los valores permisibles de los mismos y se los califica.

Otros factores de calificación son: la altura de caída de las conducciones y el factor sedimentológico referente al grado de intervención de trabajos de control en la cuenca que reduzcan el transporte de sedimentos.

b- Factores de Aspectos Físicos:

A través del trabajo de campo se estableció el estado físico de las conducciones en sus diferentes puntos, aspecto que también se incluye en la evaluación, a través de la correspondiente calificación. La antigüedad de las conducciones y la profundidad en el caso de las conducciones cerradas son otros factores que han sido tomados como base para la evaluación.

c- Aspectos Urbanos:

En este rubro, como indicador de la evaluación, se analiza si las canalizaciones pasan por zonas de riesgo geológico o si pasan por debajo de las edificaciones.

d- Matriz de Componentes de los aspectos técnicos, físicos y urbanos:

Se ha elaborado una Matriz de Componentes de los diferentes aspectos señalados, así como sus factores, los mismos que según su importancia tienen un porcentaje de incidencia. El estado de la conducción se obtiene mediante una suma ponderada, por su porcentaje de incidencia, considerándose lo siguiente:

- Bueno (B) $B \leq 50\%$
- Regular (R) $50\% < R \leq 80\%$
- Malo (M) $80\% < M \leq 100\%$

En base a la metodología indicada, se ha procedido a evaluar el estado de las conducciones del sistema de drenaje seleccionado, siendo las conclusiones las indicadas en el acápite 4.3.

4.3 CONCLUSIONES DEL DIAGNÓSTICO:

La tabla 4.1 y la figura 4.1 resumen el estado de los conductos del Sistema de Drenaje.

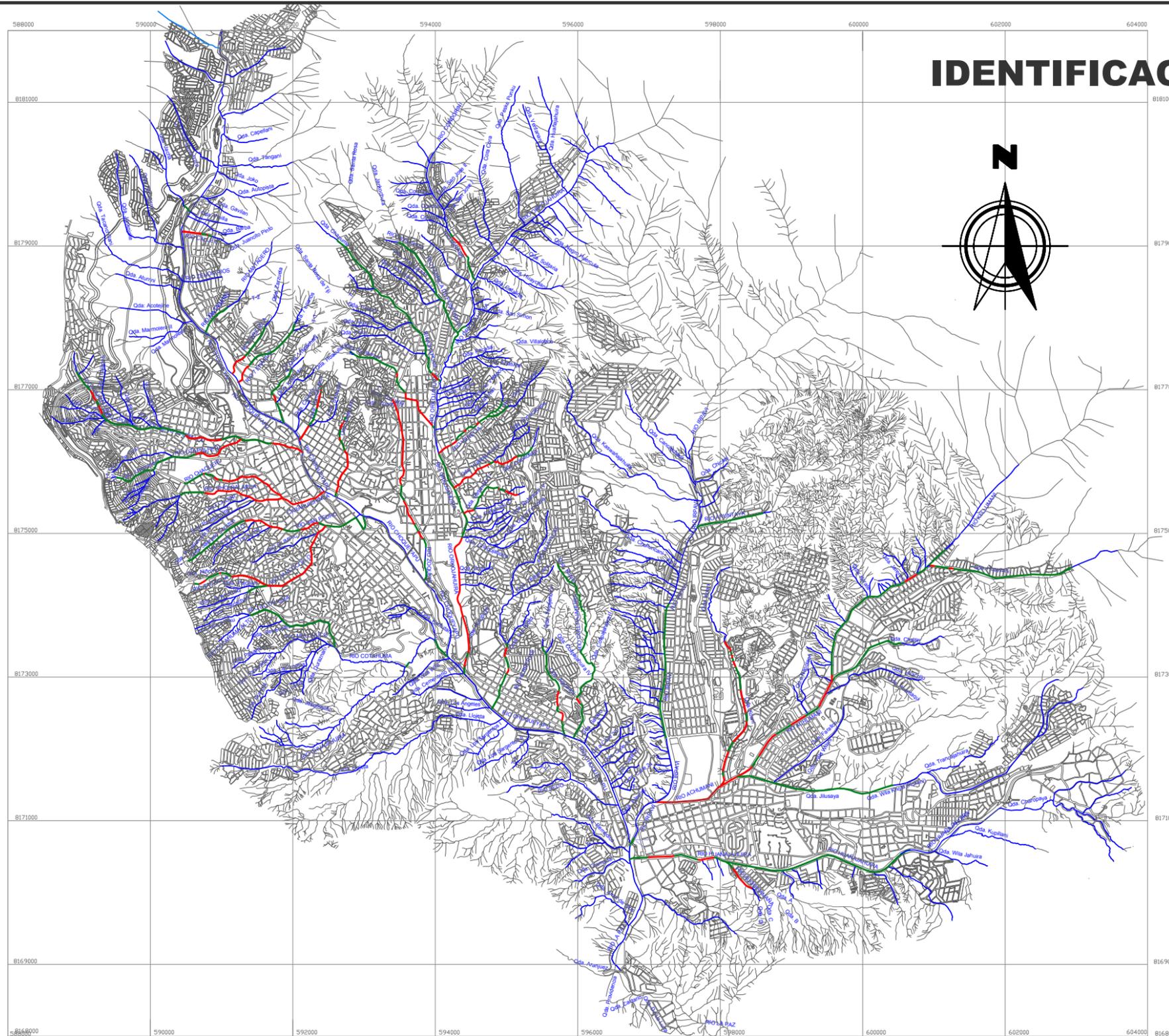
Los resultados finales de la evaluación del estado de los conductos permiten concluir que el 69% de la longitud de los conductos se encuentra en buen estado y el 31% de la longitud de los conductos se encuentra en regular estado, no teniéndose conducciones en mal estado.

Tabla 4. 1 Evaluación final de los conductos

CUENCAS	Evaluación en porcentaje de longitud	
	Bueno (%)	Regular (%)
CUENCA CHOQUEYAPU		
LADERA OESTE		
Apumalla	47%	53%
Panteón (Utapulpera)	49%	51%
Chojñalarca	27%	73%
Chaqueri	40%	60%
Karahuichinca	28%	72%
San Pedro	63%	37%
Tacagua	64%	36%
Jancokollo	49%	51%
Cotahuma	98%	2%
Jacha	98%	2%
TOTAL	55%	45%
LADERA NORESTE		
Calle 8	0%	100%
Matadero	96%	4%
Zarzuella	56%	44%
7 Enanos	80%	20%
Viscachani	76%	24%
Humahuaca	34%	66%
Mejahuira	23%	77%
Soqueri	53%	47%
TOTAL	54%	46%
LADERA OBRAJES		
Herrerias	47%	53%
Aguarani	82%	18%
Kollpajahuira	88%	12%
TOTAL	73%	27%
CHOQUEYAPU	27%	73%
TOTAL GENERAL	61%	39%

CUENCAS	Evaluación en porcentaje de longitud	
	Bueno (%)	Regular (%)
CUENCA ORKOJAHUIRA		
LADERA OESTE		
Guitarrani	77%	23%
Chapuma	100%	0%
Rosasani (Fca.de Fósforos)	72%	28%
Minasa	26%	74%
TOTAL	81%	19%
LADERA ESTE		
Venecia	90%	10%
Huallpajahuira	42%	58%
Retamani I	80%	20%
TOTAL	72%	28%
ORKOJAHUIRA	48%	52%
CUENCAS SUR		
CUENCA IRPAVI		
Irpavi	87%	13%
Aruntaya	100%	0%
TOTAL	88%	12%
CUENCA ACHUMANI		
Achumani	73%	27%
Huayllani	100%	0%
Kellumani	100%	0%
Chajtiri	100%	0%
Koani	59%	41%
Jillusaya	81%	19%
TOTAL	80%	20%
CUENCA HUAYÑAJAHUIRA		
Huayñajahuira	100%	0%
Auquisamaña	90%	10%
TOTAL	99%	1%

IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS



REFERENCIAS

Estado de la conducción:

- Bueno
- Regular
- Cursos naturales



GOBIERNO MUNICIPAL DE LA PAZ
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

 **NIPPON KOEI CO., LTD.**
Consulting Engineers



P.C.A. Ingenieros Consultores S.A.

REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO
DE DRENAJE PARA EL ÁREA URBANA DE LA PAZ

IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS DEL SISTEMA
DE DRENAJE EN LA RED SELECCIONADA

Escala
S/E

Fecha
Octubre 2007

Figura N°
4.1

Capacidad hidráulica de las conducciones: La Tabla 4.2 resume el porcentaje de conductos de la red seleccionada con insuficiencia hidráulica respecto a su longitud para el caudal persistente (10 años de periodo de retorno) y los caudales de diseño para conductos principales y secundarios.

Tabla 4. 2 Porcentaje de Insuficiencia Hidráulica con respecto a la Longitud construida de conductos

Cuenca Choqueyapu	Caudal Persistente	Caudal Diseño	Tiempo de Retorno (años)
Principal	36%	54%	50
Secundarios	3%	4%	25
Cuenca Orkojahuirá	Caudal Persistente	Caudal Diseño	Tiempo de Retorno (años)
Principal	10%	17%	50
Secundarios	<1%	4%	25
Cuencas Sur	Caudal Persistente	Caudal Diseño	Tiempo de Retorno (años)
Principales	19%	45%	50
Secundarios	32%	44%	25

Velocidad de agua en las conducciones: La Tabla 4.3 resume las velocidades promedio del agua en las conducciones de la red seleccionada tanto para el caudal persistente (10 años de periodo de retorno) como para los caudales de diseño de conductos principales y secundarios.

Tabla 4. 3 Velocidades de Flujo promedio en los conductos en m/s

Cuenca Choqueyapu	Caudal Persistente	Caudal Diseño	Tiempo de Retorno (años)
Principal	6.00	7.00	50
Secundarios	< 7.00	< 7.00	25
Cuenca Orkojahuirá	Caudal Persistente	Caudal Diseño	Tiempo de Retorno (años)
Principal	8.00	9.00	50
Secundarios	6.00	< 6.50	25
Cuencas Sur	Caudal Persistente	Caudal Diseño	Tiempo de Retorno (años)
Principales	< 7.50	< 8.50	50
Secundarios	< 6.00	6.00	25

Control de Erosión de Cuencas: Uno de los problemas significativos es el material de arrastre que produce taponamientos en algunos conductos, a consecuencia de

procesos erosivos en las cabeceras y cuyo control mediante vertederos en la actualidad es insuficiente. Esta situación es crítica en la ladera Oeste de la cuenca Orkojahuirra, especialmente en Chapuma, Rosasani y Minasa; en este último caso la explotación de áridos determina profundización en el cauce y desequilibrio en los tributarios. En las cabeceras de la cuenca Choqueyapu también se presentan procesos erosivos parcialmente controlados. Los más grandes problemas de erosión en cabeceras, transporte de material de arrastre y colmatación de canalizaciones se presentan en la Cuenca Sur.

Control del medio ambiente: El sistema de drenaje pluvial funciona, en ciertos sectores, como receptor de basura (alrededor de 30 toneladas diarias), además de colector de aguas servidas de uso doméstico e industrial y de aguas pluviales, teniéndose aguas altamente contaminadas y malos olores sobre todo en época de estiaje, lo que determina alto riesgo para la salud de la población.

Problema Especial: Se ha detectado en varios cursos de las cuencas del Sur la existencia de la denominadas “ondas pulsantes”, que en oportunidades provocan desbordes (p.e. del km 2+300 a km 5+400 en la canalización de Achumani y el río Huayllani en toda su longitud de 2.2 km). Aunque en el presente estudio se las ha tratado de forma genérica por exceder los alcances del trabajo, pero dada su importancia, se recomienda ser tomado en cuenta para futuros diseños y realizar una exhaustiva investigación sobre modelo físico, a partir del cual se obtenga soluciones plausibles en los tramos sujetos a este fenómeno.

Sumideros: Gran número de sumideros existentes tienen dimensiones reducidas de captación o están incorrectamente emplazados, por lo que su eficiencia en la captación de las aguas es baja, aspecto que no solamente provoca el escurrimiento de las aguas sobre la calzada, sino también malos olores y su colmatación con basuras y desechos.

También se debe anotar la falta de sumideros de gran capacidad que complementen a los existentes en el centro de la ciudad.

Otros Problemas:

- Falta complementación de planteamientos para la Reglamentación y Uso del Suelo, Pavimentación de Vías y Manejo de Áridos.
- Insuficiente densificación de la Red de Estaciones Hidrometeorológicas de la cuenca del río La Paz.

Aspectos Institucionales:

El GMLP no cuenta con un instrumento de gestión para el drenaje pluvial: el Plan Maestro de Drenaje es una respuesta a lo indicado requiriendo que la Dirección de Gestión Integral de Riesgo se fortalezca institucionalmente para la administración del Plan Maestro

5. FORMULACION DEL PLAN MAESTRO

En base a las conclusiones obtenidas del Informe Fase II: “Diagnóstico del Sistema de Drenaje Existente” y los lineamientos indicados en el Informe Fase III: “Conceptualización y Caracterización del Plan Maestro”, se ha desarrollado la “Formulación del Plan Maestro”.

La Formulación del Plan Maestro, tiene por finalidad identificar un conjunto de medidas estructurales y no estructurales, incluyendo la Evaluación Ambiental Estratégica, que permita asegurar el adecuado funcionamiento del Sistema de Drenaje Pluvial de la ciudad de La Paz.

Asimismo, se incluye el Programa de Inversiones, la Factibilidad Económica Financiera y la Evaluación Socio Económica del Plan Maestro y la Base de Datos Espacial del Proyecto.

El proceso de Planificación del Plan Maestro de Drenaje Pluvial se resume en la Fig. 5.1, donde se describe cada una de las Fases del Estudio y las actividades desarrolladas en todas y cada una de ellas.

5.1 PROPÓSITO DEL PLAN MAESTRO DE DRENAJE (PMDP)

Con el Plan Maestro de Drenaje Pluvial (PMD) se lograrán los siguientes propósitos:

- Proporcionar elementos que orientan las posibilidades reales de la ciudad, para la conformación de un sistema de drenaje pluvial efectivo mediante la introducción de mejoras paulatinas en el sistema existente en el corto, mediano y largo plazo.
- Contar con un instrumento de planificación y un programa de inversiones (carpeta de financiamiento).
- Implementar un proceso único y concertado de desarrollo y materialización del plan de drenaje pluvial, que a su vez promueva una interacción óptima entre los asentamientos urbanos y el drenaje pluvial.
- Aplicar políticas apropiadas en el marco de desarrollo sostenible, sustentadas en acciones que armonizan objetivos sociales, económicos y ambientales.
- Efectivizar la participación organizada de los actores sociales e institucionales reconocidos por la Ley de Participación Popular y la incorporación de los actores privados y funcionales con base en el municipio, en la toma de decisiones respecto a la gestión del sistema de drenaje pluvial.

En este contexto, el presente PMD es un instrumento que propone la realización de un conjunto de estrategias, para desarrollar la gestión integral del Sistema de Drenaje Pluvial en la ciudad de La Paz.

5.2 MARCO DE REFERENCIA

En el ámbito de la planificación nacional:

- En la elaboración del PMDP-LP se consideraron los lineamientos señalados por el Plan General de Desarrollo Económico y Social (PGDES), y el Sistema Nacional de Planificación (SISPLAN). También está relacionado con el Plan de Desarrollo Municipal, el Plan de Ordenamiento Urbano y Territorial, el Plan de Usos del Suelo, la normativa vigente y las políticas de desarrollo urbano.

En el ámbito Institucional:

- El Plan Maestro, los Programas y Proyectos son una propuesta para desarrollar acciones necesarias para reorientar y fortalecer las intervenciones públicas en el manejo de drenaje pluvial.
- El Plan Maestro utiliza aportes de otras áreas de planificación de servicios públicos urbanos, de manera que integrados faciliten una propuesta de solución global preventiva de largo alcance y no simplemente de emergencia.
- El Plan Maestro contiene planteamientos de política y estrategia, tanto operativas como de gestión, considerando la capacidad e iniciativa que al respecto existan en el Gobierno Municipal.
- El Plan Maestro, es un instrumento complementario de gestión y control de cambios en materia de desarrollo urbano, que con el sistema de información que se propone incorporar, faciliten la conveniente elección de cursos de acción oportuna y eficaz para el control de riesgos asociados al drenaje pluvial, así como el monitoreo y evaluación del propio Plan Maestro.
- En el Plan Maestro se propone el aprovechamiento de las capacidades existentes en la comuna, en la ciudad y en sus habitantes, considerando las alternativas de coordinación interinstitucional que beneficien la administración y gestión.

En el ámbito físico-geográfico:

- El Plan Maestro, fue concebido en el contexto geomorfológico e hidrológico de la cuenca del río La Paz, para generar las medidas preventivas y correctivas, estructurales y no estructurales necesarias que serán desarrolladas en el tiempo, para que el sistema de drenaje de la ciudad, ubicada en la parte baja de la cuenca, cumpla con su función básica de disminuir drásticamente los riesgos inherentes a la misma.
- El Plan Maestro, contiene los instrumentos apropiados para el mejoramiento de las condiciones ambientales de la ciudad y de las áreas a ser intervenidas.

- El Plan para el Sistema se ha desarrollado en base a las intervenciones en la red principal y secundaria seleccionadas.

5.3 VISIÓN

LA CIUDAD DE LA PAZ EN SU ÁREA URBANA Y DE EXPANSIÓN ESTÁ PROTEGIDA Y FORTALECIDA POR UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DE FUNCIONAMIENTO SEGURO, EFICIENTE, EFECTIVO Y SOSTENIBLE: ECONÓMICA, AMBIENTAL Y SOCIALMENTE EN EL MARCO DEL MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS.

5.4 MISIÓN (DEL GMLP)

DESARROLLAR EL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y MANTENERLO EN ÓPTIMAS CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO MEDIANTE CORRECTAS ACCIONES TÉCNICO / ADMINISTRATIVAS DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO, GESTIÓN DE PROYECTOS Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA ESTABLECIDAS EN EL PLAN MAESTRO E INSTRUMENTADAS POR UN EQUIPO MULTIDISCIPLINARIO.

5.5 OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

5.5.1 Objetivo General

AMPLIAR Y MEJORAR LA INFRAESTRUCTURA, LAS CONDICIONES AMBIENTALES Y LA GESTIÓN EXISTENTES EN EL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL, DE TAL MANERA QUE AÚN EN CONDICIONES ADVERSAS, NO PONGA EN RIESGO A LOS HABITANTES Y LA INFRAESTRUCTURA DEL MUNICIPIO.

5.5.2 Objetivos Específicos

- Lograr el funcionamiento hidráulicamente adecuado del sistema de drenaje pluvial de modo sostenible.
- Ampliar, mejorar y rehabilitar el sistema de drenaje pluvial de acuerdo a la demanda con activa participación social.
- Ejecutar programas técnicos, económico-financieros y socio-ambientales a través de proyectos factibles.
- Crear y apoyar a la Unidad Ejecutora del Plan Maestro de Drenaje, que dará cumplimiento a lo señalado en el Plan Maestro.

- Modificar positivamente las condiciones ambientales de las áreas a ser intervenidas.

5.6 METAS DEL PLAN

Las Metas principales son las siguientes:

- El Plan será desarrollado en un periodo no menor a 20 años (largo plazo) y en ese horizonte serán ampliadas y mejoradas las condiciones de funcionamiento del sistema de drenaje pluvial, de tal manera que se logren reducir al mínimo los riesgos de falla de la infraestructura del sistema.
- En el cumplimiento del Plan, horizonte de 20 años de aplicación del mismo, la cobertura del sistema de drenaje en el área urbana de La Paz será del 100%.

5.7 POLÍTICAS DEL PLAN

Las políticas que se plantean están en correspondencia con los objetivos del Plan y son las siguientes:

5.7.1 Política General

Asegurar la gestión eficiente y efectiva del sistema de drenaje pluvial en relación al Plan Maestro, flexible y actualizable en el tiempo.

5.7.2 Políticas Específicas

- El PMD debe formar parte del manejo integral de la cuenca del río La Paz.
- El sistema de drenaje pluvial debe tener un funcionamiento concordante con el régimen hídrico natural de la cuenca.
- Las intervenciones se desarrollan según priorizaciones que aseguran la cobertura actual y futura del servicio.
- Los requerimientos del servicio de drenaje pluvial son satisfechos.
- Las intervenciones del Plan Maestro se realizan tal como proponen los programas y sus respectivos proyectos.
- Se impulsan procesos de participación ciudadana en la toma de decisiones en relación a las intervenciones en el marco de la Ley de Participación Popular, así como en la implementación del Proyecto.
- Se apoyan medidas de protección contra riesgos naturales a la ciudad y de la comunidad.

- Se promueve el adecuado manejo de recursos naturales (áridos), situación que coadyuva a la conservación de cabeceras y funcionamiento adecuado de los cursos.
- El PMD se implementa en el marco de la protección del medio ambiente.

5.8 LÍNEAS DE ACCIÓN Y ESTRATEGIAS

5.8.1 Líneas de Acción

En el Plan Maestro de Drenaje Pluvial se definen y proponen Líneas de Acción que se deben aplicar en el mejoramiento del drenaje pluvial en el marco del desarrollo urbano planificado dentro del municipio de La Paz. En este sentido las Líneas de Acción Estratégicas definirán la gestión del Gobierno Municipal y de la Oficialía Mayor Técnica en relación al drenaje pluvial y al desarrollo urbano.

La metodología utilizada para la elaboración del Plan Maestro de Drenaje Pluvial se muestra en la Figura 5.1. En ella se pueden observar como respuesta a la situación diagnosticada, el planteamiento de dos líneas de acción estratégicas y aquellos acciones que integran cada una de ellas:

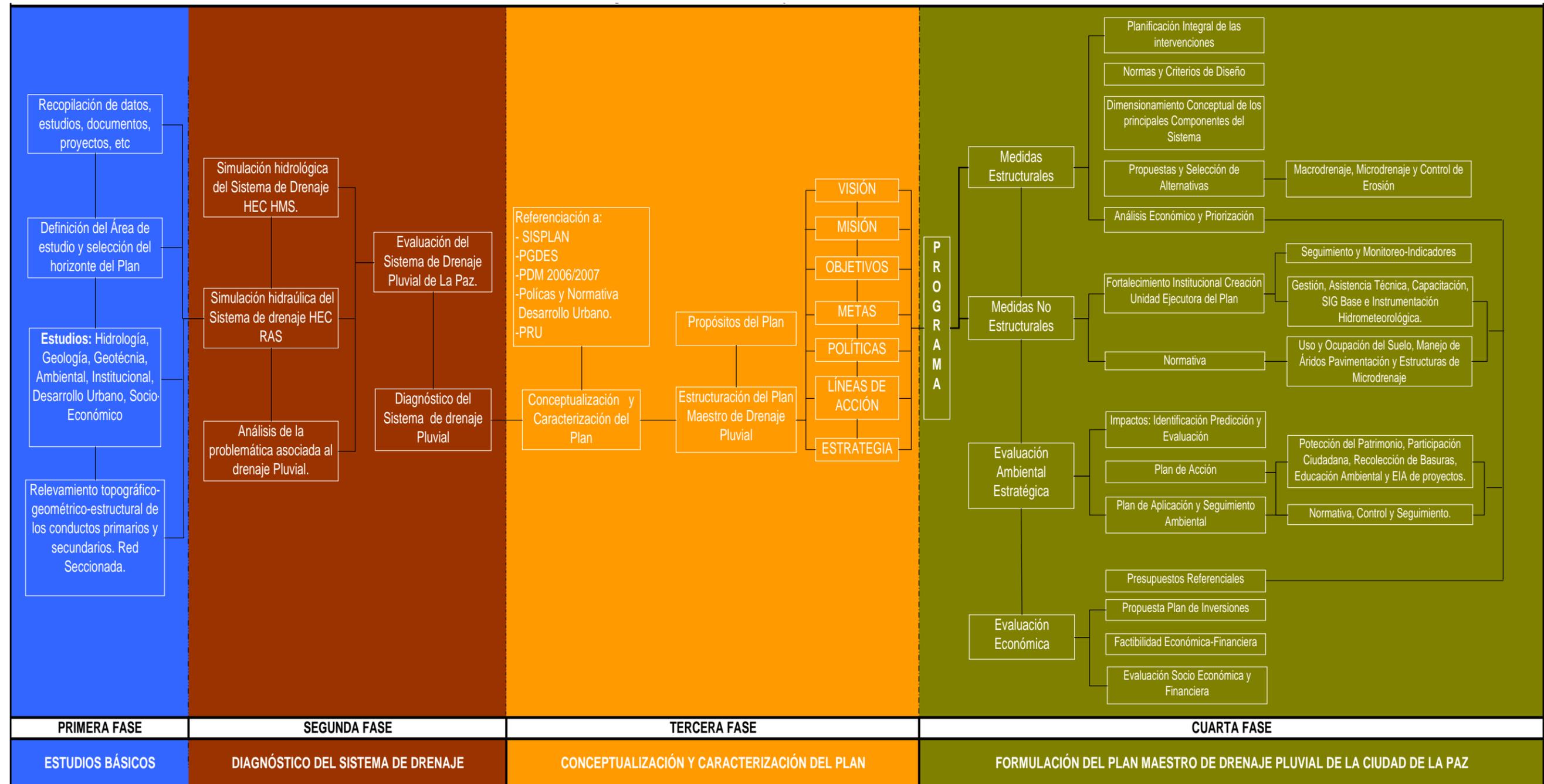
- MEDIDAS ESTRUCTURALES.
- MEDIDAS NO ESTRUCTURALES.

Asimismo se cuenta con dos instrumentos para establecer la viabilidad del PMD-LP:

- EVALUACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA
- EVALUACIÓN ECONÓMICA.

A continuación se describen en forma resumida las líneas de acción estratégicas y los factores críticos de éxito.

Figura 5.1 Plan Maestro de Drenaje Pluvial de la ciudad de La Paz



5.8.2 Estrategias

- Desarrollar una metodología de priorización para las intervenciones estructurales, identificando las que sean de: emergencia, corto, mediano y largo plazo.
 - Seleccionar las intervenciones, de acuerdo a prioridades, jerarquías y plazos.
 - Seleccionar y diseñar las estructuras, con normas y criterios de diseño y modelos de probada eficiencia.
 - Adoptar criterios para la selección y diseño de dispositivos de control de erosión en las cuencas del Sur, incorporando obras civiles y medidas bioingenieriles, debidamente complementadas.
 - Estimar presupuestos referenciales.
- a) Medidas No Estructurales
- Promover la creación de la Unidad Ejecutora para la implementación y gestión del Plan Maestro de Drenaje Pluvial de la ciudad de La Paz.
 - Recomendar medidas en la reglamentación de uso y ocupación del suelo que mejoren el sistema de drenaje de la ciudad.
 - Proponer recomendaciones para reducir las superficies impermeabilizadas en la ciudad, tanto en áreas públicas como privadas y donde técnicamente (considerando particularmente los aspectos geológico – geotécnicos) sea justificable.
 - Mejorar la gestión del aprovechamiento de áridos en los cursos de agua de la ciudad proponiendo recomendaciones de explotación racional.
 - Ampliar y mejorar la red hidrometeorológica de la cuenca.
 - Desarrollar la Base de Datos Espacial del Plan sustentada en un sistema de información geográfica, para documentar las intervenciones desarrolladas en el Plan Maestro y para dotar de una base de datos de la infraestructura de drenaje existente al GMLP.
 - Proporcionar en el transcurso del tiempo, la información básica relevante que facilite la identificación y análisis de los escenarios para la toma de decisiones.
 - Estimar presupuestos referenciales para la implementación de las obras no estructurales.
 - Encarar, en un futuro próximo, la Gestión de Cuencas en el marco de la Metropolitización.

b) Evaluación Ambiental Estratégica

- Disponer de una evaluación ambiental que permita la toma de decisiones acerca de la implementación del Plan Maestro.
- Prevenir los impactos ambientales que ocasionaría la implementación de las obras y acciones que plantea Plan Maestro, mediante la elaboración oportuna de instrumentos de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Mejorar la gestión de los residuos sólidos en la ciudad, que redundará en el buen funcionamiento del drenaje pluvial, a través de la mejora en el servicio y la concientización ciudadana.
- Evitar el daño a restos arqueológicos y patrimonio cultural de la ciudad.
- Realizar la Consulta Pública a los actores sociales e institucionales.
- Promover la Participación ciudadana en la toma de decisiones.

c) Evaluación Económica

- Formular el Programa de Inversiones de obras y las acciones de rehabilitación, mejoramiento y ampliación, como resultado de los estudios realizados, previstos para el horizonte adoptado.
- Efectuar el Análisis Económico Financiero sobre la viabilidad del Plan, considerando las condiciones institucionales y financieras del Gobierno Municipal.
- Desarrollar la Evaluación Socio Económica del Plan aplicando métodos de comparación entre la situación sin proyecto y con proyecto, a fin de definir los costos y beneficios atribuibles al Plan.

6. MEDIDAS ESTRUCTURALES

6.1 PLANEACIÓN INTEGRAL DE LAS INTERVENCIONES EN EL SISTEMA DE DRENAJE

6.1.1 Propósitos de la Selección de Intervenciones Estructurales

- Mejorar y reacondicionar la infraestructura hidráulica que se encuentra en mal estado
- Rehabilitar o reconstruir la infraestructura existente en riesgo de colapso
- Ampliar el sistema de drenaje en zonas de expansión urbana con un horizonte de 20 años
- Establecer un programa de intervenciones estructurales factible, cuya importancia es determinante para el desarrollo y crecimiento urbano equilibrado

- Posibilitar acciones programadas de ejecución de intervenciones en el corto, mediano y largo plazo, incluyendo la obras de emergencia de ejecución inmediata

6.1.2 Metodología de trabajo

Para el cumplimiento de los objetivos, se han desarrollado las siguientes actividades:

- a) Análisis y definición de Criterios de Diseño para obras de drenaje pluvial, como instrumentos técnicos para el dimensionamiento del sistema.
- b) Dimensionamiento conceptual de los principales componentes del sistema de drenaje: macrodrenaje, microdrenaje y control de erosión. En este acápite se definen las intervenciones necesarias en mejoramiento, rehabilitación y ampliación del sistema de drenaje, a partir de las condiciones de funcionamiento y predicción de comportamientos establecidos en el Diagnóstico del Sistema.
- c) Planteamiento de lineamientos para el control de erosión de cuencas, a fin de que se reduzca la producción de material erosionado y se reduzca el transporte de sedimentos hacia el sistema de drenaje pluvial.
- d) Propuestas de alternativas y análisis técnico y económico a partir de las acciones identificadas de mejoramiento, rehabilitación y ampliación necesaria; se plantean tres alternativas integrales técnica y económicamente factibles considerándose su implantación en el corto, mediano y largo plazo.
- e) Análisis de alternativas, selección de la más apropiada y su programación.

A partir del Análisis Técnico – Económico se define la alternativa económica con mayor relación beneficio/costo. Para la programación de intervenciones en el corto, mediano y largo plazo se efectúa una priorización de las intervenciones considerando 10 factores de ponderación.

- f) Como complemento importante al análisis técnico económico, se considera la evaluación de impactos ambientales a fin de apreciar las diferencias de los efectos ambientales de cada alternativa propuesta

6.1.3 Descarga de Aguas Negras en el Sistema de Drenaje Pluvial

En la ciudad de La Paz no existe un sistema de alcantarillado integral separado que transporte las aguas residuales de una manera eficiente, segura y saludable hasta un sitio donde se realice el tratamiento. Todas las aguas residuales que se generan en la ciudad son descargadas a los ríos y quebradas, estén estos canalizados o embovedados, ocasionando efectos negativos sobre la salud pública y el medio ambiente, lo que representa un importante problema para los habitantes de La Paz y de las poblaciones situadas aguas debajo de esta urbe.

Se han efectuado varios estudios sobre la problemática de la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales generadas en la ciudad de La

Paz, siendo los más importantes los realizados por: JICA, AISA, GMBH Y LAHMEYER.

El Consorcio NK – PCA recomienda los siguientes componentes para dar una solución integral a los problemas detectados el Consorcio NK-PCA recomienda la implementación de los siguientes componentes:

- Planta de tratamiento utilizando lagunas, como la propuesta por PCI;
- Colector principal que podría construirse parcialmente por microtunelación;
- Colectores en las cuencas como los propuestos por AISA/Lahmeyer;
- Ventilación pasiva en varios puntos de conductores cerrados.

El costo estimado de la recomendación de NK - PCA es de \$us. 72.000.000.-

6.2 CRITERIOS DE DISEÑO

Para la formulación del Plan se utiliza un conjunto de normas, parámetros y criterios de diseño, conforme a normas internacionales y locales.

6.2.1 Diseño Hidráulico

El cálculo de caudales para la verificación de la capacidad de los conductos principales y secundarios, se realizó considerando un componente líquido y un componente sólido que toma en cuenta el material en suspensión y arrastre fino, ambos conforman los caudales de diseño, en las cuencas del Sur, adicionalmente se considera el material de arrastre de fondo. Los caudales líquidos se calculan a través del modelo de simulación de crecidas HEC-HMS, empleando como información base, la morfometría de la cuenca, números de curva en condición de humedad antecedente III y precipitaciones para diferentes recurrencias. Los caudales sólidos que se suman a los líquidos, se calculan con metodologías específicas basadas en conceptos de hidrosedimentología.

Los caudales de diseño se determinaron para recurrencias de 25, 50 y 100 años, en atención a que los conductos de cuencas principales deben verificarse para periodos de retorno de 50 a 100 años, y los conductos principales y secundarios de subcuencas se verifican para 25 años de recurrencia.

Para el dimensionamiento de las secciones de los conductos se realiza la modelación hidráulica de la red seleccionada de la cuenca de la ciudad de La Paz, utilizando el modelo unidimensional HEC RAS River Analysis System (V 3.1.3 May 2005), para lo cual se utilizaron como parámetros de entrada: caudales, características geométricas de las conducciones, pendientes, coeficiente de rugosidad Manning, los coeficientes de expansión y de contracción del flujo.

6.2.2 Localización y Profundidad de los Conductos

Los conductos (embovedados y canalizaciones abiertas) son proyectados por las vías o áreas públicas a fin de facilitar las actividades de mantenimiento y reparaciones.

Con respecto a los niveles relativos en los conductos, las claves de los mismos están como mínimo 1 m por debajo de la rasante de las vías a fin de proteger las estructuras hidráulicas. Es recomendable que los conductos cerrados no se ejecuten a profundidades mayores a 5 metros.

6.2.3 Diseño Estructural de Conductos Cerrados y Abiertos y Obras Conexas

Por las características topográficas y de desarrollo de la urbanización, se consideran tres tipos de estructuras según materiales constructivos y condiciones del entorno:

- Estructuras cerradas de hormigón armado, cuando los drenajes se utilizan en áreas con edificaciones próximas, es decir en el centro urbano.
- Estructuras cerradas de mamposterías de piedra, cuando se consideran los drenajes en áreas de expansión.
- Estructuras abiertas de mamposterías de piedra con lecho móvil, en áreas de expansión o en cuencas de primer orden que no tienen control de cabeceras contra procesos erosivos.

En el Informe Principal, se presenta una serie de recomendaciones en cuanto a:

- Cámaras de inspección
- Interconexiones
- Curvas
- Caídas
- Protección en los ingresos a los conductos
- Salidas
- Sumideros

6.2.4 Normas Constructivas

En base a los problemas observados en el sistema de drenaje existente, se recomienda lo siguiente:

- Tratamiento de juntas de revestimiento de mampostería con mortero de 1:3 y producto epóxico que permita mayor adherencia entre piedras y concreto y mayor resistencia a la abrasión.
- Tratamiento interno superficial de bóveda con producto resistente al ataque de aguas servidas.
- Anclaje de los sillares de la solera en las caídas antes y después de las mismas como se muestra en planos

6.3 DIMENSIONAMIENTO CONCEPTUAL DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DEL SISTEMA

A partir del relevamiento geométrico estructural del sistema de drenaje en la red seleccionada, la evaluación del funcionamiento hidráulico mediante el modelo matemático HEC-RAS, la Evaluación del Sistema de Drenaje y la identificación de problemas y predicción de comportamientos, se identifican intervenciones necesarias para el mejoramiento del sistema de drenaje.

Las intervenciones identificadas se clasifican en tres grupos:

- **Mejoramiento:** Corresponde a reparaciones menores.
- **Rehabilitación:** Comprende acciones de reparaciones mayores.
- **Ampliación:** Son intervenciones en áreas más allá de la infraestructura hidráulica existente y que permiten mejorar el sistema actual de drenaje.

Las intervenciones identificadas para efectos del Plan Maestro de Drenaje, se dividen en tres grandes componentes:

- Intervenciones en macrodrenaje (red principal)
- Intervenciones en microdrenaje (drenaje superficial)
- Intervenciones en control de erosión

6.3.1 Intervenciones en macrodrenaje

a) Definición general del sistema de macrodrenaje

El Diagnóstico del Sistema de Drenaje estableció que la ciudad de La Paz presenta dos zonas diferenciadas en cuanto al sistema hidrográfico, la zona Norte que corresponde a las cuencas Choqueyapu y Orkojahuirá, y la zona Sur que corresponde a las cuencas de Irpavi, Achumani y Huayñajahuira. Las cuencas mencionadas confluyen en la zona Sur, para conformar el receptor principal de la cuenca, que es el río La Paz.

b) Utilización de colectores existentes o nuevos trazos

Las intervenciones identificadas para efectos del Plan Maestro de Drenaje, se dividen en tres grandes componentes.

- **Mejoramientos:** Son reparaciones o reposiciones de elementos estructurales en la red existente.
- **Rehabilitación:** Intervenciones localizadas en tramos intermedios de la red existente.
- **Ampliación:** Corresponden a ejecución de nuevos conductos en zonas de expansión.

La ubicación de las intervenciones necesarias a corto y mediano plazo se presenta en la figura 6.1.

c) Determinación de caudales y dimensiones

En base a los Criterios de Diseño establecidos, se ha desarrollado el análisis hidráulico para cada intervención y, se han elaborado los planos de planta y perfil de las conducciones así como planos de detalles de las obras hidráulicas conexas.

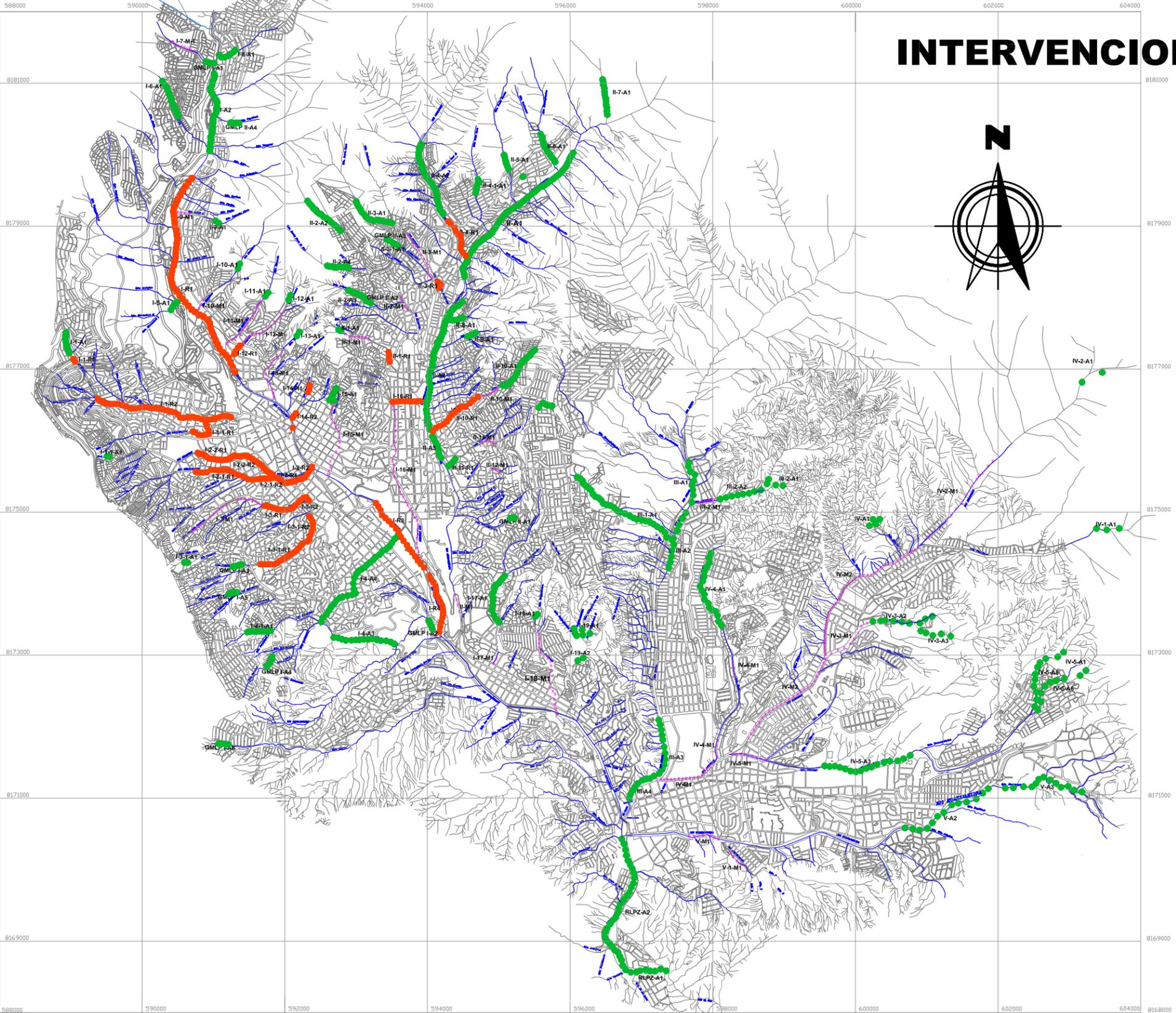
d) Formas constructivas en el centro urbano

Del análisis de costos efectuado para conductos cerrados con diferentes formas y materiales de construcción, facilidades constructivas, menores perjuicios al tránsito de vehículos y peatones, se ha determinado para el centro urbano la utilización de estructuras de hormigón armado.

INTERVENCIONES IDENTIFICADAS

REFERENCIAS

- X Mejoramiento
- Rehabilitación
- Ampliación



GOBIERNO MUNICIPAL DE LA PAZ
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

NIPPON KOEI CO., LTD.
Consulting Engineers



P.C.A. Ingenieros Consultores S.A.

REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO
DE DRENAJE PARA EL ÁREA URBANA DE LA PAZ

UBICACIÓN DE INTERVENCIONES NECESARIAS

Escala
S/E

Fecha
Octubre 2007

Figura N°
6.1

e) Formas constructivas en zonas periurbanas

En razón a las facilidades constructivas, los menores volúmenes de excavación, los menores volúmenes de rellenos, y la inexistencia de retiro y reposición de pavimentos que abaratan los costos de construcción, para el área periurbana se determina la utilización de estructuras de mamposterías de piedra bruta.

6.3.2 Intervenciones en microdrenaje

El crecimiento acelerado de la urbanización, especialmente en las zonas periurbanas de la ciudad de La Paz, trae graves inconvenientes relacionados con el drenaje pluvial superficial, entre ellos el derivado del incremento de la impermeabilidad del suelo y por ende el aumento de los caudales y de los volúmenes a evacuar. Por otra parte, durante las precipitaciones pluviales muchos sumideros no funcionan debido a las basuras (botellas, plásticos, latas etc.), que ingresan a los sumideros (bocas de tormenta) y obstruyen las conexiones a los conductos principales.

Según el Diagnóstico del Sistema de Drenaje, la mayoría de los conductos receptores principales cerrados y abiertos tienen suficiente capacidad hidráulica, que incluye obviamente los volúmenes de aguas pluviales que escurren superficialmente, lo cual garantiza que, con un mejoramiento adecuado de captación del sistema de drenaje superficial es posible solucionar el problema de inundaciones.

Para ello, se propone la construcción de una serie de sumideros de alta capacidad, localizados por encima de los conductos embovedados en sectores estratégicos, como complemento a los sumideros existentes.

A fin de captar el máximo escurrimiento superficial, los sumideros propuestos serán transversales a las vías, con trampas para retener plásticos, botellas de plástico, basuras y otros, asimismo tendrán un sistema de sifón que no permitirá la salida de gases y olores de los conductos embovedados que provocan problemas ambientales.

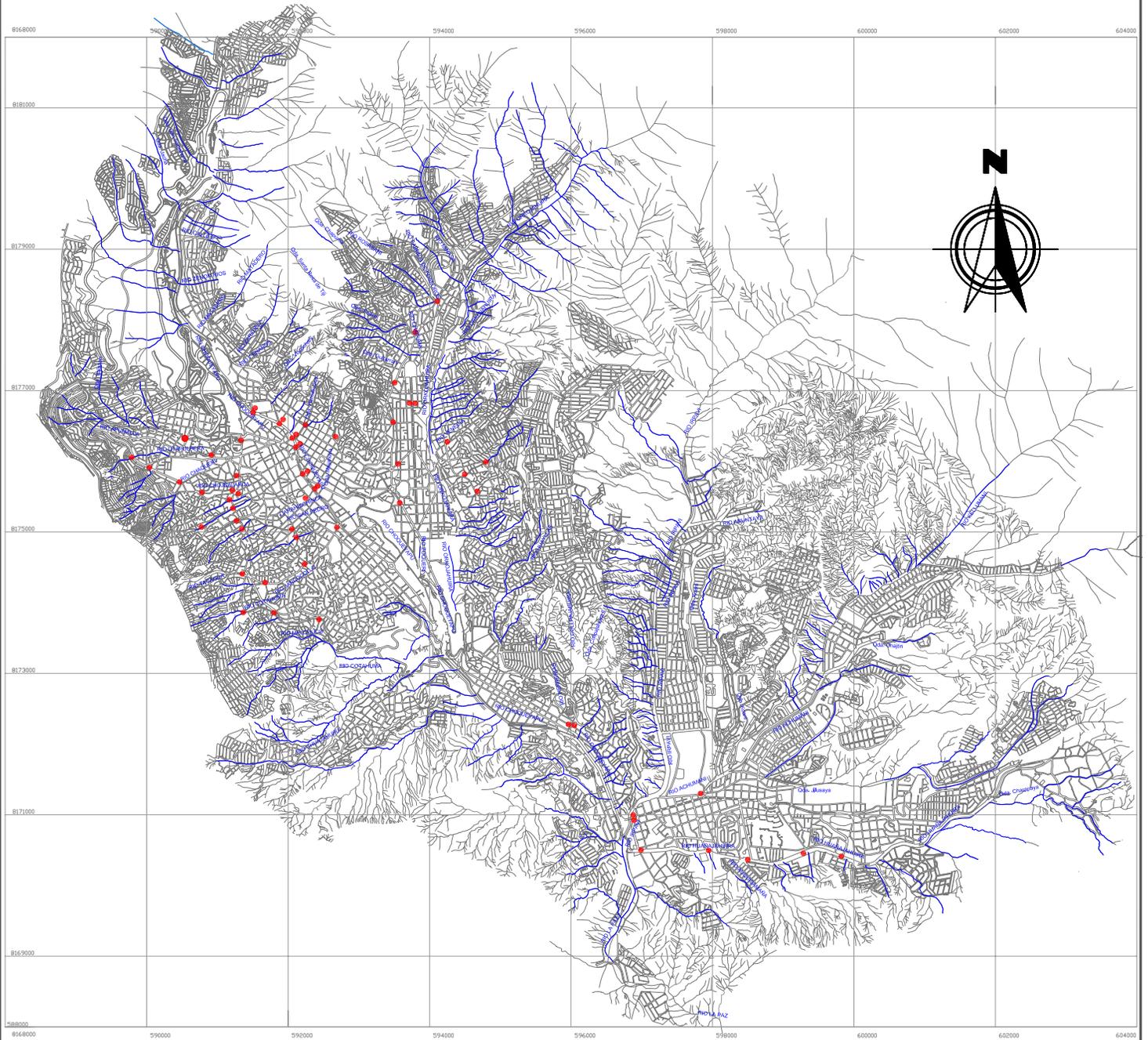
La localización de los nuevos sumideros se presenta en la figura 6.2

6.3.3 Intervenciones en Control de Erosión

Como parte del Plan Maestro de Drenaje, a fin de garantizar un adecuado drenaje en las cuencas del Sur, se proponen intervenciones de emergencia para el control de erosión en las cuencas de los ríos Irpavi, Achumani y Huayñajahuira; las medidas propuestas son estructurales (obras hidráulicas de control y corrección de pendientes) y bioingenieriles (forestación). Además se dan los lineamientos para el control integral de erosión de cuencas de mediano a largo plazo.

En la figura 6.3 se muestra de forma esquemática, las intervenciones de control de erosión previstas en las cuencas de los ríos Irpavi, Achumani y Huayñajahuira.

SUMIDEROS PROPUESTOS POR EL PMD



GOBIERNO MUNICIPAL DE LA PAZ
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

 **NIPPON KOEI CO., LTD.**
Consulting Engineers



P.C.A. Ingenieros Consultores S.A.

REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO
DE DRENAJE PARA EL ÁREA URBANA DE LA PAZ

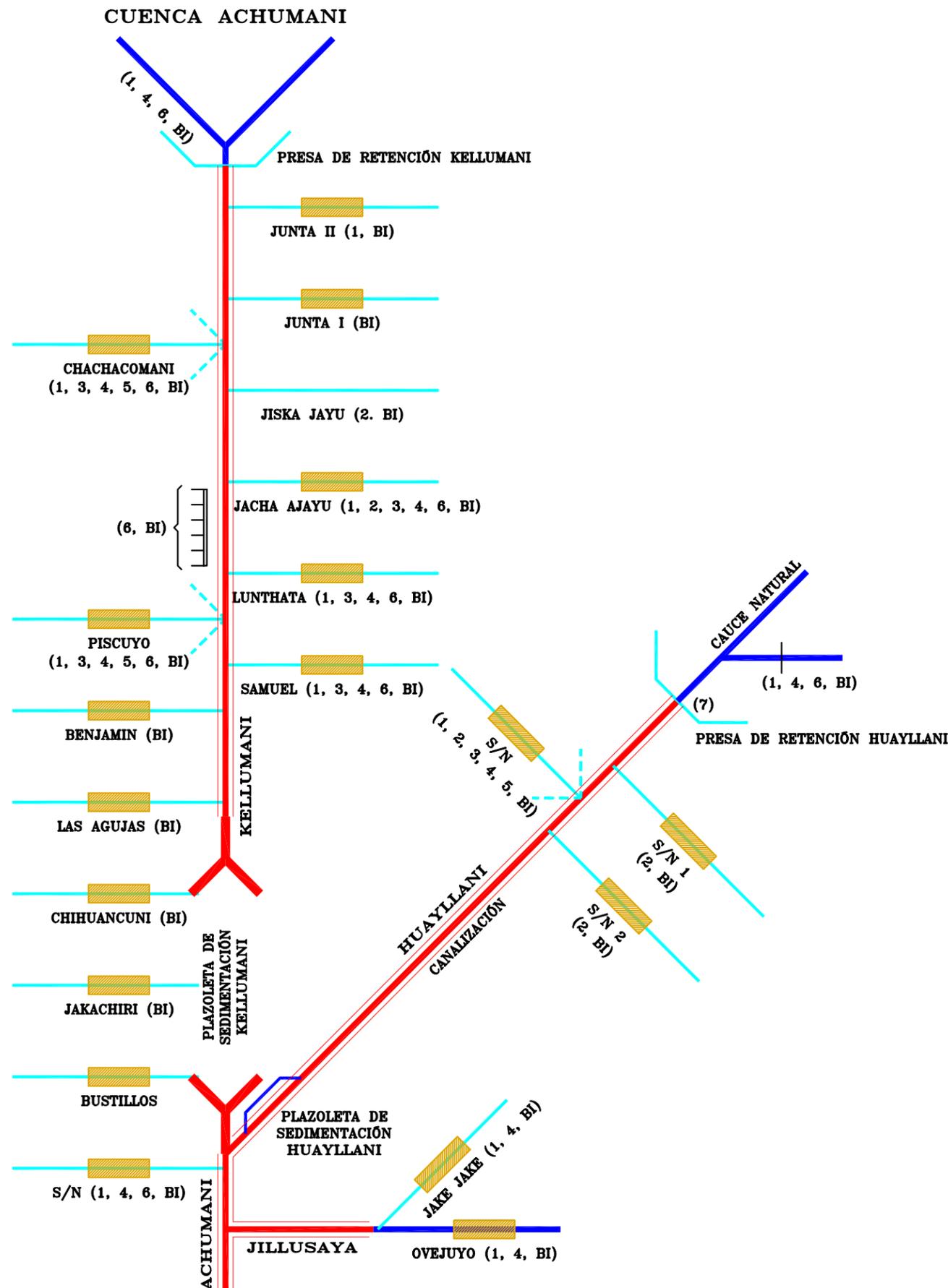
SUMIDEROS PROPUESTOS POR EL
PLAN MAESTRO DE DRENAJE

Escala
S/E

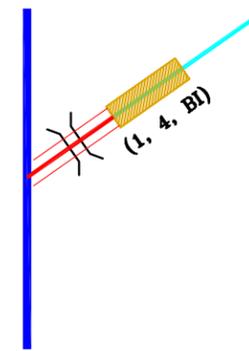
Fecha
Octubre 2007

Figura N°
6.2

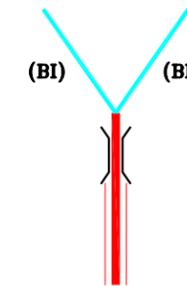
FIGURA 6.3 Esquema de Intervenciones en las Cuencas del Sur



CUENCA IRPAVI



CUENCA HUAYÑAJAHUIRA



REFERENCIAS		
	Puente	1 Barreras transversales de gaviones
	Canal	2 Torrenteras con postes de hormigón armado y malla de acero de 1/2"
	Obras tipo propuestas (estructurales y no estructurales)	3 Trampas de sedimentos con gaviones
	Presa de retención existente	4 Espigones para control de erosión local en márgenes al pie de taludes
	Áreas de depósito proyectadas	5 Áreas de depósito con gaviones
	Obras de control de erosión existente	6 Torrenteras de gaviones para control de pequeñas quebradas
	BI Control Forestal	7 Otras intervenciones


GOBIERNO MUNICIPAL DE LA PAZ
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO
GMLP - BID

REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO
 DE DRENAJE PLUVIAL PARA EL ÁREA URBANA DE LA PAZ
 INFORME FASE IV : FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO




ESCALA
 ESPECIFICADA

FECHA: OCTUBRE 2007

6.4 PROPUESTAS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Considerando las características hidrográficas particulares del valle de La Paz y las intervenciones necesarias para el mejoramiento del sistema de drenaje, se plantean tres alternativas integrales de solución, de las cuales se eligió la más apropiada, considerando para su selección los costos de construcción, operación y mantenimiento; asimismo se realizó una evaluación individual de las intervenciones a fin de establecer prioridades en la programación y ejecución en el corto, mediano y largo plazo

6.4.1 Alternativas planteadas

A objeto de establecer inversiones que determinen soluciones integrales que permitan resolver los problemas estructurales del sistema de drenaje de la ciudad de La Paz, se plantean las siguientes alternativas:

Alternativa 1

Sin cambios en la situación actual, es decir sin intervención en el Plan Maestro de Drenaje.

Alternativa 2

Con cambios en la situación actual en las cuencas Norte y Sur implementándose mejoras en el sistema de drenaje, tanto para el transporte de agua como de sedimentos, es decir:

- Mejoramiento, rehabilitación y ampliación del sistema de drenaje pluvial. En esta alternativa, los conductos de las cuencas principales del Sur transportan el material de arrastre y no se produce deposición en los canales.
- Ampliación del sistema de drenaje superficial (microdrenaje) mediante sumideros de alta capacidad localizados en sectores estratégicos a fin de evitar inundaciones en la zona central de la ciudad.
- No se efectúa control de erosión en cabeceras de cuencas.
- Implementación de medidas no estructurales como instrumentos de acompañamiento al proceso de ejecución del Plan Maestro.

Alternativa 3

Con cambios en la situación actual, considerando que en la cuenca del Norte se interviene mejorando el sistema de drenaje de transporte de agua y sedimentos, y en las cuencas de la zona Sur, se implementan medidas de control de erosión (estructurales y bioingenieriles), es decir:

- Mejoramiento, rehabilitación y ampliación del sistema de drenaje pluvial (macro drenaje).
- Ampliación del sistema de drenaje superficial (micro drenaje) mediante sumideros de alta capacidad localizados en sectores estratégicos a fin de evitar inundaciones en la zona central.

Control de erosión en cabeceras, principalmente en las Cuencas del Sur, regulando las pendientes de las quebradas, disminuyendo la capacidad de transporte de material sólido y reduciendo los procesos erosivos, a través de la implementación de obras civiles y medidas bioingenieriles o control forestal.

- Implementación de medidas no estructurales como instrumentos de acompañamiento al proceso de ejecución del Plan Maestro.

6.4.2 Planes de implementación a corto, mediano y largo plazo

Para la implementación del Plan Maestro de Drenaje se consideran intervenciones e inversiones en el corto, mediano y largo plazo de acuerdo a lo siguiente:

a) Intervenciones a corto plazo

Corresponden a intervenciones a ser ejecutadas en una primera instancia y corresponden a:

- Intervenciones de emergencia en mejoramiento
- Intervenciones de emergencia en rehabilitación
- Intervenciones complementaria en ampliación

Las intervenciones en el corto plazo están vinculadas a los planes de desarrollo urbano determinadas en el Plan de Desarrollo Municipal 2006 – 2010. La ejecución de las intervenciones de emergencia se estima en un tiempo de 24 meses y las complementarias hasta los 48 meses, es decir, que las obras a corto plazo se ejecutarían en 4 años.

b) Intervenciones a mediano plazo

Para el mediano plazo, se establece la continuación de obras de rehabilitación de aquellos sistemas que son necesarios pero que no representan riesgo inminente de falla y, aquellas ampliaciones necesarias debido al crecimiento acelerado de la urbanización en algunas zonas.

Por otra parte, corresponden a intervenciones necesarias para la continuidad de los planes, programas y proyectos desarrollados en el corto plazo como parte del PDM 2006 – 2010.

c) Intervenciones estimadas para el largo plazo

Las intervenciones estimadas para el largo plazo o sea para un horizonte de 20 años, están relacionadas con las zonas de expansión urbana y planificada de la ciudad.

Las zonas de expansión de la ciudad de la Paz se encuentran ubicadas en las zonas de: Irpavi, Achumani, Ovejuno, Mallasa y Mallasilla, y la serranía de Alpacoma.

6.4.3 Costos de construcción, operación y mantenimiento de las obras a corto y mediano plazo.

El detalle del monto total de inversiones que alcanzan a U\$ 51,875,955 es el siguiente:

a) Costos de Construcción:

a.1) Macrodrenaje (drenaje principal)

Las intervenciones podrán ser ejecutadas en el corto, mediano y largo plazo. Dentro del corto plazo se encuentran las “Intervenciones de Emergencia” que por su característica de urgente deben ser consideradas en forma prioritaria.

El costo total de inversiones en macrodrenaje alcanza la suma de U\$ 47,777,344.

a.2) Microdrenaje (drenaje superficial)

Se propone la ejecución de 60 sumideros (bocas de tormenta) de alta capacidad en puntos localizados por encima o adyacentes al drenaje principal, de manera que la captación de aguas pluviales sea rápida.

Estas intervenciones por su carácter de urgencia, deberán ser consideradas en forma prioritaria, alcanzando un monto total de U\$ 300,000.

a.3) Control de Erosión

Las intervenciones se realizarán primordialmente en la parte alta y media de las cuencas Irpavi, Achumani y Huayñajahuira de la zona Sur, debido a que las partes bajas corresponden a zonas urbanas densamente pobladas que no permiten la ejecución de obras fuera de las áreas de emplazamiento del actual sistema de drenaje. Las obras a implementarse

son de tipo estructural y bioingenieril, alcanzando un costo de U\$ 3,798,611.

Un resumen del número de intervenciones y costos es el siguiente:

Intervención	Mejoramiento		Rehabilitación		Ampliación		Total	
	Nº	Costo (\$us)	Nº	Costo (\$us)	Nº	Costo (\$us)	Nº	Costo (\$us)
Macro drenaje	26	1,514,163	24	15,728,864	62	30,534,317	112	47,777,344
Micro drenaje					1	300,000	1	300,000
Control de erosión					6	3,798,611	6	3,798,611
Total	26	1,514,163	24	15,728,864	69	34,632,928	119	51,875,955

Fuente: Elaboración propia

Las mayores inversiones son necesarias en ampliaciones debido a una insuficiencia de la infraestructura hidráulica, pues las mismas alcanzan a un 67 % del total requerido.

b) Costos de Operación

La operación y administración del sistema de drenaje pluvial principal de cuencas y subcuencas, está a cargo de la Dirección de Gestión Integral del Riesgo (Ex Dirección de Cuencas) y el costo está inmerso en el presupuesto global de dicha Dirección, alcanzando al 5% del monto total de inversiones.

c) Costos de Mantenimiento

Las operaciones de mantenimiento preventivo, de reparación y de emergencia de obras hidráulicas, se encuentran dentro del presupuesto global de la Dirección de Mantenimiento del GMLP, donde se concluye que los costos anuales fluctúan entre 1.2% a 1.5% del costo de la infraestructura, asimismo que el costo de mantenimiento por metro lineal de conducto alcanza a U\$ 10.25.

Se debe indicar que los costos de construcción, operación y mantenimiento son la base para el análisis y selección de la alternativa integral más adecuada para el mejoramiento del sistema de drenaje.

6.4.4 Análisis económico

Para el análisis de alternativas integrales se considera el periodo de recurrencia de los eventos hidrológicos y los beneficios económicos netos que generarán cada alternativa a partir de un análisis económico. Los beneficios a considerar son los daños evitados.

Se determinan los daños públicos y a terceros antes y después del proyecto (Con y Sin Proyecto), a saber: impacto sobre la salud, limpiezas y refacciones posteriores a las lluvias torrenciales y a las inundaciones consecuentes, gastos de prevención y emergencias.

6.5 ANÁLISIS, SELECCIÓN Y PROGRAMACIÓN DE ALTERNATIVAS

6.5.1 Análisis y selección de alternativas en el contexto general

En el **contexto general**, la alternativa integral seleccionada es aquella que a nivel de cuencas y subcuencas tiene un mayor beneficio económico (método de daños evitados) para el Gobierno Municipal, es decir la alternativa con mayor relación de Beneficio/Costo y que en todo caso es mayor a 1.

a) Análisis de Alternativas:

Del análisis de la matriz para todo el sistema (cuencas Norte y Sur), considerando los montos de inversión necesarios y los costos de mitigación ambiental que alcanza a \$us 773,386.- para una inversión de \$us 51,875,955.- se puede inferir los siguientes resultados:

Alternativa	Inversión	Inversión + Mitigación	Beneficio	Costo	Relación
	(\$us)	(\$us)	(\$us)	(\$us)	B/C
Alternativa 1	0	0	0	108,666,455	0.00
Alternativa 2	42,620,977	43,331,075	106,673,155	60,036,760	1.78
Alternativa 3	51,875,955	52,649,341	108,666,455	60,254,201	1.80

Fuente: Elaboración propia

Para las cuencas del Sur (Irpavi, Achumani y Huayñajahuira), se tiene los siguientes resultados:

Alternativa	Inversión	Inversión + Mitigación	Beneficio	Costo	Relación
	(\$us)	(\$us)	(\$us)	(\$us)	B/C
Alternativa 1	0	0	0	66,167,429	0.00
Alternativa 2	10,900,326	11,081,934	64,174,129	22,820,926	2.81
Alternativa 3	14,681,937	14,926,549	66,167,429	23,038,367	2.87

Fuente: Elaboración propia

La alternativa 1 corresponde a una situación sin cambios en el sistema de drenaje, es decir no se efectúa ninguna inversión para el mejoramiento. El resultado es un gasto de \$us 108,666,455.- para el Gobierno Municipal en un periodo de 20 años, que corresponde a daños evitados si se hubiera ejecutado el Plan Maestro en una alternativa 3; asimismo una relación beneficio/costo igual a 0.

La alternativa 2 con cambios en la situación actual, con mejoras en las cuencas del Norte y Sur en macrodrenaje, microdrenaje y medidas de mitigación, corresponde a una inversión de \$us. 43,331,075.- y una relación beneficio/costo igual a 1.78, es decir existe un beneficio importante pero no suficiente comparado con la alternativa 3.

La alternativa 3 con cambios en la situación actual, que implican mejoras en las cuencas del Norte y Sur en macrodrenaje, microdrenaje y medidas de mitigación, y adicionalmente la implementación de medidas de control de erosión en las cuencas del Sur, tanto estructurales como bioingenieriles, corresponde una inversión de \$us 52,649,341.- con una relación beneficio/costo igual a 1.80; es decir esta alternativa presenta un mayor beneficio respecto a las otras.

b) Conclusión:

Por lo anteriormente expuesto, se concluye que **la alternativa 3** es la que mayor beneficio brinda al Gobierno Municipal, y por consiguiente, esta alternativa es la seleccionada para la formulación del Plan Maestro de Drenaje.

6.5.2 Análisis y selección de alternativas en el contexto de los conductos principales

Con relación a **los conductos principales**, se ha efectuado una evaluación específica de manera que se pueda contar con receptores principales con capacidad adecuada para recibir aguas de sus afluentes..

a) Cuencas zona Norte: Choqueyapu y Orkojahuirá

a1) Cuenca Choqueyapu

De acuerdo con el análisis de alternativas, para las cuencas de la zona Norte existen únicamente dos alternativas, la 1 y la 2, sin embargo, para el conducto principal del río Choqueyapu, se analizó una alternativa adicional de solución estructural según lo siguiente:

Alternativa 1: Corresponde a una situación sin cambios en el sistema de drenaje, es decir no se efectúa ninguna inversión para el mejoramiento.

Representa un gasto para el Gobierno Municipal de \$us 5,169,133.- en un periodo de 25 años (tiempo de vida útil de las obras), que corresponde a daños evitados si se hubiera ejecutado el Plan Maestro en una alternativa 2; asimismo una relación beneficio/costo igual a 0.

Alternativa 2: Mejoramiento de la capacidad del embovedado existente en el sector de la Av. el Poeta y rehabilitación de los tramos abiertos desde el Plan Autopista hasta la confluencia con el Orkojahuirá, para un periodo de retorno de 50 años, y para el tramo confluencia Orkojahuirá – Puente del Encuentro para una recurrencia de 50 años.

Corresponde a una solución estructural que permite intervenciones priorizadas y separadas, es decir se puede ejecutar por etapas.

Alternativa 3 Construcción de un embalse de compensación localizado en la zona de Limanipata, a fin de reducir las máximas crecidas¹.

Esta es una opción que no permite inversiones por etapas, sino en forma inmediata a fin de ejecutar hasta su conclusión la presa de laminación; por otra parte, de acuerdo con la evaluación de la ejecución de la presa, se puede establecer que para una altura de presa de 15 m la laminación apenas alcanza a 3%, por lo que sería necesario una presa de mayor altura con el consiguiente riesgo para las zonas bajas de la ciudad con un costo elevado.

Conclusión:

Por las razones anotadas antes, la alternativa elegida corresponde a la **alternativa 2**.

a2) Cuenca Orkojahuirá

El conducto principal embovedado que corresponde al río del mismo nombre, tiene capacidad hidráulica para un periodo de retorno de 100 años, y los conductos abiertos para un periodo de retorno de 50 años. Por esta situación la solución corresponde a un mejoramiento de las estructuras existentes en estado crítico, la rehabilitación de aquellas que presentan daños estructurales y la ampliación en áreas de expansión.

b) Cuencas de la zona Sur: Irpavi, Achumani y Huayñajahuirá

b1) Cuenca Irpavi

En la **cuenca Irpavi** se tiene un canal principal abierto de 2000 m de longitud, recientemente ejecutado con una capacidad hidráulica para precipitaciones con un periodo de retorno de 100 años y autolimpiante, es decir que no se produce deposición de sedimentos en el canal. No existen subcuencas con conductos importantes, sin embargo una de ellas, el Aruntaya, genera grandes volúmenes de material de arrastre debido a procesos erosivos en las partes altas, que se depositan en un abanico del río Irpavi y en el sector de la confluencia con el Achumani.

Análisis de Alternativas

La situación plantea tres alternativas de solución según lo siguiente:

Alternativa 1 Corresponde a una situación sin cambios en el sistema de drenaje, es decir no se efectúa ninguna inversión para el mejoramiento.

Alternativa 2 Ampliación de la infraestructura hidráulica.

¹ "Laminación de Crecidas en el Río Choqueyapu" elaborado por el Gobierno Municipal como parte del Programa de Revitalización Urbana

Alternativa 3 Ampliación de la infraestructura hidráulica, control de erosión en las cabeceras y empleo de playas de sedimentación naturales en el río Irvavi, para retener el material de arrastre que puede atravesar por el canal.

Conclusión

Del análisis de las tres alternativas, la alternativa 3 es la que presenta un mayor beneficio, así como intervenciones que resuelven el problema de drenaje en forma integral, en consecuencia es la alternativa seleccionada.

b2) Cuenca Achumani

En la **cuenca Achumani**, el canal principal presenta incapacidad hidráulica para conducir caudales para periodos de retorno mayores a 25 años, incluso en muchos sectores de la parte baja no soportan escurrimientos para periodos menores a 25 años. Situación similar se presenta en la subcuenca Jillusaya. Por estas razones se plantean las siguientes alternativas:

Análisis de Alternativas

Alternativa 1 Corresponde a una situación sin cambios en el sistema de drenaje, es decir no se efectúa ninguna inversión para el mejoramiento.

Alternativa 2 Mejoramiento de las condiciones hidráulicas de la canalización existente Achumani mediante el incremento de las pendientes y el revestimiento de solera, a fin que el material de arrastre de las partes altas sea transportado hacia la parte baja sin deposición en el canal. En esta alternativa no es necesario el control de erosión en las partes altas, sin embargo el material de arrastre se deposita en grandes volúmenes en la parte baja de la subcuenca, con el consiguiente riesgo de desborde del río La Paz y los altos costos de mantenimiento de emergencia.

Alternativa 3 Control de erosión en microcuencas que forman parte de las subcuencas Huayllani, Kellumani y Jillusaya, , mejoramiento de la capacidad hidráulica del canal principal y mejoramiento de la presa de retención de de Huayllani..

Conclusión:

Como resultado de la evaluación se puede establecer que la **alternativa 3** es la seleccionada, debido a que tiene un mayor beneficio para el GMLP.

El Documento Principal contiene el Análisis de Alternativas por Costo Beneficio, el detalle de las intervenciones identificadas y los costos y beneficios determinados, también se presenta un resumen del Análisis Económico por Subcuencas y Zonas Homogéneas de alternativas por cuencas y subcuencas.

6.5.3 Programación de intervenciones

En el marco de la alternativa seleccionada y para efectos de **programación de intervenciones** en el corto, mediano y largo plazo de manera que se optimice el funcionamiento del sistema de drenaje, se consideran los siguientes criterios:

- a) Priorización para la ejecución de las intervenciones necesarias.
- b) Distribución de las inversiones necesarias.

a) Priorización de las intervenciones necesarias

A fin de priorizar las intervenciones identificadas para su ejecución en el corto y mediano plazo, se realiza una evaluación individual debido a que no todas tienen la misma prioridad de ejecución en el tiempo.

Con este objeto se ha establecido una metodología de evaluación que considera 10 ponderadores enmarcados en los criterios: a) Técnico, b) Socioeconómico, c) Ambiental y d) Continuidad funcional del Sistema de Drenaje. El resultado de la aplicación de la metodología permite una calificación con un puntaje máximo de 100 puntos.

Para efectos de priorización en el tiempo se considera lo siguiente:

- Para intervenciones a ejecutarse en el corto plazo que incluye las obras emergenciales, el puntaje debe ser mayor al 60 % del puntaje total.
- Para intervenciones a ejecutarse en el mediano plazo el puntaje puede ser menor al 60%.

La metodología de evaluación se detalla en el Informe Principal e incluye también los resultados por Costo/Beneficio.

A partir de la priorización individual de las intervenciones, se obtienen las intervenciones que deben ejecutarse en el corto (incluye las intervenciones emergenciales) y mediano plazo.

Para el largo plazo y en razón a que estas se encuentran localizadas en zonas de expansión futura, no es necesaria una priorización individual.

b) Distribución de Inversiones Necesarias

A partir de la priorización de intervenciones para su ejecución en el corto y mediano plazo, se tiene la distribución de las intervenciones e inversiones en seis macrozonas con características similares en cuanto al macrodrenaje:

Cuenca Choqueyapu: I Ladera oeste, II Ladera Noreste, III Ladera Obrajes.

Cuenca Orkojahaira: IV Ladera Oeste, V Ladera Este.

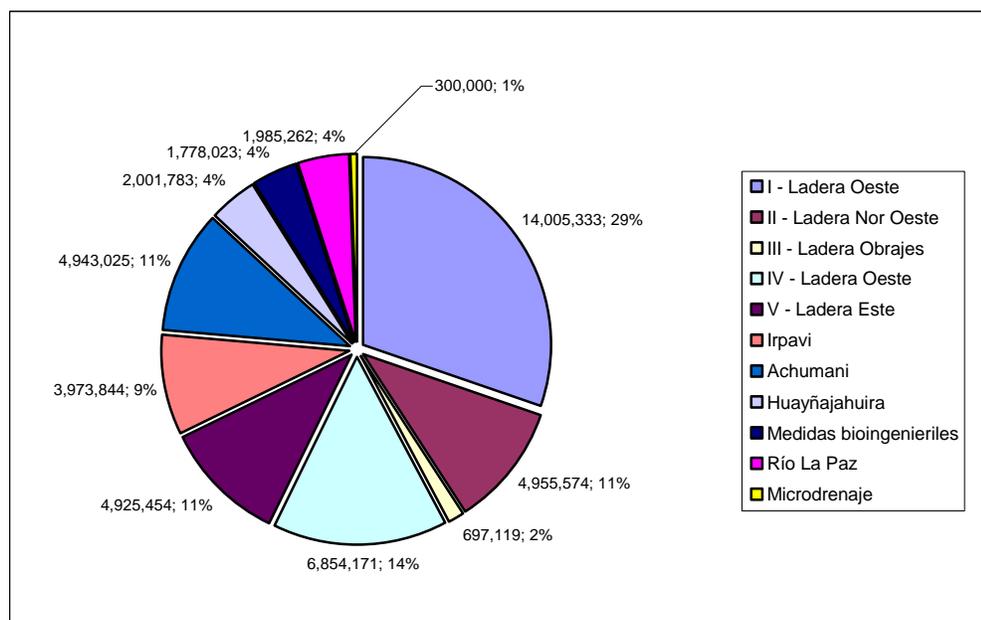
Cuencas Sur: VI Irpavi, Achumani y Huayñajahuira

En la tabla y figura siguientes se tiene los montos de inversiones necesarias y su distribución:

Tabla 6. 1 Inversiones necesarias

Zona homogenea	Inversiones			Inversión Total (\$us)	Demanda Inversión (%)	Población zona (Hab)	Población zona (%)
	Mejoram. (\$us)	Rehabilit. (\$us)	Ampl. (\$us)				
Cuenca Choqueyapu:							
I - Ladera Oeste	76,034	10,648,809	8,370,490	19,095,333	36.8	320,563	40.4
II - Ladera Nor Oeste	373,336	3,902,604	676,401	4,952,341	9.5	82,935	10.5
III - Ladera Obrajes	175,905		521,214	697,119	1.3	43,912	5.5
Cuenca Orkojahuirá:							
IV - Ladera Oeste	287,066	475,425	6,461,280	7,223,771	13.9	93,905	11.8
V - Ladera Este	172,646	702,026	4,050,782	4,925,454	9.5	116,476	14.7
Cuencas Sur:							
Irpavi	9,472		3,964,372	3,973,844	7.7	19,190	2.4
Achumani	342,351		4,600,674	4,943,025	9.5	28,764	3.6
Huayñajahuira	77,353		1,924,430	2,001,783	3.9	35,540	4.5
Medidas bioingenieriles			1,778,023	1,778,023	3.4		
Río La Paz			1,985,262	1,985,262	3.8	793,292	
Microdrenaje			300,000	300,000	0.6		
TOTAL	1,514,163	15,728,864	34,632,928	51,875,955	100.0	793,292	93.4

Figura 6. 4 Inversiones necesarias



Para el corto y mediano plazo, se puede concluir lo siguiente:

- La mayor demanda de inversiones para el corto y mediano plazo (37 % del total), se encuentra localizada en la ladera Oeste de la cuenca Choqueyapu en correspondencia con la zona donde se asienta un 40 % de la población total de la ciudad de La Paz, y donde la infraestructura hidráulica es muy antigua y requiere de urgentes mejoramientos según el Diagnóstico del Plan Maestro.
- Le siguen en importancia de demanda de inversión las cuencas: ladera Oeste Orkojahuirá con un 14,0 %, Achumani, ladera Noroeste Choqueyapu y ladera Este Orkojahuirá con un 9.5 % %.
- En la zona Sur, pese a la relativa baja población, las zonas homogéneas requieren prioridad en las inversiones, debido a que el principal problema de drenaje está relacionado con el acarreo y deposición de material, ocasionado por un control de erosión deficiente en las cabeceras de las cuencas, situación que determina gastos importantes en el presupuesto del Gobierno Municipal.
- Un aspecto importante es la demanda de inversiones en medidas bioingenieriles en la zona Sur, es decir medidas de control de erosión mediante intervenciones biológicas, las mismas que representan el 3.4 % de la inversión total requerida.

Se puede resumir que las prioridades de inversiones en el corto y mediano plazo tienen la siguiente importancia para su tratamiento:

- a. Ladera Oeste cuenca Choqueyapu
- b. Ladera Oeste cuenca Orkojahuirá
- c. Ladera Nor Oeste cuenca Choqueyapu
- d. Cuenca Huayñajahirá
- e. Cuenca Achumani
- f. Ladera Este cuenca Orkojahuirá

No obstante, existe una prioridad mayor que está relacionada con las intervenciones emergenciales, en correspondencia con sectores de los conductos que se encuentran en regular estado pero que requieren de acciones inmediatas a fin de garantizar su funcionamiento.

En el Programa de Inversiones del Informe Principal se encuentra el detalle de las priorizaciones, las inversiones programadas en el tiempo, considerando los costos complementarios a las obras civiles como preinversión, supervisión y fiscalización.

6.6 PRESUPUESTOS REFERENCIALES

Los costos de construcción para el corto, mediano y largo plazo se resumen en las siguientes tablas:

**Tabla 6. 2 Resumen de Inversiones del Plan Maestro de Drenajes
A corto plazo**

	Intervenciones en el Tiempo	MEJORAMIENTO	REHABILITACION	AMPLIACION	TOTAL \$US
1	Emergenciales	565,513	11,006,117	8,497,413	20,069,043
2	Complementarias	747,961	222,819	7,631,145	8,601,925
3	Bioingenieriles	0	0	1,778,023	1,778,023
	TOTAL INVERSION PMD	1,313,474	11,228,936	17,906,581	30,448,991

A corto y mediano plazo

	Intervenciones en el Tiempo	MEJORAMIENTO	REHABILITACION	AMPLIACION	TOTAL \$US
1	TOTAL CORTO PLAZO	1,313,474	11,228,936	17,906,581	30,448,991
2	TOTAL MEDIANO PLAZO	200,689	4,499,928	16,726,347	21,426,964
	TOTAL INVERSION PMD	1,514,163	15,728,864	34,632,928	51,875,954

A corto, mediano y largo plazo

	Intervenciones en el Tiempo	MEJORAMIENTO	REHABILITACION	AMPLIACION	TOTAL \$US
1	TOTAL CORTO PLAZO	1,313,474	11,228,936	17,906,581	30,448,991
2	TOTAL MEDIANO PLAZO	200,689	4,499,928	16,726,347	21,426,964
3	TOTAL LARGO PLAZO	0	0	9,063,200	9,063,200
	TOTAL INVERSION PMD	1,514,163	15,728,864	43,696,128	60,939,154

Fuente: Elaboración propia

7. MEDIDAS NO ESTRUCTURALES

7.1 FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL

7.1.1 Antecedentes

De acuerdo con la normativa legal vigente, el Gobierno Municipal de La Paz tiene la obligación sobre la administración, operación y mantenimiento de cauces abiertos, canalizaciones y embovedados de primer y segundo orden. Es por ello que el Plan Maestro debe adquirir el carácter de instrumento rector, incorporándolo en el proceso de planificación de desarrollo sostenible del GMLP a través de una Unidad Ejecutora responsable de efectuar la coordinación, seguimiento, control y realimentación del Plan, que podría denominarse "Unidad Ejecutora del Programa- (UEP)" que depende de la Dirección de Gestión Integral del Riesgo.

7.1.2 La Unidad Ejecutora del Programa (UEP)

La Unidad Ejecutora se apoyará en las Direcciones y Unidades existentes en el GMLP y su órgano ejecutivo será una Coordinación General.

La implementación de la Unidad Ejecutora es de carácter inmediato, debiendo ponerse en funcionamiento como primer elemento del Plan Maestro.

a) Objetivos y Funciones de la UEP

Los objetivos generales son de manera prioritaria, promover y conducir las acciones programadas en el Plan Maestro, y velar por el cumplimiento de las normas de ordenamiento, manejo, control y protección de la cuenca, así como otros proyectos y acciones necesarias.

Sus principales funciones son:

- Mantenimiento y desarrollo de los instrumentos técnicos del Plan Maestro para un adecuado monitoreo del Plan.
- Identificación, planificación, promoción y coordinación de los proyectos y acciones que permitan apoyar el desarrollo global del sistema de drenaje pluvial en armonía con el desarrollo urbano y los principios medioambientales.
- Actuar como primera instancia para conocer y orientar en casos de problemas de extracción de áridos.

b) Régimen Económico-Financiero

La Unidad, como entidad jurídica de derecho público, se registrará en el régimen económico-financiero y de contrataciones en estricto cumplimiento de las disposiciones legales vigentes, como la Ley 1178 y leyes conexas.

Los recursos financieros para la operación de la Unidad Ejecutora provendrán del GMLP del Programa de Drenaje, financiados con recursos internos y externos.

Los recursos para la ejecución del Plan Maestro procederán de las entidades nacionales pertinentes, de operaciones de crédito interno o externo del GMLP y de convenios celebrados con instituciones nacionales y/o extranjeros y de otras fuentes.

c) Estructura Orgánica Propuesta para la UEP

La Unidad Ejecutora del Programa estará constituida en la OMT y contará con un Coordinador General con funciones ejecutivas y de coordinación con todos los actores involucrados.

En el nivel operativo contará con personal de apoyo, y especialistas encargados de las siguientes áreas: Técnica, Financiera, Programación, Seguimiento y Control y Adquisiciones, siendo parte de ellos contratados con recursos del

Programa. La UEP será formalizada como Centro Administrativo con autonomía administrativa y de adquisiciones, contando con el apoyo de una firma consultora para temas de adquisiciones. El ejecutor contratará la supervisión de obras.

7.1.3 Monitoreo de las Actividades del Plan y de Evaluación de Resultados.

Para el monitoreo del Plan a cargo de la Unidad Ejecutora se cuenta con los siguientes indicadores:

- Número de proyectos por tipo de intervención: Mejoramiento, Rehabilitación y Ampliación.
- Programa de inversiones.
- Volumen y longitud de obras ejecutadas.
- Población beneficiada.
- Generación de empleo.

7.1.4 Presupuesto General

El presupuesto para el inicio de la Unidad Ejecutora del Plan Maestro de Drenaje (UEP) contempla servicios personales y no personales, materiales y suministros. Como gasto único de implementación se tiene la compra de un vehículo todo terreno y equipo de oficina y muebles en el primer año. En base a lo considerado se tiene que el monto anual para el funcionamiento de la Unidad Ejecutora es de \$us. 83,920.00, considerando: al Coordinador General, tres Técnicos Principales, un Asesor Técnico Principal y una Secretaria.

De acuerdo a conclusiones de las reuniones sostenidas a fines de julio del 2007 se ha considerado un personal adicional para la UEP que contará con su presupuesto correspondiente no considerado en el presente presupuesto del Plan Maestro.

7.2 PLANTEAMIENTOS PARA LA REGLAMENTACIÓN DEL USO Y OCUPACIÓN DEL SUELO

Del análisis realizado sobre la normativa, se plantean los siguientes lineamientos de propuesta referidos a las temáticas de reglamentación del uso y ocupación del suelo.

a) Zonificación de los Aires de Río y de Areas de Corredores Verdes

Es necesario que los instrumentos de zonificación de uso del suelo (planos USPA) tengan mayor detalle y precisión, y estén trabajados en correspondencia con la realidad. Para ello hace falta que se definan en el Reglamento de Usos del Suelo, los aires de río y sus áreas de preservación laterales, sobre todo en los ríos más importantes.

b) Ajuste del Plano de Usos del Suelo y Patrones de Asentamiento USPA 93

El plano del Reglamento de Usos del Suelo y Patrones de Asentamiento USPA debe ser actualizado y ajustado de manera de incluir la zonificación y asignación de usos en las áreas de preservación laterales al sistema de drenaje.

c) Organización de la Administración del Territorio Municipal a partir de las Cuencas Hidrográficas – Planificación por Cuencas

El tema de gestión del territorio considerando la dinámica de una cuenca hidrográfica, surge como una de las posibles opciones para articular la participación de los usuarios de los recursos naturales, debido a su dependencia común a un sistema hídrico compartido, a los caminos y vías de acceso y al hecho de que deben enfrentar peligros comunes.

Se recomienda que la organización de la administración del territorio de La Paz sea evaluada y estudiada con estos criterios, a fin de mejorar la planificación y la administración.

d) Preservación de la Capacidad de Infiltración del Suelo

Es preciso incorporar en la reglamentación algunos criterios o líneas que permitan mejorar la capacidad de infiltración del suelo en la ciudad, con una visión, además de urbanización sustentable, tales como:

- Menos pavimentación y más jardines en las edificaciones públicas y privadas con el fin de mejorar la capacidad de infiltración del suelo
- Coordinar mayor área libre y por lo tanto menos área cubierta en las normas del USPA (área máxima a cubrir AMC).
- Incentivo a la arquitectura para que incluya el entorno ambiental. La normativa de edificaciones puede complementarse con el criterio de cubiertas verdes en los edificios, que permita una mejor absorción de las aguas de lluvia.
- Mayor porcentaje de áreas sin pavimentación en las áreas públicas. Esta situación debe normarse para incorporar en los espacios públicos mayor cantidad de áreas de tratamiento natural, verde o rugoso, que permita una mejor absorción e infiltración del agua pluvial.

7.3 PLANTEAMIENTOS PARA LA REGLAMENTACIÓN DE PAVIMENTACIÓN DE VÍAS Y DE LAS ESTRUCTURAS DE MICRODRENAJE

En el Reglamento de Usos del Suelo y Patrones de Asentamiento – USPA 93, se definen las normas que rigen el uso del suelo y los patrones de asentamiento de las construcciones dentro del área urbana y suburbana de la ciudad de La Paz, incluyendo el aspecto vial.

Como parte del Plan Maestro de Drenaje, se plantea básicamente que las aguas pluviales deben ser debidamente conducidas hacia el Sistema de Drenaje existente, sin afectar en lo posible la infraestructura vial. Para este efecto se hacen las siguientes recomendaciones, que se espera sean acogidas en la normatividad vigente.

- a) Se recomienda que el pavimento de las calles secundarias sean de empedrados o de adoquines, allá donde el análisis geológico – geotécnico así lo permita. Esta solución tiene la ventaja de que permite la infiltración de parte de la escorrentía, además que el material es más durable y su construcción demanda la utilización de mano de obra intensiva de la localidad y tiene impacto paisajístico acorde con la ciudad.
- b) Se recomienda que en el diseño de vías se provea un sistema de drenaje efectivo y eficiente, como cunetas y sumideros, para asegurar el funcionamiento y durabilidad de la estructura.
- c) Se deben cumplir las normas y el dimensionamiento de alturas mínimas entre rasante, cunetas y veredas de circulación peatonal, con el fin de evitar reencapes asfálticos rutinarios del GMLP que no respetan el mínimo de alturas entre las veredas y la pista, y que provocan inundaciones con mayor facilidad.

7.4 MANEJO DE ÁRIDOS

7.4.1 Antecedentes

El río Irpavi se constituye el banco más grande de áridos de la ciudad, el año 2000 se encontraban aproximadamente 210 concesionarios, los cuales prefieren este río por la buena calidad del material. La explotación también está presente en la cuenca alta de los ríos Choqueyapu, Irpavi y Orkojahura.

El Gobierno Municipal anualmente procede a la limpieza y adecuación del cauce de los ríos, formando camellones o depósitos del material removido del centro del cauce hacia las riberas y definiendo así un cauce principal, debido a que durante las actividades de extracción los concesionarios alteran el cauce.

7.4.2 Lineamientos Estratégicos

Para mejorar la gestión del manejo de áridos, el Gobierno Municipal de La Paz deberá, en el marco de la Ley 3425, elaborar una ordenanza municipal que establezca las normas de explotación, manejo y conservación de los ríos y las cuencas de su jurisdicción municipal.

En este sentido, considerando al normativa existente en este campo, se proponen las siguientes medidas:

- a) Mecanismos de otorgación de licencias de explotación
- b) Medidas para actividades artesanales
- c) Medidas para actividades industriales
- d) Medidas de monitoreo y evaluación
- e) Medidas de sanción

7.4.3 Unidad Responsable

La unidad responsable, del Gobierno Municipal de La Paz, para la aplicación y cumplimiento del presente documento, es la Dirección de Gestión Integral del Riesgo, en coordinación con la Dirección de Calidad Ambiental, ambas dependientes de la Oficialía Mayor Técnica.

7.4.4 Tareas, Periodo de Ejecución y Presupuesto

Las tareas requeridas para la “Aprobación de la Ordenanza Municipal” son: Licitación y Contratación del Estudio de Ordenanza, Diagnóstico y Diseño de las Medidas Establecidas, Estructuración y Aprobación de la Ordenanza. Estas tareas requieren un tiempo de un año calendario.

Los costos que significa la implementación de la correcta Gestión de Áridos son del orden de \$US 55,000, incluyendo además un 10% de este monto a fin de lograr la gestión del programa, monto de dinero con que deberá contar la Oficialía Mayor de Técnica del GMLP, para su seguimiento y control, que además servirá para las tareas previas de licitación y contratación de la empresa encargada de realizar el trabajo.

7.5 IMPLANTACIÓN DE RED DE ESTACIONES HIDROMETEOROLÓGICAS EN LA CUENCA DEL RÍO LA PAZ

7.5.1 Antecedentes

La cuenca del río La Paz cuenta en la actualidad con una red hidrometeorológica concentrada principalmente en la zona urbana, área que representa solamente el 15% de toda la superficie de la cuenca.

En la parte alta y media de la cuenca se tiene información en extremo limitada y los registros hidrométricos disponibles corresponden a valores medios.

Con relación a la información meteorológica, ésta en muchos casos es incompleta o discontinua, es frecuente encontrar periodos faltantes o información de dudosa calidad. Otro aspecto fundamental, constituye el tipo de información que se requiere para representar adecuadamente el comportamiento hidrológico de la cuenca, en este caso hablamos de la información pluviográfica, que es aquella que nos proporciona el patrón que siguen las tormentas en la cuenca.

7.5.2 Planteamiento

Considerando lo indicado y que la cuenca de La Paz funciona como un todo, se manifiesta la necesidad de conocer el comportamiento hidrometeorológico de la cuenca en la parte alta y media, para poder inferir sus efectos en la parte baja, donde se encuentra el área urbana. Por tanto, como parte de las medidas no estructurales, el Plan Maestro de Drenaje plantea la complementación de la red hidrometeorológica existente en la cuenca del río La Paz, reforzando 5 estaciones hidrométricas existentes e instalando 4 estaciones hidrométricas nuevas, así como también reforzando 6 estaciones meteorológicas existentes e instalando 5 estaciones meteorológicas nuevas.

7.5.3 Resumen General de Costos

Los costos de instalación de la red son del orden de \$US 346,000 y los de operación y mantenimiento anual son del orden de \$US 32,000.

8. PROGRAMA DE INVERSIONES

En el Plan Maestro se plantea un programa de inversiones de las intervenciones para diferentes etapas, es decir para el corto, mediano y largo plazo. En la siguiente tabla se presenta una relación de las inversiones estructurales a corto, mediano y largo plazo, cuyo resumen es el siguiente:

Tabla 8.1 Resumen de Inversiones Estructurales Totales

INTERVENCIONES ESTRUCTURALES	EJECUCION SEMESTRAL EN \$US (CORTO PLAZO)				Obras complementarias con otros recursos
	Obras	Preinversión	Supervisión	Fiscalización	Total
Macro drenaje	26.350.380	1.881.307	1.317.519	131.752	29.680.958
Micro drenaje	300.000	21.000	15.000	1.500	337.500
Control de Erosion	3.798.611	216.424	189.931	18.993	4.223.959
Total Corto Plazo	30.448.991	2.118.732	1.522.450	152.245	34.242.417
Total Mediano Plazo	21.426.964	1.333.080	1.071.348	107.135	23.938.526
Total Largo Plazo	9.063.200	475.880	453.160	45.316	10.037.556
Total Inversiones Estructurales	30.490.164	1.808.960	1.524.508	152.451	33.976.082
TOTAL INVERSIONES	60.939.154	3.927.691	3.046.958	304.696	68.218.499

Fuente: Consultor

8.1 DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA A CORTO PLAZO

La primera etapa en el corto plazo considera intervenciones en un periodo de 4 años, es decir que las obras podrían comenzar a ejecutarse a partir del año 2008 hasta el año 2011. Al inicio del período se ejecutarían intervenciones emergenciales que consisten en obras de mejoramiento y rehabilitación de manera que se garantice el funcionamiento del sistema de drenaje en condiciones aceptables. Estas intervenciones en su mayor parte están localizadas en la cuenca Choqueyapu –

ladera Oeste, en correspondencia con las zonas más antiguas de la ciudad y donde los conductos tienen más de 50 años.

Como parte de la primera etapa, se incluyen también obras complementarias a las emergenciales, que consisten en ampliaciones de la infraestructura hidráulica en sectores donde existe alta densidad poblacional y los problemas ambientales son importantes, es decir donde la mancha urbana ya está consolidada y tiene carencia de drenaje pluvial. Asimismo se considera intervenciones en control de erosión en las cuencas del Sur a fin de evitar arrastre de materiales que tienden a colmatar los conductos.

El monto determinado para intervenciones estructurales en obras en el corto plazo alcanza a la suma de \$us. 30,448,991.- de las cuales en una primera etapa de 8 semestres se propone ejecutar obras con un costo del orden de \$us. 20,918,892.- programación que está relacionada al financiamiento disponible para ese periodo.

En las siguientes tablas se presenta el resumen de las Inversiones Estructurales y No Estructurales a corto plazo.

Tabla 8. 2 Resumen de Inversiones Estructurales a Corto Plazo (dólares americanos)

INTERVENCIONES ESTRUCTURALES	TOTAL	EJECUCION SEMESTRAL EN \$US (CORTO PLAZO)								Obras complementarias con otros recursos
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Obras civiles	28.670.968	3.451.167	2.513.803	2.028.154	1.261.317	2.527.230	1.665.944	1.706.839	1.668.991	11.847.525
Bioingenieriles	1.778.023	84.090	0	492.114	251.153	222.845	363.911	363.911	0	0
Subtotal	30.448.991	3.535.257	2.513.803	2.520.268	1.512.470	2.750.075	2.029.855	2.070.749	1.668.991	11.847.525
Ejecución anual acumulativa	30.448.991	6.049.059		10.081.797		14.861.726		18.601.466		30.448.991
Preinversión	2.118.732	245.994	174.918	175.368	105.242	191.358	141.243	144.089	116.133	824.386
Supervisión	1.522.450	176.763	125.690	126.013	75.623	137.504	101.493	103.537	83.450	592.376
Fiscalización	152.245	17.676	12.569	12.601	7.562	13.750	10.149	10.354	8.345	59.238
Subtotal	3.793.426	440.433	313.177	313.983	188.428	342.612	252.885	257.980	207.928	1.476.000
Ejecución anual acumulativa	3.793.426	753.610		1.256.020		1.851.518		2.317.426		3.793.426
Total Proyecto		6.802.669		11.337.817		16.713.244		20.918.892		34.242.417

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. 3 Resumen de Inversiones No Estructurales a Corto Plazo

INTERVENCIONES	Inversión total	Plazo (sem)	EJECUCION SEMESTRAL (DÓLARES AMERICANOS)							
			1	2	3	4	5	6	7	8
B1 Fortalecimiento Institucional	370,680	8	76,960	41,960	41,960	41,960	41,960	41,960	41,960	41,960
B2 Reglamentación del Uso y Ocupación del Suelo	25,265	2	12,633	12,633						
B3 Reglamentación de pavimentación de Vías y de las estructuras de Macrodrenaje	16,843	2	8,422	8,422						
B4 Manejo de Aridos	55,000	1	55,000							
B5 Implantación de red de estaciones Hodrometeorologicas	475,604	8	362,904	16,100	16,100	16,100	16,100	16,100	16,100	16,100
B6 Educación y Concientización Social	773,386	8	103,329	103,329	94,454	94,454	94,454	94,454	94,454	94,454
Total corto plazo	1,716,778	8	619,247	182,443	152,514	152,514	152,514	152,514	152,514	152,514
Ejecución anual inversiones			801,690		305,028		305,028		305,028	

Fuente: Elaboración Propia

8.2 DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA A MEDIANO PLAZO

Para el mediano plazo se establece la continuación de obras de rehabilitación de aquellos sistemas que son necesarios pero que no representan riesgo inminente y aquellas ampliaciones necesarias debido al crecimiento acelerado de la urbanización en algunas zonas en proceso de desarrollo, conforme a lo establecido en los planes de desarrollo urbano del Gobierno Municipal y las políticas municipales con inversiones estructurales para un periodo de 8 semestres por un monto total de \$us 20,918,892.

El Resumen de Inversiones Estructurales a mediano plazo es el siguiente:

Tabla 8. 4 Resumen de Inversiones Estructurales a Mediano Plazo

INTERVENCIONES ESTRUCTURALES	TOTAL	EJECUCION SEMESTRAL EN \$US (CORTO PLAZO)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Obras civiles	16.823.443	3.451.167	2.513.803	2.028.154	1.261.317	2.527.230	1.665.944	1.706.839	1.668.991
Bioingenieriles	1.778.023	84.090	0	492.114	251.153	222.845	363.911	363.911	0
Subtotal	18.601.466	3.535.257	2.513.803	2.520.268	1.512.470	2.750.075	2.029.855	2.070.749	1.668.991
Ejecución anual acumulativa	18.601.466	6.049.059		10.081.797		14.861.726		18.601.466	
Preinversión	1.294.345	245.994	174.918	175.368	105.242	191.358	141.243	144.089	116.133
Supervisión	930.073	176.763	125.690	126.013	75.623	137.504	101.493	103.537	83.450
Fiscalización	93.007	17.676	12.569	12.601	7.562	13.750	10.149	10.354	8.345
Subtotal	2.317.426	440.433	313.177	313.983	188.428	342.612	252.885	257.980	207.928
Ejecución anual acumulativa	2.317.426	753.610		1.256.020		1.851.518		2.317.426	
Total Proyecto			6.802.669		11.337.817		16.713.244		20.918.892

Fuente: Elaboración propia

8.3 DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA A LARGO PLAZO

Las intervenciones estimadas para el largo plazo están relacionadas con las zonas de expansión urbana de la ciudad. Estas zonas de expansión responden a políticas de crecimiento urbano planificado. El monto de las inversiones requeridas para este plazo es de \$US 10,037,556. El resumen de las inversiones estructurales en el largo plazo es el siguiente:

Tabla 8. 5 Resumen de Inversiones Estructurales a Largo Plazo

INTERVENCIONES ESTRUCTURALES	Longitud (m)	Inversiones (Dólares Americanos)				
		Obras Civiles	Preinversión	Supervisión	Fiscalización	Total
	27900	9063200	475880	453160	45316	10037556
TOTAL LARGO PLAZO	27,900	9,063,200	475,880	453,160	45,316	10,037,556

Fuente: Elaboración propia

9. FACTIBILIDAD ECONÓMICA – FINANCIERA DEL PLAN MAESTRO

9.1 INTRODUCCIÓN

Para propósitos de proyección de los ingresos del Gobierno Municipal de La Paz se ha asumido que éstos se incrementarán a partir de los datos de la gestión 2006 (preliminares) en función al crecimiento del PIB departamental, el índice de inflación nacional y la tasa de crecimiento de la población del municipio.

Se ha asumido también una tasa de crecimiento por ingresos propios del orden de 10,3% y para transferencias del sector público del orden de 11,1%. En lo que respecta a la devaluación del dólar, se ha asumido que a partir del año 2007, esta moneda se devaluaría a una tasa aproximadamente similar a la que tuvo las UFVs entre los años 2000 al 2006, o sea un 2,97% anual.

Con estos supuestos se concluye que la capacidad de endeudamiento del Gobierno Municipal de la ciudad de La Paz está dentro de límites que le permiten asumir los préstamos que están en actual consideración. Como parte del paquete de endeudamiento considerado, se han incluido los proyectos de Educación Secundaria (Banco Mundial), Prevención de Riesgos (Corporación Andina de Fomento) y el proyecto que nos concierne que es Apoyo al Sistema de Drenaje Pluvial (Banco Interamericano de Desarrollo).

Estos proyectos están considerados bajo los siguientes términos:

Tabla 9.1 Proyectos en Actual Consideración por parte del GMLP

Proyectos	Financiador	Monto Estimado (US\$)	Plazo (Años)	Periodo de Gracia (Años)	Tasa de Interés Anual	Comisiones	Amortización	Periodo de Desembolso Asumido
Educación Secundaria	Banco Mundial	8.000.000	35	10	0,75%	0,5% sobre saldos no desembolsados	Semestral	4 años
Prevención de Riesgos	Corporación Andina de Fomento	8.264.328	15	3	Libor + 1,65%	0,75% sobre saldos no desembolsados y 1,25% con el primer desembolso	Semestral	3 años
Apoyo al Sistema de Drenaje Pluvial	Banco Interamericano de Desarrollo	22.640.000	40	10	1% y 2%	0,1% sobre saldos no desembolsados	Semestral	4 años

Fuente: Elaboración propia sobre la base de información del GMLP

9.2 INDICADORES ECONÓMICOS

Dependencia Fiscal	Inversión	Administración	Eficiencia en Recaudaciones Tributarias	Indicadores de Endeudamiento
<p>Ingreso Municipal/Transferencia =</p> <p>1.34 (2001/2006) 1.10 (proyectado 2011)</p> <p>Comentario: Valor positivo</p>	<p>Gastos Capital/Gastos Totales =</p> <p>72% (2003/2006) 79% (proyectado 2011)</p> <p>Comentario: Tendencia positiva</p>	<p>Servicios Personales/Gastos Corrientes =</p> <p>61% (2003/2006) 53 % (proyectado 2011)</p> <p>Comentario: Indica existencia de un aparato burocrático moderado</p>	<p>Nº de Contribuyentes Empadronados/ Nº Total de Contribuyentes =</p> <p>71 % (2003/2006) 70 % (proyectado 2011)</p> <p>Nº Propietarios registrados/ Nº Total de Propietarios =</p> <p>60% (2003/2006) 60% (proyectado 2011)</p> <p>Comentario: La proporción de contribuyentes efectivos al número total de contribuyentes es del orden del 70 %, sin embargo la mora en la tributación es del orden del 40%</p>	<p>El GMLP tiene una liquidez con respecto a Ingresos Corrientes < 14% y un Índice de Endeudamiento adecuados.</p> <p>Comentario: Estos valores están dentro de los límites de endeudamiento acordados por el Gobierno Central en el acuerdo de Desempeño Financiero Institucional (CDFI) para el periodo 2006/2011 (Firmado el 18/10/06)</p>

9.3 FUENTES DE FINANCIAMIENTO DE INVERSIONES ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES DEL PLAN MAESTRO

El resumen de las inversiones del Plan Maestro de Drenaje Pluvial alcanza a un gran total de \$us. 67,283,602.-

Por razones de financiamiento, se propone un primer paquete de intervenciones estructurales en el corto plazo por un monto de \$us.20,918,892.- para su ejecución en un periodo de cuatro años según lo siguiente:

Tabla 9. 2 Ejecución Semestral de Intervenciones Estructurales Primer Paquete (propuesto a financiarse)

INTERVENCIONES ESTRUCTURALES	TOTAL	EJECUCION SEMESTRAL EN \$US (CORTO PLAZO)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Obras civiles	16.823.443	3.451.167	2.513.803	2.028.154	1.261.317	2.527.230	1.665.944	1.706.839	1.668.991
Bioingenieriles	1.778.023	84.090	0	492.114	251.153	222.845	363.911	363.911	0
Subtotal	18.601.466	3.535.257	2.513.803	2.520.268	1.512.470	2.750.075	2.029.855	2.070.749	1.668.991
Ejecución anual acumulativa	18.601.466	6.049.059		10.081.797		14.861.726		18.601.466	
Preinversión	1.294.345	245.994	174.918	175.368	105.242	191.358	141.243	144.089	116.133
Supervisión	930.073	176.763	125.690	126.013	75.623	137.504	101.493	103.537	83.450
Fiscalización	93.007	17.676	12.569	12.601	7.562	13.750	10.149	10.354	8.345
Subtotal	2.317.426	440.433	313.177	313.983	188.428	342.612	252.885	257.980	207.928
Ejecución anual acumulativa	2.317.426	753.610		1.256.020		1.851.518		2.317.426	
Total Proyecto		6.802.669		11.337.817		16.713.244		20.918.892	

Fuente: Consultor

Para efectos de cálculo de los indicadores y tomando en cuenta que se ha considerado la implementación del Plan por paquetes en el corto plazo, se tiene inicialmente un monto total de inversión para el primer paquete de \$us 22,600,000² de los cuales \$us. 20,000,000.- corresponden a la participación del financiamiento externo, y \$us. 2,600,000.- a la participación del GMLP del total de las inversiones estructurales y no estructurales. Esta distribución toma en cuenta que de las obras estructurales el financiamiento externo cubrirá el 93% y de las nop estructurales el 65 % sobre ítems particulares. El detalle se muestra a continuación.

² El monto estimado es de \$us 22,635,670.- que para propósitos del Informe y su financiamiento se lo presenta como \$us 22,600,000

Tabla 9.3 Fuente de Financiamiento de Inversiones Estructurales y No Estructurales a Corto Plazo (primer paquete)

FUENTE DE FINANCIAMIENTO DE INVERSIONES ESTRUCTURALES A CORTO PLAZO			
INTERVENCIÓNES	Total Inversión	FUENTE DE FINANCIAMIENTO	
		GMLPZ	BID
Obras civiles	16.823.443	1.406.019	15.417.423
Bioingenieriles	1.778.023	222.253	1.555.770
Preinversión	1.294.345	168.265	1.126.081
Supervisión	930.073	158.112	771.961
Fiscalización	93.007	74.406	18.601
Total corto plazo	20.918.892	2.029.055	18.889.836
Ejecución inversiones estructurales		20.918.892	
FUENTE DE FINANCIAMIENTO DE INVERSIONES NO ESTRUCTURALES A CORTO PLAZO			
INTERVENCIÓNES	Total Inversión	FUENTE DE FINANCIAMIENTO	
		GMLPZ	BID
B1 FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL	370.680	74.136	296.544
B2 REGLAMENTACION DEL USO Y OCUPACION DEL SUELO	25.265	5.053	20.212
B3 REGLAMENTACION DE PAVIMENTACION DE VIAS Y DE LAS ESTRUCTURAS DE MACRODRENAJE	16.843	3.369	13.474
B4 MANEJO DE ARIDOS	55.000	44.000	11.000
B5 IMPLANTACION DE RED DE ESTACIONES HIDROMETEOROLOGICAS	475.604	95.121	380.483
B7 EDUCACION Y CONCIERTIZACION SOCIAL	773.386	386.693	386.693
Total corto plazo	1.716.778	608.371	1.108.407
Ejecución inversiones no estructurales		1.716.778	
GRAN TOTAL POR FUENTE DE FINANCIAMIENTO			
INTERVENCIÓNES	Total Inversión	FUENTE DE FINANCIAMIENTO	
		GMLPZ	BID
Total corto plazo	22.635.670	2.637.427	19.998.243
Ejecución anual inversiones estructurales y no estructurales		22.635.670	
Total corto plazo (redondeado)		2.640.000	20.000.000
Total de ejecución de inversiones estructurales y no estructurales (redondeado)		22.640.000	

Fuente: Elaboración propia. Estudio del Plan Maestro del Transporte Pluvial de la Ciudad de La Paz

9.4 CONDICIONES DEL EMPRÉSTITO

Las condiciones estimadas del préstamo a obtenerse por concepto del Plan Maestro del Drenaje Pluvial de la ciudad de La Paz está estructurado de la siguiente forma:

Acreeedor	BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO
Contrato de Crédito o Préstamo	PROYECTO RED PLUVIAL DE LA CIUDAD DE LA PAZ
Monto Total Contratado	\$20,000,000.00
Moneda del Préstamo	DOLARES AMERICANOS
Tasa de Interés (Los primeros 10 años)	1,0 % ANUAL
Tasa de Interés (Los siguientes 30 años)	2,0 % ANUAL
Plazo de Deuda Pública Externa	LARGO PLAZO
Instrumento de Deuda	PRESTAMO BID RED PLUVIAL LPZ
Periodo de Gracia	10 AÑOS
Plazo de Vencimiento de Deuda	01/07/47
Servicio de la Deuda	SEMESTRAL
Destino del Financiamiento	REVITALIZACIÓN Y DESARROLLO URBANO DE LA PAZ (BO-XXXXX)

Fuente: Elaboración Consultor sobre la base de información del GMLP

La Tabla del Cronograma de Desembolsos y Servicios de la Deuda hasta el 2047 se presenta en el Informe Principal.

El detalle de los desembolsos para un periodo de 4 años es el siguiente:

Tabla 9. 4 Cronograma de Desembolsos (Dólares Americanos)

DESEMBOLSOS FONDOS FINANCIADOS			DESEMBOLSOS FONDOS GMLP	TOTAL
FECHA	IMPORTE	POR DESEMBOLSAR	IMPORTE	
		20.000.000		
01/01/2008	3.740.884	16.259.116	493.797	4.234.681
01/07/2008	2.712.226	13.546.889	358.014	3.070.240
01/01/2009	2.691.819	10.855.070	355.320	3.047.140
01/07/2009	1.670.359	9.184.711	220.487	1.890.847
01/01/2010	2.924.742	6.259.969	386.066	3.310.808
01/07/2010	2.194.759	4.065.210	289.708	2.484.467
01/01/2011	2.236.207	1.829.003	295.179	2.531.387
01/07/2011	1.829.003	0	241.428	2.070.431
	20.000.000		2.640.000	22.640.000

Fuente: Elaboración propia sobre la base de información del GMLP

10. EVALUACIÓN SOCIO ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL PLAN

Son 109 intervenciones en el Sistema de Drenaje que han sido evaluadas; 14 intervenciones han requerido la optimización del periodo de retorno para diferentes caudales, teniendo en cuenta que su dimensionamiento estaba condicionado al caudal requerido.

Para estas 14 intervenciones se ha calculado la relación Beneficio/Costo (B/C) teniendo en cuenta los daños evitados como beneficio que se tienen para el caudal correspondiente a cada periodo de retorno relacionado al costo respectivo de las obras.

La relación promedio, máxima y mínima de B/C para las 14 intervenciones es de 2.80, 33.21 y 0.14 respectivamente; con un monto de inversión y mantenimiento de U\$ 22,975,090.36.

Para las 95 intervenciones restantes no se ha requerido optimizar el periodo de retorno debido a que las secciones de las conducciones son las mínimas aceptadas por razones de mantenimiento o por continuidad con la sección existente pudiendo conducir caudales con periodo de retorno de 100 años o más.

Para estas 95 intervenciones, se ha calculado la relación Beneficio/Costo (B/C), considerándose los costos de cada intervención y los beneficios son los daños actuales evitados al considerarse un nuevo proyecto.

El análisis de la evaluación se resume en la siguiente Tabla:

Tabla 10. 1 Evaluación de las obras de Infraestructura Propuesta

(Sin optimización de periodo de retorno)					
Tipo de intervención	Número de obras	Monto Total de inversión y mantenimiento en \$us	Relación B/C		
			Máximo	Mínimo	Promedio
REHABILITACIÓN	22	16,824,352	2.63	0.42	0.95
MEJORAMIENTO	25	1,537,140	13.66	0.89	2.45
CONTROL DE INGRESOS	9	54,796	12.51	6.25	9.85
AMPLIACIÓN	39	18,862,810	5.83	0.24	1.28

La rentabilidad propia de cada inversión está condicionada al funcionamiento integral del sistema, lo cual asume contar con un mantenimiento integral, para lo cual se ha desarrollado el Plan de Mantenimiento Anual del Sistema de Drenaje.

Los proyectos GMLP-An no han sido sujetos a una evaluación porque son proyectos emergenciales que cuentan con estudios de diseño final y financiamiento por parte del GMLP.

11. EVALUACIÓN AMBIENTAL ESTRATEGICA

11.1 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTALES

Luego de realizada el diagnóstico de la situación actual y la determinación de las actividades que pueden producir impactos, ha empleado dos metodologías, una para la determinación de la importancia de cada impacto y otra para la determinación del impacto global del PMDLP.

Las consideraciones empleadas en la fase de *comparación de alternativas* se sustentan en un principio fundamental cual es: ***la problemática relacionada con el drenaje en la ciudad de La Paz, es fundamentalmente una problemática social.***

En un ámbito como el de la ciudad de La Paz, es necesario dar prioridad a los aspectos socioculturales, en función a la gran cantidad de población que habita en la ciudad.

En este sentido, se da una mayor importancia a este aspecto, dándole un peso de ponderación del 60%, mientras que los otros ambientes (físico abiótico y biótico) representan el restante 40%, distribuidos en 24% para el ambiente físico abiótico y 156% para el medio físico biótico, tomando en consideración que en el área urbana, donde se implementa el Plan el medio ha sido totalmente intervenido, siendo escasos los ambientes naturales (prácticamente inexistentes), por lo que las especies vegetales y de fauna, en su mayor parte, son introducidas, presentándose sólo especies comunes de las nativas, no existiendo la funcionalidad de interrelaciones que existen en ecosistemas naturales.

En base a estos parámetros, se han determinado ponderadores para cada recurso ambiental y posteriormente para cada impacto ambiental, los cuales aplicados a los valores de importancia previamente determinados, en base a las características de cada impacto, en cada alternativa ofrecen un valor de impacto global por alternativa por fase.

Luego de un análisis detallado de todos los aspectos que hacen a las tres alternativas planteadas, se puede indicar que la alternativa menos conveniente es la de no implementar obra alguna, es decir la de mantener la situación actual, la cual si bien no muestra impactos en la etapa de implementación, dado que esta no existe, en el tiempo de operación de las obras con sus características actuales, así como durante el futuro inducido, los impactos que presenta en comparación con las otras dos alternativas son mucho más importantes y de carácter negativo, por lo que la primera alternativa en desecharse es ésta; estos aspectos pueden ser claramente observados en la siguiente tabla.

Tabla 11. 1 Resumen de la Evaluación Global

	GLOBAL		IMPLEMENTACIÓN		OPERACIÓN		FUTURO INDUCIDO	
	ABS.	%	ABS.	%	ABS.	%	ABS.	%
Alternativa 1	500	100			-163.1	-33	-259.0	-52
Alternativa 2	500	100	-260.1	-52	+68.8	+14	-152.3	-30
Alternativa 3	500	100	-253.8	-51	+132.4	+26	-113.9	-23

Fuente: Elaboración propia
ABS. Valor absoluto

En la etapa de operación, los valores son similares para todas las alternativas, pero negativos en la alternativa 1 y positivo en las alternativas 2 y 3, es decir, a efectos de la evaluación significaría un valor doble en beneficio de las alternativa 3.

En la etapa de futuro inducido, todos los valores se presentan como negativos, sin embargo, es necesario observar que en el caso de aplicarse el Plan (en cualquier alternativa) el valor negativo que se tiene es mucho menor, razón por la que se observa también un beneficio en relación a la otra alternativa.

Para el análisis entre las dos alternativas restantes, que incorporan la decisión de realizar obras, aunque de características diferentes, se observa que durante la etapa de implementación en ambas alternativas los valores son similares, con una afectación relativa de -52% y -51% para las alternativas 2 y 3 respectivamente.

Durante la etapa de operación se muestran grandes diferencias, ya que en la alternativa 2 el impacto positivo que se produce es de 14%, mientras que para la alternativa 3 el impacto es más importante, alcanzando un valor porcentual de 26%, que representa casi el doble de beneficio que ofrece la anterior alternativa. Finalmente en la etapa de futuro inducido, el impacto que se genera en la alternativa 2 alcanza un valor porcentual de -30%, mientras que la alternativa 3 presenta un valor de impacto global relativo de -23%, claramente menor que el anterior.

En base a este análisis es posible indicar que entre las alternativas descritas en el presente documento, la alternativa más aconsejable es la alternativa 3, la cual incorpora como principal diferencia el control de erosión en las cuencas Achumani, Irpavi y Huayñajahuira.

11.2 PLAN DE ACCIÓN

El Plan de Acción de la Evaluación Ambiental Estratégica se constituye en una de las bases del Plan Maestro de Drenaje Pluvial de la ciudad de La Paz, que garantiza su sostenibilidad en términos socioambientales y comprende lo siguiente:

- Medidas de Control Forestal
- Servicios de Recolección de Basuras
- Programa de Educación Ambiental
- Programa de Rescate Arqueológico
- Lineamientos para la Evaluación de Impacto Ambiental de los Proyectos Estructurales

11.3 MEDIDAS DE CONTROL FORESTAL

11.3.1 Descripción del Problema

Las cuencas Irpavi, Achumani y Huayñajahuira, componentes de la macro cuenca del río La Paz, se caracterizan por estar sujetas a intensos procesos erosivos asociados con su topografía abrupta y vegetación escasa. Es por ello que se ha considerado prioritaria la intervención en los sectores más propensos a los procesos erosivos, siendo para ello fundamental, implementar medidas de control forestal, que específicamente permitirán la regulación, prevención y recuperación de los efectos de daños e inundaciones en estas cuencas.

11.3.2 Principales Actividades

En el contexto indicado, se plantean acciones aplicables al área de aporte de sedimentos de las cuencas mencionadas, enfatizando las acciones en los sectores anexos a los colectores principales y procurando que sean complementarias a las obras de canalización existentes u otras medidas de ingeniería contempladas en el Estudio. Las actividades propuestas están orientadas a la protección de los suelos y control de la erosión en márgenes, cauces, torrenteras y taludes.

Esta actividad se encuentra detallada en las medidas Bioingenieriles – Medidas Estructurales.

11.4 SERVICIOS DE RECOLECCIÓN DE BASURAS

11.4.1 Descripción del Problema

Una de las causas de la contaminación de los ríos de la ciudad de La Paz, es la producida por la importante cantidad de residuos sólidos generado por industrias,

comercios y vivienda, que son vertidos inadecuadamente y que van a parar a los cauces de los ríos, ocasionando la obstrucción del sistema de drenaje pluvial y las inundaciones consiguientes en las calles.

La prestación del servicio de aseo urbano en la ciudad de La Paz se realiza por medio de operadores privados. Actualmente la empresa SABEMPE opera los servicios de barrido y limpieza de vías, recolección y transporte, y disposición final en el Relleno Sanitario de Alpacoma, con apoyo de equipo pesado y liviano. Otras nueve microempresas operan el servicio de laderas de La Paz, con el servicio de limpieza de vías, recolección manual y mecanizada.

Los estudios oficiales establecen que la ciudad de La Paz genera un total de 480 toneladas métricas de basura por día, de estos se disponen en el relleno sanitario 400 toneladas, 50 toneladas son recicladas, 30 toneladas al día se arrojan en ríos, quebradas o son quemadas.

Como consecuencia de lo anterior, en el área urbana se ha identificado la existencia de microbasurales temporales en puntos conflictivos, donde si bien las empresas de aseo realizan permanentemente la recolección de residuos, el vertido también es constante. La pequeña y mediana industria tales como talleres, carpinterías, curtiembres etc., muchas veces depositan sus residuos en ríos y taludes alejados. Otros vertimientos de residuos sólidos inconvenientes en las quebradas y cursos de agua son los de escombros provenientes de construcciones civiles y movimientos de tierra, y la de diversos tipos de chatarra.

11.4.2 Principales actividades

Es necesario identificar las falencias del actual servicio de aseo urbano y mejorar esta gestión, especialmente a través de la información al ciudadano en los horarios de recojo, la puntualidad en esta tarea, la disposición de contenedores en áreas específicas y el mantenimiento de los contenedores existentes.

Es importante que se inicie una campaña sostenida para educar y crear conciencia en la población, sobre la importancia de manejar adecuadamente los residuos sólidos que genera. Se ha complementado lo siguiente: "...focalizando principalmente la no disposición de estos residuos en el sistema de drenaje"

Deben imponerse sanciones reales a las personas que pese a la campaña de educación y concientización, continúen depositando residuos sólidos en sitios no autorizados.

Es necesario que se controle el manejo y disposición de los escombros y chatarra que se generan en la ciudad de La Paz, a fin de que esos materiales no acaben en los cursos de agua.

Estas actividades vienen dadas en el marco del Programa Municipal de Gestión de Residuos Sólidos, los cuales cuentan con un presupuesto que permite la realización de todas las actividades descritas.

11.5 PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL

11.5.1 Descripción del Problema

Uno de los problemas asociados al mal funcionamiento del sistema de drenaje pluvial es el referido a la disposición de residuos sólidos tanto en ríos y quebradas, como el taponamiento de sumideros por los residuos sólidos que se abandonan en las vías públicas de la ciudad, los que finalmente son arrastrados hacia el microdrenaje.

El objetivo general de este programa es el de generar una mayor sensibilización de la población local acerca de los peligros sanitarios y de seguridad que se derivan de la inadecuada e insalubre disposición de residuos sólidos, no sólo en los cauces de los ríos, sino en las calles y avenidas de la ciudad.

Entre los objetivos específicos se pueden mencionar los siguientes:

- Desarrollar e implementar programas de la temática ambiental en la educación formal.
- Desarrollar e implementar programas de educación ambiental en el ámbito no formal, a través de jingles radiales y campañas televisivas, así como la instalación de afiches informativos en sectores clave.
- Desarrollar e implementar los lineamientos de un proceso de organización y fortalecimiento de las capacidades gubernamentales (GMLP) respecto a la adecuada disposición de los residuos sólidos.

11.5.2 Principales Actividades

Los grupos meta identificados son los siguientes:

- Sector Estatal (funcionarios del GMLP)
- Sector escolar
- Sector universitario
- Sector doméstico
- Sector comercial
- Sector industrial
- Sector del transporte urbano
- Sector de la construcción

Estando previstas las siguientes actividades, las cuales deberán ser individualizadas para cada grupo meta

- Diagnóstico sociocultural
- Diseño de la estrategia general y particular por sector
- Diseño y elaboración de material educativo
- Implementación
- Monitoreo y Evaluación

Con la aplicación del Programa de Educación Ambiental se esperan los siguientes resultados:

- La población urbana ha sido informada y se encuentra concientizada de los daños y perjuicios que ocasiona la basura en el entorno, de usar el sistema regular de recojo de basuras y de cumplir con los horarios en los lugares de recolección.
- La población escolar ha tomado conciencia de los peligros y problemas por disponer basuras en calles y avenidas.
- Los pequeños industriales y comerciantes en ferias y mercados, han adquirido nuevos hábitos de disposición de residuos sólidos.

11.5.3 Período de Ejecución y Presupuesto

Este programa deberá realizarse en tres años, con la participación de empresas privadas especializadas en educación ambiental.

El monto total del presupuesto es del orden de 517,486 \$US.

11.6 PROGRAMA DE RESCATE ARQUEOLÓGICO

11.6.1 Descripción del Problema

Muchas de las actividades propuestas en el Plan Maestro de Drenaje de la ciudad de La Paz implica excavación y en consecuencia, podría surgir la posibilidad de un contacto fortuito con un sitio arqueológico.

El objetivo general de este programa radica en la necesidad de generar un mecanismo cognitivo que se active en situaciones imprevistas, cuando se entra en contacto con un sitio arqueológico.

11.6.2 Principales Actividades

En función al problema identificado y los objetivos propuestos, se establece que será necesario realizar el presente programa mediante un proceso de instrucción teórica conceptual y salvataje arqueológico, el cual será realizado a través de talleres de capacitación, de los que a su vez provendrá una serie de documentación publicable.

La estrategia general deberá contemplar las siguientes actividades:

- Realizar un diagnóstico sociocultural relacionado con la arqueología en la ciudad de La Paz.
- Realizar un plan de acción específico.
- Definir personal necesario, plan de contratación, perfiles.
- Presupuesto
- Financiación
- Evaluación y monitoreo

La principal población meta es el personal del GMLP involucrado con la construcción de las obras, su seguimiento y supervisión, previstas en el PMDLP, que involucren algún tipo de excavaciones.

11.6.3 Período de Ejecución y Presupuesto

Se ha establecido la necesidad de realizar la capacitación de 50 personeros del GMLP, en grupos de 10 personas, para lo cual se requiere la realización de un taller de una semana por cada grupo, haciendo un total de 5 semanas, las cuales pueden ser discontinuas.

El costo de los cinco talleres de salvataje arqueológico, para cinco grupos compuestos por 10 personas cada uno y realizados entre Tiwanaku y la ciudad de La Paz, por el lapso de una semana continua, significa la erogación de un total de 17,750.00 \$us.

11.7 LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE LOS PROYECTOS ESTRUCTURALES

11.7.1 Descripción del problema

Tal como lo establece la legislación ambiental vigente, toda obra, actividad o proyecto, con carácter previo a su implementación deberá contar con la correspondiente Licencia Ambiental, la cual se obtiene luego de realizar el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental, el cual se inicia con la presentación de la ficha ambiental correspondiente y concluye con la obtención de la Licencia Ambiental propiamente dicha.

Los objetivos generales del procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) son:

- Describir y analizar el proyecto,
- Definir y valorar el medio sobre el que va a tener efectos el proyecto,
- Prever los efectos ambientales generados y evaluarlos
- Determinar medidas de mitigación

11.7.2 Actividades propuestas

Como parte del Plan de acción se ha propuesto un alcance para los estudios ambientales, basado en el contenido mínimo de un EEIA, establecido en la legislación vigente (Art. 23 a 35 del RPCA), el cual consta de las siguientes partes:

- Descripción del proyecto
- Diagnóstico de la Situación (actual) sin Proyecto - estado cero : Caracterización del Medio Ambiente
- Identificación de impactos
- Predicción de impactos
- Evaluación de impactos

- Programa de Prevención y Mitigación
- Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental
- Estimación Costos de las Medidas de Mitigación
- Identificación de la legislación aplicable;
- Indicación de los vacíos de información;
- Bibliografía, referencias científicas, técnicas, y de los métodos utilizados y fuentes de información
- Resumen ejecutivo

Adicionalmente, se ha realizado la recomendación de medidas de mitigación adecuadas para todas las obras previstas, así como algunas específicas para obras especiales, que por sus características requieren de actividades especiales para mitigar los impactos previstos.

11.8 PROGRAMA DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA

11.8.1 Descripción del problema

Es importante contar con un Programa de Participación ciudadana que permita una adecuada comunicación y atención al ciudadano informándole acerca de las intervenciones, orientándolos acerca de los impactos y en su caso promoviendo su participación en los procesos de decisión.

11.8.2 Actividades Previstas

Para una efectiva participación ciudadana en los procesos de decisión se propone la realización de un proceso anual de coordinación para la priorización de las obras, en el marco de lo realizado en el Plan Maestro de Drenaje y su articulación en el PDM del GMLP.

Finalmente, se establece que es necesario coordinar con la Dirección de Educación Ciudadana del GMLP – OMC.

11.9 CONSULTA PÚBLICA

El propósito fundamental fue el de poder consolidar una relación altamente cualitativa y significativa entre las autoridades municipales, los encargados de la elaboración y puesta en marcha del Plan Maestro y los ciudadanos de la urbe paceña.

Las propiedades cualitativas y significativas aludidas, hacen referencia al establecimiento de un ámbito de concordia y transmisión de conocimientos, experiencias, aclaración de hechos concretos e integración de propuestas que fortalezcan el desarrollo del Plan.

Esta situación ha permitido estructurar un campo de conocimientos, situaciones y objetivos de carácter local que tendrán que incidir en la consolidación técnica del Plan

y su componente medio ambiental enfocado, particularmente, en la identificación, predicción y evaluación de impactos y muy especialmente en la formulación de medidas de mitigación.

De acuerdo con el sentido señalado, la modalidad de trabajo del Taller de Consulta Pública se concentrará en la realización del sistema de “Talleres de Trabajo”, en los que lo substancial está relacionado con la obtención de resultados mediante la interacción entre todos los participantes.

Tomando en cuenta las características sociales del sistema de “Talleres de Trabajo”, se ha propuesto la ejecución de un evento por Macro Distrito; evento compuesto por los siguientes actores:

1. Autoridad municipal de la ciudad de La Paz y Macro Distrito
2. Representantes del Consejo Municipal del Macro Distrito
3. OTBs (juntas de vecinos) de las áreas directamente atendidas en el Plan
4. Comités de Vigilancia
5. Otros actores beneficiados con el Plan
6. Autoridad de la institución cooperante
7. Encargados de la elaboración del Plan (Consortio)
8. Personal de apoyo

Organización

La organización se desarrolló de acuerdo a la Tabla 11.2, en la cual se muestra el flujo de actividades desarrolladas.

Tabla 11. 2 Organización de la Consulta Pública

ACTIVIDADES	ASPECTOS OPERATIVOS
1. Definición de Objetivos	Elaboración de objetivos
2. Definición de programa propuesto	2.1 Elaboración de programa general
3. Identificación de actores	3.1 Presentación de los diversos actores identificados. 3.2 Identificación de otros posibles actores
4. Reunión de coordinación con autoridades municipales	4.1 Presentación de la propuesta en general 4.2 Presentación de objetivos y programa general 4.3 Consolidación de objetivos y programas definitivos 4.4 Verificar y especificar la identificación de actores 4.5 Definición del sistema de convocatoria 4.6 Definición de sitios, fechas y horas para la realización Del evento
5 Convocatoria de actores	5.1 Realización del sistema de convocatoria
6. Realización del evento	El programa se elaborará bajo la siguiente estructura operativa: 6.1 Inscripción 6.2 Inauguración 6.3 Presentaciones 6.4 Explicaciones 6.5 Talleres de Trabajo (bajo criterio de Plenaria) 6.6 Conclusiones 6.7 Elaboración y firma del Acta
7.- Sistematización de resultados	Acopio y análisis de datos, elaboración y presentación de informe.

En función a lo indicado, todos los Talleres de Consulta Pública fueron realizados durante los meses de noviembre y diciembre del 2006, de acuerdo al cronograma mostrado en la Tabla 11.3.

Tabla 11. 3 Cronograma de Realización de reuniones de Consulta Pública

Nº	MACRO DISTRITO	FECHA DE REALIZACIÓN	LOCAL
1	Sur	15 de Noviembre	Salón de reuniones del Macro distrito
2	Centro	16 de Noviembre	Salón de la Oficialía Mayor Técnica del GMLP
3	San Antonio	17 de Noviembre	Casa de Cultura Jaime Sáenz
4	Mallasa	20 de Noviembre	Casa Comunal del Macro distrito
5	Cotahuma	21 de Noviembre	Teatrín del Macro distrito
6	Periférica (Distrito 11)	22 de Noviembre	Salón de reuniones del Macro distrito
7	Periférica (Distritos 12 y 13)	23 de Noviembre	Salón de reuniones del Macro distrito
8	Máx. Paredes	7 de Diciembre	Salón de reuniones del Macro distrito

- El hecho de que no exista ni una sola observación a lo realizado y propuesto en calidad de *resultados preliminares*, expresa la calidad y el compromiso del Consorcio para con los actores sociales locales, con quienes se estuvo en un proceso continuo de Consulta Pública.
- Se entiende que todos los resultados preliminares expuestos en cada uno de los Talleres de Consulta Pública, son medios que posibilitarán la satisfacción de sentidas necesidades locales.

12. BASE DE DATOS ESPACIAL DEL PROYECTO DE REVISION Y MODERNIZACION DEL PLAN MAESTRO DE DRENAJE PLUVIAL

12.1 OBJETIVOS DE LA ACTIVIDAD

El objetivo general es el de documentar la información generada en la elaboración del Plan Maestro de Drenaje Pluvial, con los siguientes objetivos específicos:

- Crear una base de datos utilizando procedimientos de compilación y / o generación de información estratégica a nivel del Municipio de La Paz.
- Propiciar el uso de los mapas temáticos e información digital relacionada a ellos, para ser utilizada como apoyo a la toma de decisiones con énfasis en la prevención, mitigación y corrección de daños.

12.2 BASE DE DATOS

La base de datos digital se conforma de las siguientes capas, divididas por áreas temáticas ordenadas bajo la carpeta PDLP (Plan Drenaje – La Paz) y en las siguientes subcarpetas bajo ésta por nombre de la temática: Límites, Topografía Básica, Geológicos-Geotécnicos, Inundaciones, Sifonamientos, Educación, Pobreza, servicios, Capacidad Instalada: Edificaciones, Redes de Alta Tensión, Climatología y Mapas Generados.

12.3 PRODUCTOS DEL PLAN MAESTRO DE DRENAJE

Tener las coberturas relacionadas al modelamiento hidrológico – hidráulico de la red de drenaje de la ciudad de La Paz en forma tal que pueda ser utilizada en el SIG, en este caso en ArcGIS. Además, crear la cobertura que muestra las intervenciones para el mejoramiento del Sistema de Drenaje, y una actualización de eventos de atención de emergencias.

12.4 CONCLUSIONES

Las conclusiones se presentan con respecto a lo investigado acerca de las bases de datos actuales, con respecto a los mapas implementados y con respecto a los usos futuros de la información digital.

a) Bases de datos actuales

La revisión de la información digital suministrada reveló problemas típicos de las bases de datos digitales desarrolladas por diferentes instituciones o proyectos. Para el efecto se considera que la información de la Dirección de Ordenamiento Territorial es la correcta.

b) Bases de datos implementadas

La base de datos espaciales implementadas: drenaje urbano, intervenciones y de sifonamientos (2202-2006), se realizaron sobre la base Cartográfica de la Dirección de Ordenamiento Territorial, la que se considera como la capa base oficial.

c) Usos futuros

Aunque se pueden realizar análisis básicos en SIG, se requiere que la información sea mejorada, en cuanto a su ubicación y bases de datos relacionadas, para que realmente sirva los propósitos perseguidos para la Planificación-Ordenamiento Urbano y la Gestión del Riesgo, con lo que se lograría aprovechar el potencial que la tecnología SIG actual ofrece.

12.5 RECOMENDACIONES

a) Mejoramiento de la información existente

Se requiere que una institución se haga cargo de la revisión de la información digital y avale la información, en cuanto a su espacialidad y en cuanto a la información relacionada.

b) Seguimiento de las capas generadas

Las capas de drenaje generadas requerirán de una constante modificación sobre todo para cuando se implementen las medidas propuestas.

Los conceptos de segmentación dinámica y de redes son relativamente nuevos en la ambiente SIG, y se requiere de un manejo y destreza especial para realizar los cambios y modificaciones a la red de drenaje.

c) Capacitación

Dado que la tecnología SIG evoluciona rápidamente, se requiere una capacitación constante, unida a la retención del personal capacitado por parte de la Institución que desarrolla dicha capacitación.

Considerando que la plataforma utilizada fue ARCGIS, habrá que enfocar la capacitación en esta plataforma con cursos básicos y avanzados dando énfasis en

la edición de los datos digitales espaciales, así como específicos, tal el caso del Análisis Espacial y la Geoestadística.

13. MEMORIA DE TALLERES Y CAPACITACIÓN

13.1 ANTECEDENTES

Durante la realización de los estudios se han efectuado cuatro talleres convocados por el Consorcio y que han contado con la participación de los representantes técnicos de las entidades municipales y otras afines con la problemática del drenaje pluvial. El propósito fundamental de estos talleres ha sido transmitir las metodologías y recursos tecnológicos desarrollados durante el estudio y comprometer a los representantes de las entidades locales en la discusión y toma de las decisiones principales que constan en el Plan Maestro.

Dos talleres han sido de análisis y discusión: Presentación del Diagnóstico y Formulación del Plan Maestro.

Dos talleres han sido de transferencia de tecnología: Modelación Hidrológica e Hidráulica y Análisis Espacial-Transferencia del Sistema de Información Geográfica (SIG)

13.2 RESUMEN DE TALLERES

13.2.1 Primer Taller de Transferencia de Tecnología: Modelación Hidrológica e Hidráulica

La actividad fue realizada en fecha 11/09/06.

Objetivo del Taller

La difusión al personal técnico del GMLP de la metodología y modelos adoptados en la simulación de las respuestas hidrológica e hidráulica aplicadas al sistema de drenaje pluvial de la ciudad de La Paz.

Participantes

Asistieron a este primer Taller Técnico un total de 12 personas, todas ellas personal perteneciente a la Dirección de Gestión Integral del Riesgo-GMLP.

13.2.2 Taller Nº 01: Presentación del Diagnóstico del Sistema Actual de Drenaje Seleccionado de la ciudad de La Paz.

El Taller se llevó a cabo el 03/10/06.

Objetivo del Taller

Que los participantes a través de su experiencia y conocimiento aporten en la complementación y enriquecimiento del documento de Diagnóstico del Sistema de Drenaje Pluvial Seleccionado e identificar los aportes institucionales para el proceso de formulación del Plan Maestro de Drenaje para la ciudad de La Paz.

Participantes

Se contó con la asistencia de 62 participantes al Taller N° 01. Asistieron al evento, representantes del Gobierno Municipal de La Paz a través de la Secretaría Ejecutiva (1), Oficialía Mayor Técnica (5), Dirección de Cuencas y Manejo de Riesgos (14), Dirección de Mantenimiento (3), Dirección de Sistemas Viales (2), Dirección de Calidad Ambiental (1), Oficialía Mayor de Gestión Territorial (4), Dirección de Planificación y Control (2), Sub Alcaldías (3), Comité de Vigilancia (4), Banco Interamericano de Desarrollo (2), AISA (2), SAMAPA (2), Universidad Mayor de San Andrés (2), SENAMHI (2), PCA Ingenieros Consultores (2), Consorcio NIPPON KOEI – PCA Ingenieros Consultores (12)

Conclusiones

Durante este taller se formularon una serie de comentarios a las diversas temáticas consideradas como parte del diagnóstico, habiéndose logrado el objetivo planteado que fue la complementación del diagnóstico en sus diversos temas, tomando para ello en consideración las sugerencias planteadas por los asistentes, las cuales en principio fueron objeto de discusión, tanto durante el taller como en reuniones de trabajo posteriores.

13.2.3 Segundo Taller de Transferencia de Tecnología: Curso de Análisis Espacial y Transferencia del SIG Aplicado al Sistema de Drenaje Pluvial

“Curso de Análisis Espacial”

La actividad fue realizada en fechas del 16 al 18 /01/07 y se explicaron los siguientes contenidos:

1. Introducción a Spatial Analyst
2. Ventajas del Grid
3. Origen de los Temas Grid
4. Elementos de Base de Datos
5. Superficies
6. Álgebra de Mapas
7. Métodos de Álgebra de Mapas
8. Proximidad
9. Introducción a procedimientos de Hidrología superficial

En la actividad se tuvo la participación de 6 asistentes.

“Transferencia de SIG Aplicado al Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de La Paz”

La actividad fue realizada en fechas del 19 al 20 /01/07, con el objetivo de capacitar a los asistentes en la aplicación del SIG elaborado como parte del PMDLP para los problemas específicos del sistema de drenaje urbano de la ciudad de La Paz.

En la actividad participaron 14 personas, quienes fueron capacitadas en el uso y aplicación de la capa drenaje urbano y su interacción con las bases de datos existentes para el Municipio de La Paz.

Asimismo a través de esta actividad se logró la complementación y enriquecimiento de las bases de datos con la intervención de los participantes del evento.

13.2.4 “Taller N° 02: Presentación Formulación del Plan Maestro de Drenaje Pluvial de la Ciudad de La Paz”

La actividad fue realizada el día martes 05/06/07.

13.2.5 Objetivo del Taller

Socializar y enriquecer la Formulación del Plan Maestro con la intervención de los participantes.

Participantes

El Taller contó con la participación de 49 personas, de las cuales 28 representan al Gobierno Municipal de La Paz (25 personas de la Dirección de Cuencas y Manejo de Riegos, un representante de la Oficialía Mayor de Gestión Territorial y dos personas del Programa de Revitalización Urbana PRU), un representante del BID, dos personas de EPSAS, dos participantes del SENAMHI, un participante de la UMSA, dos participantes de ABIS La Paz y 13 especialistas por parte del Consorcio Nippon Koei – PCA.

El Informe de Presentación del Plan Maestro será expuesto a los representantes de las entidades locales relacionadas con los servicios de agua y alcantarillado, drenaje, salud pública, desarrollo urbano, medio ambiente y otros, en el Taller N° 03.

Conclusiones

Como resultado de los trabajos de grupo llevados a cabo en este Taller se ha recabado la inquietud de los participantes para el ajuste de distintos aspectos del Plan Maestro, luego de la evaluación de las mencionadas sugerencias, se ha procedido al ajuste de los aspectos correspondientes.

13.2.6 “Taller N° 03: Presentación del Plan Maestro de Drenaje Pluvial de la Ciudad de La Paz-Informe Final”

La actividad fue realizada el día jueves 30 de agosto de 2007.

13.3 OBJETIVO DEL TALLER

Presentar el Informe Final del Plan Maestro y enriquecer sus resultados con la intervención de los participantes.

13.3.1 Participantes

En la organización se consideró la participación de:

- Representantes del GMLP: H. Concejo Municipal, Despacho del Sr. Alcalde, Secretaria Ejecutiva, Oficialía Mayor Técnica, Dirección de Gestión Integral del Riesgo, Dirección de Fiscalización de Obras, Dirección de Calidad Ambiental, Dirección de Mantenimiento, Oficialía Mayor de Gestión Territorial, Dirección de Administración Territorial, Dirección de Información Territorial, Dirección de Ordenamiento Territorial, Programa de Revitalización Urbana, Dirección de Finanzas, Dirección de Promoción Económica y Subalcaldías.
- Representante del BID.
- Representantes de instituciones estatales y descentralizadas involucradas con actividades de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial, drenaje, salud pública, y medio ambiente.
- Representantes del Comité de Vigilancia.
- Representantes de la Universidad Mayor de San Andrés.
- Representante de la Consultora AI Engeeniering.
- Representantes del Comité de Vigilancia.
- Especialistas del Consorcio.

El Taller contó con la participación de 62 personas, de las cuales 36 representan al Gobierno Municipal de La Paz (Dos representantes del H. Concejo Municipal, un representante de Secretaria Ejecutiva, 4 personas de Oficialía Mayor Técnica, 17 personas de la Dirección de Gestión Integral del Riesgo, un representante de la Unidad de Fiscalización, tres personas de la Dirección de Calidad Ambiental, dos personas en representación de la Oficialía Mayor de Gestión Territorial, un representante de la Oficialía Mayor de Promoción Económica, un representante de la Dirección de Coordinación Distrital, un representante de la Dirección de Finanzas y cuatro personas de las Subalcaldías), un representante del BID, cuatro miembros del

Comité de Vigilancia, dos personas de SISAB, un participante del Viceministerio de Cuencas y Recurso Hídricos, un participante de la UMSA, dos participantes de AI Engineering, un representante de la Prefectura del Departamento y 14 especialistas por parte del Consorcio Nippon Koei – PCA.

13.3.2 Conclusiones

Para la finalización del evento se realizó una exposición de las conclusiones a las cuales se arribaron, mencionando fundamentalmente los temas en los que se han realizado ajustes en el documento final.