

ボリビア共和国
ポトシ市サンファン浄水場建設計画
予備調査報告書

平成19年12月
(2007年)

独立行政法人 国際協力機構

序文

日本国政府は、ボリビア共和国政府の要請に基づき、同国のポトシ市サンファン浄水場建設計画にかかる予備調査を行うことを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施しました。

当機構は、平成 19 年 10 月 11 日から平成 19 年 11 月 6 日まで予備調査団を現地に派遣しました。

この報告書が、今後予定される基本設計調査の実施、その他関係者の参考として活用されれば幸いです。

最後に、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 19 年 12 月

独立行政法人国際協力機構
無償資金協力部
部長 中川和夫



位置図

現地写真（1）



既存サンファン配水池（浄水場予定地）から見たポトシ市の市街地



既存サンファン配水池全景



既存サンファン配水池内の塩素注入装置



既存サンファン配水池背面の崖
（高低差約10m）



崖上の浄水場予定地
（既存幅約18m：幅が不足している）

現地写真（2）



建設中のカリカリ浄水場全景



カリカリ配水系統のプランクトン藻類が大量発生している水源のラグーン



既存ミルネル浄水場緩速ろ過（砂ろ過）池の上部砂鋤取り作業風景



既存ミルネル浄水場に流入したプランクトン藻類



既存ミルネル浄水場のラボにある水質試験用機器（吸光光度計/電気伝導度 TDS 計/色度計）



既存ミルネル浄水場のラボにある水質試験用機器（電子天秤/顕微鏡/蒸発釜）

現地写真（3）



サンファン取水施設より約 4km 下流のサンファン川流域の状況



サンファン取水施設上流の現況（1）



サンファン取水施設上流の現況（2）



堰（H1.5m, W6m）の上流河床部には土砂が堆積しており、取水口（左下）が十分機能していない状況である。



取水ゲートの台座、護岸工、鋼製ゲートの改修等が必要である。



流量観測用として設置された三角堰の基礎工部分。機能していないためサンファン川の流量観測データは存在しない。

現地写真（４）



導水管が山腹に沿って敷設されている力所では落石による支柱の損壊被害が絶えない。



導水管が山腹に敷設されている力所の山側に保護工、土壌保全工などを設置して管路を保護する必要がある。



河川横断部で管路上流側に土砂が溜まり、管路が堰のようになっている力所がある。管路破損の危険性がある。



溜れ沢横断部の状況



管路が地滑り被害に遭っている力所
(Aguas Castillo 町の東部地区)

略 語 一 覧

AAPOS	Administracion Autonoma para Obras Sanitarias POTISI	ポトシ市上下水道公社
A	Acero	鋼（管）
BID	Banco Interamericano Desarrollo	米州開発銀行
Bs	Boliviano(s)	ボリビアの通貨単位
CD III	Certificado de Dispensacion Categoria 3	カテゴリー 3 に対する遂行証書（免除証書又は環境ライセンス）
CD IV	Certificado de Dispensacion Categoria 4	カテゴリー 4 に対する遂行証書（免除証書又は環境ライセンス）
DESCOM	Desarrollo Comunitario	村落開発活動
DIA	Declaration de Impacto Ambiental	環境評価の公表（環境ライセンス）
EC	Electric Conductivity	電気伝導度
EEIA	Estudio de Evaluacion de Impacto Ambiental	環境影響評価
EIA	Evaluacion de Impacto Ambiental	環境影響評価
EU	European Union	欧州連合
FA	Ficha Ambiental	環境レポート
FFD	Fierro Fundido Ductil	ダクタイル鋳鉄管
FPS	Fundo Nacional de Invercion Productiva y Social	生産・社会投資国家基金
GNI	Gross National Income	国民総所得
HIPC	Heavily Indebted Poor Countries	重債務貧困国
L/s	Liters per second	リットル/秒
PASA	Plam de Aplicacion y Seguimiento Ambiental	環境モニタリング及び適用計画
PFS	Politica Financiera del Sector	セクター予算政策
PMM	Program de Medidas de Mitigacion	ミテイゲーション対策プログラム
PROAPAC	Program de Agua Potable y Alcantalillado Sanitario en Pequeñas y Ciudad	(GTZ の) 中小都市における上下水道プログラム
PROAGUAS	Progarm de Aguas	(IDB の包括的な) 水供給プログラム
PROSABAR	Program de Saneamiento Basico Rural	世銀の農村基礎衛生プログラム
SAS	Servicio de Apoyo a la Sostenibilidad	持続性確保支援サービス
SISAB	Superintendencia de Saneamiento Basico	基礎衛生管理局(国)
SIRESE	System de Regulacion Sectorial	セクター調整システム
UNASBVI	Unidad de Saneamiento Basico y Vivienda de las Prefectures	県基礎衛生及び住宅部
UNICEF	United Naitons Children's Fund	国際連合児童基金
VIPFE	Viceministro de Inverción Pública y Financiamiento Externo	開発企画省公共投資対外財務次官室
VSB	Viceministerio de Servicios Basicos	基礎サービス次官室

図 表 一 覧

図 2.2.1	AAPOS の組織運営図	2-8
図 2.3.1	ボリビア国の行政区分図	2-12
図 2.3.2	ボリビア国貧困マップ	2-13
図 2.3.3	ポトシ市の水道施設配置・配水系統図	2-14
図 2.3.4	カリカリ配水系統の貯水ダム湖	2-19
図 2.3.5	サンファン浄水場予定地の地形図	2-28
図 2.3.6	環境ライセンス取得手順	2-41
図 2.4.1	凝集沈殿方式の場合のレイアウト案	2-45
表 2.2.1	基礎衛生国家計画における今後 10 年間の戦略	2-3
表 2.2.2	基礎衛生国家計画の目標とコンポーネント	2-4
表 2.2.3	プラン・ボリビア 水と衛生分野の概要	2-4
表 2.2.4	国家開発計画の目標	2-6
表 2.2.5	AAPOS 各部署の機能・役割	2-9
表 2.3.1	県別指標	2-13
表 2.3.2	水道水源の現状と将来計画	2-15
表 2.3.3	サンファン配水系統の将来人口予測	2-16
表 2.3.4	ボリビア国の地域別・人口別給水原単位の基準値	2-17
表 2.3.5	貯水ダム湖の利用可能貯水量と現貯水量	2-20
表 2.3.6	ポトシ市内の配水タンク現況	2-21
表 2.3.7	上水道事業の主要指標の推移 (2004~2006 年)	2-22
表 2.3.8	KfW プロジェクトの予算内訳	2-24
表 2.3.9	KfW プロジェクトの内容	2-24
表 2.3.10	水道水源の簡易水質検査結果	2-25
表 2.3.11	AAPOS の水質検査結果	2-25
表 2.3.12	水質悪化による最近 1 年間の給水停止の状況	2-26
表 2.3.13	取水施設と導水管路の現地調査結果 (1)~(7)	2-31~37
表 2.3.14	AAPOS の損益計算書及び資金調達・債務返済表 (2003~2012 年)	2-39
表 2.3.15	環境影響評価の分類	2-40
表 2.4.1	要請書及び本予備調査で確認されたプロジェクト内容	2-42
表 2.4.2	浄水場処理方式の比較検討	2-43
表 2.4.3	導水管路基礎部分の改修工事内容ならびに必要な関連工事の内容	2-47
表 2.4.4	本プロジェクトで対象とする導水管路基礎部分の改修・建設工事箇所数	2-47
表 2.4.5	AAPOS の保有する水質検査機器リスト	2-48
表 2.4.6	KfW に申請中の水質検査機器のリスト	2-49
表 2.4.7	水質検査機器調達リスト (無償資金協力)	2-49
表 3.2.1	現地調査日程	3-5

目 次

位置図
現地写真
略語一覧
図表一覧

	ページ
第1章 調査概要	1-1
1-1 要請の背景	1-1
1-2 調査目的	1-1
1-3 調査団の構成	1-2
1-4 調査日程	1-3
1-5 主要面談者	1-4
1-6 調査結果概要	1-5
1-6-1 先方との協議結果	1-5
1-6-2 現地調査（踏査）結果	1-8
1-6-3 結論要約	1-10
第2章 要請の確認	
2-1 要請の内容	2-1
2-2 要請の背景	2-1
2-2-1 水道セクターの上位計画	2-1
2-2-2 先方実施体制	2-6
2-2-3 他ドナーの援助動向	2-10
2-3 サイトの状況と問題点	2-12
2-3-1 ポトシの社会経済状況	2-12
2-3-2 ポトシ市の給水状況	2-14
2-3-3 ポトシ市の水道施設の現状	2-17
2-3-4 AAPOS の水道事業の現状と課題	2-22
2-3-5 AAPOS の上水道整備計画の現状と課題	2-23
2-3-6 サンファン浄水場の水源水質の現状	2-25
2-3-7 サンファン浄水場建設予定地の現状と課題	2-27
2-3-8 サンファン川取水・導水施設の現状と課題	2-29
2-3-9 AAPOS の財務状況	2-38
2-3-10 現地の施工・調達事情	2-38
2-3-11 環境影響評価	2-40
2-4 要請内容の妥当性の検討	2-42

2-4-1	要請内容の確認	2-42
2-4-2	要請内容の現状と問題点	2-42
(1)	サンファン浄水場の建設	2-42
(2)	取水・導水施設の改修	2-45
(3)	水質検査用機器の調達	2-48
2-4-3	要請内容の妥当性の検討	2-49

第3章 結果・提言

3-1	協力内容の検討	3-1
3-1-1	プロジェクトの目的	3-1
3-1-2	プロジェクトの必要性、妥当性及び緊急性	3-1
3-1-3	プロジェクトの実施体制	3-2
3-1-4	適当な協力内容、規模及び範囲の検討	3-2
3-1-5	プロジェクトに期待される効果	3-3
3-2	基本設計調査に際し留意すべき事項等	3-3
3-2-1	基本設計調査の進め方	3-3
3-2-2	工程・要員構成	3-5
3-2-3	基本設計調査に際し留意すべき事項等	3-6

添付資料

1. 協議議事録 (Minutes of Discussions)
2. 詳細協議議事録
3. 質問票及び回答
4. 収集資料リスト
5. 参考資料 (水道水源の重金属、化学物質等の水質検査結果)

第1章 調査概要

1-1 要請の背景

ボリビア国(以下「ボ」国)は南米大陸のほぼ中央部に位置する内陸国で、国土面積は約109.8万km²、人口約923万人(2004年)、一人当たりGNIは1010ドル(2005年世銀)である。「ボ」国の上水道整備率は72.3%(2004年)と他の中南米諸国と比しても低く、「ボ」国政府は「国家基礎衛生計画(2000-2010)」を策定し、上水道普及率を2010年までに90%に引き上げることを目標に掲げ、上下水道施設の整備に重点を置いている。

ポトシ市は、「ボ」国南西端に位置するポトシ県の県庁所在地で、平均標高4000m、先住民を中心とした貧困者が多く住む「ボ」国で最も貧しい地域の一つである。現在約15万人の人口を有しているが、周辺農村部等からの人口流入により、2020年代には20万人以上になる見通しである。

本件実施機関であるポトシ市上下水道公社(AAPOS)は、ポトシ市において、2つの配水系統(カリカリ配水系統とサンファン配水系統)を有している。このうち、カリカリ配水系統は、ドイツKfWの融資を得て、180リットル/秒の処理能力を有する浄水場を含む水道施設が、2008年2月に完成する予定である。

一方、本件要請に関わるサンファン配水系統は、2000年に米州開発銀行の融資により、サンファン川を水源とし、約51kmの導水管と配水管網が整備された。しかしながら、サンファン配水系統には、浄水場が整備されておらず、サンファン川の水は未処理のまま給水されているのが現状であり、激しい降雨後には水源の濁度上昇により給水停止を余儀なくされている。また、整備されている導水管についても、周辺の不安定な地盤や雨水排水路の未整備により基礎等が洗掘され、改修が必要となっている。

このような状況下、「ボ」国政府は、ポトシ市の上水道施設の改善を計画し、サンファン配水系統における、①サンファン浄水場の建設、②取水・導水施設の改修及び周辺の暗渠・排水路等の整備、③水質検査用機器の調達について、2004年3月に我が国に対して無償資金協力の要請を行ったものである。

1-2 調査目的

要請書、関連資料等では、主に以下の点が不明確である。

- ① 要請書に添付された水質検査結果には、重金属・砒素等に目立った値は確認されていないが、対象地域周辺には鉱山があり、万が一重金属等が含まれていた場合、無償での浄水場建設は技術的に困難といわざるをえないため、水質検査方法等について確認する必要があること。
- ② 要請内容における導水管の改修部分については、「暗渠工事、排水路等の不備の是正」

の記述のみで、具体的な記述が無いこと。

- ③ 実施機関であるポトシ市上水道公社（AAPOS）の運営維持管理体制・能力・経営状況等が不明確なこと。

これらを踏まえ、要請案件の妥当性、及び基本設計調査実施の場合の制約要因や留意点を整理する必要があることから、本予備調査により、要請案件の必要性及び妥当性を確認するとともに、無償資金協力案件として適切な基本設計調査を実施するため、調査対象、調査内容、調査規模等を明確にすることを目的とする。

<要請書における要請内容>

①浄水場の建設（処理能力 180 リットル/秒、方式：凝集沈殿ろ過方式）

- ・ 着水井、急速攪拌池、フロック形成池の建設
- ・ 沈殿池の建設
- ・ ろ過池の建設
- ・ 浄水池（配水池）の改修
- ・ 塩素消毒設備の設置

②導水管改修（導水管延長距離：約 50km）

③水質検査用機器の調達

1-3 調査団の構成

総括	武田 浩幸	国際協力機構 ボリビア事務所 次長
技術参与	大村 良樹	国際協力機構 国際協力総合研修所 国際協力専門員
計画管理	村上 淳	国際協力機構 無償資金協力部 業務第3グループ 水資源・環境チーム
給水計画／ 運営維持管理	福田 文雄	株式会社ソーワコンサルタント
水道施設	宇佐美 準一	オーピーシー株式会社
通訳	宇山 寿子	日本国際協力センター

1-4 調査日程

日順	月	日	曜	JICA			コンサルタント		
				総括 (武田)	技術参与 (大村)	計画管理 (村上)	給水計画/ 運営維持管理 (福田)	水道施設 (宇佐美)	通訳 (宇山)
1	10月	10	水		JL010 成田12:00→シカゴ09:20 JL5452 シカゴ13:15→マイアミ17:15 AA922 マイアミ23:05→				
2		11	木	→ラパス5:25 17:00JICA事務所打合せ					
3		12	金	表敬(ラパス) 09:00水省、11:00大使館、15:00VIPFE					
4		13	土	移動(空路) ラパス11:40→スクレ12:15					
5		14	日	AM 移動(車両) スクレ→ポトシ PM 現場視察(浄水場予定地・既存導水管)					
6		15	月	09:00ポトシ市表敬、11:00AAPOS (ICR説明)					
7		16	火	09:00-18:00ICR協議、ミニッツ協議					
8		17	水	終日 現場視察(取水施設・導水管路)					
9		18	木	09:00ミニッツ協議 14:00ミニッツ署名 移動(車両) ポトシ→スクレ					
10		19	金	移動(空路) スクレ10:50→ラパス11:35 報告(14:30水省、16:00大使館、17:30JICA事務所)			実施機関協議 現地調査(ポトシ市)		
11		20	土	AA947 ラパス20:40→					
12		21	日	→マイアミ05:35 マイアミ→シカゴ			資料整理・団内打合せ		
13		22	月	JL061 シカゴ12:30→			実施機関協議 現地調査(ポトシ市)		
14		23	火	→成田15:25					
15		24	水	移動(車両) ポトシ→スクレ スクレ水公社 現地調査(スクレ)					
16		25	木						
17		26	金	移動(車両) スクレ→ポトシ					
18		27	土						
19		28	日	実施機関協議 現地調査(ポトシ市)					
20		29	月						
21		30	火	移動(車両) ポトシ→スクレ 移動(空路) スクレ10:50→ラパス11:35					
22		31	水						
23	11月	1	木	現地調査(ラパス)					
24		2	金	資料整理・団内打合せ					
25		3	土	報告(水省、大使館、JICA事務所)					
26		4	日	AA992 ラパス07:55→マイアミ16:05 AA1447 マイアミ18:10→シカゴ20:30					
27		5	月	JL009 シカゴ11:05→					
28		6	火	→成田15:20					
29		7	水						
30		8	木						

1-5 主要面談者

水資源省

Sr. Abel P. MAMANI Marca
Sr. Alcides FRANCO Torrico

大臣
基礎サービス次官

企画開発省 公共投資外国融資次官庁

Sr. Fernando JIMENEZ Zeballos
Sra. María Eugenia JURADO Albarracin

外国融資局長
外国融資局ディスパースメント交渉促進課
JICA 担当官

ポトシ市役所

Sr. René JOAQUINO Cabrera

ポトシ市長、AAPOS 理事長

ポトシ上下水道公社 (AAPOS)

Ing. Mario A. CISNEROS Avila
Lic. Williams CERVANTES Beltrán.
Ing. Rolando MONTESINOS Cazorla
Sr. Valencio HUAYTA Limachi
Sr. Jesús BARRIONUEVO H.

AAPOS 総裁
AAPOS 事務担当副総裁
AAPOS 技術担当副総裁
AAPOS 理事長代理
AAPOS 理事 (教会代表 ヘスス・デ・ナサレ
教区神父)
AAPOS 理事 (トマス・フリーアス自治大学代
表 工学部)
AAPOS 理事 (ポトシ県代表)
AAPOS 理事 (監視委員会代表)
AAPOS プロジェクト実施室長
AAPOS 技術局浄配水部長
AAPOS 技術局プロジェクト課長
AAPOS 技術局水質管理室ラボラトリ担当
AAPOS 渉外担当官
サン・バレンティン配水池オペレーター

Sr. Ramón SUBIETA D.M.

Sr. Ernesto MORALES M.
Sr. Néstor MUÑOZ Paniagua
Ing. Johny CHAMBILLA
Ing. Wilosn PARY Anagua
Ing. Juan CORREA Alejo
Lic. Virginia MERIDA
Pdsta. Edwin TEJERINA Rodríguez
Sr. Valentín QUISPE

在ボリビア日本国大使館

白川 光徳
山内 順也

特命全権大使
二等書記官

JICA ボリビア事務所

江塚 利幸
高島 千佳
一枝 武雄
Sr. Yoshinori Fukushima

所長
所長補佐
プログラムオフィサー
水センター調査専門家

JICA ボリビア鉱山環境研究プロジェクト

福嶋 健次
大塚 真琴

専門家 科学分析分野技術指導計画
業務調整員

1-6 調査結果概要

1-6-1 先方との協議結果

(1) 本プロジェクトの目的(ミニッツ付属書1)

本プロジェクトの目的は、「新規浄水場の建設および取水・導水施設の改修により、ポトシ市サンファン配水系統に安全な水を提供し、対象地域住民の健康状態及び生活水準を改善すること」であると確認した。

(2) 要請の背景・要請内容の確認(ミニッツ付属書2・4・7-1)

取水施設及び導水管路は、1999年に米州開発銀行の融資で建設された。浄水場建設予定地には、配水池とともに、簡易な塩素注入施設があるものの適切に運営されておらず、ポトシ市の60%を配水区とするサンファン配水系統の配水を受ける住民は、現在、取水施設から未処理のまま送られる原水を使用している。

この現状から、要請内容は、

①サンファン浄水場の建設、②取水・導水施設の改修、③水質試験機器の調達

の3点であることを確認した。また、要請内容ごとの、先方からの説明および当初の現地調査によって把握した要請内容の背景・問題点、協議事項は以下のとおり。

① サンファン浄水場の建設

①-1 原水の水質・処理方式

AAPOSは、サンファン配水系統の問題点を以下のように説明した。

- ・ サンファン配水系統には、簡易な塩素注入装置があるものの、適切に機能していないため、給水区域内住民の水因性疾患の一因となっている可能性がある。
- ・ 雨期(11月～3月)の降雨後、サンファン川の取水地点および上流部で濁度が高くなるとともに、取水施設に土砂が流入する。現在、サンファン配水系統には、浄水場がないため、降雨後の高濁度の原水を処理できず、昨年の雨期には、月2回程度、最大連続48時間の給水停止を余儀なくされた。

これに対し、調査団は、サンファン配水系統における既存水道原水の簡易水質検査の結果、および要請書内で示された水質データを見る限り、水質は良好であり、塩素注入施設改善の必要性はあるものの、浄水場の必要性は低いと説明した。

AAPOSから、再三にわたり、雨期(11月～3月)に原水の濁度が高くなり、給水施設を停止せざるを得なくなっている現状の説明があった。

AAPOSは、「2005年以降現在までの水質データ」を提出したものの、13サンプルのみにとどまり、かつ、そのほとんどが乾期のデータであり、雨期に濁度が高くなっていることを示すデータの入手はできなかった。

調査団は、AAPOSに対し、雨期(11月～3月)における適切な地点において原水濁度

を毎日測定し、改めて 2008 年 4 月 10 日までに、JICA ポリビア事務所に提出することを提案し、AAPOS は同意した。当該データ提出後、JICA は、浄水場の必要性及び浄水場が必要と認められた場合の適切な浄水場の処理方式について、検討することを説明した。

加えて調査団は、原水水質について、ポトシ市が鉱山地域であるがゆえ、鉱さい等による重金属汚染を危惧しており、万が一、原水中に、要請されている浄水場の処理方式では処理が不可能なレベルの重金属が認められた場合には、高度な処理施設と処理技術が必要となるため、わが国の無償案件としての妥当性を再検討する必要があることを説明した。また、本予備調査において原水及び水道水を採取し、いくつかの重金属項目を適切な機関で検査することを説明した。

①-2 処理能力

AAPOS は、浄水施設の処理能力について、2031 年におけるサンファン配水系統の人口予測に基づき、2031 年には処理能力を 200 リットル/秒にするため、取水量の増加、取水・導水施設の増強、新規配水管敷設による配水区域の拡大等を計画していることを説明した。

調査団は、既存導水施設は自然流下方式によっており、標高差との導水管の管径から最大送水能力は 175 リットル/秒であるため、取水・導水施設が増強されない以上、本プロジェクトとして可能な浄水処理能力は、最大流入量 175 リットル/秒であることを説明した。

これを受けて、AAPOS は、要請する浄水施設の処理能力を流入量 175 リットル/秒とすることとした。

①-3 浄水場用地の造成

調査団は、現在 AAPOS が確保している浄水場建設用地を視察し、仮に要請どおりの規模で浄水場が建設される場合、以下のような問題点があることを AAPOS に指摘した。

- ・ 浄水場施設に必要な幅が不足しており、用地幅の拡大が必要であること。
- ・ 建設用地は、急な傾斜地にあり、必要な用地面積を得るには、大量の土工事が発生するものと想定され、地盤支持力や斜面の角度、法面保護について注意を払う必要があること。

これに対し、AAPOS は、プロジェクト実施の際、適切な規模・強度の浄水場用地を造成することを約束した。

② 取水・導水施設の改修

AAPOS は、取水・導水施設の改修の必要性について、以下のように説明した。

- ・ 既存取水施設の設計、及び建設施工上の不具合により、調整槽に土砂等が流入すること。
- ・ 既存導水施設の基礎部分が、雨水や降雨後に一時的に現れる河川による洗掘や侵食

によって、損傷している箇所があること。

調査団は、本導水管路が非常な高圧管路であり、導水管路改修の緊急性が認められるとともに、適切な改修の手法の選定には慎重な検討が必要であることを指摘するとともに、本予備調査期間中に、導水管の改修必要箇所の現地踏査を行い、詳細を把握することを説明した。

③ 水質検査用機器の調達

AAPOS は、サンファン配水系統とともに運営するカリカリ配水系統に、AAPOS の中央ラボとして、水質試験室を建設中であり、18 万米ドル相当の水質検査用機器を本年 12 月までに購入することを計画し、詳細な機器リストを現在検討中であることを説明した。また、要請の水質検査用機器は、サンファン浄水場運転に必要な項目を、毎日分析する目的に限定した機器であることを説明した。

調査団は、AAPOS がすでに購入予定の水質検査機器、及び既存の機器との重複を考慮し、要請された水質検査用機器について、必要性・妥当性を判断することを説明した。

(3) 日本の無償資金協力制度 (ミニッツ付属書 5)

調査団は、日本の無償資金協力制度、特に、先方負担事項について説明し、ボリビア側の理解を得た。また、ボリビア側は、先方負担事項の中で、「無償資金協力に基づいて購入される生産物の通関に必要な費用の確保」および「認証された契約に基づき調達される生産物及び役務に関し、ボリビア国において日本国民に課せられる関税、内国税及びその他の費用を免除すること」に同意し、通関にかかる費用、関税、内国税及びその他の費用については、AAPOS が負担することを説明した。

(4) 施設の適切な維持管理(ミニッツ付属書 7-2)

調査団は、無償資金協力においては、施設の適切な維持管理が、プロジェクト実施に当たって極めて重要であり、対象施設の維持管理体制等が不十分であると判断された場合は、基本設計調査の実施は困難であることを説明した。

調査団は、AAPOS が施設の適切な運営維持管理を行うための体制・能力、経営状況を備えているかどうかを調査することを説明した。

(5) 環境社会配慮(ミニッツ付属書 7-3)

AAPOS は、本プロジェクトにおける浄水場建設予定地の所有権について、既に登記済みであると説明し、「地権書」のコピーを調査期間中に調査団に提出することを約束した。ま

た、仮に浄水場建設予定地を拡張する必要がある際にも、現在の建設予定地の周囲は市有地であり、本プロジェクトに必要な建設予定地を市から確保可能であると説明した。

本プロジェクト実施のために必要な「環境許可書」取得の申請については、建設される施設の設計図面が必要であり、当該設計図面入手後に手続きを開始し、手続き開始後 4 ヶ月以内に「環境許可書」が取得できることを説明した。

(6) 他のプロジェクトとの重複の有無(ミニッツ付属書7-3)

ボリビア側は、本プロジェクトについて、他ドナー、NGO 及び他の政府機関のいかなるプロジェクトとも重複しないことを説明した。

(7) 今後の調査予定および予備調査の位置付け(ミニッツ付属書6・7-5)

調査団は、今後の現地調査及び帰国後の国内解析を経て、本調査の結果を日本国政府に報告し、日本国政府が、本予備調査結果に基づき、本プロジェクトの実施に妥当性を認めた場合、JICA は基本設計調査団をボリビア国に派遣することを説明した。

調査団は、予備調査の目的は、要請プロジェクトの妥当性を確認することであり、現段階では、プロジェクトの実施は日本側によって保証されるわけではないことを説明し、ボリビア側は理解した。

1-6-2 現地調査(踏査)結果

要請書のプロジェクト内容、ならびに本予備調査で確認されたプロジェクト内容は以下のとおりである。

要請書及び本予備調査で確認されたプロジェクト内容

No.	要請書の内容	本予備調査で確認された内容
1.	サンファン浄水場の建設（処理能力180 l/s、凝集沈殿ろ過方式、1箇所）	1. サンファン浄水場の建設 ● 処理能力:導水管の能力に整合した175 l/sに変更。 ● 処理方式:雨期における水質悪化の状況を示す水質検査データが整っていないため、本年11月～来年3月までの雨期の期間にAAPOSが毎日水質検査を実施しデータを収集して、その結果に基づいて処理方式を検討し決定することを合意した。
(1)	着水井、凝集剤混和池、フロック形成池の建設	
(2)	薬品沈殿池の建設	
(3)	ろ過池の建設	
(4)	配水池の改修	
(5)	薬品注入設備の設置	
2.	導水管の改修及び周辺の暗渠・排水路等の整備（約51km）	2. 取水・導水施設の改修 ● 取水施設の改修（1箇所） ● 導水管路(約51km)基礎部分の改修・建設
3.	水質検査用機器の調達	3. 水質検査用機器の調達 ● サンファン浄水場の日常の運転管理に必要な水質検査用機器

(1) サンファン浄水場の建設

本件要請に関わるサンファン配水系統は、2000年に米州開発銀行の融資により、サンファン川を水源とした約51kmの導水管と配水管網が整備されたが、浄水場が整備されておらず、サンファン川の水は未処理のまま給水されている。

従って、雨期の期間のみならず乾期においても、激しい降雨後には水源の濁度上昇により給水停止を余儀なくされている。直近の1年間（2006年11月～2007年9月）においても25日間の給水停止を余儀なくされており、その間、サンファン配水系統の約9万人への水供給が停止し、市民生活に大きな不便を強いると同時に、鉱工業・観光等の産業活動にも悪影響を及ぼしている。これらの状況証拠から浄水場の建設は不可欠であり、その必要性と妥当性は高いと判断された。

しかしながら、AAPOSの水質検査体制の不備により、浄水場の設計に必要な雨期のデータが整っていないため、今後、AAPOSが本年11月～来年3月までの雨期の期間に水質検査（濁度、色度、PH、電気伝導度）を行い、データを収集することを協議において合意した。よって、基本設計調査は、上記のデータがAAPOSによって収集され、浄水場の必要性と妥当性が水質データで再度確認された時点で、開始することを前提とした。

(2) 取水・導水施設の改修

サンファン配水系統の取水施設、導水管路改修は飲料水の安定供給の観点から要請に挙げられたものである。AAPOSの土木技術者数がわずか5名であることから、これらの施設が建設された当時、施工監理が十分に行われたのかどうか疑問が残るが、本予備調査で現

地確認調査をしたところ、取水施設や導水管の支柱などで設計図書とは異なる施工が行われていたことが判明した。

導水管路は急峻な山の斜面に敷設されている箇所、河川、涸れ沢（ケブラーダ）を横断している箇所等で支柱の基礎部が浸食作用により露出しているのが多数見られた。このまま放置すると最悪の場合は管路の破損、大事故の発生が想定され、早急に改修・補強工事が必要であると判断された。また、山腹に沿って敷設されている箇所や涸れ沢横断部では埋設されていたにもかかわらず、ごく小規模の地すべりや埋め戻し材の流失により管が露出し、支持がなくなっている例も見られた。このため、管路支柱の改修・補強工事と併せて、山側、あるいは上流側に地滑り対策、土壤保全工を設置するなど安全対策を講ずることも必要であることが判明した。

（３） 水質検査用機器の調達

AAPOS では既存ミルネル浄水場に水質試験室があり、採水したすべてのサンプルはここで分析されている。毎日の水質検査項目として濁度、PH、TDS、電気伝導度の４項目が実施されることになっているが、希にしか実施されていないのが現状である。毎日の水質検査項目を実施するのに必要な機器はすべて揃っており、現状において水質検査の一番の問題点は、サンプリングのための車輛の手配であることが判明した。また、AAPOS では、KfW プロジェクトで現在建設中のカリカリ浄水場内に中央試験室を設置する計画であり、設置機器類及びサンプリングのための車両の調達も予算（18 万ドル）に入っており、本年末までの納入を考えている。

従って、本無償資金協力によって調達する水質検査用機器は、サンファン浄水場の日常の運転管理に必要な検査機器に限ることが妥当であると判断された。

1-6-3 結果要約

本予備調査において、サンファン配水系統の給水停止の現状が確認され、また、導水管についても、周辺の不安定な地盤及び雨水排水路の未整備による侵食作用により、基礎等が洗掘されて危険な状況にあることが確認された。サンファン配水系統の市民 9 万人へ安定的に安全な水を供給するためには、サンファン浄水場の建設と取水・導水施設の改善が必要であり、以下のコンポーネントの実施が、現時点で、調査団として無償資金協力の妥当な協力内容、規模及び範囲と考えられる。

1) サンファン浄水場の建設

- 処理能力：175 l/s
- 処理方式：浄水場の設計に必要な雨期における水質悪化の状況を示す水質検査データが整っていないため、本年 11 月～来年 3 月までの雨期の期間に AAPOS が毎日水質

検査を実施しデータを収集して、その結果に基づいて処理方式を検討し決定する。

2) 取水・導水施設の改修

- 取水施設の改修（1箇所）
- 導水管路（約 51km）基礎部分の改修・建設

3) 水質検査用機器の調達

- サンファン浄水場の日常の運転維持管理に必要な水質検査用機器。

サンファン川の濁度の上昇により給水停止が頻発する不安定な水供給状況下にあるポトシ市サンファン配水系統において、サンファン浄水場の建設ならびに取水・導水施設の改修を行う本プロジェクトの実施により以下の効果が期待できる。

- 1) 安定的かつ安全な飲料水が供給されることにより、市民の健康と生活水準の向上が図られる。
- 2) 安定的かつ安全な飲料水が供給されることにより、市民の水道サービスに対する信頼を回復し、適切な料金収入を得て、将来の施設拡張のための持続可能な自主財源を創出することが出来る。
- 3) 安定的かつ安全な水供給システムが構築されることにより、プロジェクト対象地域内の鉱工業、観光業等の安定的な産業活動と発展に寄与する。

第2章 要請の確認

2-1 要請の内容

先方から提出された要請書にある具体的な内容は以下のとおりである。

- ① サンファン浄水場の建設（処理能力 180リットル/秒、凝集沈殿とろ過を組み合わせた方式）
 - (ア) 着水井、凝集剤混和池、フロック形成池の建設
 - (イ) 凝集沈殿池の建設
 - (ウ) ろ過池の建設
 - (エ) 配水池の改修
 - (オ) 薬品注入施設の設置
- ② 取水・導水管改修及び周辺の暗渠・排水路等の整備（導水管延長距離:約 51km）
- ③ 水質検査用機器の調達

2-2 要請の背景

2-2-1 水道セクターの上位計画

「ボ」国政府は、1992年に「全国民に水を」のスローガンの下「全国上下水道計画（1992－2000年）」を策定し、水道普及率を全国平均 72%に引き上げることを目標として改善に取り組んできた。その結果、水道普及率は全国平均では 57%から 72%へと改善され、地域的には、都市部では 81%から 90%に、地方部では 24%から 39%に改善されたが、頻繁に発生する断水や水質などの問題が改善されず、安定した給水確保が課題となっている。

その後、2001年に「基礎衛生国家計画（2001－2010年）」が策定され、水道普及率を 2010年までに 90%に引き上げることを目標に掲げ、上下水道施設の整備に重点をおいた取り組みがなされている。一方、ボリビアでは 2001年以降現在まで政権がめまぐるしく交代しており、2006年1月に発足したエボ・モラレス・アイマ大統領の政権で6つ目となる。その間、水道セクターに関連した開発計画として、2003年に「プラン・ボリビア 水と衛生分野（2003－2007年）」が策定され、2006年には「国家開発計画（2006－2010年）」の中で新たに具体的な目標が掲げられている。

上記の3つの計画の目標は、上水道の普及率向上やゴミ処理・下水道の普及であり、それぞれの計画間に大きな差異は見られない。以下に3つの計画の概要を示す。

(1) 基礎衛生国家計画（2001－2010年）

本計画は、全体が大きく2つに内容が分かれている。第1部が1992年から2000年まで

の国家計画や各セクター（開発状況、組織や法制度）の現状分析、第 2 部が本計画の詳細（目的、目標、戦略、政策等）となっている。本計画は、6つの戦略と基礎衛生分野のビジョン、2つの目標と7つのコンポーネントからなっている。それぞれのコンポーネントは6つの戦略の視点より分析・検討された上で、さらに各コンポーネントに対するプロジェクトが策定されている。表 2.2.1 に同計画における今後 10 年間の戦略、ならびに表 2.2.2 に同計画の目標とコンポーネントを示す。

表 2.2.1 基礎衛生国家計画における今後 10 年間の戦略

戦 略	戦略の基準	基本手段
1. 経済戦略（財政） 投資対象地域により異なる。 国家補償政策、HPIC ¹ 、PRSP ² の 枠組みを考慮する。	<ul style="list-style-type: none"> • 投資が 1%以下にならないようにすること • 適正技術や適当なモデルの活用による効率的な投資の実施 	<ul style="list-style-type: none"> • 内部相互補助、信託基金、融資の活用 • セクター予算政策(PFS)
2. 社会戦略 情報・教育・共同体開発を通じて 持続可能な基礎サービスへの社会的責任、市民社会の参加を促す。	<ul style="list-style-type: none"> • 需要の視点 • 可能な限りより下位レベルの意思決定に対する参加 • ジェンダーの視点の配慮 • 都市と農村部の公平 	<ul style="list-style-type: none"> • 教育改革を通じた初等教育からの衛生教育 • 保健・社会保健省と協力し衛生・環境教育運動を実施 • 共同体開発 • 市民社会のエンパワーメント • 水の法律、それに付随する規則、将来規定されるゴミに関する法律の権利と義務に関する、市民社会の能力強化
3. 技術戦略 基礎衛生サービスの持続性を高め、効率的・経済的にする適正技術を推進する。技術開発のために、政府以外の組織・団体の専門的な能力・技術を活用する。	<ul style="list-style-type: none"> • 妥当性（費用便益） 	<ul style="list-style-type: none"> • 代替技術の普及などのネットワーク構築 • 適正技術開発政策 • 技術規則
4. 精度戦略 行政・政府管理法、公務員規則、人事監督庁など基礎衛生分野に対する投資を効率化する。	<ul style="list-style-type: none"> • 効率 • 規模の経済 • 分散化 • 法律の枠内における継続性 	<ul style="list-style-type: none"> • 組織改革プログラム • 強化された管理システム • 規模の経済を含むモデル • 計画のフォローアップをするためにゴミ国家委員会の設立
5. 法律戦略 現在の法制度を補強する。水・ゴミに関する法律を制定、発効する。	<ul style="list-style-type: none"> • 市民全体に対する水へのアクセスを推進 • 経済的、社会的、生態的に持続可能であること • 法律の枠内で規制を行うこと 	<ul style="list-style-type: none"> • 水に関する法の制定 • ゴミに関する法の制定 • 法律（2066号）
6. 環境戦略 基礎衛生分野は水資源や環境固有のテーマに影響する。	<ul style="list-style-type: none"> • 水資源の適正な利用 • 生活排水やゴミなどの負の影響を削減する 	<ul style="list-style-type: none"> • 基礎衛生監督庁がコントロールを強化 • 環境副大臣との協同

出典：「ポリビア共和国貧困地域飲料水供給プログラム評価報告書」平成 19 年 3 月（JICA）

¹ Heavily Indebted Poor Countries：重債務貧困国

² Poverty Reduction Strategy Paper：貧困削減戦略文書

表 2.2.2 基礎衛生国家計画の目標とコンポーネント

目 標	コンポーネント
目標 1 : 持続的なサービスの下、普及率を高める	コンポーネント 1 : 主要都市における水と衛生 <ul style="list-style-type: none"> ● 主要都市、特に都市周辺部における上下水道の普及率の向上、質の改善、持続性の確保
	コンポーネント 2 : 大中小都市における水と衛生 <ul style="list-style-type: none"> ● 大中小都市における上下水道事業の持続可能性の確保 ● 普及率の向上
	コンポーネント 3 : 農村部や先住民族における水と衛生 <ul style="list-style-type: none"> ● 農村部共同体、先住民族の村などにおける水と衛生サービスの質と普及率の向上 ● 管理能力の改善、共同体開発、共同体のエンパワーメントを伴った持続可能性の確保
	コンポーネント 4 : 主要都市、大都市におけるゴミ <ul style="list-style-type: none"> ● 主要都市、大都市部におけるゴミ収集・処理の強化 ● SISAB の規制による民間機関の運営 ● 普及率の向上
	コンポーネント 5 : 中小都市、農村部におけるゴミ <ul style="list-style-type: none"> ● 中小都市におけるゴミ収集・処理の強化・開発の実現 ● 農村部におけるサービスの開発、強化
目標 2 : 当該セクター組織の開発と強化	コンポーネント 6 <ul style="list-style-type: none"> ● VSB³ のリーダーシップの強化
	コンポーネント 7 <ul style="list-style-type: none"> ● 計画、政策、当該分野の規則の関係するすべての重要なアクターとの共有

(2) プラン・ボリビア 水と衛生分野 (2003-2007 年)

本計画はサンチェス政権下で 2003 年 3 月に公布されたもので、「雇用を伴う公共事業」など緊急的な雇用対策をはじめ、農業・工業分野での生産性向上、競争力の強化などの中期的政策が盛り込まれている。同計画における水と衛生分野に係る概要は表 2.2.3 に示すとおり。

表 2.2.3 プラン・ボリビア 水と衛生分野の概要

現状分析 (問題点)	250 万人以上の人々が飲料水へのアクセスを持っていない。飲料水供給へのアクセスがある場合も、水の質やサービスの持続性に問題がある。 約 500 万人の人々が下水へのアクセスを持っていない。 農村部では状況が恒常的にひどく、約 43% は飲料水サービスへのアクセスがなく、75% は適当な衛生へアクセスできない。
目標	計画の上位目標は、住民の健康と衛生状態を改善することを通じて、ボリビア人の生活が向上することである。分野レベルでの目標は、効率的で持続可能な衛生サービスの提供を保証することである。
投資及び必要な融資	1) 投資 分野の目標を達成するためには上水道整備に 1 億 5,400 万ドル、下水道整備に 2 億

³ Viceministerio de Servicios Basicos: 基礎サービス次官室

	<p>6,500 万ドル、先行投資及び技術支援等に 7,700 万ドル、5 年間で合計 4 億 9,600 万ドルの投資が必要となる</p> <p>2) 融資 上記 5 年間の投資計画を実施するためには、現在実施中の 2 億 400 万ドルの融資及び Aguas del Illimani 社より承認された 3,000 万ドルを含む 9,900 万ドルの承認済の融資に加えて、1 億 9,300 万ドルの新規融資が必要である。</p>
<p>分野政策</p>	<p>1) 政策の枠組み</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 組織開発と共同体の参加に伴ったインフラ開発を行い、全体的な計画や実施を通して上下水道分野のサービスに関し持続可能性を高める。 ● 当該サービスの提供企業の財務能力や効率性を高めたり、規模の経済を創出したりすることによりサービスの市場への融合を促す。 ● 当該サービスの計画や開発における水循環の取り扱いを通じた環境保護の動機付けや普及を行う。 ● 当該サービス提供の持続可能性を増すため共同体参加を促す。 ● 当該セクターの実施や資金提供における民間セクターの参加を促す。 <p>2) 具体的な政策</p> <p>① 財政</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 国家による上下水道分野への融資によって、より効率的な実施モデルの採用を促す。 ● より貧弱な分野への補助金を集中する。実施の効率性の向上やサービス提供者の財政実施能力の達成のための補助金を活用する。 ● サービス供給者の効率性を促すために財政資源をめぐる競争を促進する。 ● 生活排水処理への投資における補助金処理を通して環境保護を促す。 <p>② 投資</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 主要都市・大都市における衛生に関する投資が優先付けられるように促す。 ● 中規模都市において上下水道への投資、小規模都市において上水道への投資を促す。 ● インフラ修繕および漏水の削減等の即効性のある措置を優先的にを行い、その投資促進を図る。 <p>③ 技術支援</p> <ul style="list-style-type: none"> ● サービス提供者の環境、社会、財政的自立性と効率性を高めるための組織強化、より効率的な実行モデルの開発、サービスに対する需要の促進などに関する技術支援の総合的な視点をまとめる。 ● 実施の効率性の向上やサービス提供者の財務能力の養成など、インフラの開発や資金供給に関する技術支援を行う。 ● 技術支援サービスの持続性・継続性を確保する。 <p>④ 社会参加</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 住民が水の経済的価値を理解し、その効率的な利用を実現するために衛生教育を促進する。 ● 共同体の需要を公平かつ効率的な形でまとめるために共同体組織を支援する。 <p>⑤ 環境</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 自然資源の合理的な利用と適切な保全を保証すべく、公的及び民間セクターの利害を調整し調和を図る。

(3) 国家開発計画 (2006-2010 年)

本計画は、2006 年 6 月に発表された現政権下の開発計画である。同計画の特徴は、「国内産業の活性化による開発志向」である。再生可能な天然資源の産業化、付加価値の創出によって、政府の脱植民地化、新自由主義的な新しいボリビアのアイデンティティの創出を図り、第一次産品の輸出に頼っていたこれまでの開発のパターンを変えることを目指し

ている。同計画は以下の4つの戦略で構成されている。

- 1) 経済戦略：生産性のあるボリビア
- 2) 社会地的戦略：尊厳のあるボリビア
- 3) 国際関係戦略：主権のあるボリビア
- 4) (民衆による) 社会的権力獲得のための戦略：民主主義のボリビア

同計画では、表 2.2.4 のような具体的な目標が掲げられている。

表 2.2.4 国家開発計画の目標

分野	現状	2006-2010年の目標
上水道・衛生	230万人が飲料水へのアクセスがない。	1,926,414人が飲料水サービスを受けられる。
	550万人が衛生サービスのアクセスがない。	2,057,7501人が衛生サービスを受けられる。
ゴミの収集及び処理	不十分なゴミ収集・処理サービス。	毎年1億1,500万ドルの投資によるゴミ処理場や収集事業を改善する。
生活排水	不十分な生活排水処理。	1,314,778人が生活排水処理の恩恵を受けるようになる。
電気	都市部において1,180万人が電気供給を受けている。	電化率を85%から95%に上げる。追加で少なくとも460,000人が電気供給を受けるようになる。
	農村部においては243,000人のみが電気供給を受けている。	電化率を30%から50%に上げる。追加で少なくとも210,000人が電気供給を受けるようになる。
エネルギー網	液化石油ガスを利用する。	天然ガスの配管を各戸に敷設し、160万人が恩恵を受けるようにする。
住居	量的不足は298,000戸、質的不足は855,000戸。	100,000戸の住居建設を行う。
識字	15歳以上人口の非識字率は13.6%で750,000人。	15歳以上人口の1,230万人に対する識字教育を実施する。実質的な非識字率ゼロを目指す。

更に上水道・衛生分野では、2006-2010年の期間において上水道普及率を78%に、衛生サービスの普及率を60%に拡大することを目的として、総額約5億2,800万ドル、一年当たり平均で1億550万ドルの施設整備に対する投資プログラム・プロジェクトを運営・実施することを目指している。

2-2-2 先方実施体制

(1) 水セクターの近代化・改革プロセスと関係機関

「ボ」国では近代化・改革プロセスによって、立法府と行政府間における規制機能が明確に区分され、また、独立した調整機能がセクター調整システム(SIRESE)に与えられた。水セクターの近代化・改革プロセスと関係機関の形成経緯は以下のとおり。

- 1994年10月28日付け法令No.1600に基づいて、1997年、SIRESEの一部として水管理局が設置された。

- 1997年7月22日付け行政令 No.24716 によって、水分野に係る組織体制・コンセッション、及び水道サービスに係る公有資産・権利の内容が規定された。
- 1999年10月29日、SIRESEの一部として基礎衛生管理局（SISAB）が設立された。
- 2000年4月11日、全ての基礎衛生部門に適用される法律第2066号（上下水道法）により、上水道サービスの提供と利用を規制する規定が定められるとともに、SIRESEの管轄事項に修正が加えられ、また SISAB の役割と権限が定められた。
- 同法律により、SISAB はポトシ市上下水道公社（AAPOS）と 2000年11月13日に、30年間を期間とする上下水道事業のコンセッション契約を締結した。
- SISAB は国内のコンセッション対象全地区において調整拡張を行い、上下水道事業のコンセッション契約を7件から26件に増やし、法に定める目的を達成してきた。

現在、上下水道事業を管轄する上位機関は、2006年1月に発足した水省の基礎サービス次官室と SISAB である。

水省基礎サービス次官室の役割は以下のとおり⁴。

- 人権として全住民に水に対するアクセスを保証し、文化的多様性を尊重しつつ環境の保全を図るため、水資源の総合的かつ持続可能な政策の策定と実施に寄与する。
- 国家の主権と安全を守るための戦略に基づき、水及び水資源の国家戦略を計画作成する。
- 基本的サービス（上水道、汚水下水道、尿尿処理、固形廃棄物、雨水排水）の発展、提供、改善のための政策及び計画を提示・推進する。
- 基本的サービスの有効な利用と規制を行うための技術基準及び規則・指針の策定を促進し、この部門の法案その他の規定を通常のルートを介して提示する。
- 基本的サービスの施設と運営に関する政策、計画、事業、技術基準の実施運用を普及・監視し、基礎サービス監督局を指導監督する。
- ボリビア全土、特に農村部及び都市部・都市周縁部の低所得地域における基本的サービスの普及率拡大を目的とした投資のために、関係機関と連携して政策、計画、プログラムを推進し、財源確保を図る。
- 市及び県が実施する基本的サービス関連のプロジェクト及びプログラムの調整と査察を行う。
- 分野情報システムを維持強化する。
- 運営管理強化プログラムを促進・策定する。
- 基本的サービスの計画と規制に関する地方分権制度の枠組みを策定・強化する。

SISAB の役割は以下のとおり。

- 水セクターの事業計画のモニタリングを行う。
- 水道料金の認可を行う。
- 水質基準に適合しているかを管理する。

⁴ 行政権組織法（LOPE）施行規則第63条：次官室の役割、2006年3月8日付け

(2) AAPOS の組織

ポトシ市上下水道公社 (SSPOS) は独立企業体として運営されており、最高意思決定機関は理事会であり、ポトシ市長またはその代理が理事長を務める。総裁は理事会メンバーの互選により選任される。現在の総裁である Ing. Mario A. Cisneros Ávila は、2004 年に大学教授から総裁に就任している。

1) 理事会の構成

理事会は以下の機関の代表各 1 名、合計 10 名で構成される。

- ① ポトシ市長またはその代理：理事長
- ② ポトシ県庁代表
- ③ カトリック教会代表
- ④ 監視委員会 (Comité de Vigilancia) 代表
- ⑤ ポトシ県報道機関労働者連盟 (Federación Departamental de Trabajadores de la Prensa de Potosí) 代表
- ⑥ ポトシ市民委員会 (COMCIPO: Comité Cívico Potosinista) 代表
- ⑦ ポトシ・トマス・フリーアス自治大学代表
- ⑧ ボリビア技術士協会 (Sociedad de Ingenieros de Bolivia) 代表
- ⑨ ポトシ市役所技術部門代表
- ⑩ AAPOS 総裁：理事会書記。発言権あり、投票権はなし。

理事会の役割は、組織定款に基づき AAPOS の各部門の運営に関して指導監督、評価、意思決定を行うことである。AAPOS の組織運営は次の 4 段階で行われる (図 2.2.1 参照)。

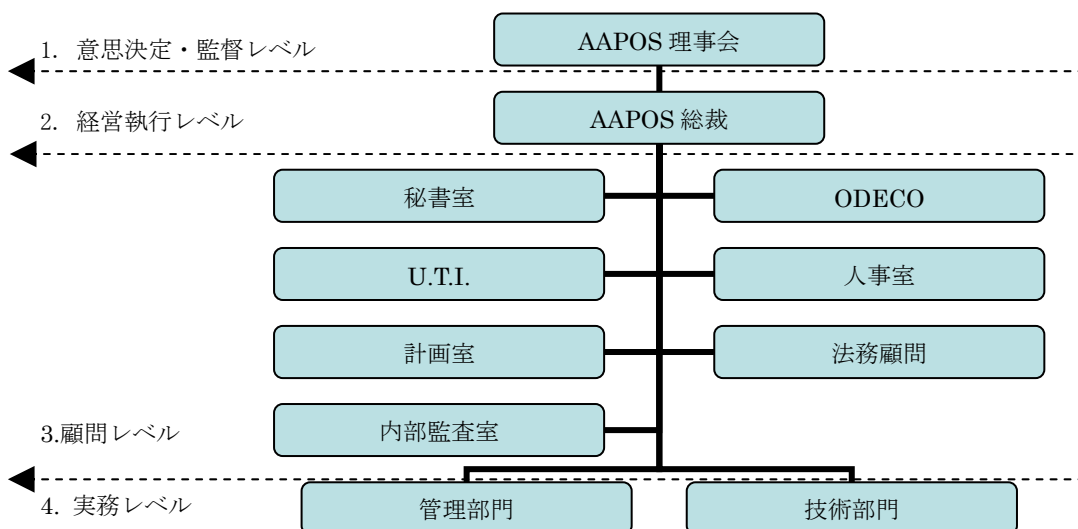


図 2.2.1 AAPOS の組織運営図

2) 実務レベルの組織

AAPOS の実務は技術部門と管理部門によって行われており、2 人いる副総裁がそれぞれ部門長として実務を統括している。2007 年現在の正規職員数は 153 名となっている。

技術部門の職員数 129 名で、上水道課 (Agua Potable)、下水道課 (Alcantarillado)、浄水・配水課 (Production Distribution)、メーター検針管理課 (Control de Medicion)、水質管理課 (Control de Calidad) の 5 課とプロジェクト室 (Unit Proyecto) で構成されている。管理部門の職員数は 24 名で、経理課 (Financiera)、営業課 (Comercial)、管理課 (Administrativa) の 3 課で構成されている。各部署の機能・役割は表 2.2.5 に示すとおりである。

表 2.2.5 AAPOS 各部署の機能・役割

部 門	部 署	機能・役割
技術部門	上水道課	配水管網の補修・修繕、無収水削減対策 (漏水探知や給水メーターの交換等)、新規給水管の接続工事等、配水管網施設の維持管理を行っている。
	下水道課	下水道施設の計画・建設はポトシ市が担当しており、同市によって建設された下水道施設の管理だけを行っている。下水道料金は下水道が接続されている世帯から、一律 2.5Bs/月を水道料金と一緒に徴収している。
	浄水・配水課	浄水場・配水池の運転維持管理、配水管網のバルブの開閉操作を行っている。
	メーター検針管理課	毎月の給水メーターの検針、給水メーターの検定、故障したメーターの修繕を行っている。
	水質管理課	ミルネル浄水場の管理棟内にあるラボで、水質検査を行っている。
	プロジェクト・ユニット	AAPOS の技術的な将来計画の策定ならびに KfW プロジェクトの管理 (計画、入札行為、工程管理等) を行っている。また、JICA プロジェクトの担当部署でもある。
管理部門	経理課	上下水道料金徴収業務、経理を行っている。
	営業課	広報活動、営業を行っている。
	管理課	人事、総務、工事発注管理を行っている。

AAPOS の職員は本部建物が手狭のため、市内の 4 箇所に分散して業務を行っている。本部には総裁、管理部門とプロジェクト・ユニットが、メーターワークショップ⁵にはメーター検針管理課が、既存ミルネル浄水場の管理棟には水質管理課が、ボリバル配水池の事務所には技術部門のその他の部署が配属されている。なお、水道料金徴収窓口は本部にのみ設置されており、遠方の顧客も水道料金を支払いに毎月本部に来なければならず、顧客には不便な状況となっている。

⁵ KfW プロジェクトによって今年完成した水道メーターの検定・補修等のための施設

2-2-3 他ドナーの援助動向⁶

ボリビアでの水セクターでは、ドナーによる支援が事業実施の主体であり、NGO を含めそれらのドナーがいろいろな活動を展開している。

(1) 世界銀行

2001 年までは農村基礎衛生プログラム (PROSABAR) というプロジェクトが実施されており、IDB が現在実施している、包括的な水供給プログラム (PROAGUAS) の規範となったプロジェクトである。以後、世銀による大規模な投資は行われていない。世銀は投資に代わって、ドナー間のファシリテーターとして、今後の水セクターの支援のあり方を探るために、水と衛生プログラムというプログラムを主宰している。同プログラムは、各種連携業務・情報管理・政策支援・戦略投資の 4 つの柱から成っており、多数のドナー国が参加している。なお、水供給コンポーネントを含む 2 つの新規プロジェクトが現在計画されている⁷。

(2) EU

EU は新しいプログラム (Country Strategy Paper, 2007-2013, Bolivia) を作成し、水供給・衛生分野への支援を続けていく予定である。2000 年代初頭はプロジェクト・アプローチにより、サンタクルス、ベニ、パンド県でプロジェクトを実施してきた。2004 年には「ボ」国政府と財務協定を結び財政支援という形で支援を実施することになり、5,000 万ユーロの予算で、基礎衛生基金 (FUNDSAP) の確立のための組織開発を行った。また、2005 年には農村地域での 9 件のプロジェクト、2006 年には 3 県の都市近郊部でのプロジェクトを開始している。

(3) IDB

IDB は従前より基礎衛生分野を重視してきている。1998-2002 年の全ドナーの基礎衛生セクターに占める IDB の投資シェアは 37.2%、2004-2006 年における同シェアは 31.9% とされている。90 年代終盤から 2000 年代初頭にかけては、都市部を中心とした援助を進めてきたが、近年は農村部にも力を入れてきている。現在、IDB は包括的な水供給プログラム (PROAGUAS) を全国 9 県で実施している。

(4) UNICEF

UNICEF は水供給を含む基礎衛生分野を重視しており、最新の基本方針 (Cooperation Programme 2003-2007) の中でも同分野を主要な 5 項目の戦略分野の一つに掲げている。「水及び衛生に関するプログラム」が 1989 年から 2005 年まで実施され、1,371 箇所の給

⁶ 参考文献：「ボリビア共和国貧困地域飲料水供給プログラム評価報告書」平成 19 年 3 月 (JICA)

⁷ ラパス近郊における貧困層向け地域開発プロジェクト (1,040 万ドル) とサンタクルスにおける下水道整備プロジェクト (1,000 万ドル)

水システムがコチャバンバ県南部とポトシ県北部の 26 地方自治体に設置された。2002 年にはオルーロ県も対象となり、カカチャカの 39 村落にて給水施設の修復を支援し、2003 年にはチュキサカ県の 5 自治体、50 箇所の給水施設と学校や病院へも援助を行っている。2006 年から 2010 年に関しては、水・下水・衛生のマルチドナー・プログラムが実施される予定であり、96,390 人（村落、世帯、学校）が利益を受ける予定である。

(5) GTZ

GTZ は政府機関への助言や技術支援を行っている。具体的には、現在「中小都市における上下水道プログラム」(PROAPAC⁸) を実施している。このプロジェクトは約 1,750 万ドルの予算で 2002 年に開始され、2007 年まで行われる予定である。その活動内容は以下のとおり。

- 基礎サービス次官室などの政府機関に対する技術的な助言
- 「持続性確保支援サービス」(SAS⁹) を通じての給水事業機関に対する技術的支援や研修の実施
- 水と衛生に関する新しいマネジメント・モデル開発への支援

(6) SNV (オランダ政府支援)

SNV はオランダ政府の支援により途上国の組織強化を専門に行う財団法人である。SNV は、水省基礎サービス次官室と以下の 3 点に関する協定を結び活動を行っている。

- 県基礎衛生部 (UNASBVI¹⁰) の組織強化
- 村落開発活動 (DESCOM¹¹) の内容改善
- 組織間連携

(7) KfW

KfW は 2002 年からポトシ市上水道改善プロジェクトを支援しており、AAPOS に対し約 1,000 万ドルの融資を行っている。プロジェクトは工事の遅れにより 2008 年までずれ込む見込みである。プロジェクトの内容詳細については、本報告書「第 2 章 2-3-5 AAPOS の上道整備計画の現状と課題」に記載のとおり。一方、ボリビア政府と KfW 間において債務返済免除の合意が昨年成されており、今後、更なる融資の実施は難しい状況にある。

⁸ Programme de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario en Pequeñas y Medianas Ciudades

⁹ Servicio de Apoyo a la Sostenibilidad

¹⁰ Unidad de Saneamiento Básico y Vivienda de las Prefecturas

¹¹ Desarrollo comunitario

2-3 サイトの状況と問題点

2-3-1 ポトシの社会経済状況



図 2.3.1 ボリビア国の行政区分図 (9 県)

ポトシ市はボリビアの首都ラパスから南東約 440km に位置し、標高 4,000m の高地にあり、人が住む都市としては世界最高地点にある。

1545 年、スペイン人によって銀山が発見され、以後、スペイン統治下で中南米三大銀山に数えられるまでになり、膨大な量の金銀が輸出されたが、19 世紀には枯渇してしまい、その後、19 世紀末からは錫が大量に採掘されるようになったが、これもほぼ枯渇してしまい、現在では鉱山が閉鎖されるか規模が縮小されるところが多く、地場産業の発達も衰退している。しかし一方では、世界的な金属市況の活況により、新たな鉱山の開発（金、銀、亜鉛、鉛）が進められている。

ポトシ県の北部は先住民（ケチュア系）が占めており、この地方は土地がやせていて、更に水も少ないため、ボリビア国内でも最も貧しい地域の一つとされている。図 2.3.1 にボリビア国の行政区分図（9 県）、図 2.3.2 にボリビア国貧困マップを示す。

地域間格差は地理的要因に加え、歴史的・政治的・経済的要因によって形成されるものである。表 2.3.1 に県別の指標を示す。貧困率で見るとポトシ県が全国最下位であり、ベニ県、パンド県、チュキサカ県と続いている。また、一人当たりの GDP（472 ドル）、出生時平均余命（58.9 歳）も全国最下位となっている。上下水道アクセス状況は、下水道アクセス率が 34% で全国最下位、上水道アクセス率が 55% で、ベニ県、パンド県に続いて下から三番目となっている。

ポトシは、かつてスペイン統治時代には、16 万人という新大陸最大の人口を擁した都市であるが、今では往時の栄華をしのぼせるような面影は残るものの、地下資源収奪にあけくれた結果の環境汚染という負の遺産を抱えている。また、土地は大部分が高高地部にあるため土壌は肥沃ではなく、多くの零細農民が存在しており、支援が最も必要な地域の一つとなっている。

表 2.3.1 県別指標

県名	人口 (x1,000) 2001	貧困率 (%) 2001	一人当 りの GDP US\$ 2001	出生時平 均余命 2000-2005	上下水道アクセス率	
					上水道 (%) 2001	下水道 (%) 2001
チュキサカ	532	70.1	712	62.2	59	47
ラパス	2,350	66.2	681	63.5	72	57
コチャバンバ	1,456	55.0	857	63.2	67	67
オルーロ	392	67.8	1,013	59.3	64	38
ポトシ	709	79.7	472	58.9	55	34
タリハ	391	50.8	753	67.3	80	74
サンタクルス	2,029	38.0	988	67.7	84	87
ベニ	363	76.0	785	61.9	44	82
パンド	53	72.4	1,345	62.6	45	72
全 国	8,274	58.6	928	63.6	70	63

出典：INE ホームページ <http://www.ine.gov.bo> 「INDICADORES BASICOS 2003, BILIVIA」

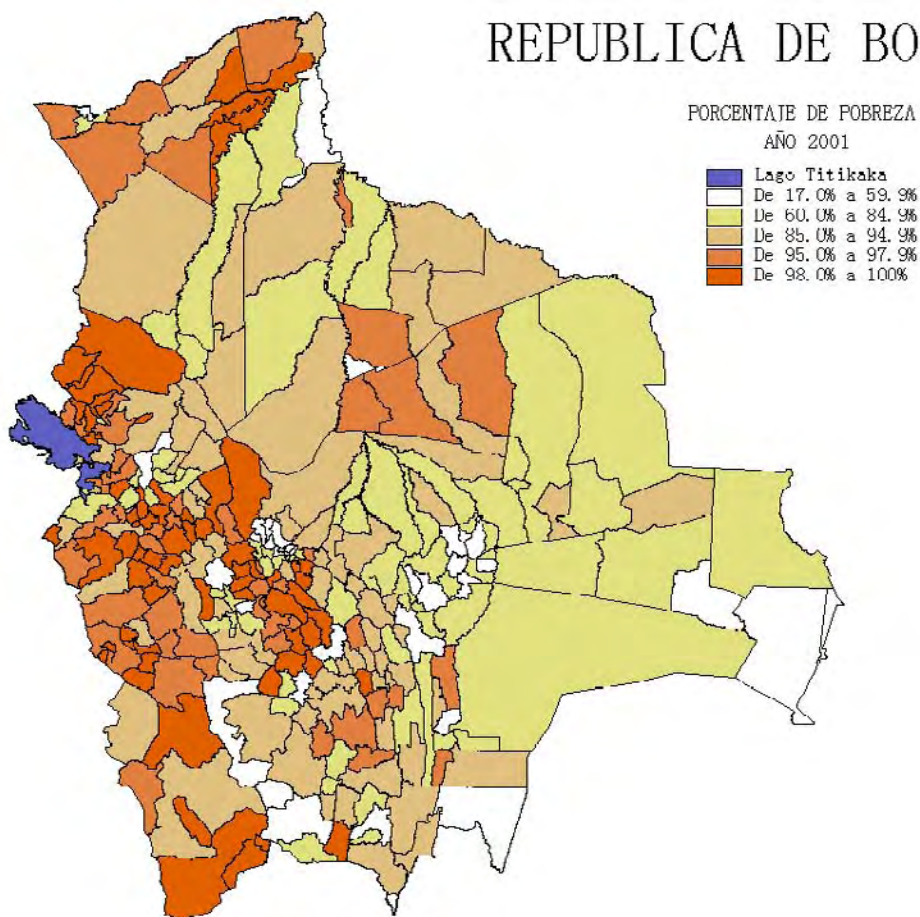


図 2.3.2 ボリビア国貧困マップ

出典：INE ホームページ <http://www.ine.gov.bo>

2-3-2 ポトシ市の給水状況

(1) 配水系統と給水状況

AAPOS によるポトシ市の給水サービスは、カリカリ水源とサンファン水源の 2 系統から供給されている。それぞれの配水系統はほぼ市の中央部で区分されており、図 2.3.3 に水道施設配置・配水系統図を示す

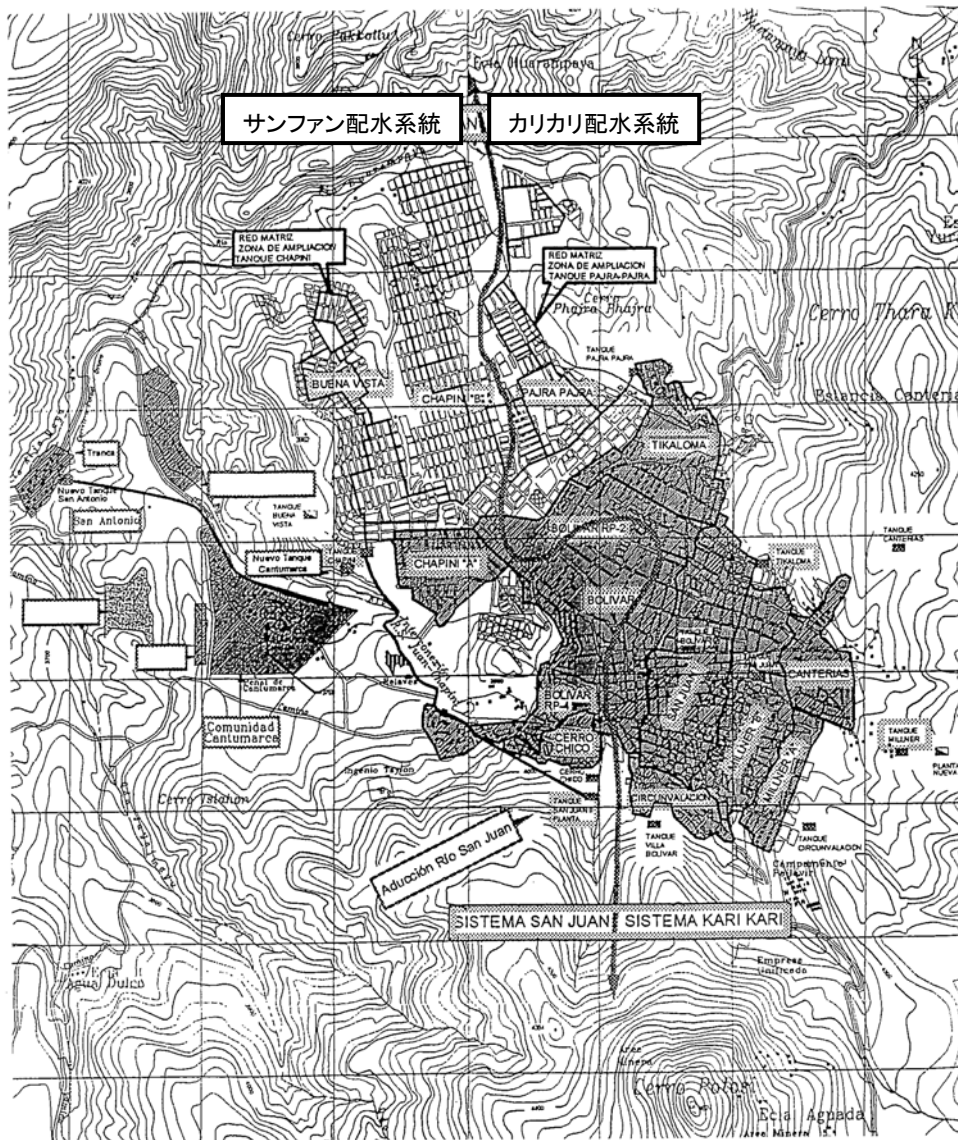


図 2.3.3 ポトシ市の水道施設配置・配水系統図

市東部のカリカリ配水系統は高台にあり、西部のサンファン配水系統は比較的低地で、新市街地はサンファン配水系統の北側の低地に沿って拡大している。給水サービスの現状は、人口の増加と水源不足により、時間給水を余儀なくされている地区がある。ポトシ市の 2006 年の給水人口は約 13.8 万人で、一日当たり 220 l/s の水量を供給しており、一人一

日当たりの給水原単位（生産水量ベース）の実績は 138 l/人/日¹²となっている。そのうち、サンファン配水系統の 2006 年の給水人口は、約 9.1 万人で、一日当たり 110 l/s の水量を供給しており、一人一日当たりの給水原単位（生産水量ベース）の実績は 104l/人/日¹³である。



既存サンファン配水池（浄水場予定地）から見たポトシ市の市街地

（2）水道水源の現状と将来計画

AAPOS では、2008 年にサンファン川系統のコンセッション水量¹⁴を 150 l/s から 200 l/s に拡大した時点で、24 時間連続給水を達成し市内の水不足を解消したいとしているが、サンファン川からの導水管の現状の能力は 175 l/s しかなく、導水管の増設が必要な状況にある。表 2.3.2 に水道水源の現状と将来を示す。なお、現状のサンファン配水系統の給水量は、110 l/s であるが、これは、導水管能力は 175 l/s あるものの、現在のコンセッション水量 150 l/s を超えないように、取水施設バルブを調整し、かつ、給水停止の影響から、給水量が 110 l/s に留まっているものである。AAPOS では、コンセッション水量が 200 l/s に拡大する 2008 年時点で、導水管能力の 175l/s まで取水施設バルブを開き、給水量を増加させることとしている。

表 2.3.2 水道水源の現状と将来計画

		現状	2008 年	2009 年以降
サンファン配水系統	コンセッション水量	150 l/s	200 l/s	200 l/s
	導水管能力	175 l/s	175 l/s	200 l/s ^{*3)}
	給水量	110 l/s	175 l/s	200 l/s ^{*3)}
カリカリ配水系統		110 l/s	180 l/s ^{*2)}	180 l/s ^{*2)}
合 計		220 l/s ^{*1)}	355 l/s	380 l/s

注：*1) 2006 年の年間生産水量実績（表 2.3.8 参照）

¹² 「表 2.3.8 上水道事業の主要指標の推移（2004～2006 年）」参照。

¹³ 「表 2.3.8 上水道事業の主要指標の推移（2004～2006 年）」参照。

¹⁴ SISAB との水道事業契約における使用可能水量。

*2) カリカリ浄水場の完成をもって達成 (KfW プロジェクト)。

*3) 導水管の増設がなされた場合 (現在ドナーを模索中)。

(3) サンファン配水系統の給水人口予測と給水原単位

サンファン配水系統からの給水は、既成市街地の約半分と市域を離れた西側の 2 地区 (Cantumarca 地区と San Antonio 地区) に供給されている。表 2.3.3 にサンファン配水系統の将来人口予測を示す。

表 2.3.3 サンファン配水系統の将来人口予測

No.	略記号	項目	適用	人口	備考
1.	Pa	既成市街地の現在人口		152,432	2007 年
2	PC	Cantumarca 地区の現在人口		10,000	
3	PSA	San Antonio 地区の現在人口		5,000	
4	Psj	サンファン配水系統の現在人口	$50\%Pa+PC+PSA$	91,216	
5	Pf	既成市街地の将来人口		209,683	2027 年
6	c	Cludad 地区の増加人口	$Pf-Pa$	57,251	
7	i	サンファン配水系統の増加人口	$50\%xc$	28,625	
8	cc	Cantumarca 地区の増加人口	$1\% \times 20 \times PC$	2,000	20 年間
9	csa	San Antonio 地区の増加人口	$1\% \times 20 \times PSA$	1,000	20 年間
10	Pfsj	サンファン配水系統の将来人口	$Psj+i+cc+csa$	122,841	

出典：AAPOS の人口予測データと聞き取り調査から調査団が推計。

サンファン配水系統の 2007 年現在の給水対象人口は約 9.1 万人で、将来 (2027 年) の給水対象人口は約 12.2 万と予測される。仮にサンファン浄水場が完成し常時最大能力の 175 l/s で水供給がなされた場合、2007 年の人口に対する一人当たりの給水原単位は 165 l/人/日 ($175 \times 24 \times 3,600 / 91,216 = 165$) で、将来 (2027 年) の人口に対する給水原単位は 123 l/人/日 ($175 \times 24 \times 3,600 / 122,841 = 123$) と計算される。

2009 年以降、AAPOS の努力により導水管の増設と浄水場の増設 (175 l/s → 200 l/s) がなされた場合には、将来 (2027 年) の人口に対する一人当たりの給水原単位は 140 l/人/日 ($200 \times 24 \times 3,600 / 122,841 = 140$) となる。

表 2.3.4 にボリビア国の地域別・人口別の給水原単位の基準値を示す。ポトシ市に適合する高地で人口 10 万人以上の都市では、最低 150 l/人/日が基準値となっている。その基準を満たすためには、2027 年の時点で 213 l/s ($122,841 \times 150 / (24 \times 3,600) = 213$) まで導水管と浄水場を増設する必要があり、水量の確保が AAPOS における将来の課題となっている。

表 2.3.4 ポリビア国の地域別・人口別給水原単位の基準値

人 口	給水原単位 (l/人/日)					
	高 地		谷		平 地	
	最低	最高	最低	最高	最低	最高
0～500	40	40	60	60	80	80
500～2,000	40	60	60	90	80	120
2,000～5,000	60	80	90	120	120	150
5,000～20,000	80	100	120	150	150	200
20,000～100,000	100	150	150	200	200	250
100,000 以上	150	250	200	300	250	350

2-3-3 ポトシ市の水道施設の現状

(1) ポトシ市の水源開発の歴史と浄水場の現状

ポトシの銀鉱山が開発され始めた 16 世紀中ごろから、上水用、鉱山用の水源確保のためポトシ銀山 (Cerro Rico) の南東部の流域に貯水ダム湖 (現地では Laguna と呼ばれている) の建設が始まった。貯水ダム湖は標高 4,400m～4,600m の山間部にロックフィル型、石積み擁壁型で建造され、その後ポトシの人口増加、鉱山での水利用の増加に伴い貯水ダム湖は逐次建造されるようになり、現在 9 流域に 32 か所点在している (図 2.3.4 参照)。各流域の貯水ダム湖の利用可能水量と現水量は表 2.3.5 に示すとおりである。貯水ダム湖は流域ごとに開水路で連絡されており、流域最下流に位置する貯水ダム湖から管路 (鋼管) で集配水タンクに接続されている。

1983 年にペルー南部地域、ポリビア南西部地域及びチリ北部地域は大旱魃に見舞われ、カリカリ配水区の全ての貯水ダム湖が渇水し、ポトシ市水道局 (現在の AAPOS) は市の南西約 60km に存在する San Juan 川から給水車により給水をせざるを得ない状況になった。このような背景のもと、カリカリ配水系統は山麓の 9 流域に点在する貯水ダム湖の水を集水後、ポトシ市の東部地区 (高所) へ配水するシステムで運営されているが、既存のミルネル浄水場の処理能力が設計水量以上であることから、カリカリ浄水場が建設されることとなった。

既存ミルネル浄水場の現状

既存ミルネル浄水場は 1972 年に建設された、処理容量が 85 l/s の浄水場である。処理方式は凝集剤を使用しない緩速ろ過 (砂ろ過) 方式で、急速ろ過池を併設している。現在、老朽化と処理容量を超えて流入する原水のため、十分な浄水機能を果たしていないが、建設当初の 70 年代、80 年代には十分な浄水機能を果たしていたものと推測される。現在も緩速ろ過池内の砂ろ材の鋤取り洗浄作業を行っており、AAPOS では緩速ろ過方式の運転維持管理の技術と経験を既に有している。既存ミルネル浄水場はカリカリ浄水場の完成をもって運転を停止することになっているが、併設されている 2,500m³ の貯水池はそのまま利用される。

カリカリ浄水場の現状（建設中）

既存ミルネル浄水場の代替施設として、現在 KfW のローンで建設中のカリカリ浄水場は 12 月 21 日に工事完工を予定している。処理能力は 180 l/s で、処理方式は凝集沈殿方式で、凝集沈殿池にはスーパーパルセーター方式を採用している。フランスのデグレモン社の特許で、沈殿効率が高く省スペースを特徴としているが、高度な運転技術が要求され、途上国の浄水場には難しい方式である。カリカリ浄水場の原水も簡易水質検査結果にあるように、乾期においては極めて良好であるが、雨期における濁度の上昇と、カリカリ配水区特有の問題である、水源のラグーンの水の滞留によるプランクトン藻類の大量発生のため凝集沈殿方式を採用している。

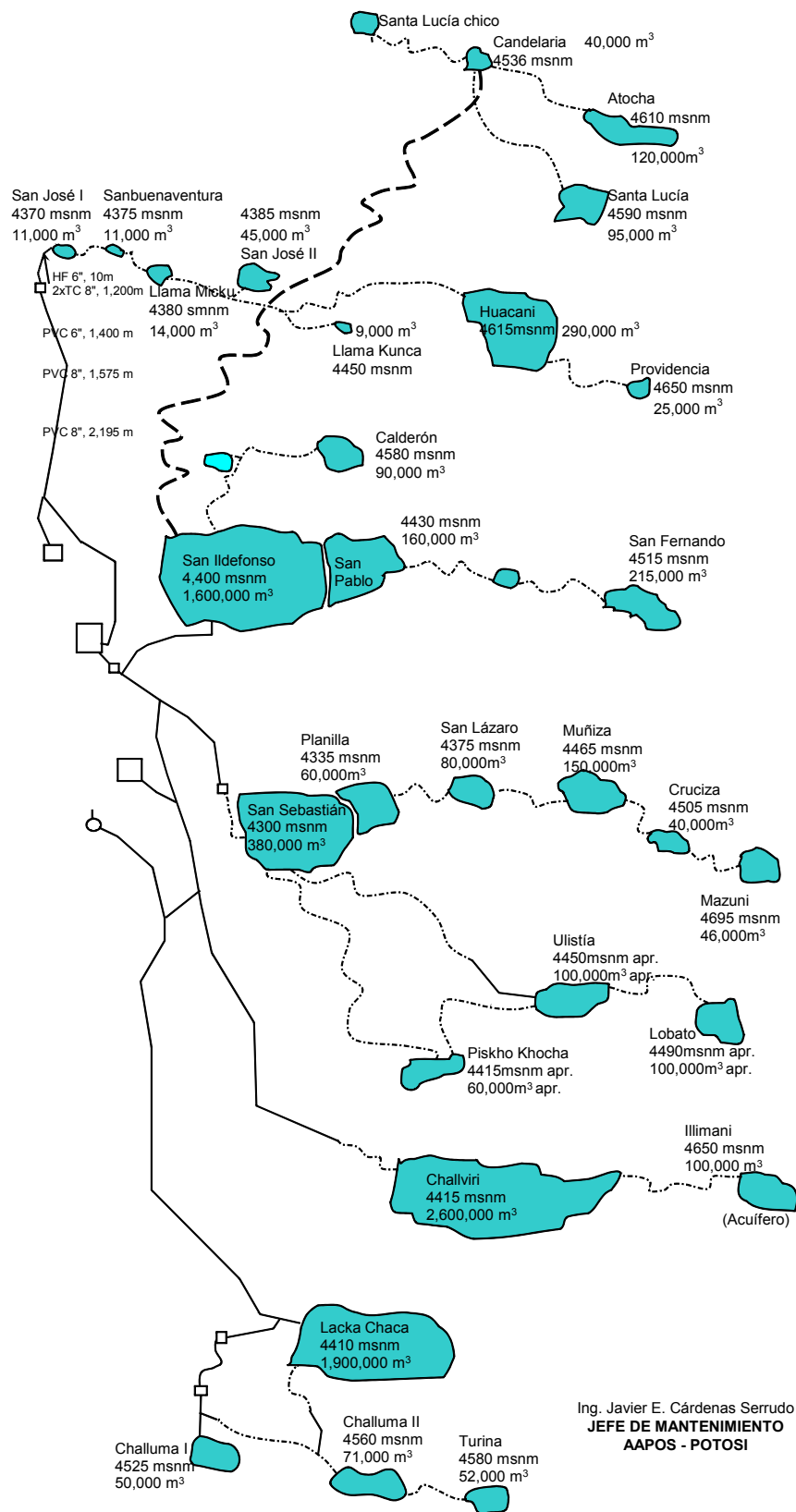


図 2.3.4 カリカリ配水系統の貯水ダム湖

表 2.3.5 貯水ダム湖の利用可能貯水量と現貯水量

1.- PATI PATI流域

貯水ダム湖	利用可能貯水量 (M3)	通常水深 (M)	現水深 (M)	現貯水量 (M3)	%
Santa Lucía	95,000	2.0	0.0	0	0.0
Atocha	120,000	2.5	0.0	0	0.0
Cantelaria	40,000	1.5	0.0	0	0.0
	255,000			0	0.0

2.- SAN JOSÉ流域

貯水ダム湖	利用可能貯水量 (M3)	通常水深 (M)	現水深 (M)	現貯水量 (M3)	%
Providencia	25,000	3.0	2.0	16,667	66.7
Huacani	290,000	7.5	6.0	232,000	80.0
Llama Kunca	9,000	0.5	0.5	9,000	100.0
San José II	45,000	3.0	2.5	37,500	83.3
Llama Micku	14,000	6.0	4.5	10,500	75.0
San Buenaventura	11,000	6.5	4.5	7,615	69.2
San José I	11,000	6.5	5.5	9,308	84.6
	405,000			322,590	79.7

3.- SORAS流域

貯水ダム湖	利用可能貯水量 (M3)	通常水深 (M)	現水深 (M)	現貯水量 (M3)	%
Calderón	90,000	3.5	0.0	0	0.0
	90,000			0	0.0

4.- SAN ILDEFONSO流域

貯水ダム湖	利用可能貯水量 (M3)	通常水深 (M)	現水深 (M)	現貯水量 (M3)	%
San Fernando	215,000	5.00	0.00	0	0.0
San Pablo	160,000	5.50	4.00	116,364	72.7
San Ildefonso	1,600,000	8.50	4.80	903,529	56.5
	1,975,000			1,019,893	51.6

5.- SAN SEBASTIÁN流域

貯水ダム湖	利用可能貯水量 (M3)	通常水深 (M)	現水深 (M)	現貯水量 (M3)	%
Mazuni	46,000	2.5	2.0	36,800	80.0
Cruciza	40,000	3.0	2.0	26,667	66.7
Muñiza	150,000	6.0	6.0	150,000	100.0
San Lázaro	80,000	5.5	5.5	80,000	100.0
Planilla	60,000	4.0	4.0	60,000	100.0
San Sebastián	380,000	8.0	6.0	285,000	75.0
	756,000			638,467	84.5

6.- PISHKO KHOCHA流域

貯水ダム湖	利用可能貯水量 (M3)	通常水深 (M)	現水深 (M)	現貯水量 (M3)	%
Lobato	100,000	3.50	3.00	85,714	85.7
Ulistía	100,000	3.00	0.50	16,667	16.7
Pishko Khocha	60,000	8.50	0.00	0	0.0
	260,000			102,381	39.4

7.- CHALVIRI流域

貯水ダム湖	利用可能貯水量 (M3)	通常水深 (M)	現水深 (M)	現貯水量 (M3)	%
Illimani	100,000	6.00	5.00	83,333	83.3
Chalviri	2,600,000	8.60	7.16	2,164,651	83.3
	2,700,000			2,247,984	83.3

8.- LAKA CHACA流域

貯水ダム湖	利用可能貯水量 (M3)	通常水深 (M)	現水深 (M)	現貯水量 (M3)	%
Laka Chaca	1,900,000	7.5	5.8	1,464,267	77.1
	1,900,000			1,464,267	77.1

9.- CHALUMA流域

貯水ダム湖	利用可能貯水量 (M3)	通常水深 (M)	現水深 (M)	現貯水量 (M3)	%
Chaluma I	71,000	2.00	0.00	0	0.0
Turina	52,000	2.00	0.00	0	0.0
	123,000			0	0.0

(2) ポトシ市内の配水タンクの現状

市内の各配水タンクの現状は表 2.3.6 に示すとおりである。

表 2.3.6 ポトシ市内の配水タンク現況

配水タンク	容量 V (m3)	標高 (m)	タンク材質	状態
Thika Loma	400	4,017	鉄筋コンクリート	普通
Millner	2,500	4,164	鉄筋コンクリート	普通
San Juan	900	4,055	鉄筋コンクリート	普通
Bolivar	3,000	4,005	鋼鉄	良好
Chapini I	500	3,920	鉄筋コンクリート	普通
Chapini II	400	3,920	鉄筋コンクリート	普通
Cantumarca	50	3,871	鉄筋コンクリート	普通
Bolivar	50	4,046	鉄筋コンクリート	普通
San Juan	500	4,100	鉄筋コンクリート	良好

既存サンファン配水池の現状

既存サンファン配水池は容量 500m³ の貯留能力があり、サンファン配水区への配水の起点となっている。塩素滅菌装置として、液体の次亜塩素酸ソーダを自然流下で着水路内に点滴する装置がある。極めて原始的な方法であるが辛うじて最小限の機能を果たしている。影響する給水人口の多さを考えれば、より安定的な塩素注入装置の導入が不可欠である。

2-3-4 AAPOS の水道事業の現状と課題

AAPOS の過去 3 年間(2004~2006 年)の上水道事業の主要指標の推移を表 2.3.7 に示す。

表 2.3.7 上水道事業の主要指標の推移 (2004~2006 年)

		2004 年	2005 年	2006 年
a	全人口	140,544	143,165	145,834
b	給水人口	125,147	130,724	137,797
c	給水率 (%) =b./a.	89.0	91.3	94.5
d	年間生産水量 (m ³)	8,041,680* ¹⁾	8,041,680* ¹⁾	6,939,520 (19,012 m ³ /日=220 l/s)
e	年間販売水量 (m ³)	-	-	5,159,502 (14,135 m ³ /日=163 l/s)
f	給水原単位 (生産水量 ^へ -ス) (l/人/日) =d./b.x1000			138
g	給水原単位 (販売水量 ^へ -ス) (l/人/日) =e./b.x1000			102
h	無収水率 (%) =(d.-e)/d.	-	-	25.6
i	水道料金請求額 (Bs)	8,041,680	9,192,929	12,836,823
j	水道料金徴収額 (Bs)	4,117,001	6,850,354	9,774,739
k	料金徴収率 (%) = j./i.	51.2	74.5	76.1
l	接続栓数	22,754	23,768	25,054
m	水道メーター設置数	15,594	18,167	19,444
n	水道メーター設置率 (%) =m./l.	68.5	76.4	77.6
O	職員数	137	145	143
p	1,000 栓当たりの職員数 =o./l./1,000)	6.0	6.1	5.7

注：流量計を設置する前の AAPOS の推計値

出典：AAPOS の質問票回答

給水率

2004 年の 89.0%から年々増加して 2006 年には 94.5%にまで増加しているが、鉱山労働者の大量流入により市域が拡大しており、既に市の人口は 17 万人¹⁵とも言われている。現在、AAPOS の配水管網の拡張が市域の拡大に追いついておらず、それらを加味すると実質的には 81% (137,797/170,000=0.81) 程度と推定される。

年間生産水量・販売水量・無収水率

2005 年までは送水管に流量計が設置されていなかったため正確な生産水量が把握できていない。AAPOS の推計値では 8,041,680m³/年となっているが、2006 年に KfW プロジェクトにより流量計が設置された後の測定値では 6,939,520m³/年となっている。その結果、請求書の販売水量との差である無収水率は 25.7%となっている。この数字を見る限り、途上国の配水管網としては一定の水準を保っていると言える¹⁶が、測定値の集計に

¹⁵ ボトシ市長表敬時の発言 (17 万人)。AAPOS では 2001 年の国政調査を基に人口増加率を乗じて約 14.6 万人と推計しているが、正確な人口は把握されていない。

¹⁶ 途上国の都市水道の無収水率の最終目標値は 20%が一般的であり、ボリビアでの現状の無収水率は、ラパス市が 50%、スクレ市が 40%となっている。

誤差がある可能性があり、無収水率ももう少し高い可能性がある。

給水原単位

2006年の給水人口に対する給水原単位は、生産水量ベースで138 l/人/日、販売水量ベースで102 l/人/日となっている。

水道料金と料金徴収率

AAPOSの水道料金体系は、家庭用、商業用、工業用、公共施設等と用途別に大きく4つに区分されている。その中でまた給水管の接続管径等により19に細分化され、メーター付きとメーター無しで更に区分されて、全部で38の料金体系となっている。接続栓数の増加により、料金収入は年々増加(804万Bs→1,283万Bs)しており、料金徴収率も増加しているが76.4%(2006年)に止まっており、料金徴収システムの改善が不可欠である。現在、本部にしかない料金支払い窓口の追加や、期限内に支払った顧客への料金割引制度等の改善策を検討していく必要がある。

接続栓数・メーター設置率

接続栓数、メーター設置数ともに年々増加している。メーター設置率もKfWの支援を受けて2006年には77.6%にまで改善されてきているが、無駄水の最も効果的な対策として更なる努力が必要である。

生産性

接続栓数が年々増加する一方でAAPOSの職員数はほぼ一定であるため、1,000栓あたりの職員数も6.0人から5.7人に減少している。水道事業体の健全な経営指標としては5.0人が目標値の目安となっており、今後も人員配置の合理化が必要である。

2-3-5 AAPOSの上水道整備計画の現状と課題

AAPOSでは2001年に、2001年～2006年までの上下水道開発5カ年計画を策定している。その整備内容はほとんどがKfWプロジェクトを対象としたものであり、同プロジェクトの借款額及びローカル負担分の内訳を表2.3.8に示す。また、プロジェクト内容を表2.3.9に示す。

ローカル負担分の約45万ドルは、AAPOS、ポトシ県、ポトシ市、VIPFEの4者がそれぞれ拠出している。借款額は約972万ドル(約11.6億円)となっている。現在、AAPOSにとってその利息支払いと元本返済が大きな財政負担となっており、本報告書「2-3-9 AAPOSの財務状況」に示すように、AAPOSと大蔵省との経営改善プログラムに関する「経営改善協定」(2007年6月28日)において、KfWローンの返済期間の30年から70年への延長と0.75%の年利適用からなる債務繰り延べが急務となっており、既に債務繰り延べの合意が成されている。

表 2.3.8 KfW プロジェクトの予算内訳

	項目	US\$	備考
KfW 借款内訳	当初契約	9,721,938	執行中
	追加	631,295	贈与
	合計	10,353,233	(95.8%)
ローカル負担分	AAPOS	57,445	
	ポトシ県	86,168	
	ポトシ市	143,613	
	VIPFE	165,402	2002 年執行
	合計	452,628	(4.2%)
予算合計		10,805,861	(100%)

出典：AAPOS

表 2.3.9 KfW プロジェクトの内容

ロット No.	内容	US\$	備考
2.	カカ配水区導水管改修と新規導水管	223,568	
3.	カカ浄水場	2,015,941	
4.	配水池間接続、配水池改修	884,253	
5.	独立配水ブロック化及び水理モデル作成、管網拡張と管網内水圧・流量・流速測定	880,481	
7.	メーター調達、メーター設置及び給水管布設替え	820,177	
8.1+2	配水池・導水管資材調達	1,035,616	
8.3	配管・バルブ類	357,700	
9.	メーター検査ワークショップ及びテストベンチ他	232,291	
11.1	機材調達（直接購入） 超音波流量計/振動転圧機/舗装破碎機/非相関式漏水探知器/デジタルメーター検針器(印刷機付き)/メーター検針用ソフト/コピー機	41,515	
11.2A	車両調達	150,000	
11.2B	機材調達 複数地点同時相関式漏水探知器/デジタルエゾメーター(6台)、5,000L 給水車、浄水場水質検査機器及び車両	382,000	
	予備費	200,000	
	小計	7,223,542	
	コンサルタント契約	3,582,319	
	合計	10,805,861	

出典：AAPOS

KfW プロジェクトは 2002 年に工事が開始され 2007 年に完了予定であったが、工事の遅れにより 2008 年までずれ込む見込みである。内容を精査すると、建設工事のみならず、独立配水ブロック化及び水理解析モデルの作成、メーター検査ワークショップの構築、複数地点同時相関式漏水探知器やデジタルメーター検針機の調達等、最新の機器の導入による作業の効率化と経営の近代化のための支援も含まれている。

なお、2007 年～2011 年までの上下水道開発 5 年計画は、現在 AAPOS で作成中である。

AAPOS では、債務繰り延べにより事実上新たなローンの借り入れが出来なくなったため、自己資金による配水管網の拡張整備が中心となっている。今後、大規模プロジェクトとしてサンファン川からの導水管の増設を 2009 年以降に計画しているが、ドナー候補（無償援助）がなく、実現化するかどうかは不透明な状況にある。

2-3-6 サンファン浄水場の水源水質の現状

(1) 簡易水質検査結果

本予備調査において実施した既存水道水源の簡易水質検査の結果を表 2.3.10 に示す。

表 2.3.10 水道水源の簡易水質検査結果

検査項目	単位	WHO ガイドライン	ボリビア国 飲料水質 基準	サンファン既 存配水池 流入地点	サンファン川 取水地点	カリ配水 系統水源
濁度	NTU	5	5	0.2	0.3	1.2
色度	度	15	15	1	1	8
硝酸性窒素	mg/l	50	45	1	1	1
電気伝導度	μ S/cm	-	300	60	40	120

上記の検査項目に関する限り、乾期におけるサンファン浄水場の水源水質は良好である。他の検査項目が良好であるとした上で、大腸菌及び一般細菌に対応する適切な処理（たとえば塩素殺菌）がなされれば、飲料水質基準に適合すると思われる。

(2) AAPOS の水質検査データ

要請書提出後、AAPOS によって行われた過去 3 年間（2005～2007 年）の既存サンファン配水池流入地点での水質検査結果を表 2.3.11 に示す。

表 2.3.11 AAPOS の水質検査結果

水質検査項目			濁度 (NTU)	色度 (度)	電気伝導度 (μ S/cm)	pH	TDS (mg/l)
ボリビア国飲料水質基準			5	15	300	6.5-9.0	1,000
No	年	月日					
1.	2005 年	6 月 2 日	2.5	7.5	70	8.6	35
2.		6 月 14 日	1.6	-	-	7.3	-
3.	2006 年	7 月 11 日	1.1	3.3	50	8.3	26
4.		9 月 15 日	1.6	5.0	55	8.3	28
5.		10 月 4 日	0.6	1.7	56	7.8	28
6.		10 月 11 日	0.8	2.4	54	8.4	27
7.	2007 年	1 月 30 日	1.2	-	58	7.8	29
8.		2 月 6 日	1.3	3.8	56	7.9	28
9.		2 月 28 日	1.2	3.6	56	7.9	28
10.		3 月 8 日	0.3	-	57	7.9	29
11.		7 月 31 日	1.2	-	60	7.0	30

12.		8月10日	1.2	-	57	8.2	28
13.		8月15日	0.7	-	59	8.4	29

上記検査項目のデータに関する限り、簡易水質検査結果と同様、サンファン浄水場の水源水質は良好である。やはり簡易検査結果と同じ留保が付くが、大腸菌及び一般細菌のための適切な処理がなされれば、飲料水質基準に適合すると思われる。

(3) 水質悪化による給水停止の現状

一方、雨期（11月～3月）の降雨時にはサンファン川の濁度の上昇とともに、河岸の浸食された土砂が取水施設に流入し、水道水の濁りが著しく、給水を停止せざる負えない事態が頻繁に発生している。表 2.3.13 に最近1年間（2006年11月～2007年9月）の給水停止の状況を示す。このデータによれば、雨期の期間のみならず、雨期が明けた7月・8月・9月にも激しい降雨の後には給水停止を余儀なくされている。

表 2.3.12 水質悪化による最近1年間の給水停止の状況

給水停止日				対象地区数	備考
No.	年	月日	時間		
1.	2006年	11月3日	08:00-17:00	16	16地区：中央部（旧市街）、サン・ペドロ、ウアカチャーシ、サン・ベニート、アルト・ブラカモンテ、チャピニ、ビージャ・コハカバナ、ビージャ・ナサレ、ビージャ・ハルセル、ビージャ・アルモニア、カンツマルカ、ペニテンシアリア、サン・アントニオ、シウダー・サテリテ、メルカート・チュキミア、プラン 40
2.		11月17日	08:00-15:00	16	
3.		12月1日	08:00-18:00	16	
4.		12月15日	08:00-17:00	16	
5.		12月29日	08:00-15:00	16	
6.	2007年	1月9日	10:00-18:00	20+3 施設	20地区：中央部（旧市街）、サン・ベニート、ウアカチャーシ、ビージャ・ブッシュ、ビージャ・エスパニヤ、テアトロ・アルリブレ、ビージャ・サンチャゴ、アロンソ・デ・イバニェス、ビージャ・ネヘスエラ、ビージャ・ナサレ、ビージャ・コハカバナ、ビージャ・アルモニア、ビージャ・トマス・フリーアス、ビージャ・ハルセル、ビージャ・ブエナ・ビスタ、アルト・ブラカモンテ、カンツマルカ、サン・アントニオ、シウダー・サテリテ、プラン 40 3施設：タニエル・ブラカモン病院、サン・ファン・デ・チオス高校、刑務所
7.		1月12日	09:00-18:00	20+3 施設	
8.		1月26日	08:00-17:00	20+3 施設	
9.		2月9日	10:00-18:00	20+3 施設	
10.		2月23日	09:00-17:00	20+3 施設	
11.		3月9日	08:00-17:00	20+3 施設	
12.		3月23日	09:00-18:00	20+3 施設	
13.		4月5日	09:00-17:00	20+3 施設	
14.		4月20日	10:00-17:00	20+3 施設	
15.		5月4日	11:00-18:00	20+3 施設	
16.		5月18日	08:00-17:00	20+3 施設	
17.		6月1日	08:00-17:00	20+3 施設	
18.		6月15日	09:00-18:00	20+3 施設	
19.		6月29日	09:00-18:00	20+3 施設	
20.		7月13日	08:00-18:00	20+3 施設	
21.		7月27日	10:00-18:00	20+3 施設	
22.		8月10日	10:00-18:00	20+3 施設	
23.		8月24日	08:00-18:00	20+3 施設	
24.		9月7日	09:00-18:00	20+3 施設	
25.		9月28日	08:00-18:00	20+3 施設	

出典：AAPOS の給水停止の新聞公示

表 2.3.13 に示すように、AAPOS では、取水施設の土砂の排除、サンファン既存配水池の清掃等のために、この 1 年間に 25 日間の給水停止を余儀なくされている。その間、サンファン配水区の約 9 万人への給水が停止し、市民生活に大きな不便を強いると同時に、鉱工業・観光等の産業活動にも悪影響を及ぼしており、これらの状況証拠からすると、浄水場の建設は不可欠と考えられる。

(4) 追加水質検査データ収集の必要性

しかしながら、AAPOS の水質検査体制の不備により、現状において上記の給水停止の状況証拠を裏付ける水質悪化の水質検査データが整っていない。従って、今後、本年 11 月～来年 3 月までの雨期の期間に AAPOS が毎日水質検査を実施し、浄水場建設の必要性と妥当性を裏付けるデータを収集するとともに、浄水場設計の基礎資料とすることを協議において合意した。

なお、水質検査は濁度、色度、電気伝導度、PH の 4 項目、採水地点は既存サンファン配水池流入部と配水管網末端の 2 個所で行うことを申し合わせた。

(5) 重金属類の水質試験結果

本調査対象地域は鉱山地域にあり、重金属類の水道水源への混入が懸念されたため、信頼できる水質検査機関へ委託して水質検査を行った。委託した機関は、ポトシ市内にある「ボリビア鉱山環境研究センター (CIMA)」で、JICA がこれまでに技術協力プロジェクトを通して支援してきた大学の分析研究機関である。

サンプリングは、サンファン川水源、カリカリ配水系統の水源、市内の貯水池、配水管網末端の計 8 箇所で行い分析を行った。結果として、重金属類、化学物質等のすべての項目において、WHO ガイドラインならびにボリビア国飲料水質基準値を超えるものは無く、飲料水としての安全性が確認された（本報告書添付資料内の「5. 参考資料」参照）。

2-3-7 サンファン浄水場予定地の現状と課題

サンファン浄水場は既存サンファン配水池敷地内に予定されている。AAPOS では既存配水池の上部の崖の上を予定地として考えているが、以下のような問題点があることが判明した。

- ① 浄水施設に必要な幅が不足しているため、大規模な造成工事（切土工事）が必要である。
- ② 上記の場合、適切な法面保護工と地盤支持力の確認が必要である。
- ③ また、崖の上に建設した場合、サンファン川からの導水管の水頭が約 10m 低くなるため、導水管の設計能力 175 l/s を下回ることが確実である。

図 2.3.6 に本予備調査期間中に AAPOS が作成した浄水場建設予定地の地形図を示す。既存配水池と同じ高さで敷地東側に平らなスペースがあり、南側の斜面の勾配も比較的緩い

ため、造成工事は伴うものの、崖の上よりは適当な候補地と成り得る可能性がある。

今後、基本設計調査において浄水場の処理方式が選定された時点で、浄水場のレイアウトと地形状況を勘案して詳細な場所が決定されるが、AAPOSが既存サンファン配水池として使用权を有する、土地境界のフェンスの外側まで用地が必要になることは確実であり、レイアウトが決定しだい、速やかにAAPOSによる使用权の獲得が必要である。

本予備調査での聞き取り調査によれば、敷地境界の西側は私有地で、東側と南側は市有地とのことであるが、基本設計調査において詳細な確認を行う必要である。

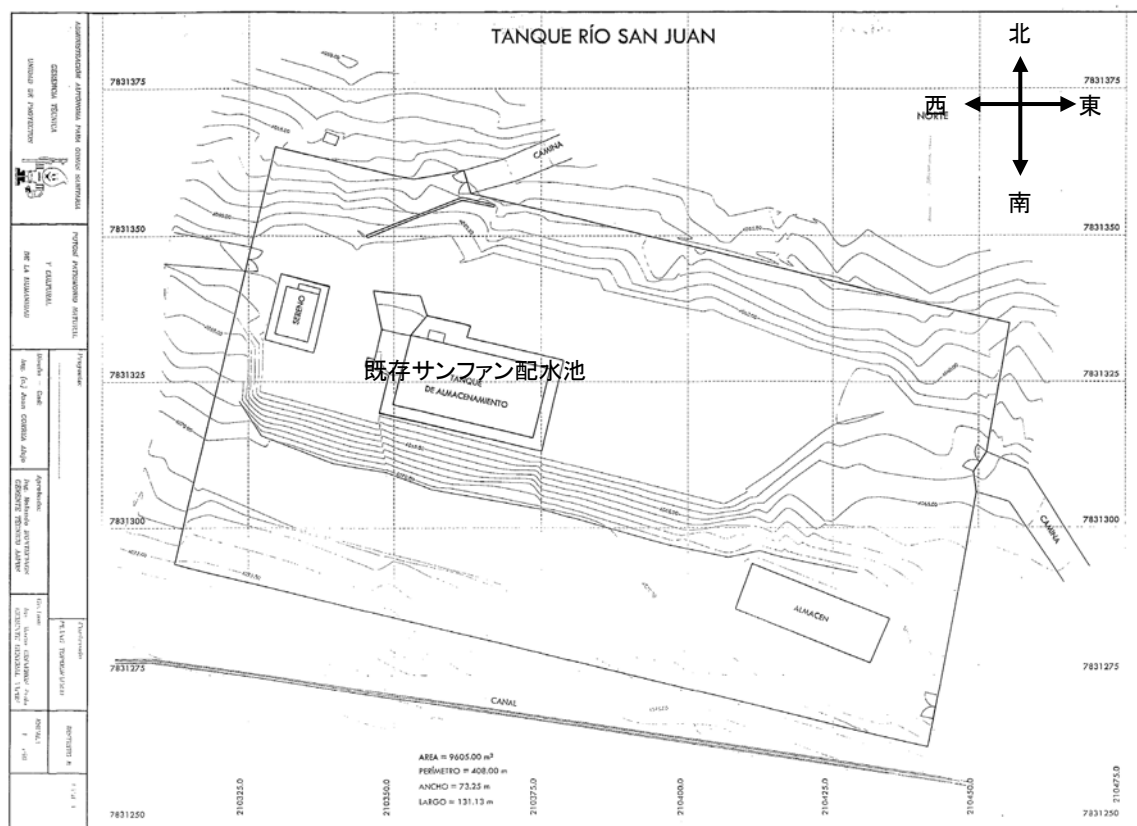


図 2.3.5 サンファン浄水場予定地の地形図