

図表リスト

		頁
<p><図リスト></p>		
図 2-1	コチャバンバ県庁の組織図	2 - 1
図 2-2	アンゴスツーラ水利組合の組織図	2 - 1
図 2-3	調査対象地域の気象	2 - 7
図 3-1	クロッピングパターン（現況、計画）	3 - 4
図 3-2	電気伝導度と SAR(ナトリウム吸着比)の関係図(USDA 灌漑用水基準)	3 - 9
図 3-3	用水系統模式図	3 - 12
図 3-4	分水ゲート断面図	3 - 15
図 3-5	洪水位と既設水路との取り合い模式図	3 - 17
図 3-6	水路工および道路工標準断面図	3 - 27
図 3-7	事業実施体制図	3 - 29
<p><表リスト></p>		
表 1-1	農業セクターへの援助実績	1 - 4
表 1-2	農業セクターに関する他ドナーの援助	1 - 5
表 2-1	過去4年間におけるコチャバンバ県灌漑部の予算	2 - 2
表 2-2	アンゴスツーラ水利組合の年間経常予算実績	2 - 2
表 2-3	過去2年間のアンゴスツーラ水利組合の運営収支	2 - 3
表 2-4	アンゴスツーラ灌漑システム用水路施設概要	2 - 4
表 2-5	調査対象地域における電力供給整備状況	2 - 5
表 2-6	調査対象地域における給水施設整備状況	2 - 5
表 2-7	コチャバンバ県における公的医療施設数	2 - 6
表 2-8	コチャバンバ県の就学率	2 - 6
表 2-9	コチャバンバ地域の水利用	2 - 8
表 2-10	コチャバンバ地域の農地利用	2 - 8
表 3-1	本計画のプロジェクト・デザイン・マトリックス(PDM)	3 - 2
表 3-2	環境調書作成スケジュール	3 - 6
表 3-3	灌漑期の水質検査結果	3 - 7
表 3-4	非灌漑期の水質検査結果	3 - 8
表 3-5	ラ・アンゴスツーラダムからの月別放流量(計画)	3 - 11
表 3-6	路線別灌漑面積と設計流量	3 - 11
表 3-7	路線別水路現況	3 - 13
表 3-8	路線別ライニング率(本プロジェクト実施後)	3 - 13
表 3-9	灌漑効率の変化	3 - 14

表 3-10	過去5ヶ年のゲート修理費用	3-14
表 3-11	取水口部の中央幹線水路断面	3-16
表 3-12	水路改修要請内容	3-18
表 3-13	各水路の特徴	3-19
表 3-14	ライニング個所選定表	3-20
表 3-15	ライニングタイプ比較表	3-22
表 3-16	水路別ドレーン設置延長	3-24
表 3-17	漏水対策工一覧表	3-24
表 3-18	道路舗装工法の比較	3-26
表 3-19	期別工事内容	3-28
表 3-20	主な調達品の輸送方法	3-33
表 3-21	事業実施工程表	3-35
表 3-22	水利組合の要員計画	3-38
表 3-23	増員に伴う人件費	3-38
表 3-24	維持管理項目および内容	3-39
表 3-25	水利組合の収支バランス	3-41
表 3-26	水利組合の施設維持管理運営収支	3-42
表 4-1	プロジェクト実施による効果と現状改善の程度	4- 1

略語一覧表

一 般

AUSNR No.1	: Asociación de Usuarios del Sistema Nacional de Riego No.1 Angostura	アングオスツラ国家第1 水利組合
A/P	: Autorización de Pago	支払授權書
B/A	: Acuerdo Bancario	銀行取極
BID	: Banco Interamericano de Desarrollo	米州開発銀行
BM	: Banco Mundial	世界銀行
C/N	: Canje de Notas	交換公文
EBRP	: Estrategia Bolibiana de Reducción de la Pobreza	貧困削減戦略書
ELFEC	: Empresa de Luz y Fuerza Electrica Cochabamba	コチャバンバ民営電力会社
ENDAR	: Estrategia Nacional de Desarrollo Agropecuaria y Rural	国家農牧・農村開発戦略
ENDA	: Empresa Nacional de Electrificación	国営水力発電所
ETPA	: Estrategia de Transformación Productiva Agropecaria	農業生産性革新戦略
EU	: European Union	欧州連合
FA	: Ficha Ambiental	環境調書
FAO	: Food and Agriculture Organization	国連食糧農業機関
GDP	: Gross Domestic Product	国内総生産
GNI	: Gross National Income	国内総収入
JICA	: Agencia de Cooperación Internacional del Japón	独立行政法人国際協力機構
LA	: Licencia Ambiental	環境ライセンス
MA	: Ministerio de Agua	水省
M/D	: Minutea de Discusiones	協議議事録
MDGs	: Millennium Development Goals	ミレニアム開発目標
MDRAMA	: Ministerio de Desarrollo Rural, Agropecuario y Medio Ambiente	農村農牧開発環境省
PRONAR	: Program Nacional de Riego	国家灌漑プログラム
SBPC	: Sistema Bolibiano de Productividad y Competitividad	国家生産性・競争性システム
SEDAG	: Servicio Departamental de Desarrollo Agropecuario	県農牧公社
SEMAPA	: Servicio Municipal de Agua Potable y Alcantarillado	市上下水道公社
UNDP	: United Nations Development Programme	国連開発計画
VIPFE	: Viceministro de Inversión Pública y Financiamiento Externos	公共投資庁

長 さ

cm	: centímetro	センチメートル
m	: metro	メートル
km	: kilómetro	キロメートル

面積、体積、重量

km ²	: kilómetro cuadrado	平方キロメートル
ha	: hectáreas	ヘクタール

L	: litro	リットル
G	: gallons	ガロン(3.85 リットル)
m ³	: metro cúbico	立方メートル
kg	: kilogramo	キログラム
t	: tonelada	トン

その他の略号

°C	: grado centígrado	摂氏温度
%	: por ciento	パーセント
No.	: numero	ナンバー
pH	: pH	酸性度
EC	: Electric Conductivity	電気伝導度
SAR	: Sodium Adsorption Ratio	ナトリウム吸着比

為替レート

1US\$=113.53 円

1US\$=8.08 Bs(ボリビアーナ)

1Bs =14.05 円

要 約

要 約

ボリビア共和国（以下「ボ」国と称す）の農業は、地勢及び気候によって地域的に多様性及び地域的发展段階が異なっている。東部平原地域では、機械化による大豆をはじめとする油糧作物など輸出を前提とした企業的農業が行われおり、一方、高地平原地帯や溪谷地帯では小規模農家が天水農業(全国の年間栽培面積の 87.5%) による伝統的な農法で栽培を行っているが、近代的技術や農業資材・投入材の利用が限られているため農業生産性は低く、生産量が国内需要を満たすに至っていない。

このため、「ボ」国政府は現時点での農業分野の最優先課題として農業・農村インフラの整備を掲げている。その中でも特に灌漑は 11 万 ha と具体的な数値を掲げ、各ドナーに事業推進の協力を要請している。

本プロジェクトの対象地域は、溪谷地帯に属し「ボ」国の農業の中心地の一つであるが、戸当り経営面積は 1ha 前後と小規模な営農で主にアルファルファなどの飼料作物を栽培している。また、年間降水量が 500mm 程度のため、灌漑なしでは年間を通じた農業生産を行うことは困難である。一方、既存の灌漑水路は、約半世紀に亘って地域の農業に貢献してきたが、現在では老朽化による漏水が激しく市街通過区間においては水路近接の住宅の一部に被害が及んでいる。また、土水路が全体の約 78% を占め、水路底の凹凸による通水阻害や漏水により灌漑効率は、日本の畑地灌漑における標準値 60~65%（地表灌漑）に比べかなり低く、約 35% に留まっている。加えて、都市部を通過する箇所では、下水本管が未整備のため都市下水の流入により水質が悪化し、区域によっては灌漑用水の野菜栽培への利用が制限されるなど、コチャバンバ市という消費地に近い特色を生かすことができない状況となっている。

また、水路と併走する維持管理用道路兼農道は、ほとんどの区間が未舗装であり、不陸が著しい。特に雨天時には走行が困難となり、施設の維持管理作業に支障を来している。

農業セクターの上位計画として、「ボリビア生産性向上計画 2005-2007」および「国民対話 2004」に基づいた「国家農牧・農村開発戦略(2005)」(以下「ENDAR」と称す)が策定されている。ENDAR は、「農牧生産者等の収入と雇用機会の増加、ならびに競争市場に参加できる知識や技術の移転」を目的とした住民参加による行動計画であり、計画の方向性を示す基礎として7つの優先施策とこれらを補足するための4つの横断的施策が挙げられている。本プロジェクトは、ENDAR で示された7つの優先施策の内、農村インフラ整備に寄与するプロジェクトであり、農村における収入向上と雇用機会の拡大の課題に対応している。

このような経緯のもと、本計画実施を推進するため「ボ」国政府は、2003年5月「コチャバンバ県灌漑施設改修計画」に係る無償資金協力を日本政府に要請した。日本政府は本要請案件の目的、内容が日本の無償資金協力案件として検討することが妥当と判断し、当システムに基づく案件としての必要性及び妥当性を確認するため、2005年2月~3月に独立行政法人国際協力機構(以下「JICA」と称す)を通じて予備調査を実施した。この予備調査で、1)受益地の農業のポテンシャルが高く、漏水や水質の問題が改善されれば、

消費地に近い特色を活かした農業が可能であること、2)灌漑用水路への下水の流入は自助努力で解決可能であることが確認されたことを踏まえ JICA は、本基本設計調査の実施を決定し、2005年11月19日より同年12月18日まで基本設計調査団を「ボ」国に派遣した。基本設計調査団は帰国後、要請内容及び協力の妥当性を検討し、適切な規模と内容の基本計画を策定し、基本設計概要書案として取りまとめ、2006年5月25日から6月5日まで、現地でその説明・協議を行った。

基本計画は「ボ」国からの要請内容および先方政府による施設整備の実施を前提として本計画の協力対象を以下のように定めた。

- ① 灌漑水路、関連付帯施設の整備
- ② 維持管理道路および農道の整備
- ③ 水路改修に必要な資材調達

基本設計の概要は以下の通りである。

① 施設建設

整備項目	全体規模	ユニット別規模	
		北幹線ユニット	南幹線ユニット
コンクリート水路工	L=34,115 m	北幹線ユニット	L= 9,444 m
		中央幹線ユニット	L= 7,638 m
		南幹線ユニット	L=17,033 m
維持管理用道路兼農道舗装工	L=20,227m	北幹線ユニット	L= 7,910 m
		南幹線ユニット	L=12,317 m
防水モルタル工 (モルタルライニング)	10,882m ²	北幹線ユニット	8,965 m ²
		南幹線ユニット	1,917 m ²
スライドゲート取り付け工	37 門	北幹線ユニット	15 門
		中央幹線ユニット	4 門
		南幹線ユニット	18 門
取水堰工	1 基	中央幹線ユニット	

② 資材調達

ウィープホール 4,828 個

本計画を我が国の無償資金協力により実施する場合、実施設計期間として7ヶ月、施設建設期間として23ヶ月を必要とし、全体工期は約30ヶ月となる。本計画に必要な概算事業費は、総額約6.69億円（日本側事業費：6.67億円、「ボ」国側：0.02億円）と見積もられる。

本プロジェクトの事業実施により、計画対象地区の灌漑施設および維持管理用道路兼農道が整備されるとともに、灌漑効率が33%から44%に改善され、灌漑面積が291ha増加する。かつ、降雨時の車輛走行が困難な状況から通年走行が可能となり、受益農民約3万人を含むコチャバンバおよび周辺市民約80万人の生活環境が改善される。また、市街区間の水路近接の一部の住宅への漏水による浸水被害が解消される。加えて、コチャバンバ県の灌漑施設状況の改善を通して、上位計画である「ボリビア生産性向上計画2005-2007」及び「国家農牧・農村開発戦略（2005）」の推進に大きく寄与するものであ

る。

また、間接的な効果としては、営農活動の安定化、農作物の多様化、環境の改善および環境意識の啓発、施設維持管理体制の強化が図れる。

本プロジェクトにおける施設建設、及び先方政府による整備後のインフラ施設の運営・維持管理が持続的かつ円滑に実施され、コチャバンバ県における灌漑施設改修事業が効果的に継続されるためには、以下に示す事項について留意する必要がある。

- ・ 「ボ」国側の負担事項である諸対策の早期実施
- ・ アンゴスツーラ水利組合による施設運営維持管理体制の強化
- ・ 技術協力の必要性
- ・ 灌漑関連施設に影響を及ぼす構造物建設に関する許認可手続きの確立
- ・ 関連諸機関との連携

上記の他、以下の点が改善・整備されることにより、本プロジェクトはより円滑かつ効果的に実施しうると考えられる。

- ・ 「ボ」国側の負担事項の履行期限内の完了
- ・ プロジェクト調整準備委員会による水質およびごみ不法投棄問題に関するモニタリング委員会を設立し継続的にモニタリングを実施するとともに、市民に対し環境問題の広報を通じて住民活動の強化

目 次

序 文	
伝達状	
位置図／完成予想図／写真	
図表リスト／略語	
要 約	
	頁
第 1 章 プロジェクトの背景・経緯	
1.1 当該セクターの現状と課題	1 - 1
1.1.1 現状と課題	1 - 1
1.1.2 開発計画	1 - 1
1.1.3 社会経済状況	1 - 2
1.2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要	1 - 2
1.3 我が国の援助動向	1 - 3
1.4 他ドナーの援助動向	1 - 5
第 2 章 プロジェクトを取り巻く状況	
2.1 プロジェクトの実施体制	2 - 1
2.1.1 組織・人員	2 - 1
2.1.2 財政・予算	2 - 2
2.1.3 技術水準	2 - 2
2.1.4 既存施設・機材	2 - 3
2.2 プロジェクト・サイト及び周辺の状況	2 - 5
2.2.1 関連インフラの整備状況	2 - 5
2.2.2 自然条件	2 - 7
2.2.3 その他	2 - 9
第 3 章 プロジェクトの内容	
3.1 プロジェクトの概要	3 - 1
3.2 協力対象事業の基本設計	3 - 3
3.2.1 設計方針	3 - 3
3.2.2 基本計画(施設計画)	3 - 10
3.2.3 基本設計図	3 - 28
3.2.4 施工計画	3 - 28
3.2.4.1 施工方針	3 - 28
3.2.4.2 施工上の留意事項	3 - 30
3.2.4.3 施工区分	3 - 31

3.2.4.4	施工監理計画	3 - 31
3.2.4.5	品質管理計画	3 - 32
3.2.4.6	資機材等調達計画	3 - 33
3.2.4.7	実施工程	3 - 33
3.3	相手国側分担事業の概要	3 - 36
3.4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3 - 38
3.5	プロジェクトの概算事業費	3 - 40
3.5.1	協力対象事業の概算事業費	3 - 40
3.5.2	運営・維持管理費	3 - 41
3.6	協力対象事業実施に当たっての留意事項	3 - 43

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

4.1	プロジェクトの効果	4 - 1
4.2	課題・提言	4 - 2
4.3	プロジェクトの妥当性	4 - 3
4.4	結 論	4 - 3

【資 料】

1.	調査団員・氏名	I - 1
2.	調査行程	II - 1
3.	関係者(面会者)リスト	III - 1
4.	当該国の社会経済状況	IV - 1
5.	協議議事録(M/D)	V - 1
6.	事業事前計画表(基本設計時)	VI - 1
7.	参考資料/入手資料リスト	VII - 1
8.	その他の資料・情報	
1	土質調査結果	A-1-1
2	現況及び計画クロッピングパターン	A-2-1
3	計画用水量算定表	A-3-1
4	水理計算結果	A-4-1
5	中央幹線取水工資料	A-5-1
6	ウィープホール設置区間	A-6-1
9.	図面集	

第1章 プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1.1 当該セクターの現状と課題

1.1.1 現状と課題

ボリビア共和国（以下「ボ」国と称す）の農業は、地勢及び気候によって地域的に多様性及び地域的发展段階が異なっている。東部平原地域では、機械化による大豆をはじめとする油糧作物など輸出を前提とした企業的農業が行われおり、一方、高地平原地帯や溪谷地帯では小規模農家が天水農業（全国の年間栽培面積の87.5%）による伝統的な農法で栽培を行っているが、近代的技術や農業資材・投入材の利用が限られているため農業生産性は低く、生産量が国内需要を満たすに至っていない。

本プロジェクトの対象地域は、溪谷地帯に属し「ボ」国の農業の中心地の一つであるが、戸当り経営面積は1ha前後と小規模な営農で主にアルファルファなどの飼料作物を栽培している。また、年間降水量が500mm程度のため、灌漑なしでは年間を通じた農業生産を行うことは困難である。一方、既存の灌漑用水路は、約半世紀に亘って地域の農業に貢献してきたが、現在では老朽化による漏水が激しく市街通過区間においては水路近接の住宅の一部に被害が及んでいる。また、土水路が全体の約78%を占め、水路底の凹凸による通水阻害や漏水により、灌漑効率は日本の畑地灌漑における標準値60～65%（地表灌漑）に比べかなり低く、約35%に留まっている。加えて、都市部を通過する箇所では、下水本管が未整備のため都市下水の流入により水質が悪化し、区域によっては灌漑用水の野菜栽培への利用が制限されるなど、コチャバンバ市という消費地に近い特色を生かすことができない状況となっている。

また、水路と併走する維持管理用道路兼農道は、ほとんどの区間が未舗装であり、不陸が著しい。特に雨天時には走行が困難となり、施設の維持管理作業に支障を来している。

1.1.2 開発計画

「ボ」国は、農村部における貧困の解消を重点課題とした『「ボ」国貧困削減戦略：EBRP』（2001年6月）を策定し、貧困層をターゲットにした公共投資を優先的に進めている。

農業セクターの上位計画として、「ボリビア生産性向上計画2005-2007」および「国民対話2004」に基づいた「国家農牧・農村開発戦略（2005）」（以下「ENDAR」と称す）が策定されている。ENDARは、「農牧生産者等の収入と雇用機会の増加、ならびに競争市場に参加できる知識や技術の移転」を目的とした住民参加による行動計画であり、計画の方向性を示す基礎として7つの優先施策とこられを補足するための4つの横断的施策が挙げられている。本プロジェクトは、ENDARで示された7つの優先施策の内、農村インフラ整備に寄与するプロジェクトであり、農村における収入向上と雇用機会の拡大の課題に対応している。

1.1.3 社会経済状況

「ボ」国の経済は、1999年以降の世界的な需要の低迷、貿易の伸びの鈍化、農産物等一次産品価格の低下等により、経済状況が急速に悪化し、深刻な不況に直面していた。その後、2004年に国際通貨基金との協議の下、緊縮財政が実現されたことからやや回復し、国民総所得（GNI）の総額は、2003年の81億USドル（世銀）から2004年の86億USドル、同時期の一人当たりGNIも920USドルから960USドルへと増加している。2004年のGDPに占める産業別の割合は、第一次産業部門が20.7%、第二次産業部門が25.5%、第三次産業部門が53.8%である。しかしながら、各業種別の割合を見ると農牧林業は15.6%で最も高い割合である。

また、「ボ」国の総輸出額22.54億ドル（2004年）のうち、加工品を含めた農産物は34%を占めるなど、農林水産業は「ボ」国におけるもっとも重要な経済セクターに位置付けられる。

一方、「ボ」国の全就業人口の44%の149万人（2001年FAO統計）が農業に従事しているが、東部平原地帯を除く高地平原地帯および溪谷地帯では農地所有面積が3ha以下の小規模農家（貧農）が主で低生産性の零細農業を余儀なくされている。

このような状況の下、「ボ」国経済の活性化ならびに国民への安定した食糧供給を確保するためにも、多数の国民が従事する農業分野での生産性向上および他国との競争力の強化を開発戦略の柱としている。

1.2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

ボ国は人口8.7百万人、一人当たりGNIが940USドル（2003年）であり、南米における最貧国である。1992年に70.9%であった「ボ」国貧困率（一人当り年間所得410USドル以下の人口割合）は2001年に58.6%に改善されているが、都市部と農村部の所得格差は大きく、全人口の38%が居住する農村部では1992年の95.35%から2001年の90.8%とあまり改善されておらず、農村部の貧困は依然大きな問題となっている。このため「ボ」国政府は、貧困削減のために農業・工業分野の生産力向上・競争力強化、及び社会サービス強化等を開発戦略として盛り込んだ「プラン・ボリビア（2002-2007）」を策定するとともに、同プランの内容を反映した形のPRSPを改定し、生産インフラ整備を優先する方針の下、農村部の貧困対策に取り組んでいる。

本プロジェクトサイトは、「ボ」国中央部に位置するコチャバンバ県で、標高2,650mの盆地の中に位置し、農業の中心地の一つである。本地域は年間平均降水量が556mmのため、灌漑用水なしでは年間を通じた農業生産を行うことは困難である。一方、既存の灌漑用水路（北、中央、南幹線）は、築後50年以上を経過し老朽化による漏水や土砂の堆積による通水阻害のため機能が低下している。加えて、都市部を通過する箇所では、都市下水が流入して水質が悪化し、区域によっては野菜栽培への利用が制限されている状況となっている。

このため、「ボ」国政府は上記の状況を改善することを目的として、灌漑用水路のライニング改修を主たる内容とする無償資金協力を日本政府に要請した。

この要請を受けて、無償資金協力としての妥当性を判断するための予備調査が 2005 年 2～3 月に実施され、以下の 2 点が確認された。

- (1) 本案件プロジェクトサイトにおける農業セクターのポテンシャルは高く、本案件の実施により灌漑水の水量増加及び水質改善が行われれば、コチャバンバ市という消費地に近い特色を生かした近郊農業（特に野菜栽培の振興）が可能となる。
- (2) 懸念されていた灌漑用水路への下水の流入箇所はそれほど多くなく、ボリビア側の自助努力により解決可能である。

同時に予備調査においては適切な協力範囲の絞り込みが行われ、灌漑用水路の改修及び維持管理用道路兼農道整備が協力内容として妥当であると判断された。

ミニッツにおいて先方の自助努力で解決することが確認された下水問題については、県庁灌漑局、水利組合及び市上下水道公社（SEMAPA）は 2005 年 4 月下旬に関係者会議を開き、灌漑用水路への不法下水を規制することで合意した。2005 年 7 月に JICA ボリビア事務所が下水対策に関する視察を実施したところ、既にボリビア側は下水対策を実施しており、暗渠部で 3 箇所、開渠部（1,730m）で 30 箇所の違法接続が確認され、SEMAPA は接続住民への行政指導を行って排水箇所を封鎖した。なお、SEMAPA が無償もしくはそれに近い条件で、封鎖した不法な下水排水管を下水道本管へ接続する旨をコミュニティ・リーダーに説明したため、下水封鎖による問題はないと思われる。これら SEMAPA による下水対策は既に終了している。

本調査は予備調査の結果及び先方による下水対策の実施状況を踏まえ、先方の要請内容の妥当性を詳細に検証し、無償資金協力として適切なプロジェクトの内容、協力範囲を検討した上で、必要となる施設の基本設計を行うものである。

1.3 我が国の援助動向

我が国の「ボ」国に対する経済技術協力は、1960 年代に開始され 2004 年までの累計は技術協力 56,273 百万円、無償資金協力 75,146 百万円及び有償資金協力 47,026 百万円となっている。

我が国は 2005 年 8 月に実施された経済協力に関する政策協議において、人間の安全保障の視点をベースとしたミレニアム開発目標（MDGs : Millennium Development Goals）の達成をビジョンとするに合意し、①社会開発（教育分野、医療保健分野等）、②生産性向上支援（経済的自立支援、農業・農村開発分野、運輸交通分野等）、③制度・ガバナンス支援（組織強化とガバナンスへの支援）を重点分野とすることを確認した。無償資金協力については、「ボ」国の貧困削減に資する保健・医療、衛生、上水道等の基礎的生活分野ならびに道路・橋梁等のインフラ整備を実施しているほか、食糧増産援助、ノンプロ無償及び文化無償を実施している。91 年度からは草の根無償を実施しており、2004 年度には 50 件を実施した。技術協力については、農牧業、保健・医療、環境などの分野を中心に各種形態により幅

広く行っている。また、農業、交通、鉱工業、防災等の分野で開発調査を実施している。

「ボ」国の農業部門に関連した我が国の協力実績は表 1-1 に示す通りである。

表 1-1 農業セクターへの援助実績

協力形態	件名等	支出等
無償資金協力	食糧増産援助	90.00 億円 (1985-2001)
	養殖開発センター建設計画	8.05 億円 (1986)
	コチャバンバ州野菜種子増殖計画	14.16 億円 (1987)
	ポトシ農道整備計画	7.58 億円 (1989)
	家畜繁殖改善計画	7.24 億円 (1990)
	ラ・パス農道整備計画	7.67 億円 (1990)
	チュキサカ及びタリハ農道整備計画	15.65 億円 (1991)
	オルロ農道整備計画	7.95 億円 (1992)
	アチャカチ地区農業開発計画 (1/2 期)	8.17 億円 (2000)
	ラパス県村落開発機材整備計画	6.83 億円 (2005)
技術協力	専門家派遣 (全分野)	976 人
	調査団派遣 (全分野)	2,245 人
	青年海外協力隊 (全分野)	658 人
	研修員受入	3,928 人
	プロジェクト技術協力	ボリビア家畜繁殖改善 (1987-1994) ボリビア水産開発研究センター (1991-1998) ボリビア肉用牛改善計画 (1996-2000) タリハ溪谷住民造林・侵食防止計画 (1998-2003)
	開発調査	柑橘栽培地造成計画 (1987-1994) チャパレ農業開発計画 (1987-1994) サンタアナ地区農業農村開発計画 (1987-1994) 森林資源管理計画 (1987-1994) サンタクルス県農産物流通システム改善計画 (1987-1994) ラ・パス県アチャカチ地区農村・農業開発計画 (1987-1994)
機材調達	測量機械 (1965)	1,652 千円 (農林省農林開発企画庁)
	農機具 (1965)	520 千円 (コチャバンバ州立果樹栽培試験場)
		2,622 千円 (同上)
	灌漑ポンプ (1967)	1,720 千円 (農地改革院)
	測量用器具 (1969)	38,753 千円 (農牧省水産研究所)
	水産養殖指導普及用機材 (1981)	11,294 千円 (農牧省水産研究所)
	水産養殖機材 (1982-83)	41,026 千円 (熱帯農業研究センター)
	農業機材 (1984)	4,387 千円 (熱帯農業研究センター)
	稲作普及用機材 (1985)	72,442 千円 (農牧省水産研究所)
	水産養殖機材 (1989)	34,164 千円 (ガブリエル・レネ・モレノ大学)
	農産物加工技術研究用機材 (1997)	5,543 千円 (農業農村開発省)
	灌漑排水調査測定機材 (1997)	

1.4 他ドナーの援助動向

農業分野の援助は、多くの機関・国によって行われている。その特徴の第1として、ボリビア政府の国家プログラムを支援する援助協調が挙げられる。SIBTA（農牧技術システム）、PRONAR（全国灌漑プロジェクト）、SENASAG（国家農牧衛生システム）について複数の援助機関・国が支援を行っている。

SIBTA は全国をカバーする米州開発銀行の融資に加え、FOCAS と呼ばれるバスケットファンドによる協力が行われており、欧州諸国が資金を投入している。また、渓谷地域ではUSAID、そしてチャコ地方に対してはGTZが資金投入と技術支援を行っている。

その他の援助では、貧困農村に対する協調プロジェクト（MINKA、DRIPAD等）及びアルティ・プラノと渓谷地域に関する自然資源管理に関する協力が多。また、特徴的なのは、アメリカが中心となって行っているチャパレ及びユングスのいわゆるコカ不法栽培地域に対する代替作物開発に関連する援助、ドイツが中心となって行われている灌漑プロジェクトである。

このように、援助の多くは農牧セクターの国家プログラム、ボリビア国の大きな開発課題であるアルティ・プラノと渓谷地域の貧困問題と自然資源管理、コカ不法栽培と関連する代替作物開発に向けられている。主要援助機関・国の援助プロジェクトの一覧は表 1-2 に示す通りである。

表 1-2 農業セクターに関する他ドナーの援助

援助国・機関	援助形式	援助概要
世界銀行	技術協力	国家灌漑プロジェクトの調査・計画、農村インフラ(セクター融資)、先住民、土地管理
米州開発銀行	技術協力	農牧サービス計画(セクター融資、SIBTA 含む)
UNDP	技術協力	農牧省戦略強化、MINKA
FAO	技術協力	農業食糧遺伝資源、自然資源管理、アンデス開発促進、アンデス食糧保障、家庭菜園計画
EU	技術協力	ビチョ・ビチョ灌漑プロジェクト(コチャバンバ県南部)、代替作物
アメリカ	技術協力	チャパレ地域代替作物、コチャバンバ農道、ユングス農道・代替作物開発計画、食糧援助
ドイツ	技術協力	プナタ、サカバ地域灌漑プロジェクト(コチャバンバ市東方約12km)、サンタクルス、チュキサカ県内の灌漑計画
スイス	技術協力	SIBTA、小規模生産農家開発支援、種子技術支援
イギリス	技術協力	SIBTA、DRIPAD、MINKA、渓谷傾斜地雑草管理
ノルウェー	技術協力	土地管理
デンマーク	技術協力	農業セクタープログラム支援(SIBTA 含む)、MINKA
オランダ	技術協力	SIBTA、アルティ・プラノ植林、収穫後損失防止
イタリア	技術協力	UNEP-CA
中国	技術協力	1990～1991年、南幹線水路の部分改修

SIBTA: 農牧技術支援システム DRIPAD: 貧困地域総合農村開発計画(マイクロ灌漑)
MINKA: 生活の質向上プロジェクト(マイクロ灌漑、道路、研修)
UNEP-CA: アンデス高地ラクダ科動物繁殖計画

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2.1 プロジェクトの実施体制

2.1.1 組織・人員

本プロジェクトの実施機関のコチャバンバ県は、これまで日本をはじめとする外国からの援助による各種事業（表 1-1 および 1-2 参照）を実施した実績を有していることから、本プロジェクトの実施も問題ないと考えられる。なお、建設工事にあたっては、県庁の一部局である灌漑部が主体となって事業の実施を行う。灌漑部には、部長以下4名の技術者が配属されている。

施設建設後の維持管理および運営については、2000年にアンゴスツラ水利組合への移管手続きが行われており、事業実施後もコチャバンバ県灌漑部の指導の下、水利組合が水路の清掃や施設の補修および灌漑時のゲート操作など運営・維持管理を実施する。水利組合の現在の運営体制は、北・中央・南の各ユニットから5名の評議会委員を選出し、事務局が運営・維持管理を実施している。評議会は定期的な集会を開催しており、現在では本プロジェクトの実施に向けての会議を頻繁に実施している。組合事務局は、経理部門と水・施設の維持管理部門からなる。また、一般の組合員を含め、組織としてよくまとまっており、水利費に関しても未払いは無く、100%の徴収率である。

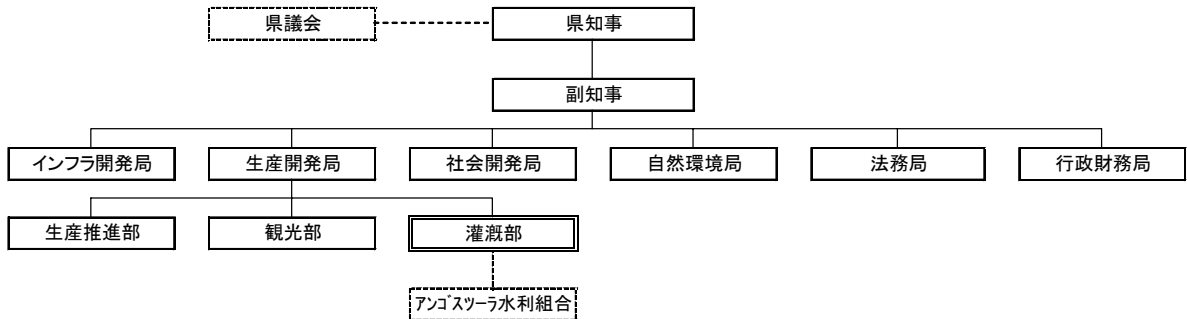


図 2-1 コチャバンバ県庁の組織図

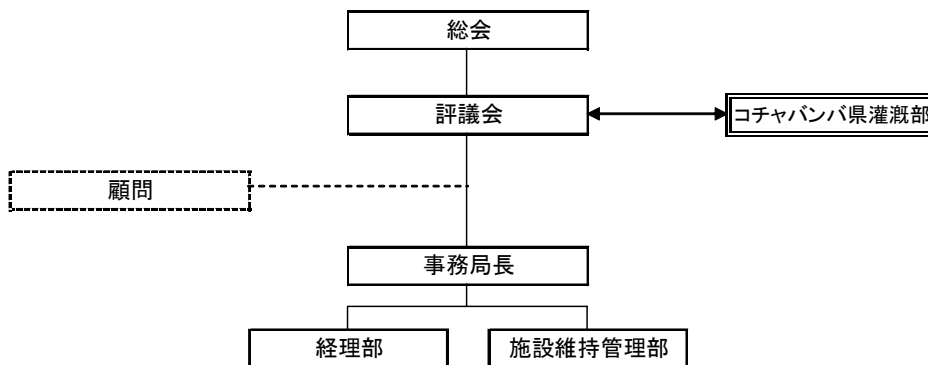


図 2-2 アンゴスツラ水利組合の組織図

2.1.2 財政・予算

コチャバンバ県灌漑部およびアンゴスツーラ水利組合の年間経常予算の実績を表 2-1 および 2-2 に示す。

表 2-1 過去 4 年間ににおけるコチャバンバ県灌漑部予算

単位：1,000Bs

費目	2002年	2003年	2004年	2005年	伸び率% (04/05年)
事務所経費	1,644	1,042	1,216	1,573	29.4
建設工事費	11,869	5,730	16,863	18,851	11.8
研究調査費	8,200	1,396	5,265	5,817	10.5
その他	18,798	6,236	8,127	9,127	12.3
合計	40,511	14,404	31,471	35,368	12.4

表 2-2 アンゴスツーラ水利組合の年間経常予算実績

単位：Bs

予算	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年
収入	439,065	412,045	458,941	513,194	597,399
支出	447,864	482,049	465,117	508,341	525,740
収支	-8,799	-70,004	-6,176	4,853	71,659

コチャバンバ県灌漑部で 2003 年の予算が減少したのは、農産物等一次産品価格の低下等により、国の経済状況が急速に悪化、深刻な不況に直面したためである。しかしながら、2004 年以降は経済状況が回復したことから、約 31～35 百万ボリビアーノの範囲で予算が割り当てられている。本プロジェクトが完了する 2008 年までは現行と同様の予算額で割り当てられるとの確認を得ている。また、アンゴスツーラ水利組合は 2002 年までは赤字が続いていたため、施設維持費・施設補修費等に当てる費用がほとんどない状況であった。そのため、2002 年に水利組合は評議会の承認を得て水代を 20Bs/ha 値上げした。これにより、ここ 2 ヶ年は黒字経営に転換している。

2.1.3 技術水準

(1) 運営維持管理能力

アンゴスツーラ水利組合は 2000 年よりコチャバンバ県灌漑部の指導の下、施設の運営維持管理を実施している。現在、当該灌漑システムは、水利組合によって運営・維持管理が実施されており、将来もこの水利組合が継続することとなる。各施設の施設維持管理業務に要する支出は、表 2-3 に示すとおり施設維持管理費と事務局費である。施設維持管理費(年平均換算)および事務局費は各々 591,500 ボリビアーノ、360,000 ボリビアーノと算定される。一方、収入は 280ha の灌漑面積増加に伴う水利費増および水利費徴収率 100%の実績を考慮して 1,001,500 ボリビアーノと算定される。収入に対する支出項目の割合は施設維持管理費が 59%、事務経費が 36%であり、十分な施設の運営維持管理の実施が可能であると判断される。

また、現在、施設維持管理部の職員は広範囲に及ぶ幹線水路とダムの管理など、兼務作業を余儀なくされているが、本プロジェクト実施後は、技術者を3名増員し、維持管理体制の強化を図ることとしている。

表 2-3 過去2年間のアンゴスツーラ水利組合の運営収支

項 目		2003 年	2004 年	
収入	水代・維持費			
	・北ユニット	184,855	229,196	
	・中央ユニット	104,136	108,869	
	・南ユニット	213,964	258,912	
	・遅延金他	10,239	422	
	・水路清掃費	315,500	315,500	
	計	828,694	912,899	
支出	[事務局費]			
	・人件費(事務)	126,499	117,210	
	・基礎サービス費	29,076	24,294	
	・技術サービス費	29,046	26,731	
	・事務所経費他	158,265	182,084	
	小計	342,886	350,319	
	[施設維持管理費]			
	・機械レンタル料	39,530	47,059	
	・水路補修工事費	33,836	31,800	
	・ゲート維持費	17,341	14,927	
	・管理道路補修費	24,400	24,400	
	・ダム水配分管理費	46,000	46,000	
	・資材購入費	4,348	11,235	
	・水路内の清掃	315,500	315,500	
	小計	480,955	490,921	
	計	823,841	841,240	
	差引	(組合の収支)	4,853	71,659

(2) 技術協力の必要性の有無

灌漑水路改修後の施設維持管理に関しては十分対応可能である。しかしながら、市街部の灌漑水路は水利組合の維持管理のほか近隣住民による水路へのゴミの不法投棄等の問題もあり、この点先方実施機関である県および関係4市の職員を通して市民に対しキャンペーン・広報を実施する必要がある。このため先方実施機関である県および関係4市の職員に対して JICA ボランティアによる環境配慮技術指導が有効と思われる。

2.1.4 既存施設・機材

既存のアンゴスツーラ灌漑システムは、1940年代に実施された国営灌漑事業であり、約11,000haの農地を灌漑することを目的にメキシコの援助を受け農業省灌漑総局により建設された。1940年に開始されたアンゴスツーラダム建設工事は1948年に竣工し、用水路の30%が整備された翌1949年より供用が開始された。

アンゴスツーラダムは、建設後50年を経過したもののダム堤体、放流施設とも堅牢である。堆砂により貯水量が減少している問題はあるが、現在のところ構造的な問題は発生していない。

アンゴスツーラダム

貯水池	河川名	: スルティ川、クルザ川及びタラタ川 (アマゾン水系マモレ川流域)	
	流域面積	: 2,022km ²	
	満水位	: WL=2,707.50m	
	最低水位	: WL=2,700.00m	
	満水面積	: A=2,703ha	
	貯水容量	: Q=100 百万 m ³ (設計時)	
	堆砂量	: Qs=25 百万 m ³	
	堤体	ダムタイプ	: 中央遮水ゾーン型ロックフィルダム
		堤頂長	: L=137.95m
		天端標高	: EL=2,711.99m
		基礎地盤高	: EL=2,695.07m
		堤高	: H=16.92m
		法面勾配	: 上流側 1:3.0、下流側 1:2.2
		堤体積	: V=42,000m ³
放流施設	: H7.5m×B8.0m×6 門 (鋼製ゲート)		

アンゴスツーラダムよりスルティ川に放流された灌漑水は、サンタ・ベラクルス頭首工で取水され、中央マトリス水路を流下し主分水工地点で北中央マトリス水路と南幹線水路に分岐する (位置図参照)。北中央マトリス水路は北・中央幹線分水工で、北幹線と中央幹線に分岐する。サンタ・ベラクルス頭首工では、土砂吐ゲートが土砂で埋まっているなど維持管理に苦慮している状態にあり、洪水による土砂の流入・堆積が問題となっている。ダムから北・中央・南幹線に達するまでの中央マトリス水路及び北中央マトリス水路は、中国の援助により石積水路の改修が実施されており、今回の水路改修の要請には含まれていない。以下にアンゴスツーラ灌漑システムの施設概要を示す。

表 2-4 アンゴスツーラ灌漑システム用水路施設概要

用水路名称		延長 (m)	ライニング			土水路
			石積水路	コンクリート水路	サイフォン等	
導水路	中央マトリス	636	-	-	-	636
	北中央マトリス	3,712	-	-	-	3,712
小 計		4,348	-	-	-	4,348
北幹線	北幹線	29,448	3,239	-	5,890	20,319
中央幹線	中央幹線	11,225	584	214	3,535	6,892
	中央第一副幹線	5,131	15	-	-	5,116
	中央第二副幹線	6,285	82	-	-	6,203
南幹線	南幹線	9,875	1,471	49	652	7,703
	南第一副幹線	11,529	6,041	58	392	5,038
	南第二副幹線	27,205	354	-	-	26,851
小 計		100,698	11,786	321	10,469	78,122
その他	ヒドロ	7,660				
	プカラ	9,160				
	アラニバル	7,312				
	その他	-				
小 計		24,132				
合 計		129,178				

注) 太枠内が要請の範囲

2.2 プロジェクト・サイト及び周辺の状況

2.2.1 関連インフラの整備状況

(1) 道路

県都コチャバンバ市から調査対象サイトへの入口であるアンゴスツーラ湖までのアクセスは、幹線道路（アスファルト舗装）で比較的良好に維持管理されており、通年通行に支障をきたすことはない。調査対象地域内の道路網は市町村道クラスに属しており、舗装道（アスファルト舗装および石畳舗装）であるが、幅員は路線により4～7mである。対象地区の維持管理用道路兼農道の路面状況は、道路側溝および排水用横断工の未整備に起因する雨水の表面流出によって生じる路面のポットホール（凹凸）が多く、材料が粘土分を含むため降雨時には車輛走行が困難な状況下にある。

(2) 電力

コチャバンバ県の電力は、国営の水力発電所（ENDE）で発電された電力を民営電力会社（ELFEC）が各需要家に架空配電にて供給している。ELFECによれば、コチャバンバ市周辺における停電は2000年度実績で2回あったが、倒木による15分程度と事故による2時間程度の停電のみでその後は比較的安定した供給が行われている。2004年のコチャバンバ県の電力消費量は2003年に比較して6.99%増の642,850MW/時である。2001年における調査対象地域の電力供給整備状況は、表2-5のとおりである。

表 2-5 調査対象地域における電力供給整備状況

	単位:%			
	コチャバンバ市	キリヤコロヨ市	ティキパヤ市	コルカピルア市
電力供給率	93.06	89.57	84.04	93.89

出典:国勢調査(2001年)

(3) 水道

コチャバンバ市では SEMAPA が上水道事業を管轄している。水源は井戸水が60%、河川、湖からの表流水が40%で2ヶ所の浄水場から各家庭に供給されている。水圧は通常10～15mAq であるが、時間帯によっては水圧が下がることもあるので、地上型の受水槽を設けている家庭も見受けられる。調査対象地域の4市における上水道施設整備率（2001年度）は以下の通りである。

表 2-6 調査対象地域における給水施設整備状況

	単位:%			
	コチャバンバ市	キリヤコロヨ市	ティキパヤ市	コルカピルア市
上水道各戸配管整備率	69.51	69.40	64.74	74.45

出典:国勢調査(2001年)

(4) 保健・医療

調査対象地域を含むコチャバンバ県内には保健所が80ヶ所、病院が13ヶ所あるが、そのうちコチャバンバ市には保健所が18ヶ所（北部8ヶ所、南部10ヶ所）、病院が3ヶ所と全国平均と比較しても人口の割には少ない。

表 2-7 コチャバンバ県における公的医療施設数

	保健所	人口/ヶ所	病院	人口/ヶ所
コチャバンバ県	80	19,059	13	117,286
コチャバンバ市	18	33,726	3	202,356
全国	585	14,237	97	85,863

出典:SNIS1999

(5) 廃棄物処理

公営企業 EMSA がコチャバンバ市の廃棄物処理を管轄し、市の95%の廃棄物を収集・処理している。「ボ」国ではごみの分別収集システムを確立しようと条例が制定されているが守られていないのが現状である。また、資源ごみのリサイクルも今後推進する計画である。市では現在1日平均370トンの廃棄物を収集し、市の南に位置する KARAKARA 地区の処理施設に持ち込まれ、埋立処理が行われている。処理場の敷地は42haあり、今後5～10年間は埋立処理が可能とのことで、焼却処理は行われていない。

(6) 教育

「ボ」国の教育制度は、初等教育（5年）、中等教育（3年）、高等教育（4年）で、高等教育は一般と技能コースに分類され、技能コースは専門学校と位置付けられている。このうち義務教育は初等教育（5年）、中等教育（3年）の8年間であるが、コチャバンバ県における6～19歳までの就学人口に対する就学率は次表のとおりである。

表 2-8 コチャバンバ県の就学率（%）

	都市部	農村部	県
県全体	82.24	73.38	78.54
男性	84.00	74.84	80.05
女性	80.51	71.78	76.99

出典:国勢調査（2001年）

2.2.2 自然条件

(1) 気象

本対象地域は雨期（11月～4月）と乾期（5月～10月）に大別される。年平均降水量は556mm（観測地点キリャコリヨ、1991～2000年）であり、その内90%が雨期に集中しており、乾期の月平均降水量は20mmに満たない。最高気温は年間を通し

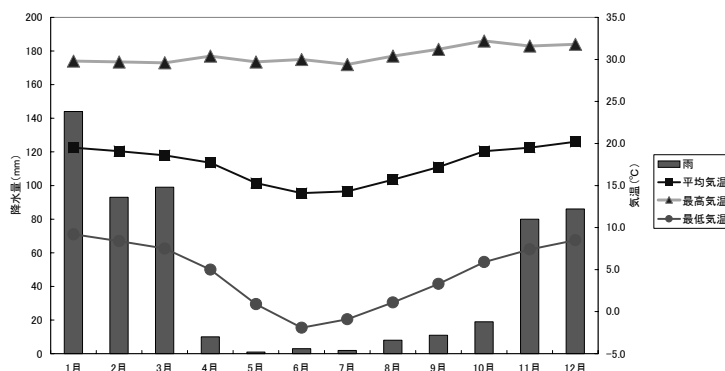


図 2-3 調査対象地域の気象

て30°C前後であるものの、最低気温は-1～+9°Cの範囲にあり、乾期の6月に最低を記録している。一日の気温格差は平均で25°Cに達し高原地帯特有の寒暖差を示している。夜間に温度が下がることは、日中生成された光合成産物の消費量を抑制し野菜栽培に適すると考えられ、寒暖差は導入できる野菜の種類の多様をもたらすとともに、食味、栄養分が増すなど、野菜栽培のポテンシャルの高さを示している。日照時間も平均で日7時間と年間を通じて安定し、風速や相対湿度も年間を通じて偏差が大きいことなど、気象条件から見て農業生産のポテンシャルの高さが伺われる。

(2) 地形・地質

本調査対象地域は、「ボ」国の地帯区分によると溪谷地帯に属している。溪谷地帯は更に溪谷高地地帯（標高2,700m以上）、溪谷中央地帯（標高2,000m～2,700m）、溪谷低地地帯（標高1,700～2,000m）に区分されるが、本調査対象地域は周囲を標高3000m級の山に囲まれた盆地で、標高が2400～2500mの平坦地である溪谷中央地帯に属しコチャバンバ市、ティキパヤ市、コルカピルア市およびキリャコリヨ市の4市にわたって位置している。コチャバンバ市の南東約16kmに位置するアンゴスツーラ湖はアマゾン川水系マモレ川流域のスルティ川、クリザ川、タラタ川を水源とし、その流域面積は2,022km²に及ぶ。調査対象地域内にはスルティ川がアンゴスツーラ湖より北北西に約10km南下した後タンボラータ川となり、調査対象地域の中央部をほぼ東から西に流下するロチャ川に合流している。また、これらの河川には多くの溪流が合流しているが、雨期でも水位が河岸高を越えて市内に溢水することはない。本調査対象地域のほぼ中央を東から西へ流下しているロチャ川を挟む形で平均1/100の緩やかな勾配で農地が展開している。

調査対象地域のコチャバンバ市周辺の地質構造は「東コルディジェラ山系」（東アンデス山系）に属する。岩相は変化に富み、古生代の深海成～陸成岩類、中生代の海成～陸棚岩類が分布し、新生代になると火山岩や火山砕屑岩類が卓越している。度重なる造山運動を受け、南北系の軸を持つ複雑な褶曲構造や断層帯が形成されている。

(3) 農業概況

コチャバンバ市およびその周辺の農地は限られた平地に人口が集中しており1～2haの小規模営農である。調査対象地域であるコチャバンバ市、ティキパヤ市、コルカピルア市、キリャコリヨ市の平均営農面積は各々1.2ha、2.0ha、1.7ha、1.6haである。

降雨量の少ない溪谷中央地帯においては地域の営農は灌漑に大きく依存しており調査対象地域はアンゴスツーラ灌漑システムにより他地域より高い灌漑率を示している。地域平均は 84.4% に対し調査対象地域は 89.6%～97.2% と最も高い灌漑地域である。

表 2-9 コチャバンバ地域の水利用

郡	市	面積 (ha)			灌漑率 (%)
		灌漑	天水	計	
カピノタ	カピノタ	167.3	55.0	222.3	75.3
	サンティバニェス	91.5	67.4	158.9	57.6
セルカド	コチャバンバ	1,943.3	94.4	2,037.7	95.4
チャパレ	サカバ	11.9	20.7	32.6	36.5
ヘルマン・ホルダン	クリサ	91.2	72.1	163.3	55.8
	トコ	44.2	19.4	63.6	69.5
プナタ	プナタ	151.7	251.1	402.8	37.7
	サン・ベニト	144.7	73.1	217.8	66.4
キリヤコリヨ	ティキパヤ	121.4	9.1	130.5	93.0
	コルカピルア	578.1	16.5	594.6	97.2
	キリヤコリヨ	879.6	101.7	981.3	89.6
	シペシペ	565.6	66.7	632.3	89.5
	ビント	938.6	214.7	1,153.3	81.4
合計		5,729.1	1,061.9	6,791.0	84.4

農地は大部分酪農用のアルファルファ、サイレージ・生草用のとうもろこし、大麦などの飼料作物生産に利用されている。その他の生食用とうもろこし、穀物用の大麦、豆類、野菜、果樹等の農作物は溪谷中央地帯全体で 8% であるが、調査対象地域は農作物の作付けは 0.86%～4.8% で大きく飼料作物/酪農による営農が主流である。

表 2-10 コチャバンバ地域の農地利用

郡	市	面積 (ha)				
		飼料作物	農作物	休閑地	放牧地	合計
カピノタ	カピノタ	162.4	18.8	17.1	24.2	222.5
	サンティバニェス	82.6	31.2	39.8	5.2	158.8
セルカド	コチャバンバ	1994.4	19.3	17.4	6.2	2,037.3
チャパレ	サカバ	30.3	1.9	0.5	0	32.7
ヘルマン・ホルダン	クリサ	135.6	27.7	0.1	0	163.4
	トコ	48.4	13.1	1.9	0	63.4
プナタ	プナタ	374.1	16.1	5.7	6.9	402.8
	サン・ベニト	175.4	33.8	7.8	0.7	217.7
キリヤコリヨ	ティキパヤ	114.7	2.7	2.1	11.2	130.6
	コルカピルア	573.0	5.1	16.5	0	594.6
	キリヤコリヨ	848.3	46.6	48.9	37.5	981.3
	シペシペ	408.3	135.0	31.2	57.8	632.3
	ビント	875.8	170.4	99.5	7.6	1,153.3
合計		5823.3	521.7	288.4	157.3	6,790.7
割合 (%)		85.8	7.7	4.2	2.3	100.0

2.2.3 その他

「ボ」国における環境行政は、環境部門を主管する持続可能開発環境省が管轄している。同省は、1)国家の調和した発展に関する全ての事柄、2)人的側面の諸条件、3)環境の質、4)自然環境の回復と維持、5)国家の経済に関する全ての活動を行う組織である。同省は計画及び区画整理、持続開発・環境、大衆参加及び地方自治強化、ジェンダー・世代・家族、先住・少数民族、保護地域の6部門で構成される。

環境基本法は、環境関連組織、環境の保護、管理に関する基準と原理の制定を含み、国内の環境関連法の中心として位置付けられる。同法は環境管理、環境保全、大気汚染物質、水質汚濁物質及び放射性危険物施行令等の規制からなる。

「ボ」国で実施される全ての事業は、投資以前において環境影響評価 EIA(環境法第 25 条)による分類化が行われていなければならない。EIA における分類化は、環境影響評価局への提出が義務付けられている環境調査表(Ficha Ambiental)を通して実施される。この FA は初期環境調査(IEE)に相当するもので、環境影響評価局により EIA 実施の可否が決定される。以下に環境影響評価の分類を示す。

- カテゴリー 1 : 総合的な EIA の実施が必要
- カテゴリー 2 : 特定の EIA の実施が必要
- カテゴリー 3 : 特定の EIA の実施を必要としないが、概念的な検討が望ましい。
- カテゴリー 4 : EIA を必要としない。

本案件に係る「ボ」国環境影響評価の手続きを確認したところ、本案件は「ボ」国環境カテゴリー 3 (環境影響が予見されるものの、深刻かつ大規模な影響ではない活動)にあたり、事業の実施に当たっては先方による環境ライセンスの取得が必要である。

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3.1 プロジェクトの概要

(1) 上位目標とプロジェクト目標

「ボ」国では農村人口の多くが貧困状態にあり、国内に社会的不安定をもたらす最大要因となっている。このため、「ボ」国政府は「ボリビア生産性向上計画 2005-2007」及び「国民対話 2004」に基づいた「国家農牧・農村開発戦略（2005）」（以下「ENDAR」と称す）を策定した。ENDARは、「農牧生産者等の収入と雇用機会の増加、ならびに競争市場に参加できる知識や技術の移転」を目的とした住民参加による行動計画であり、計画の方向性を示す基礎として7つの優先施策とこれらを補足するための4つの横断的施策を掲げている。ENDARで示された7つの優先施策の内、「農業・農村インフラ整備」は農村における収入向上と雇用機会の拡大の課題に対応するため、特に灌漑面積を11万haと具体的な数値目標を掲げて、各ドナーに事業推進の協力を要請している。この中で本プロジェクトは、コチャバンバ県の国家第一灌漑システムの既存灌漑施設を改修し、同施設の灌漑水量を増加する（効率を現状の35%から44%に引き上げる）ことを目標にしている。

(2) プロジェクトの概要

本プロジェクトは、上記目標を達成するために下記の投入及び活動を行うものである。これにより、成果として対象地域の農村インフラが整備され、灌漑用水量の増加が期待される。上位目標の達成のためには、灌漑水量の増加に加えて灌漑水質の改善が達成されなければならないが、本協力事業としては灌漑水量の増加のみに照準を当てて投入を行い、水質改善については「ボ」国側の負担事項とする。

投入・活動計画

日本側：	基本設計、実施設計調査の実施	
	建設業者の選定及び派遣	
	水路のライニング	34.1km
	分水ゲート取り付け工	37基
	中央幹線水路取水工改修	1ヶ所
	防水モルタル工	10,882m ²
	維持管理用道路兼農道整備	20.2km

「ボ」国側：	既存資料、データの提供
	プロジェクト準備委員会の設立、運営
	灌漑水路に流入する下水に係る対策の実施
	灌漑水路に流入する雨水排水に係る対策の実施
	ごみの不法投棄に係る対策の実施
	プロジェクト実施に係る環境ライセンスの取得

プロジェクトに必要な土地の確保
 事業実施のための諸手続き
 完成した施設の運営・維持管理
 環境問題に関する定期的なモニタリング

本プロジェクトの事業概要を Project Design Matrix (PDM) により整理したものを表 3-1 に示す。

表 3-1 本計画のプロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM)

プロジェクト名：ボリビア共和国コチャバンバ県灌漑施設改修計画基本設計調査
 期 間：2006年7月～2009年3月
 対 象 地 域：コチャバンバ県セルカド、キリャコロヨ郡
 ターゲットグループ：コチャバンバ県職員、アングスツラ水利組合員他

プロジェクトの要約	指 標	入手手段	外部条件
上位目標 コチャバンバ県の農業生産が改善される	<ul style="list-style-type: none"> 野菜生産が拡大される 農家の収入が向上する 	<ul style="list-style-type: none"> 県地域統計資料 アンケート調査報告書 	<ul style="list-style-type: none"> 農業政策が変更されない 農産物価格の安定
プロジェクト目標 対象地区の灌漑水量の増加が期待される	<ul style="list-style-type: none"> 灌漑効率が 9%向上する 通水面積が 291ha 増加する 	<ul style="list-style-type: none"> 流量観測 県地域統計資料 水路台帳 	<ul style="list-style-type: none"> 施設が災害・事故等により損壊しない 事業費を含む実施体制の確立
期待される成果 <ul style="list-style-type: none"> 対象地区の農業生産インフラが整備される 施設の維持管理が水利組合により行われる 	<ul style="list-style-type: none"> コチャバンバ県当局の灌漑施設整備状況 定期的に維持管理される 	<ul style="list-style-type: none"> 竣工検査、瑕疵検査 県地域統計資料 アングスツラ水利組合活動記録 	<ul style="list-style-type: none"> 貯水量が現象しない 下水、雨水排水、ごみ不法投棄対策の実施
活 動 <施設建設> <ul style="list-style-type: none"> 灌漑施設及び維持管理用道路の基本設計及び詳細設計 同工事に必要な事業費の算定 灌漑施設および維持管理用道路兼農道建設 施設の維持管理 下水対策 雨水排水対策 環境ライセンスの取得 廃棄物投棄対策 	投 入		<ul style="list-style-type: none"> 自然災害により施設が損壊しない プロジェクト運営委員会が機能する 農民が水利費を負担する
	日本側*	「ボ」国側**	
	施設建設 <ul style="list-style-type: none"> 灌漑施設建設 維持管理用道路兼農道建設 人材 <ul style="list-style-type: none"> 技術者 事業費 <ul style="list-style-type: none"> 施設建設費 	施設建設 <ul style="list-style-type: none"> 下水施設建設 雨水排水対策 廃棄物投棄対策 環境ライセンス取得 人材 <ul style="list-style-type: none"> 県および市職員、技術者、受益住民 事業費 <ul style="list-style-type: none"> 下水・排水施設建設費 施設の運営維持管理費 	前提条件 <ul style="list-style-type: none"> 対象地区住民がプロジェクト実施に同意する 市民が水質改善に対する取り組みに反対しない

(注) * : 日本側無償資金協力の範囲

** : ボリビア国側分担範囲

3.2 協力対象事業の基本設計

3.2.1 設計方針

3.2.1.1 基本方針

都市化の進んだアンゴスツラ灌漑システムは以下の問題を抱えている。これら全ての問題を解決し、当該灌漑システムがその機能を果たすためには、多くの関係者及び関係機関が係わる必要がある。

- 1) 漏水などに起因する灌漑水量の不足 ⇒本事業により改善を図る。
- 2) 家庭排水や都市下水の流入による灌漑水質の悪化 ⇒主としてコチャバンバ市の下水道公社(SEMAPA)が対策を講じる。
- 3) ごみ及び動物の死骸の不法投棄による水路内のごみ及び悪臭の問題 ⇒コチャバンバ市が先頭に立って、一般住民に対する知識やマナーの啓蒙活動が必要となる。一朝一夕には解決できない問題であり長い時間を要する。
- 4) 雨水が水路に流入することに伴い、流入する砂礫、土砂の問題 ⇒コチャバンバ県及び4市(コチャバンバ、キリャコリョ、コルカピルア及びティキパヤ)が雨水排水対策を講じる。
- 5) 維持管理用道路が未舗装で、降雨時などに通行が困難 ⇒本事業により改善を図る。

上記の通り、2)～4)の問題に関しては、「ボ」国側の自助努力で対策を講じることがミニッツで確認されている。従って、本事業では1)の灌漑水量の不足、および5)の維持管理用道路の通行性の改善を図ることとし、以下の基本方針に沿って基本設計を行うこととする。

- ・ 灌漑関連施設の設計に関しては、原則として日本の設計基準に準拠するが、可能な限り経済性を重視した施設を県の灌漑部と確認しながら設計作業を進めるものとする。
- ・ 現土水路にライニングを施し、搬送効率などの水配分の効率を高め、灌漑水量の増加を図る。
- ・ 浸食を受けている既存の道路の不陸整正及び転圧を行い、適切な舗装を施して通行性の向上を図る。
- ・ 必要に応じて付帯施設(分水ゲート工、取水工)の改修や既設石張りライニング区間の漏水対策を本事業に組み入れ、水路改修の効果を向上させる。
- ・ 地元住民の実際のニーズをできるだけ尊重する。
- ・ 維持管理責任機関の組織及び運営状況などを見極め、維持管理が可能な施設の適正規模を目指す。
- ・ 農民や組合の技術者の技術レベルに合致した適正技術及び地場素材の活用ならびに現地調達可能な資機材を用いて、維持管理の容易な施設を計画する。

3.2.1.2 自然条件に対する方針

対象地域では、乾期である5月～10月に灌漑を行って主にアルファルファを栽培している。しかし、灌漑水量が十分でないことから灌漑期の作付け面積は、非灌漑期の50%程度である。この時期は気温が低いためにすべての作物が栽培可能ではないが、灌漑水量が増えれば寒さに強い作物を導入することにより、灌漑期の作付けを増加させることが可能である。従って、作付け増加を見込んだ灌漑水量を算定し、この水量を設計に適用する計画流量とする(図2-1-2.2 クロッピングパターン参照)。

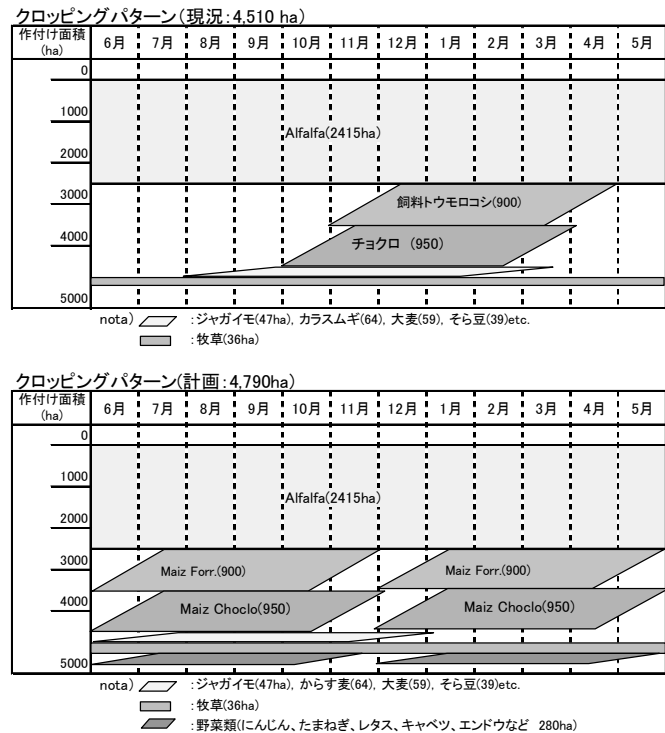


図 3-1 クロッピングパターン (現況、計画)

3.2.1.3 社会経済条件に対する方針

本プロジェクトの対象工事は、灌漑水路、道路ともに土工事が主体となっている。特に石畳舗装については、現地の住民達も工事に参加していることから、裨益農民が工事へ参加することは容易であると考えられる。したがって、プロジェクトの工事施工にあたっては、本計画における灌漑施設に対する受益農民のオーナーシップを高めるとともに、地域経済の活性化を図るために地元住民の労務雇用を考慮した施設計画を行うことを基本とする。

3.2.1.4 建設事情に対する方針

- 1) 現地にはコチャバンバ県灌漑部からの受注実績を有する建設会社が多数あり、これらの業者は灌漑用水路工事・道路工事について問題のない施工能力を有している。したがって、本施工計画は、現地業者による下請けを前提とした施工体制とする。
- 2) 施工方法については、殆どの区間で維持管理用道路が水路沿いに設けてあるため、作業機械のアクセスは容易である。また、コチャバンバ市には生コンクリート製造会社が数社あり、運搬用ミキサー車も充分保有しているので、コンクリート工事は生コンクリートを購入して行うことを原則とする。これにより、現場練りコンクリートの場合より精度の高い品質管理を行うことが可能である。

3.2.1.5 実施機関の運営・維持管理能力に対する方針

本プロジェクトの実施機関はコチャバンバ県庁であるが、実際の運営・維持管理はアンゴスツーラ水利組合が行う。灌漑水を利用するには組合に加入する必要がある、組合

の収入源となる水利費の支払い及び組合活動への参加が義務となっている。現状で、組合員全員がこれらの義務を果たしており、組合での聞き取り及びアンケート調査結果によると、組合自体も近年黒字経営が続いている。また、技術的には漏水個所にライニングを施して対処する能力を有しているので、資金面及び技術面で十分に運営・維持管理能力を持っていると考えられる。従って、協力対象施設については、アンゴスツラ水利組合の運営・維持管理能力を考慮した維持管理が容易な施設を計画し、特殊なものは避けるようにする。

3.2.1.6 施設のグレードの設定に係る方針

施設のグレードは、基本的には維持管理が可能な適正レベルに設定する。また、現地で現在整備されている施設のグレードを参考とし、大きくかけ離れたグレードは採用しないものとする。当プロジェクトの主要工種として、水路のライニングおよび道路舗装があるが、これらに対する考え方は、次の通りである。

- ・水路のライニング：石張り水路、練石積み水路およびコンクリート水路を比較検討し、用水路としての機能を十分に持たせるとともに、安価で維持管理が容易な構造を採用する。
- ・道路舗装：経済性や施工性のほか通行車両や交通量等を考慮して、舗装タイプを採用する。

3.2.1.7 工法／調達方式、工期に係る方針

工法の計画にあたっては、特殊な工法を避けると共に、現地技術者の能力・技術水準と技術の向上を考慮した工法を採用する。また、本プロジェクトにおける資機材・役務の調達方式は、建設業者との一括契約を前提とした一般競争入札によるものとする。現地調査の結果、建設資機材の多くは、「ボ」国内での調達が可能であると判断されることより、現地調達を原則とする。

工期については、上記自然条件に対する方針で示したように灌漑期には、水路のライニング施工は行わないことを原則とし、道路舗装工事を行うものとする。これは、受益地内の主要作物であるアルファルファが多年草であり、期待される収穫量を得るには乾期の灌漑が必要となるためである。よって、ライニング施工は非灌漑期、すなわち雨期に行うことになる。月降水量が 80～140mm と多いが、降雨後の日差しが強く乾燥が速いため、工事への影響は少ない。

既述の自然条件、社会条件などを踏まえた上で、コンサルタントの詳細設計（D/D）期間、入札期間、施工期間から判断し二期分けの案件として実施する方針とする。

3.2.1.8 環境問題に係る方針

本計画には「ボ」国側が解決すべき以下の環境問題が顕在している。これらの環境問題に対し早急な対策を実施することが、本計画の事業実施の前提条件である。したがって、これらの環境問題の早急な解決が必要とされていることを随時「ボ」国側に説明するとともに、早期の問題解決に向けて適宜「ボ」国側の対策の進捗状況を求めることとする。

(1) 下水問題

本計画の対象灌漑施設が本来の機能を確保するためには漏水防止のほか、「ボ」国側が行う下水対策による灌漑水質の改善が必要である。基本設計調査時に締結されたミニッツでは、2006年1月中に下水対策工事に着手する計画であったが、異常雨量により対策工事に遅れが生じている。下水対策は本計画の実施前提条件であるので、「ボ」国側に定期的な状況報告を受け、下水対策の進捗を確認することとする。

なお、現在までに、下水対策の一環である中央幹線に接続していた下水本管の切り替え工事は終了したことを確認している。

(2) 雨水排水問題

雨水が水路に流入する際に、多量の砂礫を巻き込んで流入することが問題となっている。「ボ」国側は、雨水排水の対策を本年（2006年）より行うことを約束した。これらの対策の実施についても継続してモニタリングすることとする。

(3) 廃棄物投棄問題

現在、灌漑水路への廃棄物投棄による水質及び環境の悪化に関する問題が生じている。「ボ」国側は、この問題に対し、広報活動（看板、チラシなど）を通じて都市部住民に対する啓蒙活動を行う等、住民と自治体が一体となって取り組むことを約束した。また、「ボ」国側から本プロジェクトにかかる環境問題支援対策の一環として、日本側にボランティア事業協力などの要望が表明された。これらの対策の完了時期は明示されていないが、今後本協力の全期間を通じてモニタリングを続けるものとする。

(4) 環境ライセンス

工事施工にあたって、「ボ」国側は予備調査、基本設計、詳細設計の3段階に分けて環境調書(Ficha Ambiental,FA)を作成、県環境局に提出し、工事着工前までには環境ライセンス(Licencia Ambiental,LA)を取得することになっている。このため、各段階で事業実施に遅延の無いように必要な支援を行うこととする。

環境調書作成スケジュールは、以下に示すとおりである。

表 3-2 環境調書作成スケジュール

調査段階	提出調書
事前調査（予備調査）	環境調書
基本設計 基本設計提出	基本設計環境調書
詳細設計 詳細設計提出	詳細設計環境ベースライン 詳細設計後2ヶ月
	↓ 詳細設計環境ライセンス取得

(5) 水質問題

対象地域の水質について、後述する水質評価を基に現状の問題点を整理すると以下のとおりである。

- 1) 灌漑期の水質については、米国農務省の灌漑水の水質評価基準によると、水源であるアンゴスツーラ湖および各幹線ともに問題は少ないと考えられが、南ユニットの支線水路の一部については、下水処理場の処理水が流入しているため、基準値外となっている。
- 2) 非灌漑期には、ダムからの放流水がないため、コチャバンバ市街を通過する中央幹線水路および北幹線水路で混入する都市下水が希釈されず、淀みや悪臭の原因となり周辺環境を悪化させている。

上記 1) の要因は、灌漑水の不足から下水処理水を利用せざるを得ないことであり、2) は都市下水の流入およびゴミの投棄である。今回、水路の改修により用水量が確保され、また、並行して「ボ」国側による「下水対策」および「ゴミ投棄防止対策」等が講じられれば、水質の改善が大いに期待でき、プロジェクト効果が持続されるように定期的な水質のモニタリングの実施を提唱する。

以下に、灌漑期および非灌漑期における現状の水質評価を記す。

<灌漑期の水質>

灌漑水の水質検査結果は表 3-3 に示すとおりであり、「ボ」国でも用いられている灌漑水の水質評価基準（図 3-2 参照）によれば、ダム湖水（A1）から北幹線（A5）までの水質は、C2-S1（塩性害中・アルカリ害弱）に該当し問題は少ないと考えられる。一方、SEMAPA 下水処理場の下流域（南幹線末端地域、下表中の A6 および A7）では、水質評価基準の C3-S2（塩性害強・アルカリ害中）に該当し、灌漑水としては不適である。

表 3-3 灌漑期の水質検査結果

採水地点	PH	EC mS/cm	Ca ⁺⁺ meq/l	Mg ⁺⁺ meq/l	Na ⁺ meq/l	SAR ¹⁾	クラス
A1（ダム湖水）	7.6	0.371	0.88	0.52	2.24	3.05	C2-S1
A2（ベラクルス取水点）	7.6	0.364	0.72	0.44	2.19	2.88	C2-S1
A3（中央幹線）	7.2	0.403	0.88	0.52	2.34	2.79	C2-S1
A4（南第 2 支線）	7.5	0.357	0.74	0.40	2.18	2.04	C2-S1
A5（北幹線）	7.8	0.350	0.76	0.36	2.07	2.77	C2-S1
A6（SEMAPA 下水処理場出口）	7.4	1.217	2.00	0.25	6.30	14.40	C3-S2
A7（SEMAPA 下水処理場下流水路）	7.3	1.232	3.20	0.30	6.35	10.56	C3-S2

出典:Estudio de Factibilidad para la Transferencia del Sistema Nacional de Riego No.1 La Angostura (CGL- Consultores Galindo Ltda) 1999 年調査

注¹⁾ : SAR:Sodium Adsorption Ratio (ナトリウム吸着比)

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

＜非灌漑期の水質＞

11月～4月の非灌漑時期には水路への灌漑水の通水がないため、コチャバンバ市街地を通過する際に混入する都市下水が希釈されず、水質を悪化させている。特に、ロチャ川を横断するサイホン以後の中央幹線水路、および市街地通過後の北幹線水路では、下水が淀み、悪臭も強く水路周辺環境を悪化させている。

今回の現地調査(12月)で測定したPH及びEC値は、表3-4に示すとおりであり、ダム地点では灌漑期とほぼ同様のEC値を示すが、中央幹線水路以降は、灌漑期に比べ高くなっている。

表 3-4 非灌漑期の水質検査結果

測定地点	PH	EC(mS/cm)	摘要(電気伝導度によるクラス)
A1(ダム地点)	8.2	0.400	C2
A3(中央幹線水路、ロチャ川放流水)	7.6	2.100	C3
A7(SEMAPA 下水処理場出口)	8.0	1.600	C3

- C1:ほとんどの作物・土壌に使用可能
- C2:適度のリーチングが起こる土壌で使用可能。中位の塩分耐性作物に使用可能
- C3:排水不良土壌では使用不能。適度な排水があれば塩分耐性の強い作物に使用可能
- C4:通常の灌漑には使用不能。特殊な塩害対策が必要
- S1:ほとんどの土壌で使用可能
- S2:粗粒で高い陽イオン交換能力を持つ土壌では明らかなナトリウム害が発生する
- S3:ほとんどの土壌でナトリウム害が発生する。特殊な土壌処理、リーチングおよび有機物付加が必要
- S4:灌漑目的には不適

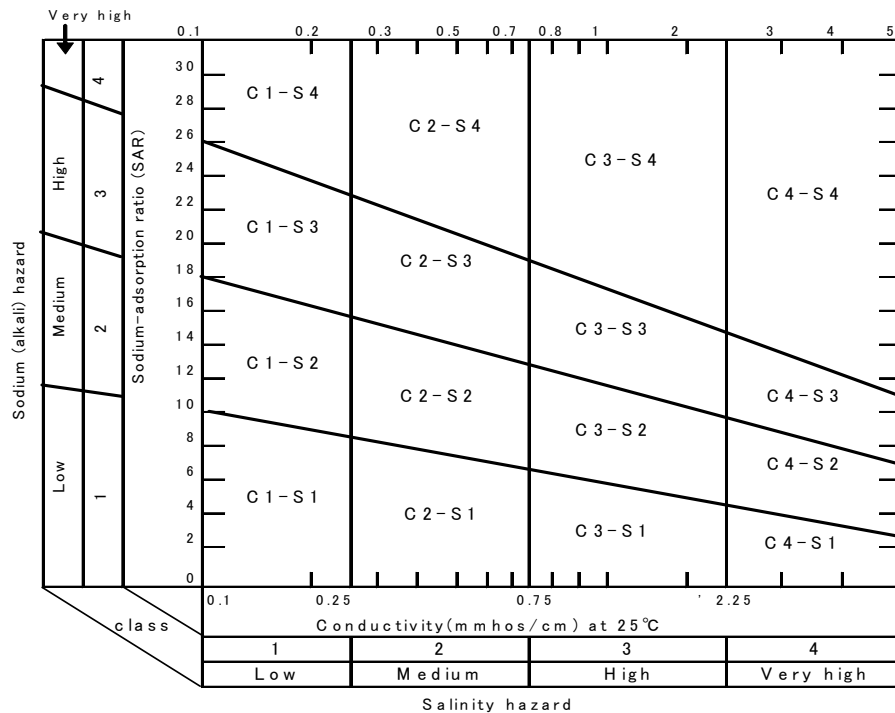


図 3-2 電気伝導度と SAR(ナトリウム吸着比)の関係図(USDA 灌漑用水基準)

(6) 初期環境調査及び環境緩和策の検討

2005年2月及び3月に行われた予備調査において、環境社会配慮に関する調査が行われた。本プロジェクトに関して、環境項目に対するスクリーニング及びスコーピングが行われ、その結果、灌漑施設改修工事時に環境に対する若干の影響が予見された。これらの環境項目と必要な調査の内容は以下のとおりである。

環境項目	評価	必要な調査内容
廃棄物	B	灌漑水路の汚泥処理先の確認 環境緩和策に係る提言
騒音、振動	B	工事中の騒音及び振動緩和策の検討
悪臭	B	汚泥除去時の悪臭発生緩和策の検討
事故	B	灌漑水の溢水防止の検討

上記に対する本調査団の見解を以下に記す。これらの見解については、施工監理業務期間を通じて留意し、実現を計るものとする。

環境項目	対策（施工監理時の留意事項）
廃棄物	<p>① 灌漑水路の汚泥処理先：ライニング施工に先立ち、現況水路に盛土を行うが、一部の区間に不良土がありこれを取り除く必要がある。軟弱なヘドロであるが、滞留水をポンプ排水後、10日間以上乾燥させて掘削を行う。有害物質を含んでいるわけではなく、農地に有益な塩類及び有機物を含んでいると考えられ、処理先としては農地も候補地のひとつとする。余剰が生じれば、Cochabamba市内のKarakara処分場に運搬する。</p> <p>② ごみ処理：上記処分場に運搬する。</p> <p>③ 環境緩和策：上記汚泥及びごみの撤去に当たっては、撤去工事及び運搬中の飛散防止のため、トラックには覆いをかけるよう指導する。</p>
騒音、振動	<p>① 工事中の騒音及び振動緩和策：早朝と深夜の作業を禁止する。現地労働法によれば、1日の日中作業時間は8時間で、6時から20時の間に限られている。これ以外の時間帯の作業を行わないこととする。</p>
悪臭	<p>① 汚泥除去時の悪臭発生緩和策：水路の土工事は、排水後充分乾燥させて行うことが品質管理の観点からも必要なことであるので、これを徹底するとともに、運搬中はトラックには覆いをかけるよう指導する。実際の施工に立会い、問題があれば適切な措置を講ずる。</p>
事故	<p>① 灌漑水路の溢水防止：ライニング断面には30cmの高さのフリーボードを持たせている。また断面は台形であるので矩形断面水路に比べて、フリーボード部の流下能力が極めて大きく、溢水の可能性は少ない。水路工事現場には、排水ポンプを常備しておくよう指導して対応する。</p> <p>② 工事車両による交通事故防止：作業場所には交通整理員を配置するとともに、運転手及びオペレーターの安全教育を、定例安全会議において徹底する。</p>

3.2.2 基本計画

3.2.2.1 全体計画

実際に協力を実施する個所は、要請された個所の中からミニッツで定めた選定基準を適用すると共に、再委託業務で実施した水路測量及び土質試験結果、基本設計調査時に行ったアンケート調査結果、現地で得た情報などを考慮して決定する。水路ライニング及び維持管理用道路舗装は現状の路線を利用し、新たな路線の設定は行わないこととする。ライニング及び道路舗装について、現実的にいくつかの工法があることから、それらの得失を比較検討し、本プロジェクトに採用すべき最適な工法を選定する。

(1) 水路の設計に適用する基準

「ボ」国には正式な設計基準がないため、設計にあたっては我が国農林水産省の設計基準を適用する。水路断面決定に際しては、以下に示すマンニングの公式を採用する。

- 水路の断面寸法は、設計流量について平均流速公式を用いて求める。開水路系の等流流速の計算は次のマンニング (Manning) 公式を用いる。

$$V=1/n * R^{2/3} * I^{1/2}$$

V:平均流速 (m/s) n:粗度係数

R : 径深 (m) I:水路底勾配

- 粗度係数：コンクリート(現場うちフルーム)、0.015, 練石積み、0.025
- 流速は、最小許容流速以上～最大許容流速以下となるように設定する。
 - 最小許容流速：薄いコンクリート、ブロック(石)練積みともに 0.45 (m/s)
 - 最大許容流速：薄いコンクリート、1.50 (m/s), ブロック(石)練積み、2.50 (m/s)
- 余裕高(フリーボード)は、次式により算出する。

$$Fb=0.05 d + hv + hw$$

Fb:余裕高 (m) d:設計流量に対する水深 (m)

hv:速度水頭 (m) hw:水面動揺に対する余裕 (0.05～0.15m)

(2) 水路設計の留意点

施設規模決定に際し、水利組合から示されたそれぞれの路線にかかる受益面積から、灌漑必要量を算定し設計流量とする。

既設水路は築後 50 年以上が経過しており、その間に多くの橋梁などの構造物が水路の中に建設されている。これらは、水理的に適切な設計がなされて建設されたとは言いがたく、標高がまちまちであるため通水阻害の一因となっている。これら構造物を取り壊し、適切な縦断形が得られるように建設しなおせば、水路の流れが改善されると共に非灌漑期や灌漑中断中の水路内残留水が無くなり、環境悪化の一原因を取り除くことができる。しかし、構造物の数が多く、建設費用は膨大となり、かつ、工期も非常に長くならざるを得ない。したがって、本プロジェクトでは、既設構造物を利用することを原則とし、所定の効果が発揮できるように縦断線形及び水路断面を決定する。

(3) 設計流量の算定

計画作付け体系 (図 3-1 クロッピングパターン参照) に準じて、灌漑期間(5～10 月)における月別のダム依存量を算定すれば表 3-5 のとおりで、ダム放流量のピークは 10

月で5.75m³/sとなる。

月別のダム放流計画は、その年のダム貯水量を勘案し、評議会及び水利組合によって決定され随時放流される。ダムからの放流水はスルティ川を流下し、8km下流にあるサント・ベラクルス頭首工で南・北幹線分の水量が取水され、中央幹線分の水量はその後下流約2kmに設けられた取水工(仮設)を利用して取水されている。

表 3-5 アンゴスツーラダムからの月別放流量(計画)

単位：m³/s

用水系統	5月	6月	7月	8月	9月	10月
北ユニット	0.940	0.681	1.170	1.394	1.262	1.904
中央ユニット	0.655	0.424	0.734	0.896	0.863	1.239
南ユニット	1.360	1.162	1.868	2.232	1.964	2.602
計	2.954	2.267	3.772	4.522	4.089	5.745

設計流量は、水利組合より示された各水路の受益面積を基に、灌漑期間における栽培作物、栽培面積を想定し算定する。その結果、各水路の受益面積および設計流量(必要水量)は、図 3-3 用水系統模式図に示す通りとおりであり、始点部における設計流量は表 3-6 の通りとなる。なお、期別用水量の算定については、巻末添付資料 3. 計画用水量算定表に示す。

表 3-6 路線別灌漑面積と設計流量

用水系統	路線名	灌漑面積 (ha)	設計流量(m ³ /s)
北ユニット	北幹線水路	1,549	1.904
中央ユニット	中央幹線水路	973	1.239
	第1支線水路	382	0.487
	第2支線水路	519	0.661
南ユニット	南幹線導水路	2,269	2.602
	南幹線水路	627	0.719
	第1支線水路	500	0.573
	第2支線水路	1,127	1.293

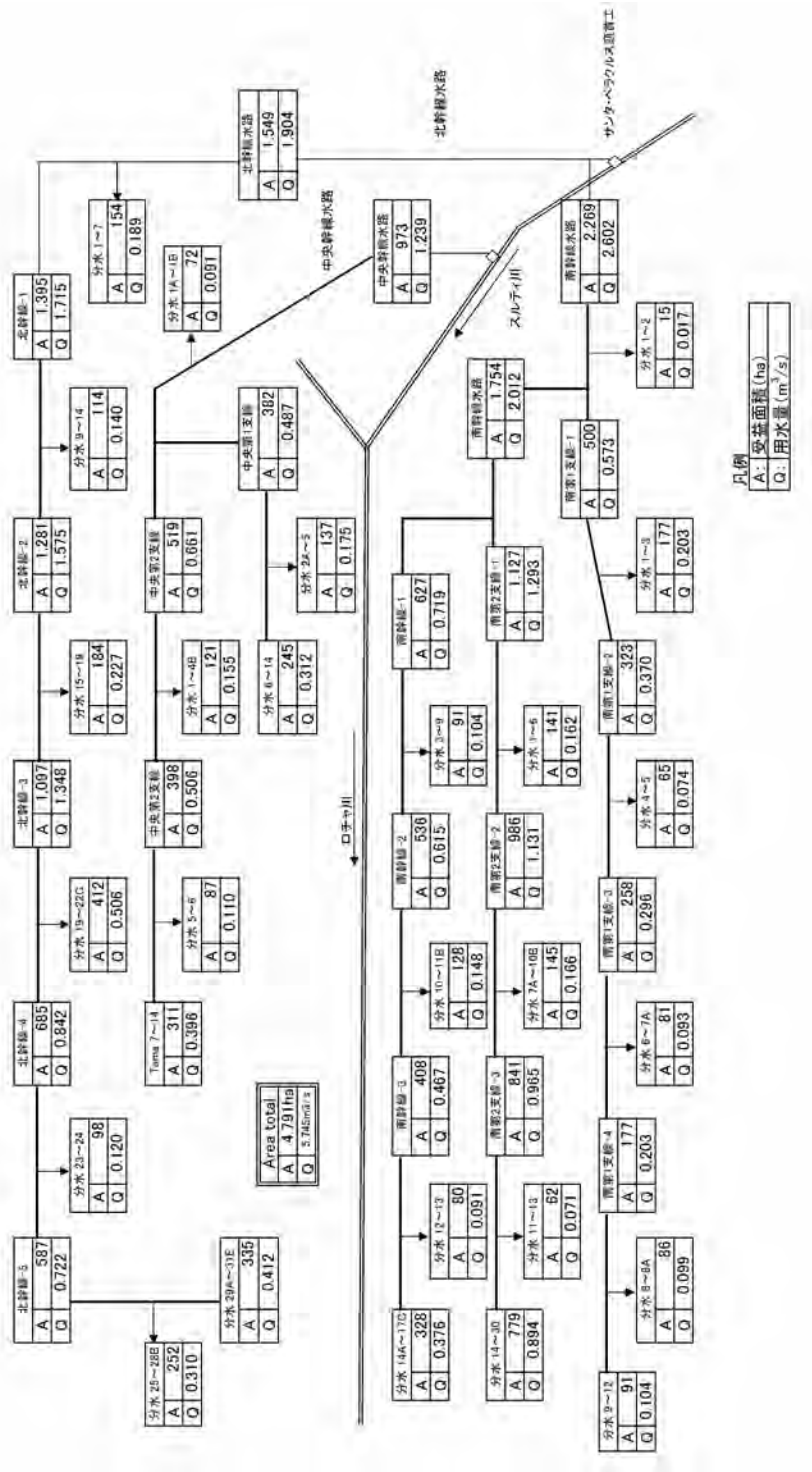


図 3-3 用水系統模式図

(4) 水路のライニングと灌漑効率について

1) 水路のライニング状況

現在、幹線水路網のうち表面を練石積やコンクリート等でライニングされている区間は全体の約 22%で、残りの 78%は土水路である。

最もライニング区間が多い水路は北幹線水路であるが、ライニング率は 31%に過ぎない。南幹線水路は 1990～1991 年にかけて中国の協力により部分的に石張りライニング工事が実施されているが、ライニング率は 19%である。一方、最もライニングが遅れている水路は中央幹線であり、特に中央第一水路と第二水路はほぼ全線が土水路である。各路線別のライニング状況は表 3-7 の通りである。

表 3-7 路線別水路現況

用水路名		土水路区間 (m)	ライニング区間 (m)			全延長 (m)	ライニング率 (%)
			石積水路	暗渠他	計		
北幹線	北幹線	20,319	3,239	5,890	9,129	29,448	31
中央幹線	中央幹線	6,565	584	4,076	4,660	11,225	41
	中央第一	5,116	15	0	15	5,131	0
	中央第二	6,203	82	0	82	6,285	1
	小計	17,884	681	4,076	4,757	22,641	21
南幹線	南幹線	7,703	1,471	701	2,172	9,875	22
	南第一	5,038	6,041	450	6,491	11,529	56
	南第二	26,851	354	0	354	27,205	1
	小計	39,592	7,866	1,151	9,017	48,609	19
計		77,795	11,786	11,117	22,903	100,698	22

なお、後述の施設計画で約 34.1km のライニング改修が実施されれば、計画後のライニング延長は 56.7km となり、表 3-8 のとおり全幹線延長の約 57%がライニング水路となる。

表 3-8 路線別ライニング率(本プロジェクト実施後)

用水路名		土水路区間 (m)	ライニング区間 (m)			全延長 (m)	ライニング率 (%)
			現況	実施後	計		
北幹線	北幹線	10,875	9,129	9,444	18,573	29,448	63
中央幹線	中央幹線	2,515	4,660	4,050	8,710	11,225	78
	中央第一	3,508	15	1,608	1,623	5,131	32
	中央第二	4,223	82	1,980	2,062	6,285	33
	小計	10,246	4,757	7,638	12,395	22,641	55
南幹線	南幹線	264	2,172	7,439	9,611	9,875	97
	南第一	986	6,491	4,052	10,543	11,529	91
	南第二	21,309	354	5,542	5,896	27,205	22
	小計	22,559	9,017	17,033	26,050	48,609	54
計		43,680	22,903	34,115	57,018	100,698	57

2) 水路ライニングによる灌漑効率の向上

本計画においてライニング改修工事に合わせて分水ゲートの整備が実施されれば、水管理における配水効率の向上(5%アップ)も期待できる。また、合理的な水配分と合わせて、将来受益農民に対しほ場内での効率的な灌漑方法の指導がなされるとして、適用効

率のアップ(5%)も期待できる。

以上を考慮の上、本プロジェクト実施前・後の灌漑効率を各ユニット別に整理すれば表 3-9 の通りである。これより、プロジェクト実施後には総合灌漑効率として、現況に比べ北幹線系では 7%、中央幹線系 9%、南幹線系 9%のアップが期待できる。

表 3-9 灌漑効率の変化

区分	水路別		北幹線水路系		中央幹線水路系		南幹線水路系	
	現況	計画	現況	計画	現況	計画	現況	計画
搬送効率 (Ec)	0.92 ¹⁾	0.95 ¹⁾	0.84	0.90	0.79	0.87		
配水効率 (Ed)	0.70	0.75	0.70	0.75	0.70	0.75		
適用効率 (Ea)	0.60	0.65	0.60	0.65	0.60	0.65		
総合効率 (E)	0.39	0.46	0.35	0.44	0.33	0.42		

出典：現況の灌漑効率の数値は「アングスツラ灌漑システム移譲に関する F/S 調査報告書 (PRONAR,2000 年)」を採用した。

注¹⁾：北幹線水路の搬送効率 (Ec) 値が高いのは、湧水流入が考慮されているためである。

(5) 分水ゲートの改修

水路改修予定区間内には 91 箇所の分水・取水ゲートがあり、水利組合による水配分・水管理が行われている。しかし、水路同様に 50 年以上経過したゲートも多く現ゲートの運転状況は以下の通りである。

ゲートの状況	箇所数
良好に稼働中(修理済)	28
部分修理が必要	26
不良(更新が必要)	37
計	91

これらのゲートは、水利組合によって下表のとおり毎年の施設改修資金で少しずつ補修されており、今後も部分修理の必要なゲート(26 箇所)は、水利組合の手で継続改修される予定である。しかし、不良(更新が必要)なゲート 37 箇所については、整備のための資金が手当て出来ないため本計画に含めてほしいとの強い要望があった。

表 3-10 過去 5 ヶ年のゲート修理費用

年	単位：Bs				
	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年
ゲート修理費	1,624	2,402	996	2,941	527

本計画終了後に合理的な用水配分を行うためには分水・取水ゲートは重要な施設である。ゲートを更新することにより効率のよい灌漑水の分水が期待できるため、水路改修と合わせて 37 箇所のゲートの更新を計画することとする。ゲートタイプは鋼製スルースゲートとし、断面形状、規模は図 3-4 に示す通りである。

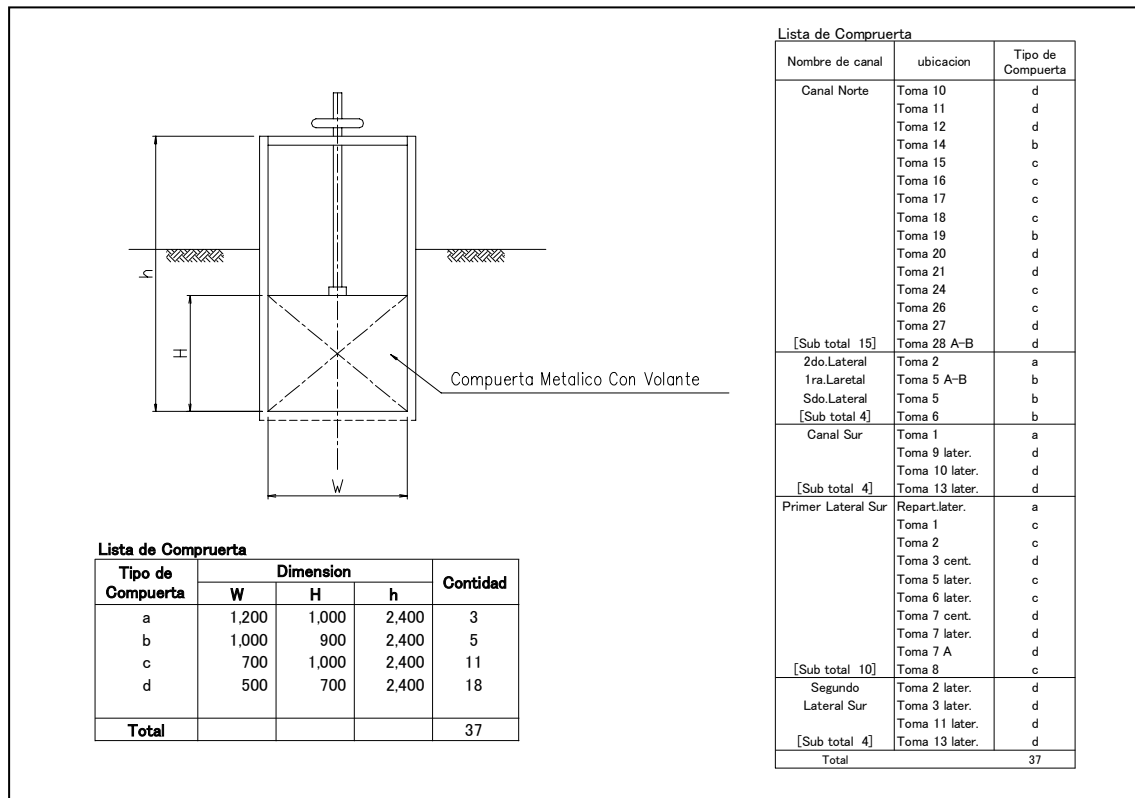


図 3-4 分水ゲート断面図

(6) 中央幹線水路の取水工

中央幹線水路の取水工について改修の要請がなされた。現在、中央幹線水路の取水は、スルティ川を土嚢でせき止めて行われているが、土嚢の締切りでは止水性、耐久性が劣っているため、取水効率が悪くなっている。また、雨期には洪水を安全に流下させるために中央部分の土嚢を撤去し、乾期（灌漑期間）になると再び土嚢を設置する必要があり、毎年繰り返し行われるこの土嚢の設置・撤去、維持作業は、受益者の負担となっている。



取水工（中央幹線水路）の現況

このような状況を踏まえ、当該取水工の改修要請について検討を行った結果、改修を行うことにより水路改修と合わせて、効率良く且つ安定した用水の供給、および運営・維持管理における農民の負担軽減が可能であることから、本計画に組み入れることとする。

1) 概略検討

当該取水工の改修にあたっては、農民による維持管理が可能で、さらに現況の取水工よ

り運営が容易な構造とする観点から、現状の土嚢締切りを改良するものである。また、灌漑期に中央幹線水路へ灌漑水を導水するための必要な水位を確保するとともに、非灌漑期（雨期）に洪水が発生した場合は、安全に流下できる施設とする。

簡便な改修方法として現在の土嚢を布団籠に置き換え、止水は布団籠の間に薄い鉄板を挟むこととする。河川中央部には、鉄筋コンクリート製のフリュームを計画し、灌漑期には堰板を用いたせき上げにより必要水位を確保し、雨期には堰板を取り除くことで流れを阻害しない構造とする。布団籠の利点としては、地盤の変化に追従できる可撓性であること、針金と石材しか使用しないので、洪水時に被害を受けても修復のための材料の入手が容易であることが挙げられる（添付基本設計図参照）。

2) 堰上げ水位

取水工での堰上げ水位は、灌漑期に用水路へ導水するための必要水位と、洪水時に堰を越流する場合についてそれぞれ検討する。設計洪水量は、水利組合からの聞き取りにより過去最大放流量である $60\text{m}^3/\text{s}$ とした。

・灌漑時（設計流量 $1.239\text{m}^3/\text{s}$ ）

既設中央幹線の取水口付近の断面は、底幅 1.2m、側壁勾配 1:0.2 の台形である。以下に示す条件で、灌漑期の設計流量（ $1.239\text{m}^3/\text{s}$ ）が流れるのは水深が 1m のときである。これに分水時のロス 0.05m を加えた 1.05m を堰上げ高さとする。

表 3-11 取水口部の中央幹線水路断面

設計流量	$1.239\text{m}^3/\text{s}$
水路底幅	1.2m
水路側壁勾配	1:0.2
勾配	1/667
粗度係数（粗石練積み）	0.025
水深 1m の時の流量	$1.240\text{m}^3/\text{s}$

・洪水時（設計流量 $60.0\text{m}^3/\text{s}$ ）

取水工での堰上げ水位が高いと現況中央幹線水路の壁をオーバーして洪水が流れ込んでしまう。よって、できる限り堰上げ水深を低く抑えることが必要である。中央のコンクリート部の幅員を 5.50m（堰板をはずした状態）として、堰の高さを河床より 1.05m とした場合、堰上の水深 67cm で $60\text{m}^3/\text{sec}$ が流下可能である。この時、堰直上流の水深は、 $1.05+0.67=1.72\text{m}$ となる。（添付資料 5（2）取水堰の水位・流量表参照）

3) 中央幹線水路取水用ゲート取付位置

取水工部に設置する中央幹線水路用の取水ゲートは、洪水が当該水路へ流入しないように洪水時の水位から以下のように設定した。

・河川の洪水位

河川の勾配は、5 万分の 1 地形図より、1/175 と推定できる。また、取水地点付近の

河川断面は、5 百分の 1 地形図より作図した。河床は玉石のある自然河川なので、粗度係数を 0.040 とする。これらの条件で、設計洪水量 $60\text{m}^3/\text{s}$ 時の水深は、1.668m となる。
 (添付資料 5 (1) 現況河川水深参照)

・中央幹線水路取水用ゲート取付位置

取水口での中央幹線水路の既設水路の壁高は 1.50m である。一方、洪水流下時の水深は 1.668m であるので、壁をオーバーし水路下流地域に災害を及ぼすことになる。しかし、河川勾配 1/175 に対して、水路勾配は 1/667 であるので下流に行くに従い河川と水路の標高差が開いてくる。河川の洪水位と水路の壁高が一致するのは、堰部より下流へ約 50m 地点であり、これより下流に取水用ゲートを設置し、洪水の流入を防止する。設置箇所は、ゲートの維持管理を考慮し管理用道路からのアクセスのよい堰下流 100m 地点とする。なお、同地点の洪水位 1.12m に対し水路壁天端高 1.35m となり洪水に対して安全となる。(図 3-5 参照)

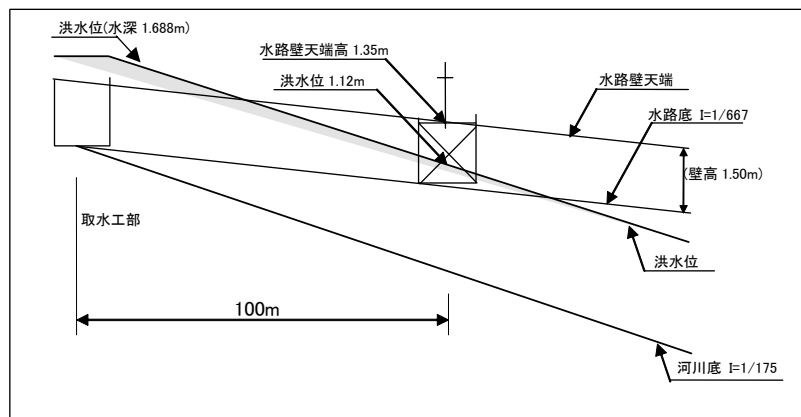


図 3-5 洪水位と既設水路との取り合い模式図

(7) 維持管理用道路兼農道の舗装について

計画交通量が 500 台/日未満の農道であるので、一車線の舗装道路として計画する。幅員については水利組合と協議の結果、大型車の通行ができるように 3m と決定した。大型トラックとトラクター等の対面通行が可能ないように、平均 350m 間隔で待避所を設けるものとする。対面通行可能な幅員は、以下に示すとおり 5.0m とする。

大型トラック	2.5m
30PS 級以上トラクター	1.7m
道路両側の余裕	0.5m (=0.25m x 2)
すれ違い間隔	0.3m
合計 5.0m	

上記より待避所の拡幅幅は、5.0m・3.0m として、2.0m となる。

3.2.2.2 施設計画

(1) 灌漑水路のライニング

1) ライニング個所の選定

「ボ」国側は、漏水箇所および侵食の激しい箇所を基に、「表 3-12 水路改修要請内容」を提示してきた。

表 3-12 水路改修要請内容

① コンクリートライニング

No.	水路名	当初要請 延長(m)	第一位			第二位			第三位		
			始点	終点	延長(m)	始点	終点	延長(m)	始点	終点	延長(m)
1	北幹線水路(1)	8,478			-	3+712	12+190	8,478			-
2	北幹線水路(2)	10,558	18+143	27+587	9,444	27+587	29+448	1,861			-
3	中央幹線水路(1)	500			-			-	0+0	0+500	500
4	中央幹線水路(2)	3,210	2+750	5+960	2,887			-	2+750	5+960	210
5	中央幹線水路(3)	1,795	9+430	11+225	1,490			-	9+430	11+225	197
6	中央第1支線水路	5,131	0+0	1+608	1,608	1+608	3+608	2,000	3+608	5+183	1,575
7	中央第2支線水路	6,285	0+0	2+048	1,980	2+048	3+548	1,500	3+548	6+285	2,737
8	南幹線水路	9,526	0+349	8+014	7,439	8+014	9+875	1,861			-
9	南第1支線水路	11,529	0+0	6+003	4,052			-	6+003	11+529	5,526
10	南第2支線水路	13,872	0+0	6+038	5,542	6+038	13+872	7,834			-
	Total	70,884			34,442			23,534			10,745

② 既存石張りライニング箇所における漏水対策

No.	水路名	当初要請 延長(m)	第一位			第二位			第三位		
			始点	終点	延長(m)	始点	終点	延長(m)	始点	終点	延長(m)
1	北幹線水路(1)		6+726	8+723	914			-			-
2	北幹線水路(2)		11+290	14+590	509			-			-
3	南第1支線水路		4+994	6+003	1,009			-			-
	Total				2,432			-			-

上記要請延長の中には、既にライニングされている区間、漏水が比較的軽微な区間等が含まれているため、本基本設計調査で取り上げるライニング箇所の選定に当たっては、上記の要請された箇所の中からミニッツで定めた以下の選定基準を基に優先順位をつけて選定するものとする。その際、再委託業務で実施した水路測量及び土質試験結果、基本設計調査時に現地で得た情報等についても考慮する。

- ・ 漏水の激しい箇所
- ・ 砂質土と判定された箇所
- ・ 浸食の激しい箇所
- ・ 雨水の流入を受け入れざるを得ない箇所
- ・ 改修により最大限の裨益効果が期待できる箇所
- ・ 住宅密集地など漏水により地域住民の生活環境を著しく悪化させている箇所
- ・ ボリビア国側からの要請で優先順位の高い箇所

また、上記の選定基準で各水路を調査した結果は表 3-13 の通りである。

表 3-13 各水路の特徴

水路名	漏水	砂質土	浸食	雨水流入	裨益効果大	環境悪化
北幹線水路	◎	◎	○	◎	◎	○
中央幹線水路	○	○	○	○	◎	◎
中央第1支線	○	○	○		○	◎
中央第2支線			○		○	◎
南幹線水路	○	○	○		◎	
南第1支線	◎	◎	○	○	○	
南第2支線	○	○	○		○	

注：◎影響大，○影響あり

以上の結果を踏まえて「ボ」国側と協議した結果、下記の水路状況に応じて優先順位付けし、本計画のライニング箇所を選定することとする。

優先順位	水路状況
第一位	<ul style="list-style-type: none"> ・受益面積が大きく、土水路の改修によって大きな裨益効果が得られる区間 ・漏水が激しい区間 ・ライニングによって水路損失が大きく改善できる区間 ・雨水、下水等の混入区間で水路縦断勾配を修正することによって水質が改善される区間
第二位	・比較的裨益効果が少ない受益面積 300ha 以下の区間
第三位	・既設ライニング(石張)区間で漏水が少なく、環境問題の影響が小さい区間

この優先順位に基づいて、先述の「ボ」国側が提示した表 3-12 水路改修要請内容に関して各路線の改修区間の検討・解析を行った。その結果、先方の要請内容で第一位にあげられた改修区間 34.442km は、前述の選定基準及び選定理由により上記優先順位第一位に該当し、かつ改修の必要性及び緊急性の観点から妥当であると判断されるが、コチャバンバ県は中央幹線水路(3)のロチャ川横断後の区間 327m を 2006 年 2 月に暗渠ライニングで改修したため本計画では 34.115km をライニングとして計画することとする。

先方要請内容の第二位及び第三位の改修区間に関しては、要請内容の第一位の改修区間と比較して裨益効果が小さいこと、漏水、浸食及び雨水排水による土砂の堆積の影響が少ないこと、水利組合で補修・改修が可能であること等、改修の緊急性及び必要性において小さいと判断されるため、本プロジェクトでは除外することとする。

既存石張りライニング箇所における漏水対策については、要請区間の漏水が激しく水路より低位部にある民家及び墓地に漏水が流れ込み、問題となっている。また、当該区間の土質は GM(レキ混じり砂質土)で、石とコンクリートとの間に少しでも空隙があると漏水が起り易いものと考えられる。したがって、近隣住民への影響面及び緊急性の観点から妥当であると判断されるので本計画で対策を行うこととする。

なお、北幹線水路のランニング始点部(Salida Ciclo via 付近)には、サイクル・ロード及びコチャバンバ市の小公園があり、この公園に沿って灌漑水路が併走している。市民の憩いの場となっていることから、周辺環境との釣り合いを考慮して、水路ライニング部にライニングコンクリートの代替として階段工(長さ 9m, 50m 間隔、5 ヲ所)を設置する。

表 3-14 ライニング箇所選定表

用水路	要請区間		選 定 理 由	選定基準 キーワード	ライニング 延長(m)
	始点	終点			
北岸幹線水路	18+890	27+587	上流部2km 区間：都市部である。縦断方向に100～200mにわたり50～80cmの深さのくぼみが多く、非灌漑期に水がその部分に溜まり悪臭を出す原因となっている。この区間の土質分類はML(無機質シルト)となっているので漏水も見られライニングが必要区間である。 下流部6.687km 区間：縦断形より上記と同様に溜まり水が多く環境悪化の問題がある。土質はGM(シルト質レキ)、MLの区間があり、漏水が多いと考えられる。水路右岸側(山田地)からの傾斜地であり、雨水流入箇所が多い。水路両岸の浸食が進んでいる。終点部にMLがあるものほとんどがCL(粘土)で漏水は少ない。しかし、路線沿いは住宅地であり非灌漑期の滞留する水溜まりによる悪臭に悩んでいる。この原因は水路底の凹凸であり、この問題解決にはライニングを施して、水路勾配を修正する必要がある。	<ul style="list-style-type: none"> 漏水問題 地域住民の環境改善 雨水流入問題 浸食が大 環境改善 裨益効果大 浸食が大 	9, 444
	2+750	5+960			
中央幹線水路	9+430	11+225	土質はCL及びML(無機質シルト)で水路からの漏水は少ない。この水路の上流はコチャンバン市街地から来ており、非灌漑期にはヘドロ等水路底の過剰による雑地に淀み水が多く見られ、悪臭を放っている。 水路沿いの住民環境改善のためにも水路ライニングを実施し、常時流水させる必要がある。	<ul style="list-style-type: none"> 地域住民の環境改善 裨益効果大 	1, 163
中央第一水路	0	1+556	土質はMLないしMLで、若干漏水問題がある。中央第二水路との並行区間は、高位部(約1m)にあるため第二水路への漏水が大きくその対策が必要である。	<ul style="list-style-type: none"> 漏水問題 環境改善 	1, 608
中央第二水路	0	2+048	全般的に粘性土(CL～ML)のため漏水問題はない。上流からの常時下水の混入があり、灌漑期でも小流量になると悪臭に悩まされている。水路途中にある既設構造物(道路橋等)の高さに制限され、汚染滞留水があるため、ライニングにより水路勾配を修正する必要がある。	<ul style="list-style-type: none"> 地域住民の環境改善 	1, 980
南岸幹線水路	0+349	1+892	南岸系の水幹線区間であり、河岸段丘の高位部を流れており、水路底土質はSP(礫質砂)～GM(シルト質礫)と透水性が高く漏水が大きい。本水路のライニングは裨益面積が大きい(A=2269ha)ため優先度高い。	<ul style="list-style-type: none"> 裨益効果大 漏水問題 	1, 167
	2+178	4+407	土質は上流区間CL、下流区間GC(粘土質礫)であり下流区間でやや漏水があると考えられる。上記大幹線水路に続く幹線水路で本区間の漏水防止のためのライニングは受益面積も大きく、裨益効果は高い。	<ul style="list-style-type: none"> 裨益効果大 漏水問題 	2, 222
	4+517	8+909	土質はCL～MLであり水路の漏水は比較的少ない。中流域(5+700～6+500:800m)で逆勾配による滞留区間があり、非灌漑期には汚染水による悪臭がある。裨益効果の高い本区間を含めた第13号分水工までをライニング改修区間として選定する。	<ul style="list-style-type: none"> 地域住民の環境改善 	4, 050
南第一水路	0	6+003	全体的に山裾の高位部を流れており、土質もGM(レキ砂シルト混合土)で漏水問題を引き起こしている区間が多くある。従って、水路ロスが多く、灌漑期でも下流部まで十分な用水が届いておらず、ライニングによる送水効率を上げる必要がある。	<ul style="list-style-type: none"> 漏水問題 雨水流入問題 	4, 052
南第二水路	0	6+038	土質は全線にわたってCL～MLと粘土～シルト質土壌であり漏水は少ない。しかし、所々GCやGMと礫混じりの区間があり、この区間では多少の漏水が考えられる。南岸線受益地域を縦貫しており、下流区域にも約780haの灌漑面積を有する裨益効果の高い水路で水路延長も長くライニングする効果は大きい。	<ul style="list-style-type: none"> 漏水問題 裨益効果大 	5, 542
合計					34, 442

2) 水路ライニング工法の検討

2)-1 工法比較の前提

水理設計においては、既設構造物の底高、必要な水位標高及び水路の占有幅が考慮すべき要素となる。しかし、既設の構造物は、標高が逆転している場合があり、また、大きさもまちまちである。これらの問題を解決するような水理設計を目指すと、ライニングの勾配及び底高は極めて限られた範囲に収斂するため、その範囲で今回の設計の最適解を求めるものとする。水理計算には、 Manning式を適用し、粗度係数 n はコンクリートの場合 0.015 とし、石張り方式の場合は 0.025 を適用する(農林省基準による)。

2)-2 ライニング工法の種類

水路ライニング工法(形式)としては、石張りライニング(裏込めコンクリートなし)、石張りライニング(裏込めコンクリートあり)、練り石積みライニング、コンクリートライニングおよびコンクリート直壁タイプが考えられる。

北幹線水路のライニング始点部、約 433m についてのタイプごとの水理計算を行い、実際に採用した縦断形で、同じ水位が得られる断面形は、表 3-15 水路ライニング工法の比較(次ページ)に示すとおりである。同表において、これらの断面形に基づいて各タイプの得失を比較した結果、コンクリートライニング(厚さ 10cm)が総合的に 1 位となった。したがって、コンクリートライニングを基本的に適用するが、既設構造物の上下流におけるトランジション部分には土圧がかかるので練り石積みタイプを、また、急流工部には流速を抑えるために石張りライニングタイプを適用する。

表 3-15 【水路ライニング工法の比較】

北幹線水路上流部 $Q=1,699\text{m}^3/\text{sec}$ $I=1/1124$ を適用した。

名称	①石張りライニング (裏込めコンクリート無し)	②石張りライニング (裏込めコンクリート有り)	③練石積みタイプ	④コンクリートライニング	⑤無筋コンクリート
一般図					
流速	0.74 m/s	0.74 m/s	0.76 m/s	1.12 m/s	1.13 m/s
粗度係数 n 農水省基準	0.025	0.025	0.025	0.015	0.015
コンクリート m ³ /m	0.255	0.415	0.680	0.538	0.920
石材 m ³ /m	0.388	0.415	0.680	—	—
型枠 m ² /m	—	—	2.714	—	5.00
材料	材料体積比 (コンクリート: 石材=2:3)	材料体積比 (コンクリート: 石材=1:1)	材料体積比 (コンクリート: 石材=1:1)	—	—
施工費 m 当り	0.255m ³ /m × 673.63/m ³ 0.388m ³ /m × 320.55/m ³ = Bs. 294/m	0.415m ³ /m × 673.63/m ³ 0.415m ³ /m × 320.55/m ³ =Bs. 413/m	0.680m ³ /m × 673.63/m ³ 0.680m ³ /m × 320.55/m ³ 2.714m ² /m × 87/m ² × 0.80 =Bs. 865/m	0.538m ³ /m × 606.50/m ³ = Bs. 326/m	0.920m ³ /m × 606.50/m ³ 5.00m ² /m × 87/m ² = Bs. 992/m
構造上の特徴	石の間にコンクリートが間詰されにくい傾向があり、漏水を起こしやすい。	堅固な構造であり、耐久性が高い。この工法は、用地に制約がない場合に採用されるが、通常の条件下では、過大設計である。	土圧に抗するため、部材が厚い。用地的制約のある場合に採用される。	水理特性がよいため、小断面となり経済的である。水密性もよい。適正流速が保てる水路では、十分耐久力がある。	用地に制約のある場合に採用される。他工法に比べ、コンクリート代と型枠代がかさみ、高価である。
施工上の特徴	コンクリート打設に時間がかかり、コンクリートの品質管理上の問題を起こしやすい。	同左	同左	コンクリート打設の施工スピードが速いため、コンクリートの品質管理は比較的容易である。入念な表面仕上げが必要である。	堅固な型枠を組み立てる必要があり、施工には、④より時間を要する。
総合判定	さらにコンクリート量を減じても施工可能であるが、ますます漏水の可能性が高まるため不適。	急流工部分に採用する。 (南幹線水路 No.3 付近、約 70m 区間に適用)	水路法勾配 1:1.5 を確保できない個所に採用する。(用地幅の狭い箇所及び構造物への取り付け部分)	高価である。現地の条件下では、この工法より③が一般的であり、経済的でもある。	高価である。現地の条件下では、この工法より③が一般的であり、経済的でもある。
	5 位	2 位	3 位	1 位	4 位

3) ライニング厚さの検討

本計画におけるライニングコンクリート施工の目的は、漏水による水の損失防止および法面の浸食に対する保護等である。漏水防止および法面の浸食保護に対するライニング厚の基準値は無いので、過去の類似案件と対象路線の現地調査および計画内容から総合的に判断し、ライニング厚を決定する。ただし、現実的に施工可能な厚さの範囲の中で、できるだけ薄い方が経済的であることに十分留意する。

施工事例では、コンクリートの厚さは規模・土質条件等より 50～100mm で実施されている。一般にアメリカ開拓局の施工事例では畑作地帯であり 60～80mm 程度が多いが、日本においては、施工実績が少ない水田地帯（地下水が高い位置で変動）の水路である等の理由から、愛知用水、豊川用水等では安全を見込んで 100mm で実施されている。以上の事例を参考に、現地の状況（畑作）、水路規模等を勘案すれば本計画で採用するライニング厚は 70～100mm の範囲内が妥当と考えられる。

一方、本地区は、下記のような現地特性を有しており、この特性を勘案する必要がある。

- ・ 現況水路底にはヘドロ層が存在する区間が見られ、盛土の置換えを計画するが、ライニング下の強固な基礎地盤形成としてやや不安がある。
- ・ 地形条件により地下水位が高い区間があり、被圧水の影響を受けて浮き上がり、ひび割れ等の現象を起こす可能性があり、より厚い方が安全である。
- ・ 基礎地盤に均しコンクリートを施工しないで直接土羽にライニングコンクリートを施工するため、±20mm 程度の許容施工誤差（農林水産省の管理規格値）がでる可能性がある。

本設計は、無償資金協力で実施された事例の多くは 100mm で施工されていること、また、本地区の現地特性を考慮し、かつ安全性を見込んで 100mm 厚で施工することが技術的に妥当であると考えられる。

なお、被圧水および湧水等の影響を受けると考えられる区間においては、ウィープホール及びドレン等を施工し、コンクリートへかかる水圧を低減する計画とする。

4) ウィープホールの設置

本設計でライニングを計画している水路には、地下水および湧水の影響を受ける可能性がある区間がある。薄いライニングコンクリートが地下水圧を受けてひび割れ、崩壊することを防止する目的で、水路底版部にアンダードレン及びウィープホールを設置し、外水位を低下させる。設置する区間の選定は以下の基準に基づいて決定する。

- ・ ライニング底の標高は一般に兩岸の地盤高と比べて低いが、特にこの値が 2.0m 以上になっている区間は地下水圧を受ける可能性が高いと判断し、選定する。
- ・ 山裾を走る水路で湧水の影響を受けやすい区間、及び標高差のある 2 本の水路が併走する区間における低い水路区間に設置する。
- ・本地区は半乾燥畑作地域で、地下水位は一般に低いと考えられるが、地形条件より地下水圧の影響が予想される区間に設置する。

なお、詳細設計時の現地踏査により水位を判定し、最終的には建設時の掘削状況から

施工範囲を補正することとする。現時点の設計においては、以上を総合的に考慮して設置区間を選定するものとする。ウィープホールは逆流防止つきとし、水頭差 15cm で水の噴出良好、水頭差 50cm では 0.5 l/sec の噴出量を保証するタイプ(現地にないため日本調達)とする。ウィープホール工の詳細を、添付の基本設計図に示す。

選定区間は各水路ごとに以下の通りであり、詳細は巻末資料 6.「ウィープホール設置区間」に示す。

表 3-16 水路別ドレーン設置延長

水路名	延長(m)	計画ライニング延長(m)	ドレーン設置延長(m)	ウィープホール設置個所数(カ所)
北幹線水路	9,773	9,444	3,631	1,207
中央幹線水路	4,898	4,050	2,574	854
中央第1支線水路	1,615	1,608	0	0
中央第2支線水路	2,052	1,980	535	178
南大幹線水路	3,717	3,389	2,316	771
南幹線水路	4,837	4,050	1,490	494
南第1支線水路	5,841	4,052	1,573	522
南第2支線水路	7,135	5,542	2,417	802
計	39,868	34,115	14,536	4,828

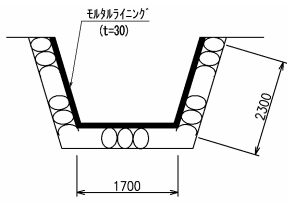
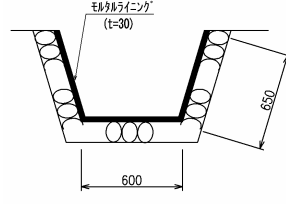
5) 水理計算結果

数回の試算を行い、最終的に採用した計算結果は、巻末添付資料 4. 水理計算結果及び水路縦断図に示したとおりである。

6) 既存石張りライニング箇所における漏水対策工

当該区間の漏水は、既設石張りライニングの石とコンクリートとの空隙によるものである。したがって、既設水路内面に防水用モルタル(厚さ 3cm 程度)を塗布する工法が現実的であり、効果があると考えられる。具体的な構造、数量及び概算工事金額は下表のとおりである。

表 3-17 漏水対策工一覧表

	北幹線水路	南幹線第一支線
標準図		
防水面積(m ²)	6.3m ² /m x 1,423m=8,964.9m ² (防水モルタルの厚さは平均 3cm とする)	1.9m ² /m x 1,009m=1,917.1m ² (防水モルタルの厚さは平均 3cm とする)
概算工事費	46.8 Bs/m ² x 8,964.9m ² =419,557 Bs ¥5,874,000	46.8Bs/m ² x 1,917.1m ² =89,720Bs ¥1,256,000

(2) 維持管理用道路兼農道の舗装

1) 舗装個所の選定

先方からの要請は以下のとおりである。

No.	路線	優先順位 1 位		
		始点	終点	延長 (m)
1	北幹線水路沿い	19+677	27+587	7,910
2	南幹線水路沿い	4+112	8+014	3,902
3	南第 1 支線水路沿い	1+455	5+455	4,000
4	南第 2 支線水路沿い	0+0	4+415	4,415
	Total			20,227

また、ミニッツにて確認した改修個所の選定基準は以下のとおりである。

- ・ 路面、路肩が激しく浸食されている個所
- ・ 水路の維持管理が容易な個所
- ・ 生産地域へのアクセスの観点から見て重要な個所
- ・ 路面が粘性土のため降雨時の走行が困難な個所

既存の維持管理用道路に関して、上記要請区間の現況は、浸食を受けている個所が多く、アクセスの観点からも重要であり、特に路面が粘性土のため、降雨時の走行に困難をきたしている。従って、要請区間のすべてについて舗装を施すことが適切であると判断する。



道路舗装工事状況

2) 道路舗装工の工法比較

道路舗装工法としては、石畳工法、アスファルト工法及びコンクリート工法が考えられる。表 3-18 にそれぞれの得失を比較する。

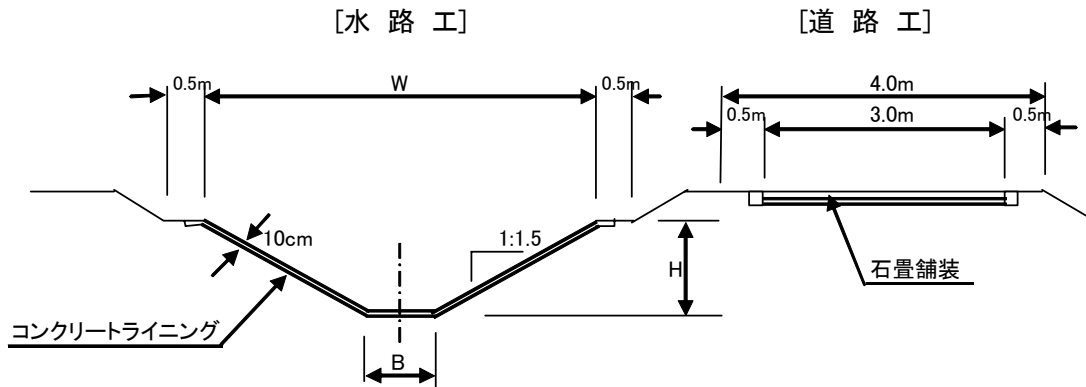
表 3-18 道路舗装工法の比較

	石畳工法	アスファルト工法	コンクリート工法
特徴	路盤の沈下があっても敷いた石が元の位置にとどまっている限り、使用に耐える。柔軟性がある。現地産かつ安価な玉石と砂だけで建設可能で、また地元民で施工が可能である。高速走行には不適。	路盤の沈下には多少追随できるが、原則として沈下を許容しない。従って、堅固な路盤の築造が必要である。高価な材料を必要とする。特殊機械と熟練工を必要とする。高速走行可能。	路盤の沈下を許容しない。沈下すると舗装にクラックが発生し、壊れてしまう。従って、堅固な路盤の築造が必要である。高価な材料かつ機械及び熟練工を必要とする。高速走行可能
農村部における普及状況	プロジェクトエリアで最も普及している。	市街地で一般的である。	都市部あるいは主要都市を結ぶ幹線道路に採用されている。
耐久性	<u>交通量が多いと他の2工法に比べて不等沈下を起こしやすいなどの問題があるが、農村部の交通に対しては、充分耐久性がある。</u>	バス、トラックなどを含めて、激しい交通量があっても耐久性がある。	重車両に対しても耐久性がある。
施工性	機械を必要としない。農村部の一般労働者でも施工可能である。	特殊作業員以外では、施工困難である。特殊機械を必要とする。	一般労働者では施工困難である。特殊機械を必要とする。
補修の難易度	不等沈下を起こしても、機械なしで、損傷を受けた部分だけの補修が可能である。一般労働者でも補修することができる。	カッターその他の機械を必要とし、専門業者以外ではきわめて困難である。	専門業者以外ではきわめて困難である。
施工単価	およそ 700 円/m ²	3000 円/m ² 以上(グレードにより異なる)	4000 円/m ² 以上(グレードにより異なる)
総合判定	現地に適した工法であり、最も経済的でもある。 ①	交通量の少ない農村部には過大である。 ②	交通量の少ない農村部には過大である。 ③

以上により、道路舗装については石畳工法を採用する。

(3) 標準断面図

上述の(1)及び(2)における検討の結果、水路工、道路工の採用工法は次図に示すとおりである。



[改修水路タイプ]

型式	底幅(Bm)	壁高(Hm)	天端幅(Wm)
I-1	1.30	1.30	5.2
I-2		1.20	4.9
I-3		1.15	4.75
II-1	1.20	1.30	5.10
II-2		1.20	4.80
II-3		1.05	4.35
III-1	1.10	1.15	4.55
III-2		1.05	4.25
III-3		1.00	4.1
IV-1	1.00	1.20	4.60
IV-2		1.15	4.45
IV-3		1.10	4.3
V-1	0.90	1.05	4.05
V-2		1.00	3.9
VI-1	0.80	1.00	3.8
VI-2		0.95	3.65
VI-3		0.90	3.5
VII-1	0.70	0.95	3.55
VII-2		0.90	3.4
VII-3		0.85	3.25
VIII-1	0.60	0.90	3.3
VIII-2		0.85	3.15
VIII-3		0.80	3.00
VIII-4		0.75	2.85
IX-1	0.50	0.80	2.9
IX-2		0.75	2.75
IX-3		0.70	2.6
IX-4		0.65	2.45

図 3-6 水路工および道路工標準断面

3.2.3 基本設計図

基本設計図は、添付資料 1 として巻末に添付する。

3.2.4 施工計画

3.2.4.1 施工方針

(1) 施工の基本方針

本計画で施工が予定されている施設は、以下のとおりである。

番号	項目	計画内容
1	灌漑水路ライニング工	北幹線、中央幹線及び南幹線水路にライニングを施す。 ライニング延長は、34.1km
2	分水ゲート取り付け工	37 基の分水ゲートを更新する。
3	中央幹線水路取水工	スルティ川に計画最大流量 1.239m ³ /s 取水のための堰を設ける。
4	防水モルタル工	北幹線のロチャ川横断前区間及び南第一支線の要請区 間終点部(石張りライニング済みだが漏水している個 所)に防水モルタルを塗布する。施工面積 10,882m ²
5	維持管理用道路兼農道 舗装工	北幹線及び南幹線水路沿いの維持管理用道路に現地で 普及している石畳舗装を施す。舗装延長、20.2km

本計画の主要な資材は生コンクリートと石材であり、現地調達可能である。従って、通常の土木施設案件であり、契約者を建設業者とする一括契約を前提とした入札を実施して請負業者を調達することとする。

工事施工にあたっては、請負業者の下で現地業者を下請業者として活用する。実施方法は、既述の自然条件、社会経済条件を踏まえた上で、コンサルタントの詳細設計 (D/D) 期間、入札期間、施工期間から判断して、2 期分けの単年度案件 (18 年度、19 年度) として実施する。

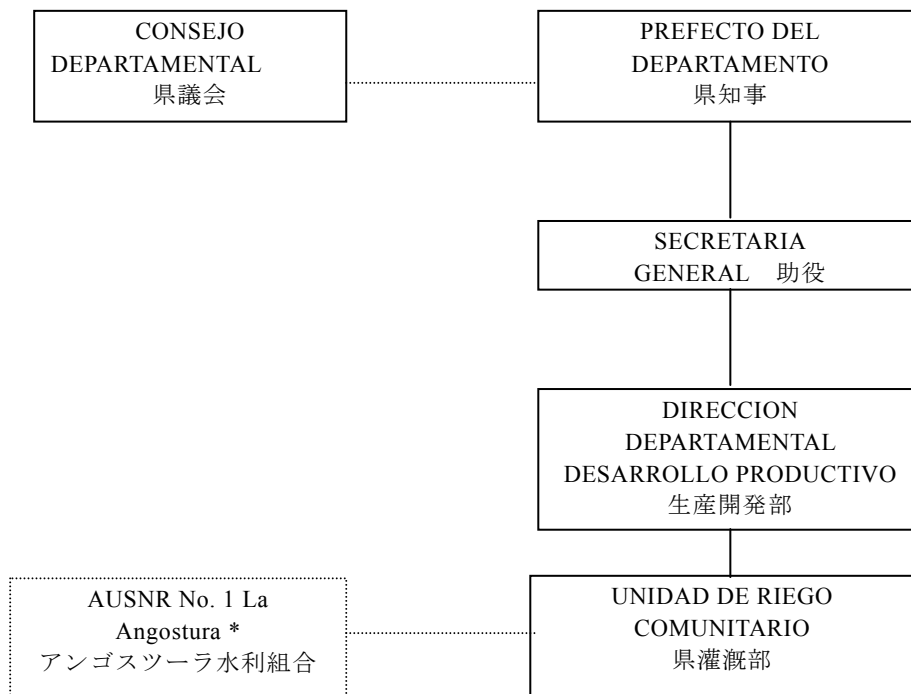
期別の工事内容は、2-4-2「施工上の留意事項」で述べる理由により、1 期工事として南幹線水路に係る全工事とし、2 期工事として残りの北幹線水路及び中央幹線水路に係る全工事とする。期別の工事内容を表 3-19 に示す。

表 3-19 期別工事内容

工 種	区 分	全体数量	第 1 期	第 2 期
水路ライニング工	北幹線系	9,444m	-	9,444m
	中央幹線系	7,638m	-	7,638m
	南幹線系	17,033m	17,033m	
分水ゲート取付け工	全水路	37 カ所	18 カ所	19 カ所
取水工	中央幹線水路	1 カ所		1 カ所
防水モルタル工	北幹線水路	8,965m ²		8,965m ²
	南第 1 支線水路	1,917m ²	1,917m ²	
維持管理用道路舗装工	北幹線水路沿い	7,910m		7,910m
	南幹線水路沿い	12,317m	12,317 m	

(2) 事業実施体制

「ボ」国側の実施責任機関は、コチャバンバ県の灌漑部である。アンゴスツーラ国家第一水利組合は、灌漑施設の維持管理機関とされている。県知事以下の組織図を示す。



* Asociacion de Usuarios del Sistema Nacional de Riego No. 1 La Angostura

図 3-7 事業実施体制図

(3) 現地業者の活用等

施工は我が国の建設業者が元請となり、「ボ」国の現地建設業者が下請けとなる形態で行われる。非灌漑期の限られた期間に水路のライニングを施工しなければならない事情があり、短期間での施工が求められる。従って、複数の下請け会社を起用することが必要と予想される。現地の下請け会社には、工事作業員として地元住民を雇用するようにコンサルタント施工監理技術者が請負い業者を指導し、当該地域の経済への好影響と裨益農民のプロジェクトへの参加意識の向上を図ることとする。

(4) 施工計画と体制

施工計画は、全体工事を 2 期に分割し、単年度ごとに完結する案件として策定する。水路ライニング工事においては、灌漑期（5 月から 10 月）に通水を中断しないことを原則とする（2-4-2「施工上の留意事項」に於いて述べるごとく、南幹線の一部は例外とする）。また、管理用道路は、水路の管理用および農地へのアクセスに利用されており、一般の通過交通は少なく、また、迂回路も有ることから、全面通行止めとして施工を行うこととする。

施工体制としては、水路ライニング工事に4班、道路工事に4班及びその他工事（主として中央幹線水路取水工）に1班の施工グループを編成する。第1期（18年度）の南幹線工事では、工種の重なりから最大8班編成となり、第2期（19年度）では、最大で5班編成と見込まれる。

(5) 技術者派遣

工事内容および施工計画に合わせ、日本人技術者としては、総括管理を担当する土木技術者の現場所長1人、資材管理・事務経理管理者1人、灌漑工事施工期間には担当技術者1人及び灌漑期には道路工事担当技術者1人を派遣する。第2期（19年度）に含まれる中央幹線水路の取水工の施工には、土木技術者1人の短期派遣が必要である。現地技術者は、それぞれ日本人技術者に張り付く形で要員計画を立てる。

3.2.4.2 施工上の留意事項

本事業の施工上の主な留意点は以下のとおりである。

・灌漑用水の中断

受益農地のおよそ60%でアルファルファが栽培されている。この作物は多年草であるため、乾期（冬）における灌漑を必要とする。灌漑によって、各農家は年間5回程度の刈り取りを行い、それに見合う家畜頭数を飼育している。よって、建設期間中といえども乾期の灌漑を継続することが、原則として施工計画上の条件となる。

しかし、第1期の現実的な工程を考えると、工事の開始が灌漑期の直前（2007年4月中旬）となる。灌漑が始まれば施工は不可能で、次の非灌漑期を待ってライニング工事を開始した場合、工事完了は2008年5月にまでずれ込むため、現実的ではない。

そこで、第1期の灌漑期に一部路線（南幹線水路1工区および南第1支線水路）の通水を行わずに工事を行う計画とする。当該路線の灌漑期における工事実施に関しては、灌漑しないために損失が生じるが、基本設計調査時に行ったワークショップにおいて水利組合からの合意を得ている。これは、水路改修によって必要な灌漑水量を確保できるようになること、プロジェクトの一般作業員としての雇用機会が増大することによる。

従って、18年度案件としては、南幹線部分の施工とし、南第1支線および南幹線の末端部分（1工区）の施工を行う。それぞれの水路について灌漑の中断期間は、1.5ヶ月及び2.0ヶ月である。

・気象条件

ライニング施工は主として非灌漑期（雨期）に行われるが、年間雨量が550mm程度と少ないので雨の施工に対する影響は少ないと考えられる。降雨後の日差しが強く、乾燥も速いのが特徴である。降雨日とその翌日の午前中が施工中断期間と考え、月当たり平均3日の雨があるとして、また、休日を考慮して月間の施工可能日数は、22日として工程表を作成する。

・農繁期における労働力

雨期には、水路のライニング工事を急ピッチで進めなければならないが、この期間は農繁期であり、対象農地内の作付面積が増えて、地元における労働力の調達が困難になることが予想される。一定以上の品質を保って工程どおり施工することを求めるので、

労働力の確保に施工業者は留意する必要がある。

3.2.4.3 施工区分

本事業実施に際して水路ライニング工及び維持管理用道路兼農道舗装工等の主要工事は日本側の分担であり、同工事に伴い必要となる道路、仮設事務所、資材置場等に必要な用地の確保と整地は、「ボ」国側が責任を持って行う。日本側の施工する施設に対して、「ボ」国側が行う付帯工や追加工事は無いので両者の施工区分は明確である。

3.2.4.4 施工監理計画

実施設計及び施工監理は、両国間の交換公文(Exchange of Notes(E/N)) 調印後、施主となるコチャバンバ県と日本法人のコンサルタント会社間で締結されるコンサルタント契約に基づき、実施される。同契約書は当該 E/N に基づいて作成され、日本政府の承認を受けた後に契約が発効する。既述のごとく、本件は2期分けの単年度案件として実施するため、各期において同様な手続きをとる。なお、コンサルタント契約は、下記に示すよう詳細設計業務と施工監理業務に大別される。

(1) 詳細設計および入札業務

詳細設計のための現地調査は1.0ヵ月間(1期工事)および0.7ヶ月(2期工事)とし、基本設計時に行った計画・設計についての妥当性を検証すると共に、将来の運営・維持管理を容易にするよう、現地技術者に構造物の設計趣旨や目的を説明する。また、ライニング工や道路舗装工の必要用地幅について説明すると共に、現地関係者との確認を行い、施工時の円滑な工事实施を図る。現場事務所や資材置き場として必要な用地についても面積と個所を示して、「ボ」国側にその確保を申し入れる。実施設計に係る作業は次のとおりである。

補足現地調査（現地業者に再委託）

項目		作業内容	補足調査の理由
測量調査	縦断測量	分水工地点（37ヶ所）延長計 370m	B/D時調査の補足詳細測量
	横断測量	同上（37ヶ所）延長計 2,220m	B/D時調査の補足詳細測量

現地調査に引き続き、日本における作業で詳細設計を仕上げ、入札図書を作成し、コンサルタント契約締結から3.5ヵ月後に現地にて入札図書の承認を得る。これを受けて、入札にかかる諸手続きを開始し、コンサルタント契約より約6ヵ月後に、工事の入札を行う。

(2) 施工監理業務内容

施工監理は、既述の方針に即した体制で臨むこととし、その体制作りにおいては、現地コンサルタントを施工監理補助技術者として活用する。

コンサルタントの施工監理体制は土木技術者1名を施工監理者として常駐させるが、水路のライニング工事工程が非常にタイトであるので、道路工事と重複している期間には、さらに1名の土木技術者を派遣する。

日本人常駐監理者の下に灌漑及び道路舗装分野を担当する現地施工監理補助技術者を2名配置する。さらに施工監理総括は、工事立ち上げ時、ライニング工事の開始時及び竣工時に施工監理の総括業務を行う。

常駐施工監理者の専門性は、本案件が農村インフラの改善を目的としていることから、農村開発プロジェクトの事業実施に経験を有する農業土木技術者などを充てる。施工監理業務の概要は以下のとおりである。

- ・ 業者契約に係る助言・指導：入札参加業者の資格審査、入札実施および入札書の評価業者選定における支援および業者契約の立会
- ・ 施工図等の審査・検査：請負業者の提出する施工図、工事許可申請、材料見本、機械仕様書等の書類審査、工場加工品検査
- ・ 工事の指導・検査：施工計画/工程の検討、工事進捗状況の把握、中間検査/竣工検査の実施
- ・ 支払承認：工事中/完成後の工事費支払証明書および完成証明書発行に必要な出来高の確認・検査
- ・ 工事進捗報告：工事月報を作成し、進捗状況を施主、大使館およびJICAへ定期報告を行うとともに、本計画の遂行に係る重要問題が発生した場合は速やかに報告・協議を行って処理し、工事の円滑な実施を図る。
- ・ 完成施設等の引渡し：工事が完了し、契約条件が遂行されていることを確認のうえ、施設等の引渡しに立ち会う。

3.2.4.5 品質管理計画

施工監理における品質管理は、使用資材等の検査・承認、工事段階毎の検査及び立会い、完成工事の寸法・数量検査・承認等を実施するが、資材などの品質を把握するため、物理的、化学的試験を実施し、その都度その結果を管理図表又は結果一覧表に記録し、的確な管理を行う。

主な工種における品質管理項目は以下のとおりである。

コンクリート工事

材料：セメントの物理試験、骨材の篩い分け試験、細・粗骨材の比重及び吸水率試験など

施工：スランプ試験、28日圧縮強度試験、空気量の測定など

水路工

材料：土の締固め試験、土粒子の比重など

施工：現場密度の測定、土の含水比試験など

道路舗装工

材料：土の締固め試験、土粒子の比重など

施工：現場密度の測定、貫入試験など

なお、各種試験の頻度・規格値、出来高管理・工程管理基準等は、我が国の公的機関（農林水産省、JIS等）の基準を基に作成する工事仕様書に従って実施する。

3.2.4.6 資機材調達計画

(1) 労務、資機材の調達計画

労務の調達については、現地の下請け業者に地元住民を雇用するよう指導し、当該地域の経済への好影響と受益農民のプロジェクトへの参加意識を高めるように努める。

また、現地調査の結果、土木及び測量技術者などの技能工及び施工監理補助技術者などは「ボ」国技術者レベルで対応可能であることから、これら人材についても現地調達を原則とする。

セメント、骨材、道路舗装用石材、木材などの建設資材は、品質・数量とも現地における調達が可能である。また、施工機械についても「ボ」国内での調達が可能であると判断されることから、すべての資機材は現地調達を原則とする。ただし、ウィープホールは特殊製品であり、日本において調達する。

(2) 輸送計画

資機材の輸送・搬入計画は、以下のとおりである。

表 3-20 主な調達品の輸送方法

番号	名称	調達先	輸送方法
1	生コンクリート	コチャバンバ県内	生コンクリート工場のミキサー車で運搬する。
2	盛土材	プロジェクト地区内	ダンプトラックにて、土取り場から現場へ運搬する。
3	石材	隣接地区内	ダンプトラックにて、近傍の採石場から運搬。
4	建設機械	ラパス及びコチャバンバ県内	トレーラーでラパス～コチャバンバ間の国道を經由して現地へ運搬。
5	ウィープホール	日本	船便にてチリ国アリカ港で陸揚げし、そこからは陸路で現地へ運搬する。

3.2.4.7 実施工程

(1) 実施設計期間

本計画の E/N 調印後の工事契約までのスケジュールは次のとおりである。

	第1期	第2期
・ 設計・施工監理契約	約 1.0 ヶ月	約 1.0 ヶ月
・ 詳細設計現地調査	約 1.0 ヶ月	約 0.7 ヶ月
・ 詳細設計・入札図書作成	約 3.0 ヶ月	約 2.0 ヶ月
・ 入札図書承認	約 0.4 ヶ月	約 0.4 ヶ月
・ 入札手続・入札・工事請負契約	約 2.5 ヶ月	約 2.5 ヶ月

(2) 施工期間

本計画の工事は、2 期分けの単年度無償資金協力で実施される。各工種ごとの所要工期は下記のとおりである。

	<u>第1期</u>	<u>第2期</u>
・ 準備工	約 1.0 ヶ月	約 1.0 ヶ月
・ 水路ライニング工	約 7.0 ヶ月	約 6.5 ヶ月
・ 道路舗装工	約 9.0 ヶ月	約 6.0 ヶ月
・ 防水モルタル工	約 0.5 ヶ月	約 1.0 ヶ月
・ スライドゲート取付け工	約 1.0 ヶ月	約 1.0 ヶ月
・ 中央幹線水路取水工	—	約 2.0 ヶ月

以上を次ページに工程表として示す。第1期工事は、業者契約の認証から数えて完工までに11.5ヶ月を要し、第2期工事は14.5ヶ月を必要とする。

表3-21 事業実施工程表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
	灌漑期		雨期、非灌漑期		乾期、灌漑期		雨期、非灌漑期		乾期、灌漑期		雨期、非灌漑期		乾期、灌漑期		雨期、非灌漑期		乾期、灌漑期		雨期、非灌漑期		乾期、灌漑期		雨期、非灌漑期		乾期、灌漑期		雨期、非灌漑期		乾期、灌漑期		
詳細設計現地調査、詳細設計		■																													
入札図書準備		■																													
入札図書承認					○																										
業者契約							○																								
準備工								■																							
水路ライニング工 :17,032m								■																							
道路工 :12,317m								■																							
防水モルタル工 :1,917m2								■																							
スライドゲート取り付け工 :18基																															
引渡し・検査																															
詳細設計現地調査、詳細設計											■																				
入札図書準備												■																			
入札図書承認													○																		
業者契約																															
準備工																															
水路ライニング工 :17,409m																															
道路工 :7,910m																															
防水モルタル工 :8,965m2																															
スライドゲート取り付け工 :19基																															
中央幹線水路取水工																															
引渡し・検査																															

3.3 相手国分担事業の概要

本プロジェクトの円滑な実施にあたって事業実施に必要な不可欠な「ボ」国側の負担事項は次のとおりである。

1) 既存資料、データの提供

施設の設計、維持管理に必要な資料やデータが県灌漑部や水利組合によって提供される。

2) プロジェクト準備委員会の設立、運営

すでに準備委員会は設立されていて、必要に応じて会議が開かれている。今後とも中断することなく会議を開催し、果たすべき義務としての諸事項の進捗を確かめ、遅れている場合には対策を立てることが求められている。

3) 灌漑水路に流入する下水に係る対策の実施

セルカド市の上下水道公社が対策を実施している。下水対策の内容は以下のとおりである。

- ・水路に流入する黒蛇（Serpiente Negra）と呼ばれる都市下水を下水道管に接続する。
- ・下水管網のある地区における、水路への不法接続下水は、すべて下水管に接続する。
- ・下水管網のない地区における、水路への不法接続下水は、浄化槽に接続する。

現在未発見の不法接続があると予想されるが、全区間における調査の完了が求められている。さらに、今後不法接続が新たに行われないように、監視体制及び罰則の強化などの措置を講ずることが必要である。

4) 灌漑水路に流入する雨水排水に係る対策の実施

ミニッツには、2006年1月から対策を実施すると明記されている。予定どおりの進捗が期待されている。具体的な作業としては、新興住宅地からの雨水排水が水路に入らないようにする土木工事を行うことである。特に北幹線では、雨水流入がはげしく流入箇所数も多いので、対策に必要な個所の調査を早急に行うことが求められている。

大流量の雨水は、灌漑水路から完全に分離することが求められ、水路の上か下を通過する排水路の建設が必要である。一方、灌漑水路の容量内の適量の雨水(最大で、1m³/s程度の流量)が水路に流入しても、土砂の流入がなければ問題はない。従って、水路への流入直前に沈砂池を設けて、土砂を取り除く対策も有効と考えられる。

5) ごみの不法投棄に係る対策の実施

住民と市が一体となってゴミ問題に取り組むことがミニッツに記されている。具体的な対策として、法令の整備及び環境教育を通して住民がゴミを捨てないように指導することが求められる。

ミニッツにおける確認はコチャバンバ市長名で行われているが、ほかの3市（キリヤコロヨ、コルカピルア及びティキパヤ）においてもコチャバンバ市と同様の対策をとることが必要である。

また、水路の清掃に関して、現在水利組合員のみで行っているが、この仕事は堆積土砂の取り除きのみに限るべきである。ゴミに関しては、市が音頭をとり都市住民及び学校の生徒などを参加させて、清掃を行うことも環境問題意識を高める効果が期待できるので、必要なことと考えられる。清掃は、定期的に年間数回行うのが適当であろう。

6) プロジェクト実施に係る環境ライセンスの取得

ミニッツによって、事前調査（予備調査）、基本設計のそれぞれの情報を基に作成した環境調書

を2回、県当局に提出することが確認されている。さらに詳細設計の情報によって、詳細設計環境ベースラインを作成し、当局に提出することで詳細設計環境ライセンスを取得することになっている。これらの確認事項が着実に実行されなければならない。

7) プロジェクトに必要な土地の確保

「ボ」国側は、工事開始に先立ちコンサルタント及び請負業者のための仮設事務所、資材置場等に必要な用地を確保し、かつ用地の整地を行わなければならない。灌漑施設及び道路については、すべて組合の管理する用地内に建設されるので用地問題は無いとの説明を受けている。工事期間中に提供されるべき土地は、次のとおりである。

- | | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| ・ 中央幹線沿い、飛行場南部或は東部の本部事務所用地 | 約 380m ² (23 ヶ月間) |
| ・ 北幹線沿い、Canal Rancho 付近の現場事務所用地 | 約 150m ² (14 ヶ月間) |
| ・ 南幹線沿い、スルティ川左岸の現場事務所用地 | 約 150m ² (9 ヶ月間) |
| ・ 北幹線沿いの資材置場 2 箇所 | 約 900m ² x 2 (13 ヶ月間) |
| ・ 中央幹線沿いの資材置場 2 箇所 | 約 900m ² x 2 (13 ヶ月間) |
| ・ 南幹線沿いの資材置場 2 箇所 | 約 900m ² x 2 (9 ヶ月間) |

8) 事業実施のための諸手続き

- ・ 銀行取極め (B/A) 及び支払授權書 (A/P) に伴う手数料の支払い
- ・ 本プロジェクトにより調達された資機材の「ボ」国入国時における迅速な積み下ろし、通関手続き
- ・ 承認された契約に基づく調達資機材及びサービスの実施にかかる日本人関係者が「ボ」国に持込む物品に対する免税措置
- ・ 本無償資金協力により負担し得ない費用の負担
- ・ 本計画の実施に係る日本人に対する万全を期した安全及び警備対策措置
- ・ 認証された契約に基づいて供与される日本国民の役務について、その役務の遂行のための入国及び滞在に必要な便宜を与えること。
- ・ プロジェクト実施前に、プロジェクト実施に関する情報を住民に知らせること。

9) 完成した施設の運営・維持管理

贈与に基づいて建設される施設が、当該計画の実施のために適正かつ効果的に維持され、使用されること、並びにそのために必要な要員等の確保を行うこと。

10) 環境問題に関する定期的なモニタリング

水利組合は、コチャバンバ市と合同で環境モニタリング委員会を設立することを提言する。委員会は、少なくとも年間2回の開催とし、灌漑水路内の水質及びごみの状況についてモニタリング及びその結果についての評価を行う機会とすることを提案する。本プロジェクトの実施後に、モニタリングを継続することにより、環境美化意識の高揚が図られ、日本側の意図するところが継続して実現されることが期待される。

上記の「ボ」国側の負担事項に関しては、現地調査時において説明・協議を行い合意している事項である。したがって、「ボ」国側が上記の負担事項を実施することは妥当であるとともに、実施の可能性は十分にあると判断する。

3.4 プロジェクトの運営・維持管理計画

(1) 運営維持管理体制

アンゴスツーラ水利組合事務局の職員は現在 10 名（正職員 6 名＋臨時職員 4 名）で、施設の運営・維持管理をおこなっている。しかしながら、灌漑システムの受益面積が約 6,000ha と広範にわたり、また水路延長が長い（約 100km）ため、特に施設維持管理部の職員は兼務作業を余儀なくされており、十分な維持管理体制とは言い難い。そのため本計画では組織強化を目指し表 3-22 の通り各路線の専属の水路管理・水配分管理にあたる技術者 3 名の増員を計画する。なお、この増員（3 名）による増加する人件費は、表 3-23 の通り見積もられる。

表 3-22 水利組合の要員計画

		現在 (2005)	計画	増減
事務局中央	職員	1	1	-
	臨時	-	-	-
経理部	職員	2	2	-
	臨時	2	2	-
水・施設維持管理部	技術者	3	5	+2
	臨時	2	3	+1
計	職員	6	8	+2
	臨時	4	5	+1

表 3-23 増員に伴う人件費

職種	月額給与(Bs)	年間給与(Bs)
技術者(職員)×2名	1,600	38,400
〃 (臨時)	1,100	13,200
計		51,600

(3) 運営・維持管理計画

本計画では、増員計画を考慮した水利組合の各部の管理・分担内容を明確にすると共に、運営・維持管理費について現況収支状況を基に、将来の収支バランスについて検討し、運営・維持管理計画を立てることとする。水利組合及び組合員が実施する運営および維持管理項目及びその内容・管理者は表 3-24 の通りである。

表 3-24 維持管理項目および内容

運営・維持管理項目	維持管理の内容	管理者
1. 組合運営及び活動計画の策定	<ul style="list-style-type: none"> ・ 年次計画, 活動計画の策定 ・ 水管理計画, 主要施設の維持管理計画の策定 ・ 月間報告, 四半期報告, 年間報告書の作成 ・ 収支決算の作成, 理事会への報告 	水利組合事務局
2. アンゴスツーラダム管理	<ul style="list-style-type: none"> ・ 洪水時等の放流ゲート管理 ・ 水利用に合わせた取水ゲートの操作管理 ・ ダム施設, ゲート等の維持管理 	アンゴスツーラダム管理者 (水利組合)
3. ベラクルス取水堰	<ul style="list-style-type: none"> ・ ベラクルス取水堰の取水・洪水吐ゲート操作管理 ・ 幹線導水路の点検・分水操作 	ベラクルス管理者 (水利組合)
4. 各ユニット幹線水路水配分管理	<ul style="list-style-type: none"> ・ 北幹線水路のゲート操作及び点検・修理 ・ 中央幹線水路のゲート操作及び点検・修理 ・ 南幹線水路のゲート操作及び点検・修理 ・ 南ラテラル水路のゲート操作及び点検・修理 ・ 各ユニット(幹線水路)の水配分管理 ・ 各ユニット水路からの二次水路以降の水管理 	水路担当技師(1) 水路担当技師(2) 水路担当技師(3) 水路担当技師(4) 各水路の代表者 同上
5. 各水路の清掃管理	<ul style="list-style-type: none"> ・ 洪水時の水路管理 ・ 幹線水路内の定期的清掃管理 ・ 幹線水路の補修工事 	水路担当技師 各地区の組合員 水利組合及び水路担当技師
6. 水利費の徴収	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水利費の徴収および運営・経営 ・ 土地, 水利台帳の管理 	水利組合経理部 土地台帳担当者
7. 末端圃場の水管理	<ul style="list-style-type: none"> ・ 末端圃場での灌漑管理, 	個々の組合員
8. 管理道路の補修	<ul style="list-style-type: none"> ・ 道路点検及び補修 	技師及び組合員

これらの維持管理作業は、基本的には水利組合の技術者の指導により、各灌漑区の組合員が実施することとなる。また、ダム・頭首工・幹線水路等基幹施設の維持管理は、現在5名(臨時2名含む)の水利組合技術者で行われているが、前述のように十分な維持管理体制ではないため、3名の水路管理技術者の増員を計画する。また、近年ではこれらの施設維持管理の内、特に堆砂・ヘドロ等の掘削作業には機械をリースして利用するケースが増えており、この費用が負担となっている。

3.5 プロジェクトの概算事業費

3.5.1 協力対象事業の概算事業費

本協力対象事業を実施する場合に必要な事業費総額は、約 6.69 億円となり、先に述べた日本と「ボ」国との負担区分に基づく双方の経費内訳は、下記(3)に示す積算条件によれば、次のとおりと見積られる。なお、ここに示す事業費は概算であり、将来 E/N が締結される場合の供与限度額を示すものではない。

(1) 日本側負担経費

単位：百万円

事業費区分	1 期分事業費	2 期分事業費	事業費計
(1) 建設費	243.7	295.6	539.3
ア. 直接工事費	167.4	200.3	367.7
イ. 共通仮設費	8.5	9.3	17.8
ウ. 現場経費	49.4	64.3	113.7
エ. 一般管理費	18.4	21.7	40.1
(2) 機材費			
(3) 設計・監理費	61.8	66.2	128.0
ア. 設計費	34.2	27.5	61.7
イ. 監理費	27.6	38.7	66.3
合 計	305.5	361.8	667.3

(2) 「ボ」国負担経費

単位：Bs.

項目	1 期分	2 期分	計
用地補償費	18,200	31,300	49,500
整地工事費	9,300	15,100	24,400
銀行取極 (B/A) 手数料	27,100	27,100	54,200
合計	54,600	73,500	128,100

=1.8 百万円

(3) 積算条件

- 積算時点 : 平成 17 年 12 月 (現地調査終了月)
- 為替交換レート : 1 US\$=113.53 円 1 US\$=8.08 Bs.
: 1Bs. =14.05 円
- 施工期間 : 2 期による工事とし、各期に要する詳細設計、工事の期間は、施工工程に示したとおり。
- その他 : 本計画は、日本国政府の無償資金協力の制度に従い、実施されるものとする。

3.5.2 運営・維持管理費

(1) 運営収支

水利組合の収入は従来から水代(100Bs/ha)のみであり、最近5ヶ年間の経営状況は表3-25の通りである。

表3-25 水利組合の収支バランス

	単位：Bs				
	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年
収入	439,065	412,045	458,941	513,194	597,399
支出	447,864	482,049	465,117	508,341	525,740
収支	-8,799	-70,004	-6,176	4,853	71,659

上表より、2002年までは赤字が続いていたため、施設維持費・施設補修費等に当てる費用がほとんどない状況であった。そのため、2002年に水利組合は評議会の承認を得て水代を20Bs/ha値上げた。これにより、ここ2ヶ年は黒字経営に転換している。

なお、今後(2005年以降)見込まれている水利組合の収入増は以下の3項目が予想されている。

①南幹線第2ラテラル水路の維持管理費：20Bs/ha×1,050ha=21,000Bs

(灌漑水量不足により、値上げ分に賛成しなかった路線の増分)

②ライニングによる灌漑面積の増：280ha×120Bs/ha=33,600Bs

③石油会社との協定による収入(2005年より5年間)：2,900Bs/月×12ヶ月=34,900Bs

(石油パイプライン管布設にかかる地上権料)

以上より、今後年間89,500Bsの増加収入が見込まれる。

(2) 運営・維持管理費

現在の水利組合の収入は組合員からの水代(100Bs/ha+20Bs/haの施設維持費)であり、土地台帳の整備とともに、ここ数年毎年増加傾向にある。2003年、2004年の実績は表3-26の通りでそれぞれ83万Bs、91万Bsとなっている。組合員の水代の支払い状況は1年遅れ等の組合員を含めればほぼ100%の徴収率であり、計画の収入額は年間約1,000,000Bs(約US\$125,000)が見込める。

これに対し、水利組合の必要経費は事務局の人件費・事務所経費等の運営維持費が360,000Bs、灌漑施設維持管理費(3名の技術者増含む)が591,500Bsで年間約951,500Bsと見積もられる。

なお、水代以外に2003年より新規に徴収が開始された20Bs/haは、施設の維持費・補修費のみに当てることが評議会で決められており、年間総額は約105,000Bs(≒20Bs/ha×5,240ha)である。この金額は水利組合総収入のおよそ17%に当たり、主に水路清掃のための掘削機借り上げ、灌漑施設(堰、水路、ゲート等)の修理費に充てられることとなる。

表 3-26 水利組合の施設維持管理運営収支

単位：Bs

項 目		2003 年	2004 年	計画	摘 要
収入	水代・維持費				
	・北ユニット	184,855	229,196	231,000	
	・中央ユニット	104,136	108,869	115,000	
	・南ユニット	213,964	258,912	305,000	
	・遅延金他	10,239	422	35,000	
	・水路清掃費①	315,500	315,500	315,500	
	計	828,694	912,899	1,001,500	
支出	[事務局費]				(同左割合)
	・人件費(事務)	126,499	117,210	120,000	(13%)
	・基礎サービス費	29,076	24,294	30,000	(3)
	・技術サービス費	29,046	26,731	30,000	(3)
	・事務所経費他	158,265	182,084	180,000	(19)
	小計	342,886	350,319	360,000	(38)
	[施設維持管理費]				
	・機械レンタル料②	39,530	47,059	21,500	(2)
	・水路補修工事費③	33,836	31,800	68,800	(7)
	・ゲート維持費④	17,341	14,927	34,400	(4)
	・管理道路補修費⑤	24,400	24,400	19,500	(2)
	・ダム水配分管理費⑥	46,000	46,000	96,000	(10)
	・資材購入費	4,348	11,235	35,800	(4)
	・水路内の清掃	315,500	315,500	315,500	(33)
	小計	480,955	490,921	591,500	(62)
計	823,841	841,240	951,500	(100%)	
差引	(組合の収支)	4,853	71,659	50,000	

注) 水路内の清掃費用の Bs.315,500 は組合員の無償労働の対価であり、支払いの必要のない出費である。

- ① 水路清掃費=25Bs/日×2日×6,310人=315,500Bs
- ② 機械レンタル料=130Bs/hr×6hr/日×25日=19,500Bs
技術者管理費=80Bs/日×25日=2,000Bs
- ③ 水路補修工事費=160Bs/m×250m=40,000Bs
技術者管理費=80Bs/日×3人×120日/人=28,800Bs
- ④ ゲート修理費=20,000Bs/年
保守点検管理費=80Bs/日×3人×60日/人=14,400Bs
- ⑤ 道路補修費=5,000Bs/年
保守管理費=80Bs/日×3人×60日/人=14,400Bs
- ⑥ ダム・堰及び水配分管理費=80Bs/日×6人×200日/人=96,000Bs

なお、表 3-26 の計画額算定に当たっては、以下の事項を考慮した。

- ・ 施設維持管理に当てる費用が計画では 2004 年の額のおよそ 2 割増とした。
- ・ 水利組合が計画している 26 ヶ所のゲート部分補修費として年間 20,000Bs (平均 2,000Bs/ ヶ所×10 ヶ所) 計上でき、3 年間で自助努力修理が可能となる配分とした。
- ・ 道路補修費は石畳の路面補修費であり、受益農民の臨時収入 (農外所得) にも配慮し、年間 5000Bs (25Bs/日×200 人) を計画する。
- ・ 本計画で水路ライニングが実施されれば、水路浚渫のための機械レンタル料が軽減でき施設補修費・ゲート維持費等に充てることが可能となる。(ライニング後は、流速が速くなるため堆砂は減少する。堆積した土砂は組合員全員参加で除去する。)
- ・ 灌漑システム全体の水路の清掃管理等については、受益農民 (組合員) により年 1 回(4 月：灌漑開始前 2 日間)共同作業(労働提供)によって実施される。

これまでに述べたように、各部の管理・分担内容を明確にし、管理技術者の増員が行われれば、より効率的な運営・維持管理が可能であり、また、運営・維持管理費においても、必要な費用は確保されると見積られていることから、水利組合の自主的な運営が継続的に行われるものと考えられる。

3.6 協力対象事業実施に当たっての留意事項

協力対象事業の円滑な実施には、以下の点に留意する必要がある。

先方負担事項の早期の実施

本プロジェクトの実施に際しては、先方負担事項である下水対策、雨水排水対策、ごみ不法投棄対策、環境ライセンス取得事項があるが、各対策はミニッツに記載されているとおりの工期内での実施・完了が望まれる。特に下水対策の完了は交換公文署名の前提条件であることから、**確実に工期内の完成が望まれる。**

工事中の通水中断

本プロジェクトの第一期工事において南幹線水路および南第一支線水路の一部区間は灌漑期の施工となるが、通水を中断して施工する計画であることは「ボ」国側に十分説明して合意を得ている。しかしながら、工事実施前に再度先方責任により当該地区の農民への事前説明を徹底する必要がある。

調達資機材の「ボ」国入国時における迅速な積み下ろし、通関手続き

調達資機材の「ボ」国入国時における手続きに関しては、チリのアリカ港での調達資機材の積み下ろし及び通関手続きが迅速かつ円滑に実施されるよう、事前に手続業務の確認をすることが肝要である。

第4章 プロジェクトの妥当性の検討

第 4 章 プロジェクトの妥当性の検証

4.1 プロジェクトの効果

本プロジェクトの現状と問題点、及び本プロジェクトの実施により期待される直接及び間接効果は、表 4-1 のように整理される。

表 4-1 プロジェクト実施による効果と現状改善の程度

現状と問題点	本プロジェクトでの対策 (協力対象事業)	プロジェクトの効果・改善程度
直接効果		
1 既存灌漑用水路は建設後約半世紀がたち老朽化が激しくその大部分は土水路(全体の 78%)のため通水阻害や漏水により灌漑効率が約 35%と低く 1 期作しかできない 維持管理費用が嵩む	<ul style="list-style-type: none"> ・ 灌漑水路 34.1km の改修 ・ 付帯施設(分水工 37ヶ所、取水工 1ヶ所)の改修 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 灌漑水の送水損失および配水損失が改善され灌漑効率が 33%から 44%に向上する ・ 水量の確保および灌漑効率の改善により灌漑面積が 4,510ha から 4,791ha に増加する ・ 野菜等の 2 期作が可能となる ・ 灌漑施設の整備による水管理労力の軽減が図れる
2 プロジェクト地区内の維持管理用道路および農道網は一部を除き未整備であり、車輛による部分的な乗り入れは可能であるが、降雨時の通行は困難な状況であり、日々の生活及び農業生産活動に支障をきたしている。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 維持管理用道路兼農道 20.2km の道路整備 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 通年走行が可能となり、輸送時間の軽減による輸送費の低減及び農産出荷物の荷傷みの減少が図られる ・ 受益農民約 3 万人を含むコチャバンバおよび周辺市民約 80 万人の生活環境が改善される ・ 医療施設、教育施設、市場へのアクセスが確保される ・ 地域経済の活性化が促進される
3 施設の老朽化により漏水が激しく特に市街区間においては水路近接の一部の住宅に浸水被害が及んでいる	<ul style="list-style-type: none"> ・ 防水モルタル工 10,882m² の建設 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 市街区間の水路近接の一部の住宅への漏水による浸水被害が解消される
間接効果		
1 灌漑水路への下水の流入およびごみの不法投棄等による灌漑用水の水質の悪化、悪臭等とともに、景観を損ねている	<ul style="list-style-type: none"> ・ 灌漑施設の改修 ・ 下水対策、ごみ不法投棄対策等の事業実施 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 市街地から流入する下水が分離される ・ 水質、悪臭、景観が改善されると同時に施設周辺住民の環境意識が啓発される
2 灌漑用水量の不足および水質が農産物生産に対し制限がある	<ul style="list-style-type: none"> ・ 灌漑システムの改善 ・ 下水対策、ごみ不法投棄対策および環境ライセンス取得の事業実施 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 野菜等の農作物の多様化が図られる ・ 農業生産性の改善及び地区住民の生活水準の向上が図れる ・ 農産物の生産拡大により、雇用促進、物流増大等地域経済に貢献する

4-2 課題・提言

本プロジェクトにおける施設建設、及び先方政府による整備後のインフラ施設の運営・維持管理が持続的かつ円滑に実施され、コチャバンバ県における灌漑施設改修事業が効果的に継続されるためには、以下に示す事項について留意する必要がある。

(1) 「ボ」国側の負担事項である諸対策の早期実施

本プロジェクト実施に先立って「ボ」国側の実施機関であるコチャバンバ県および関係機関が実施すべき負担事項に関しては以下の通りである。

- ① 下水対策（SEMAPA）
- ② 雨水排水対策およびごみ不法投棄対策（コチャバンバ、キリヤコリヨ、ティキパヤおよびコルカピルア市）
- ③ 環境ライセンス手続き、用地補償および整地工事、銀行取極（コチャバンバ県）

上記の負担事項のうち用地補償および整地工事、銀行取極を除く負担事項の各対策の円滑な実施のためには、本プロジェクトの責任・実施機関であるコチャバンバ県は基本設計概要書の説明時の協議議事録で確認された事項（工程および予算）を関係諸機関が遅滞なく確実に履行すべく関係諸機関との調整を含めた各対策の進捗状況を監督・把握するとともに工程内に完了に導く努力が望まれる。

(2) アンゴスツラ水利組合による施設運営維持管理体制の強化

当該灌漑システムは、2000年よりコチャバンバ県灌漑部の指導の下、アンゴスツラ水利組合によって施設の運営維持管理が実施されており、今後も水利組合が継続して運営維持管理することとなる。しかしながら、施設維持管理部の職員（4名）は広範囲に及ぶ水路とダムの監理等兼務作業を余儀なくされている。本プロジェクト実施後は、技術者3名を増員し、施設の維持管理体制の強化を図ることが重要である。

(3) 技術協力の必要性

本プロジェクト実施後の施設維持管理については、特に市街部の灌漑水路は通常の水利組合による維持管理だけではなく、近隣住民による水路へのゴミの不法投棄対策等のためにも先方実施機関である県および関係4市を通して市民に対しキャンペーン・教育の広報活動を実施する必要がある。そのためには先方実施機関である県および関係4市に対してJICAボランティア等の派遣による環境配慮指導が必要である。

(4) 灌漑関連施設に影響を及ぼす構造物建設に関する許認可手続きの確立

現在の灌漑水路および関連施設には橋梁、給水管およびガス管等の構造物が横断している。これらの多くは灌漑施設建設後に水路の水理的な影響を考慮しないで許可なく施工されたものがほとんどである。このため通水阻害等の原因になっているため、今後灌漑関連施設に影響を及ぼす構造物建設に関してはコチャバンバ県灌漑部の責任において設計の段階から審査する体制を確立することが重要である。

(5) 関連諸機関との連携

本プロジェクトのインフラ施設の維持管理を推進していく上で、日頃の維持管理活動だけではなく、アンゴスツーラ水利組合では対応不能な下水、雨水排水、ごみ不法投棄等の各対策や自然災害等非常時の施設維持管理活動のためにもアンゴスツーラ水利組合は県灌漑部を通じてコチャバンバ市、キリヤコリヨ市、ティキパヤ市、コルカピラア市及び SEMAPA 等関連諸機関との連携が必要不可欠である。このためアンゴスツーラ水利組合は日頃から県灌漑部を通じて上記関連機関と連絡を密にする必要がある。

4.3 プロジェクトの妥当性

本プロジェクトは以下の点から、我が国の無償資金協力として妥当性を有する。

- ① 本プロジェクトは、コチャバンバ県の対象地域(アンゴスツーラ灌漑システム)の既存灌漑水路及び道路整備により対象地区住民の生活改善や民生の安定を図るものである。
- ② 本プロジェクトは、裨益対象である受益住民の殆どが先住民(ケチュア族)で貧困層に属するとともに裨益人口が約3万人と多い。
- ③ 本プロジェクトにより建設されたインフラ施設は、アンゴスツーラ水利組合により運営維持管理されるとともに、コチャバンバ県/コチャバンバ市、キリヤコリヨ市、ティキパヤ市、コルカピラア市及び SEMAPA が主に水質改善のための諸対策を継続的に実施している。
- ④ 本プロジェクトは貧困削減、農業・農村インフラ整備等を重要課題として掲げている「ボリビア生産性向上計画 2005-2007」及び「国家農牧農村開発戦略(2005)」との整合性が高い。
- ⑤ 環境面で負の影響がない。

4.4 結論

本プロジェクトは、前述のように多大な効果が期待されると同時に、本プロジェクトが広く「ボ」国コチャバンバ県の農業・農村インフラ整備状況の改善に寄与することから、協力対象事業の一部に対して、我が国の無償資金協力を実施することの妥当性が確認される。さらに、本プロジェクトの運営・維持管理についても、相手国側体制は人員・資金ともに問題ないことが確認された。しかし、以下の点が改善・整備されれば、本プロジェクトはより円滑かつ効果的に実施しうると考えられる。

- ・ 「ボ」国側の負担事項の履行期限内の完了
- ・ プロジェクト調整準備委員会による水質およびごみ不法投棄問題に関するモニタリング委員会を設立し継続的にモニタリングを実施するとともに、市民に対し環境問題の広報を通じて住民活動を強化する