

国際協力事業団

ペルー共和国政府
リマ市上下水道サービス公社

ペルー国

カニエテ川水資源総合開発計画調査

最 終 報 告 書
要 約

2002年1月

日 本 工 営 株 式 会 社
パシフィック・コンサルタンツ・インターナショナル

社 調 二
J R
02 08

最終報告書の構成

要約

Volume I : **Executive Summary / *Resumen Ejecutivo***

Volume II : **Main Report / *Informe Principal***

Volume III : **Supporting Report**

A: Topographic Survey

B: Geology and Hydrogeology

C: Hydrology

D: Irrigation and Agriculture

E: Hydropower

F: Water Supply Plan

G: Water Resources Development and River Management

H: Facilities Plan

I: Facilities Design and Cost Estimates

J: Socio-Economy and Finance

K: Environment

L: Institution and Organization

Volume IV : **Supporting Report**

**M: Supplemental Investigation on Water Use and Loss in
Rímac River Basin**

Volume V : **Data Book**

序文

日本国政府は、ペルー共和国政府の要請に基づき、同国のカニエテ川水資源総合開発計画調査にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成 11 年 3 月から平成 14 年 1 月までの間、4 回にわたり、日本工営株式会社の澄川啓介氏を団長とし、同社ならびに株式会社パシフィックコンサルティング・インターナショナルから構成される調査団を現地に派遣しました。

また平成 11 年 3 月から平成 14 年 1 月の間、国土技術政策総合研究所、河川研究部ダム研究室長の吉田等氏を委員長とする作業監理委員会を設置し、本件調査に関し専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行われました。

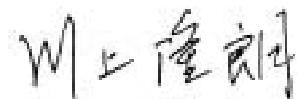
調査団は、ペルー共和国政府及びリマ市上水・下水道サービス公社関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、本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 14 年 1 月

国際協力事業団
総裁 川上 隆朗



平成 14 年 1 月

国際協力事業団
総裁 川上隆朗殿

伝達状

今般、ペルー共和国カニエテ川水資源総合開発計画調査を終了致しましたので、ここに最終報告書を提出し、ご報告申し上げます。

本調査は、リマ市の上水用水資源を増強させることを優先し、計画目標年 2030 年までのカニエテ川流域の水資源開発マスタープラン(フェーズ)を策定しました。リマック川での水利用と流量損失に関する補足調査の結果、フェーズ のフィージビリティ・スタディは実施せず、マスタープランとリマック川の補足調査をとりまとめ最終報告書を完成させました。

本調査の結果が、ペルー国の水資源開発に貢献し、当国の社会経済の発展に寄与することを願うものであります。

本報告書を提出するにあたり、全調査期間に亘り多大なご支援とご助言を賜った貴事業団、貴事業団ペルー事務所、在ペルー国日本大使館、ならびにペルー国政府、リマ市上水・下水道サービス公社をはじめとする政府諸機関の関係者各位に対し、心から感謝の意を表すものであります。

カニエテ川水資源総合開発計画調査
団長 澄川啓介

カニエテ川水資源総合開発計画調査 最終報告書

要旨

調査の背景と目的

首都リマ市（Lima）は、ペルーの総人口の約 30%に相当する 700 万を超える人口を海岸の乾燥地帯にかかえている。当国は首都の上水、工業用水需要供給を優先課題として、常習的に問題解決に取り組んできている。ペルー共和国政府はこの解決を重要視し、特にリマ首都圏への導水を念頭に置いたカニエテ（Cañete）川流域の水資源総合開発調査に技術援助することを日本国政府に要請した。国際協力事業団（JICA）とリマ市上水・下水サービス公社（SEDAPAL）は、1996 年 11 月 22 日、ペルー共和国カニエテ（Cañete）川流域の水資源総合開発計画に関する調査作業範囲について合意した。

本調査の目的は、「リマ市の上水用水資源を増強させることを優先し、カニエテ川流域の水資源総合開発マスタープランを計画目標年 2020 年まで策定すること（フェーズⅠ）」、「両当事者が特定し、合意した優先プロジェクトのフィージビリティスタディーを 2003 年までに実施すること（フェーズⅡ）」、「本調査中に相手スタッフへ技術を移転すること」である。

当調査対照地域を「調査対象地域図」に示す。当地域は、水資源開発を実施するカニエテ川流域、導水地点リマ南部に向けた海岸沿いの細長い地域、首都リマ南部の上工業用水供給地域から構成されている。

調査の実施

本調査は、インセプション・レポートの作成により、1999 年 3 月に開始された。調査開始時に、JICA と SEDAPAL の間で、フェーズⅠ（マスタープラン）の調査目標計画年を西暦 2020 年から 2030 年へ延長することが合意された。SEDAPAL の職員の協力を得て関係当事者間で合同会議を開き実施され、1999 年 12 月 27 日、当時点までのマスタープラン調査成果をまとめたインテリム・レポートが完成した。

2000 年 3 月 1 日、JICA と SEDAPAL は、リマック（Rimac）川での水利用および流量損失に関する補足調査を実施し、この調査結果をもとにフェーズⅡの実施およびその TOR の内容を決定することに合意した。補足調査は、2001 年 8 月に始まり、2001 年 9 月 28 日、プロGRESS・レポート（2）が SEDAPAL へ提出された。

2001 年 10 月 19 日、JICA と SEDAPAL は、近い将来フェーズⅡを実施しないこと、インテリム・レポートおよびプロGRESS・レポート（2）を完成させてドラフト・ファイナル・レポートを 2001 年 12 月までに提出することに合意した。ドラフト・ファイナル・レポートを受領した 2001 年 12 月 13 日、JICA と SEDAPAL は、当報告書に対する SEDAPAL のコメントを 2002 年 1 月 10 日までに受領することを前提に可能な限り早くファイナル・レポートを提出することで合意した。

カニエテ川流域

カニエテ川は、河川長 230 km、流域面積 6,189 km²、河川勾配 1/53（約 2%）の急流河川である。海拔 3,500 m を越える上流山岳地域には氷河が残留し、無数の氷河湖が点在しているが、大ダムはまだ建設されていない。

カニエテ川流域の年平均降水量は、沿岸部で 50 mm 以下、高度とともに上昇し、4,000 m 以上の流域では 1,000 mm に達している。平均降水量は、約 437 mm である（2,576 MCM/年）。流出率は、ソクシ（Socsi）観測所（5,980 km²）で約 0.54 である。年平均流量は、ソクシ（Socsi）にお

いて、600 MCM/年 (19.0 m³/秒) から 2,572 MCM/年 (81.6 m³/秒) に及んでいる。すなわち、1965 年から 1997 年の期間における平均流量は、1,385 MCM/年 (43.9 m³/秒) であった。流域の水資源は、海岸部農地での灌漑、上水道、下流域のゴムボートによるいかだ観光等を除き、充分には開発されていない。しかし水力発電と灌漑を目的とする大規模開発が提案されている。

調査対象地域の総人口 (1998 年) は、123 万 2,000 人と推定されているが、カニエテ川流域の (カニエテおよびヤウヨス) プロビンスの総人口はわずか 19 万 1,000 人であり、カニエテ・プロビンスの年人口増加率 (1981 年～1998 年) は 1.9%、ヤウヨス (Yauyos) プロビンスは 1.5% である。これは、山岳地域のヤウヨスから沿岸のカニエテや首都リマへ人口が移動したことを示すものである。1993 年の国勢調査によると、経済労働人口の配分は、第一次工業が 46%、第二次工業が 11%、第三次工業が 43% である。

総合的水資源開発マスタープラン

カニエテ川流域の水資源総合開発計画は、「水資源開発」と「水資源管理」の 2 つの観点からなり、結論を以下に示す。

水資源開発

リマ首都圏への新規導水計画の優先度は、経済評価と他の選択基準を考慮するならば、カニエテ川からではなくマントロー川流域に置かれることになるだろう。

カニエテ川の水資源開発は、表 1 のシナリオ 2、ケース 2.1 のような形態、即ち需要増加に応じ、モロ・デ・アリカダム (Morro de Arica) と付随して建設されるパウカルコチャダム (Paucarcocha) により実現するだろう。

- 上工業用水の開発は、カニエテ川下流域拡張計画 (0.87 m³/秒) と灌漑事業の実施に伴って発生するコンコン-トパラ地域 (Concón-Topará-Chincha Alta 0.15 m³/秒) の計 1.03 m³/秒である。
- 灌漑開発は、既存農地 (24,000 ha Cañete Valley) の復旧・改善とコンコン・トパラの新規開発 (27,000 ha) の計 51,000 ha である。
- 水力発電開発は、モロ・デ・アリカ (Morro de Arica 50 MW) とエル・プラタナル (El Platanal 220 MW) の計 270 MW である。

これらの事業の実施計画は図 15 に示すとおりである。

- カニエテ川下流域の上工業用水の拡張 (0.87 m³/秒) は、地下水と表流水の需要増を満たすように段階的に実施されるであろう。コンコン-トパラ地域への上工水供給 (0.15 m³/秒) は、当地域の灌漑事業の実施に応じ、2003 年から 2007 年の期間に実施されるだろう。
- 既存農地 (24,000 ha) の復旧・改善は、進行中であるが、2004 年までに完了する予定である。コンコン・トパラ開発 (27,000 ha) は、2003 年から 2011 年の期間に実施されるだろう。
- モロ・デ・アリカ (50 MW) とエル・プラタナル (220 MW) を含めた水力発電開発は、2003 年から 2006 年の期間に実現するであろう。

民間企業、Cementos Lima は、上述の開発の内、水力発電と農業の総合開発事業を実施しつつある。Cañete Valley における既存農地 (24,000 ha) の復旧・改善事業は、OECF (現 JBIC) と世界銀行の共同融資で進行中である。

水資源管理

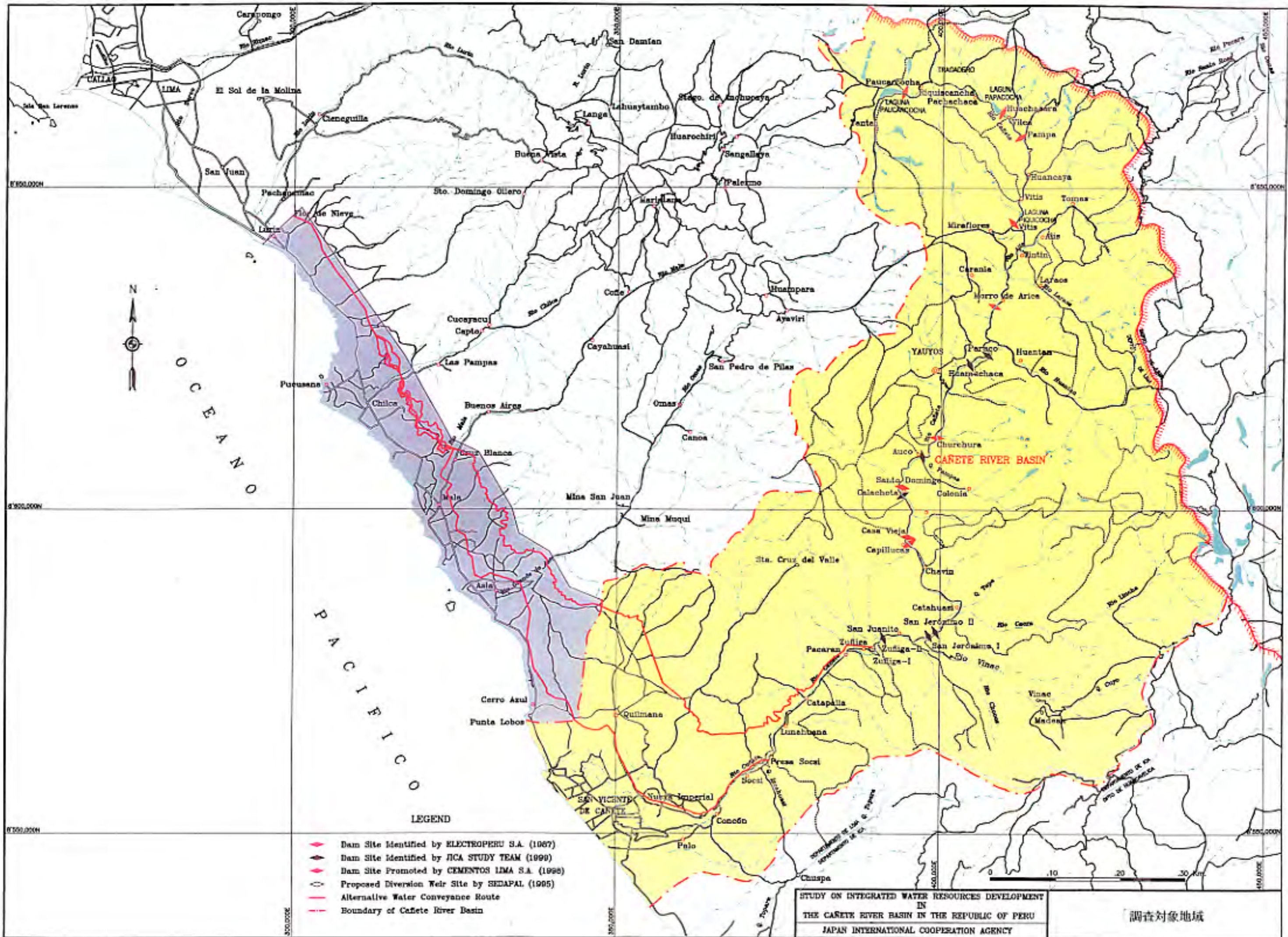
洪水、土石流、地すべり等の自然災害、水利用、水質とモニタリングシステム等を対象とする

カニエテ川流域の水資源管理のニーズは現在緊急ではない。当流域の水管理は、将来、流域水源開発の進捗に伴って水量配分と水質汚染問題が顕在化する兆しが見える時に求められだろう。

リマック川流域の水資源管理

リマ首都圏への上水供給は、その水質と水配分の重要性の視点から、現状においては、カニエテ川流域よりもリマック川流域の方がより緊急の課題に直面している。リマック川の水は、都市用水（SEDAPAL 管轄）水力発電（EDEGEL 管轄）灌漑・工業用水等多くの分野で利用されている。国家相互連結システム経済運営委員会（COES）の調停により SEDAPAL と EDEGEL の間の水利用は調整されているが、SEDAPAL と農業・工業用水利用者との水配分協定は、特に渇水時については、公式に制度化していなく、都市用水の顕著な損失の原因の一つになっているようだ。リマック川の水質は汚染され、特に、鉱山からの有害重金属の廃水、住民の生活排水、農業・工場からの廃水によって著しく汚染されている。原水（処理前）の有害物質含有量は、ペルーの一般水法（General Water Law）の許容値を越えている。

リマック川流域は、水量、水質のモニタリング、制度的、法的取り決めを含めた水資源管理ガイドライン作成や施策の実施をするために賢明な配慮を必要としている。

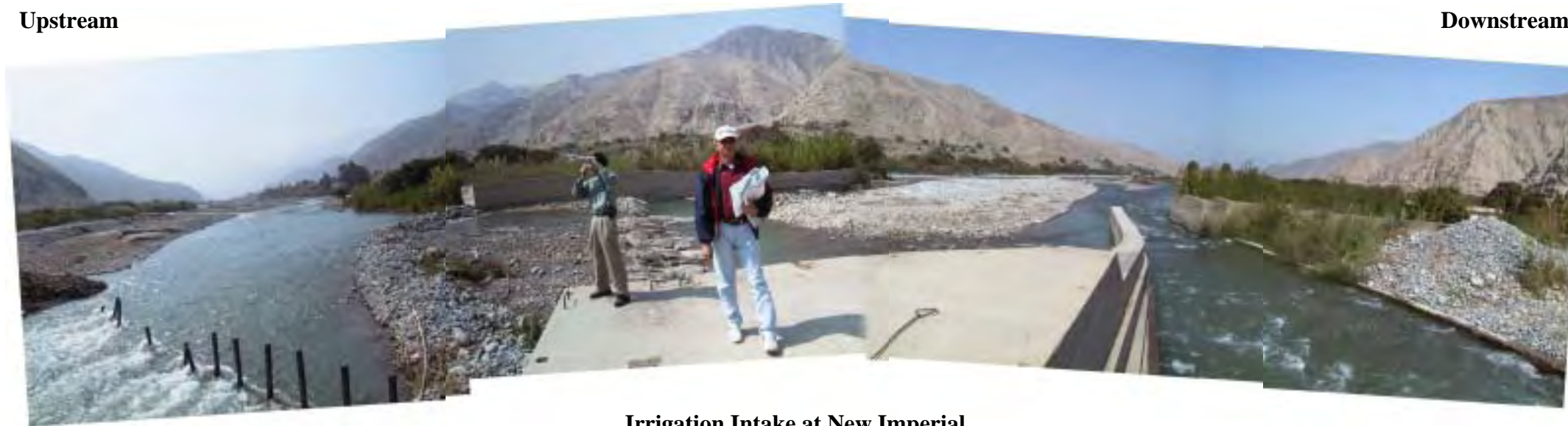


- LEGEND**
- ◆ Dam Site Identified by ELECTROPERU S.A. (1987)
 - ◆ Dam Site Identified by JICA STUDY TEAM (1990)
 - ◆ Dam Site Promoted by CEMENTOS IDMA S.A. (1998)
 - Proposed Diversion Weir Site by SEDAPAL (1995)
 - Alternative Water Conveyance Route
 - - - Boundary of Cafete River Basin

STUDY ON INTEGRATED WATER RESOURCES DEVELOPMENT
 IN
 THE CAFETE RIVER BASIN IN THE REPUBLIC OF PERU
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

調査対象地域

Upstream



Downstream

Irrigation Intake at New Imperial



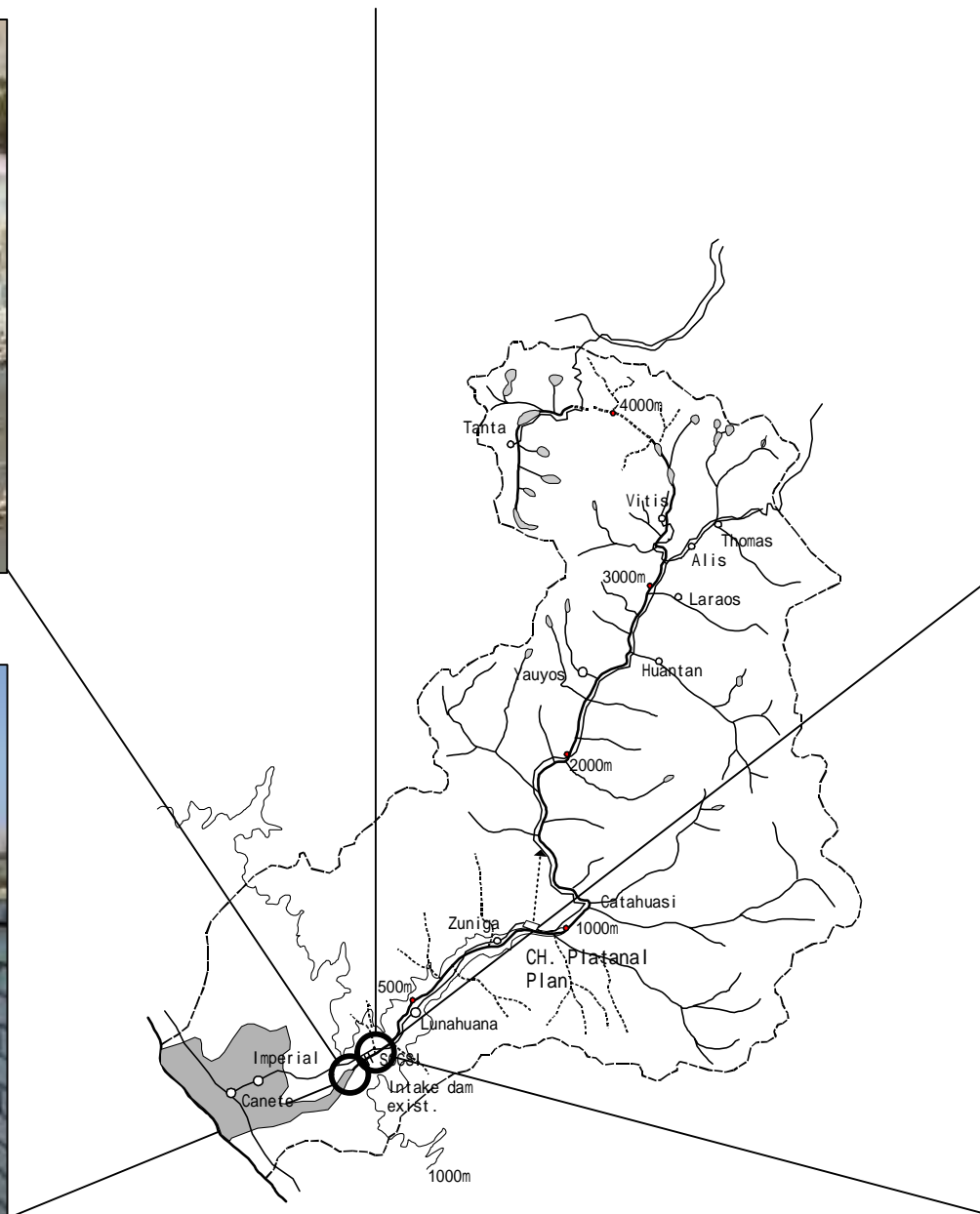
Socsi Gauging Station



Irrigation Sluice Gate at New Imperial



Upstream View from Socsi Gauging Station



Irrigation Waterway at New Imperial



Zuniga-2 Lower Site-1:
Proposed intake dam for D/I water supply



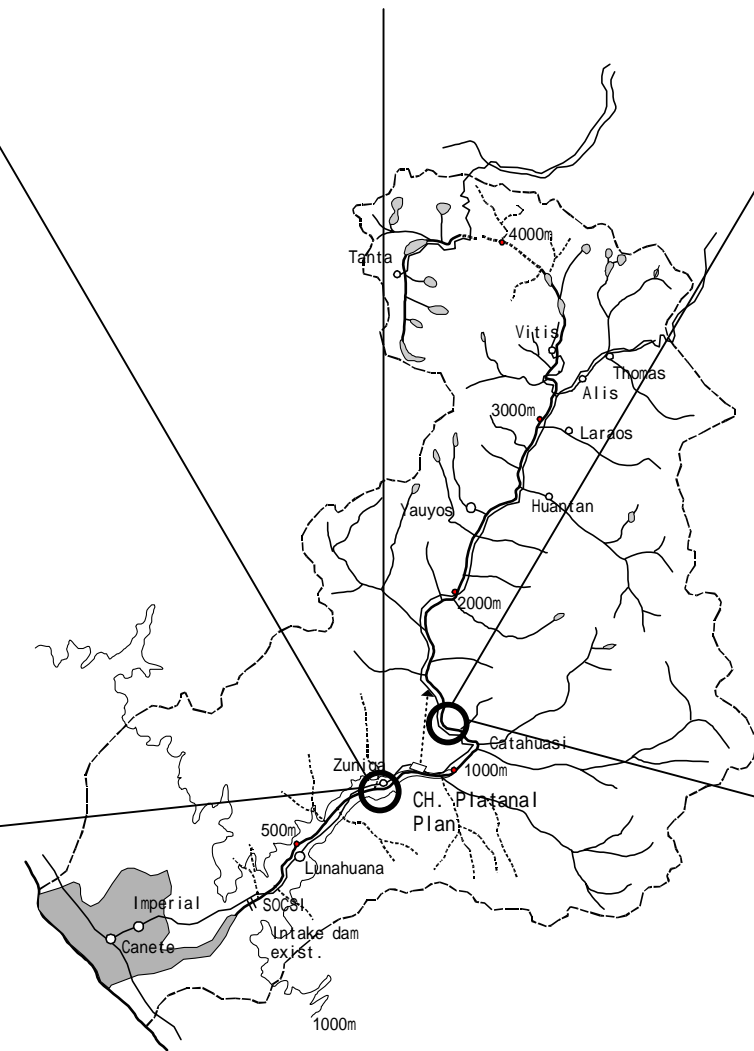
Zuniga-1 Upper Site:
Proposed intake dam for D/I water supply



Downstream View from Chavin Gauging Station



Zuniga-3 Lower Site-2:
Proposed intake dam for D/I water supply



Chavin Gauging Station



Yauyos

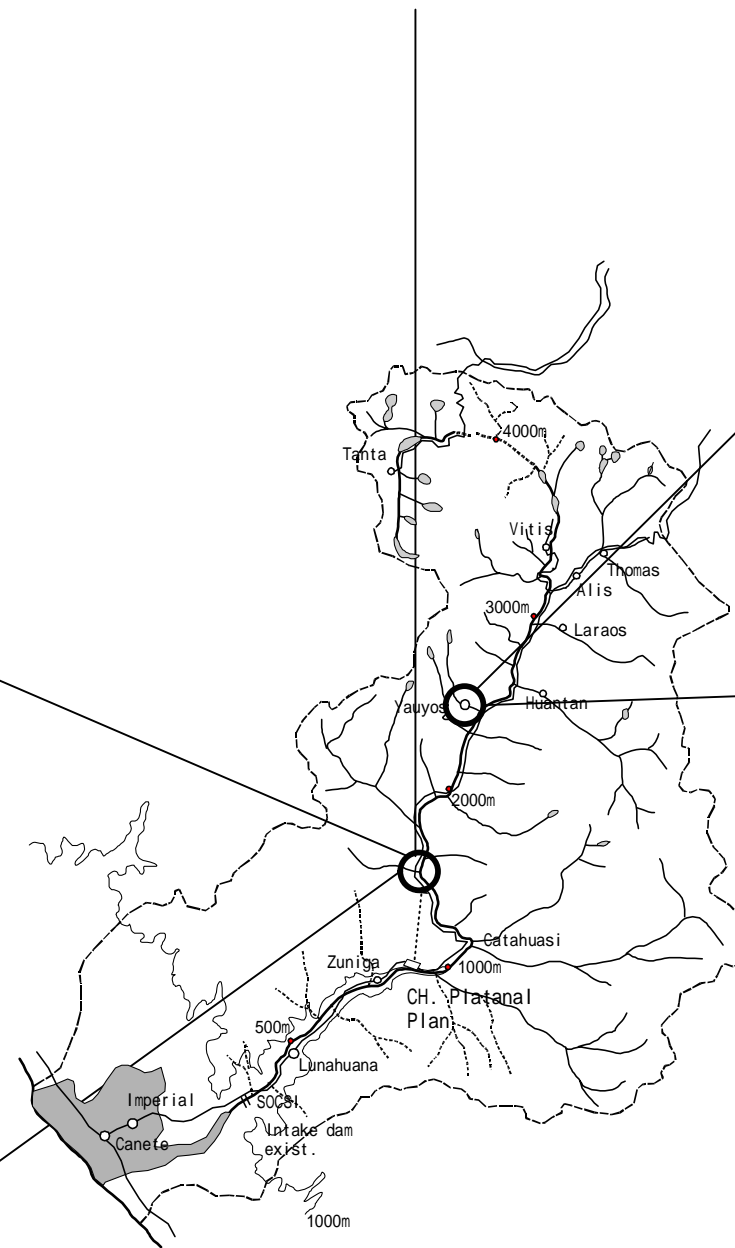
El Platanal Power Station Tunnel Route



El Platanal PS_Intake Site



Downstream of El Platanal PS Route



Overview of Yauyos



**Morro de Arica Dam Site-1:
Integrated Project**



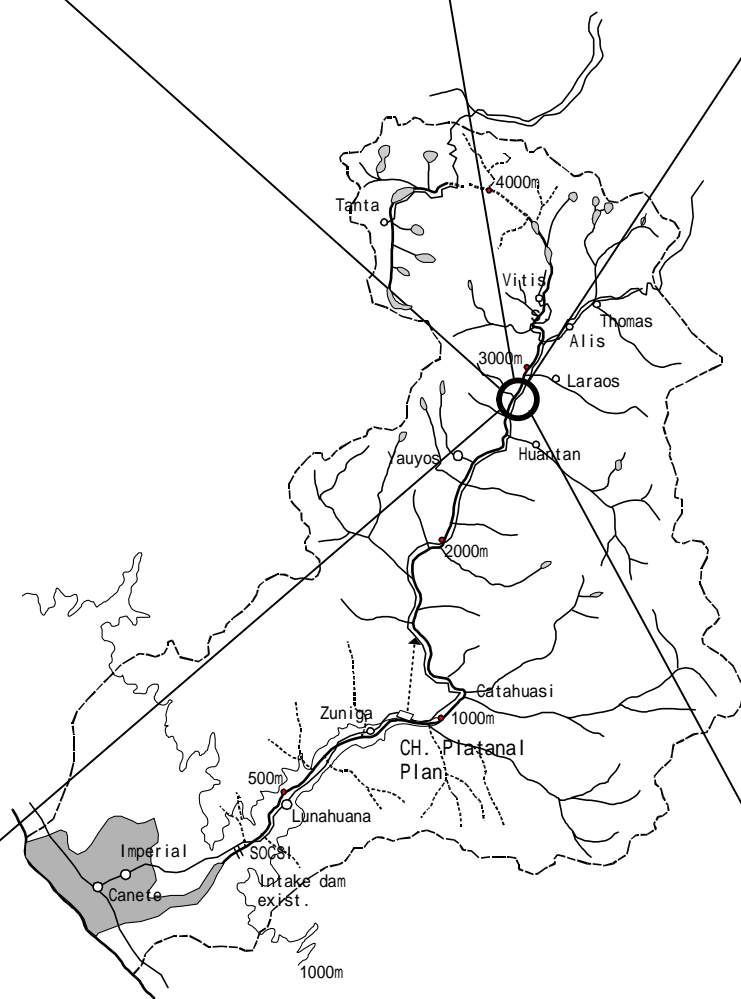
Morro de Arica Dam Site-2: Test adit



Morro de Arica Dam Site-3: Boring core



**Morro de Arica Dam Site-4:
View from upstream**



**Morro de Arica Dam Site-5:
View from downstream**



Tinco de Alis Gauging Station



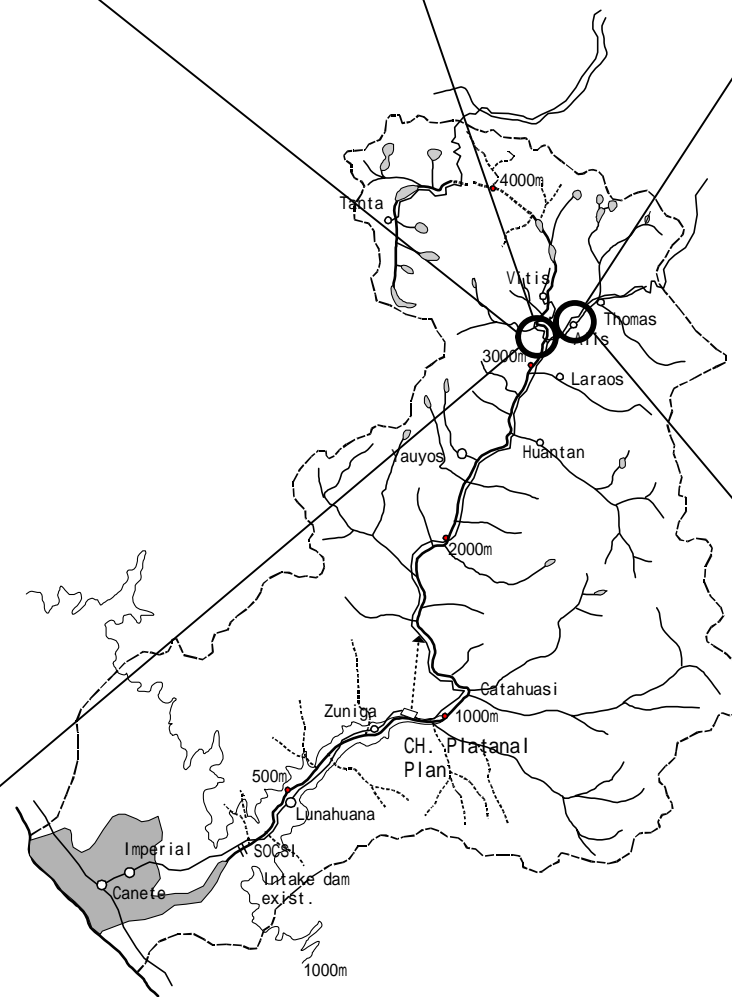
Alis River:
Junction of Canete river and Alis river



Alis



Tinco de Alis Gauging Station



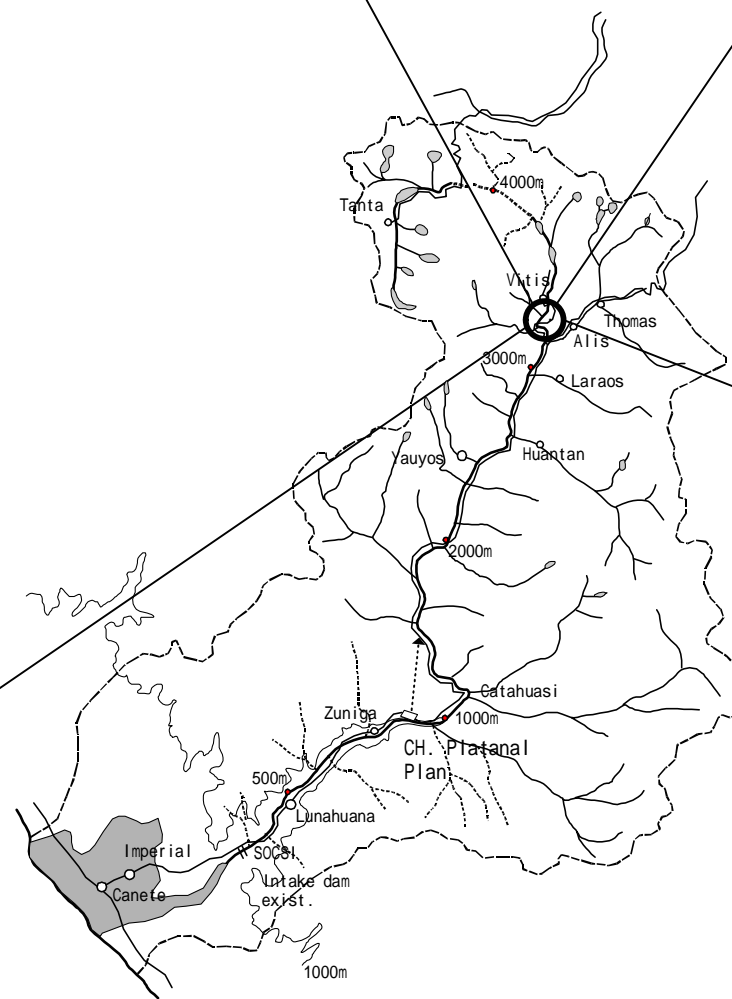
Hotel in Alis



Piquicocha Lake



Piquicocha Lake



Outflow from Piquicocha Lake



Outflow from Piquicocha Lake



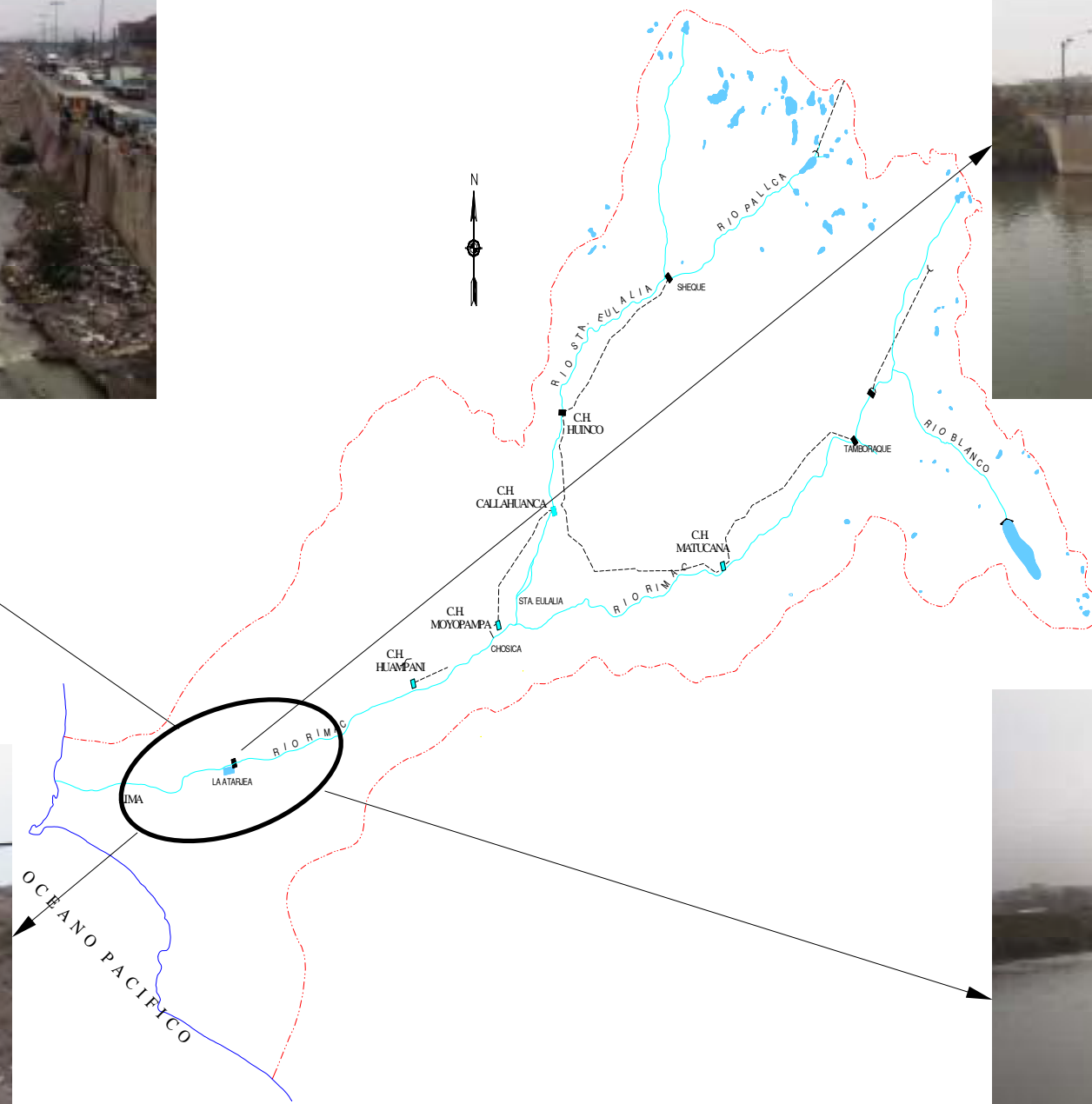
Old Lima City and the Rimac River



SEDAPAL La Atarjea Intake in the Rimac river



The Rimac River downstream Lima City



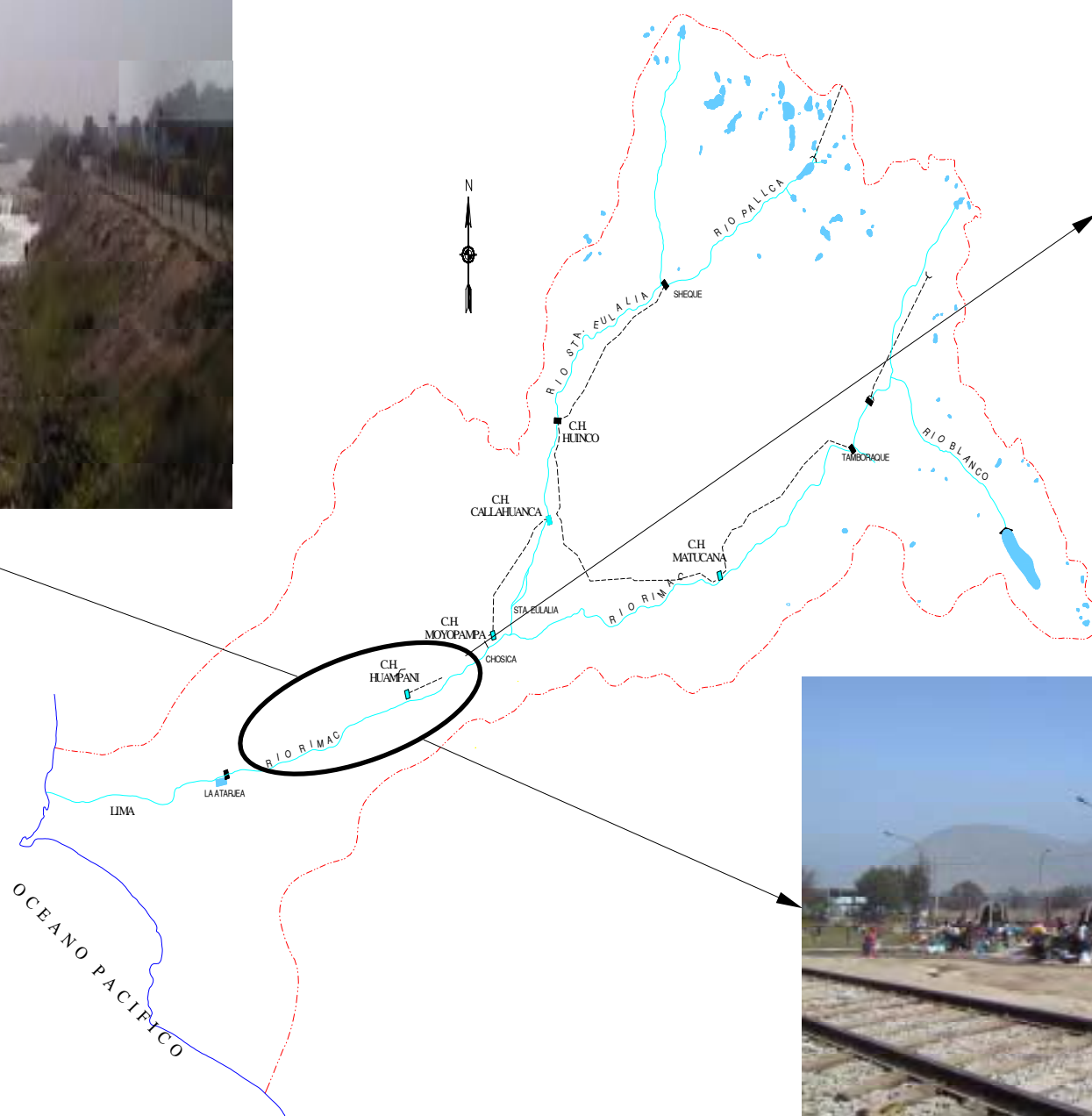
Upstream View of La Atarjea



Huachipa Intake: 5 km upstream of La Atarjea



The Rimac River upstream of La Atarjea: channel widening works with concrete wall for groundwater recharge.



Public Washing Site for Poor People in Chaclacayo



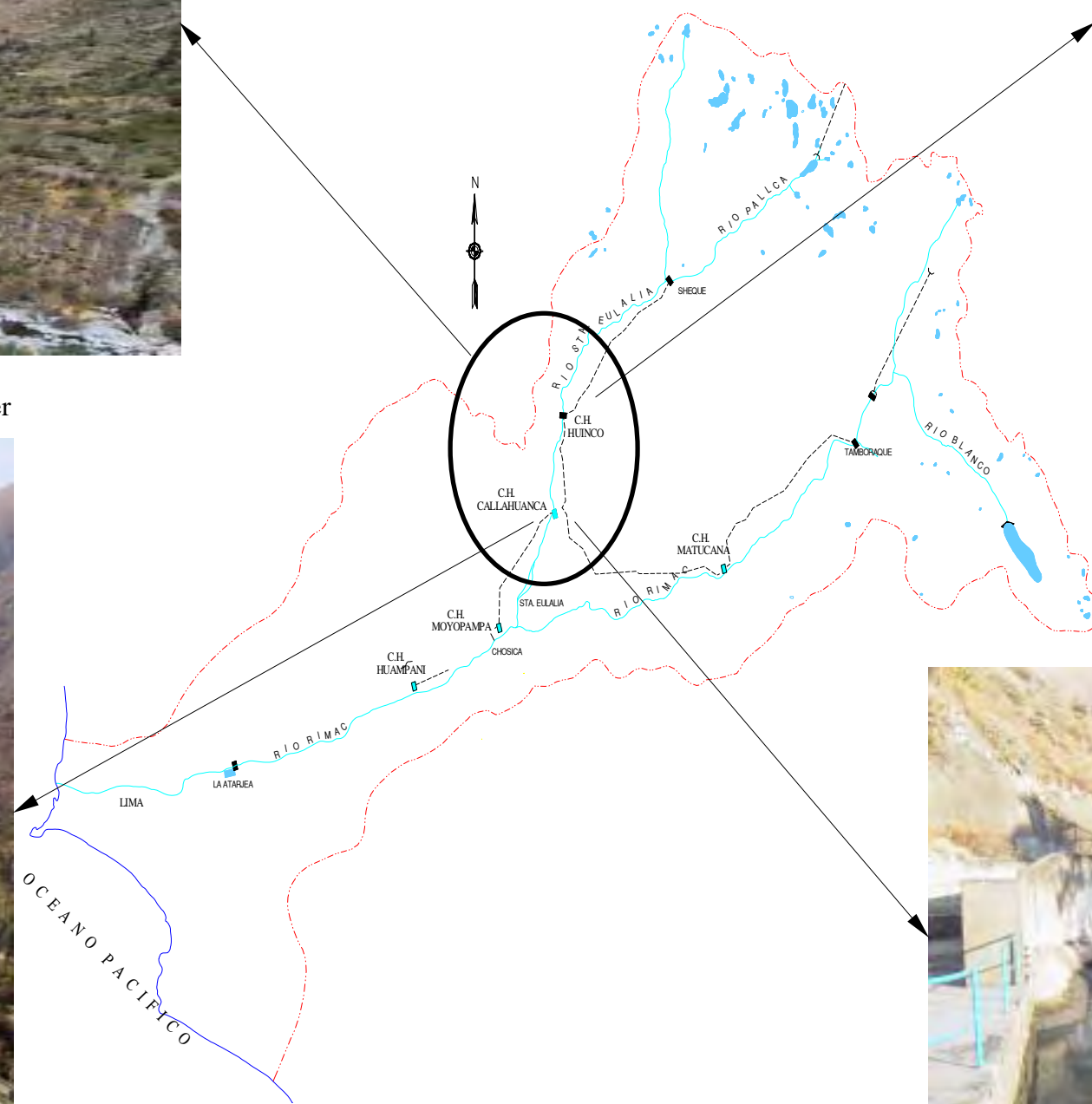
The Middle Reach of the Santa Eulalia River



Overview of the Outlet Facilities of Regulation Pond of Huinco Hydroelectric Power Station



Callahuanca Hydro-electric Power Station:
Excess water is discharged into the Santa Eulalia River



Tunnel Outlet from Matucana Hydroelectric Power Station at the
Connection Pond for Callahuanca Power Station

ペルー国
カニエテ川水資源総合開発計画調査

最終報告書
要約

目次

要旨	要旨-1
調査対象地域	
カニエテ川流域写真 No.01 ~ No.06	
リマック川流域写真 No.01 ~ No.03	
	<u>Page</u>
序	S-1
ペルーと調査地域の社会経済情勢	S-2
水資源賦存量分析	S-2
上水需要・供給バランスの分析	S-3
選択基準と開発計画	S-4
水資源管理評価	S-6
リマック川の補足調査	S-7
総合的水資源開発マスタープランと結論	S-8

表目次

表 1	Water Resources Development Scenarios and Alternative Cases	S-10
	水資源開発のシナリオ及び検討ケース	
表 2	Overall Evaluation for Screening and Scoping	S-11
	スクリーニング及びスコーピングに関する評価表	
表 3	Summary of Tasks of Organizations related to Water Resources Development and management	S-12
	水資源開発及び運営に関する組織体制	

表 4	Flow Balance in Rimac River Basin S-13 リマック川流域の河川流量
表 5	Water Quality at La Atarjea SEDAPAL Intake S-14 SEDAPAL 取水工における水質評価

目 次

図 1	Location of Meteorological and Hydrological Station S-15 気象及び流量観測所位置図
図 2	Flow Duration Curve at the Gauging Stations in the Cañete River Basin..... S-16 カニエテ川流域の各観測所における流況曲線
図 3	Water Supply Service Area (1/2) & (2/2)..... S-17 上水供給区域
図 4	Proposed Water Supply System S-19 計画給水システム
図 5	Demand – Supply Balance and Proposed Expansion System for Metropolitan Lima Water Supply System S-20 リマ市水供給システムの水需給収支及び水資源開発計画
図 6	Existing Cropping Pattern in the Valle de Cañete (24,052 ha)..... S-21 Cañete Valle における現況作付計画
図 7	Map on Irrigation Areas S-22 灌漑地域位置図
図 8	National Interconnected System in Peru - 1999 S-23 全国送配電システム (1999)
図 9	Projection of the Maximum Power Demand 2000-2030..... S-24 最大電力需要予測 (2000 ~ 2030)
図 10	Proposed Dam & Diversion Dam Sites and Water Transmission Alternatives S-25 計画ダム、取水堰及び計画送水路の比較案
図 11	Paucarcocha Dam (Earthfill Dam) S-26 Paucarcocha ダム (アースダム)
図 12	Morro de Arica Dam (RCC Dam) S-27 Morro de Arica ダム (RCC ダム)
図 13	Project System Diagram for Scenario – 2 S-28 シナリオ - 2 水資源開発システム
図 14	Location of CAÑETE Scheme and MANTARO-CARISPACCHA Scheme S-29 CAÑETE 及び MANTARO-CARISPACCHA 計画位置図

図 15	Implementation Schedule of Water Resources Development	S-30
	水資源開発実施計画	
図 16	Organization Chart of SEDAPAL	S-31
	SEDAPAL 組織図	
図 17	Present and Proposed Water Use Management	S-32
	現況及び計画水利用組織系統図	

略語

AACH	:	<i>Autoridad Autónoma de la Cuenca Hidrográfica</i> (Autonomous Hydrographic Basin Authority)
ATDR	:	<i>Administración Técnica de Distrito de Riego</i> (Technical Administration for Irrigation District)
COES	:	<i>Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional</i> (Committee for Economic Operation of the National Interconnected System)
CONAM	:	<i>Consejo Nacional del Ambiente</i> (National Environment Council)
DGAA	:	<i>Dirección General Asuntos Ambientales</i> (Directorate General for Environmental Affairs)
DGAS	:	<i>Dirección General de Aguas y Suelos</i> (General Board of Water and Soil)
DGE	:	<i>Dirección General de Electricidad</i> (Directorate General for Electricity)
DGM	:	<i>Dirección General de Minas</i> (Directorate General for Mining)
DIGESA	:	<i>Dirección General de Salud Ambiental</i> (Directorate General for Environmental Health)
EDEGEL	:	<i>Empresa de Generación Eléctrica de Lima S.A.</i> (Electric Generation Company of Lima)
ELECTROPERU	:	<i>Empresa de Electricidad del Perú</i> (Peru Electricity Enterprise)
FONCODES	:	<i>Fondo Nacional de Compensación y Desarrollo</i> (National Fund for Compensation and Social Development)
IDB	:	Inter-American Development Bank
INADE	:	<i>Instituto Nacional de Desarrollo</i> (National Institute of Development)
INDECI	:	<i>Instituto Nacional de Defensa Civil</i> (National Institute of Civil Defense)
INRENA	:	<i>Instituto Nacional de Recursos Naturales</i> (National Institute of Natural Resources)
JBIC	:	Japan Bank for International Cooperation

JICA	:	Japan International Cooperation Agency
MAG	:	<i>Ministerio de Agricultura</i> (Ministry of Agriculture)
MD	:	<i>Ministerio de Defensa</i> (Ministry of Defense)
MEF	:	<i>Ministerio de Economía y Finanzas</i> (Ministry of Economy and Finance)
MEM	:	<i>Ministerio de Energía y Minas</i> (Ministry of Energy and Mining)
MIPRE	:	<i>Ministerio de la Presidencia</i> (Ministry of Presidency)
MITINCI	:	<i>Ministerio de Industria, Turismo, Integración y Negociaciones Comerciales Internacionales</i> (Ministry of Industry, Tourism, Integration and International Trade)
MS	:	<i>Ministerio de Salud</i> (Ministry of Health)
OECF	:	The Overseas Economic Cooperation Fund, Japan
OUA	:	<i>Organizaciones de Usuarios de Aguas</i> (Water Users' Association)
PRONAMACHS	:	<i>Proyecto Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos</i> (National Program for River Basin Management and Soil Conservation)
SEDAPAL	:	<i>Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima</i> (Potable Water and Sewage Service of Lima)
SENAMHI	:	<i>Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología</i> (National Service for Meteorology and Hydrology)
SUNASS	:	<i>Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento</i> (National Superintendence of Sanitary Service)

要約

序

調査の背景と目的（第1章参照：以下番号はメイン・レポート）

1. カニエテ（Cañete）川は、ペルー国内で太平洋へ流れる河川の中で2番目に大きな河川であり、河口は首都リマの南部約200kmに位置する。海拔3,500mを越える上流山岳地域には氷河が残留し、無数の氷河湖が点在しているが、大型の人造湖はまだ建設されていない。流域の水資源は、海岸部農地での灌漑、上水道、下流域のゴムボート・いかだ観光等を除き、充分には開発されていない。しかし水力発電と灌漑を目的とする大規模開発が提案されている
首都リマ市（Lima）は、ペルー国総人口の約30%に相当する700万を超える人口を海岸の乾燥地帯にかかえている。当国は首都の上工業用水需要供給を優先課題として、常習的に問題解決に取り組んできている。ペルー共和国政府は、この解決を重要視し、特にリマ首都圏への導水を念頭に置いたカニエテ（Cañete）川流域の水資源総合開発調査に技術援助することを日本国政府に要請した。国際協力事業団（JICA）とリマ市上水・下水サービス公社（SEDAPAL）は、1996年11月22日、ペルー共和国カニエテ（Cañete）川流域の水資源総合開発計画に関する調査作業範囲について合意した。

本調査の目的は、「カニエテ（Cañete）川流域の水資源総合開発マスタープランを計画目標年2020年までに策定すること（フェーズⅠ）」、「両当事者が特定し、合意した優先プロジェクトのフィージビリティスタディーを2003年までに実施すること（フェーズⅡ）」、「本調査中に相手スタッフへ技術を移転すること」である。同時に作成した会合議事録では、「このマスタープランは、主としてリマ市上水供給用の水資源を増やすため、カニエテ（Cañete）川流域の水資源開発を目的としている」と明記されていた。

当調査対照地域を「調査対象地域図」に示す。当地域は、水資源開発を実施するカニエテ川流域、導水地点リマ南部に向けた海岸沿いの細長い地域、首都リマ南部の上工業用水供給地域から構成されている。

本調査の実施（第1章参照）

2. 本調査は、インセプション・レポートの作成により、1999年に始まった。本調査は、SEDAPALの職員の協力を得て関係当事者間で合同会議を開き実施され、1999年10月18日、プロGRESS・レポート（1）がSEDAPALへ提出された。調査は日本で継続され、1999年12月27日、インテリム・レポートが完成した。

2000年3月1日、JICAとSEDAPALは、リマック（Rimac）川での水利用および流量損失に関する補足調査を実施し、この調査結果をもとにフェーズⅡの実施およびそのTORの内容を決定することに合意した。補足調査は、2001年8月に始まり、2001年9月28日、プロGRESS・レポート（2）がSEDAPALへ提出された。

2001年10月19日、JICAとSEDAPALは、近い将来フェーズⅡを実施しないこと、インテリム・レポートおよびプロGRESS・レポート（2）を完成させてドラフト・ファイナル・レポート案を提出することに合意した。ドラフト・ファイナル・レポートを受理した2001年12月13日、JICAとSEDAPALは、当報告書に対するSEDAPALのコメントを2002年1月10日までに受領することを前提に可能な限り早くファイナル・レポートを提出することで合意した。

ペルーと調査地域の社会経済情勢

ペルーの社会経済情勢（第2章参照）

3. ペルーの人口は、1993年の国勢調査に基づき、1998年時点で2,480万人、人口増加率は年2%であると推定されており、その人口の70%以上が都市部に居住し、地方から都市への人口移動が継続している傾向が見られる。1997年におけるUNDPの人間開発指数から見ると、ペルーは、世界174か国中80位にランクされており、開発中位国に類別されている。

アジアの経済危機の他に、‘エル・ニーニョ（El Niño）’による深刻な悪影響を受けたが、GDPの年成長率は、1993年から98年までの期間で、6.2%に達している。1998年の公共事業投資額は、18億9,700万ドル（財政の18.8%）であり、その配分先は、大統領府（上水供給・下水道等開発担当）47.6%、運輸26.1%、教育6.4%、農業5.2%、エネルギー・採鉱3.1%、その他11.6%となっている。一方、ペルー政府は、貧困解消を実現するため、財政の9%近くを貧困関連プログラムへ配分した。政府は、構造改革プログラムの範囲内で、競争力のある経済発展と官民の役割再編成の為、基礎を強化する目的で、民営化を進めているところである。

調査地域の社会経済情勢（第2章参照）

4. 調査地域は、カニエテ（Cañete）川流域とリマ市南部の沿岸地帯が対象である。当地域の総人口は、123万2,000人（1998年）と推定されているが、カニエテ川流域の（カニエテおよびヤウヨス）プロビンスの総人口はわずか19万1,000人であり、カニエテ・プロビンスの年人口増加率（1981年～1998年）は1.9%、ヤウヨス（Yauyos）プロビンスは1.5%である。これは、山岳地域のヤウヨスから沿岸のカニエテや首都リマへ人口が移動したことを示すものである。

1997年の給電率はカニエテで25%、ヤウヨスで33%、給水率はカニエテで43%、ヤウヨスで24%、道路舗装率はカニエテで46%、ヤウヨスでゼロとなっている。

農業・畜産業の中心はカニエテ川流域であり、リマ市の卸売市場で重要な役割を担っている。1993年の国勢調査によると、経済労働人口の配分は、第一次産業が46%、第二次産業が11%、第三次産業が43%である。

水資源賦存量分析

カニエテ（Cañete）川流域（第2章参照）

5. カニエテ（Cañete）川は、全長約230km、流域面積は6,189km²である。カニエテ川流域は、幼年期のV字型渓谷から構成される急峻な地形を示しており、現在、ますます深さを増している。流域の平均斜度は16.7%であるのに対して、河川勾配は1/53（約2%）である。

降水量と流量（第2章参照）

6. カニエテ川流域の年平均降水量は、沿岸部で50mm以下、高度とともに上昇し、4,000m以上の流域では1,000mmに達している（図1の等降水量線参照）。平均降水量は、約437mmである（2,576MCM/年）。流出率は、ソクシ（Socsi）観測所（5,980km²）で約0.54である。年平均流量は、ソクシ（Socsi）地点で、600MCM/年（19.0m³/秒）から2,572MCM/年（81.6m³/秒）に及んでいる。すなわち、1965年から1997年の期間における平均流量は、1,385MCM/年（43.9m³/秒）であった。

1986年から1997年までの日流量記録は、5地点の観測所（Tanta、Aguas Calientes、Tinco de Alis、Chavin、Socsi）で入手できる。欠測データは、近接する観測所でのデータの相関法により補充し、一連の月流量データは、水需要・供給バランスの分析のために作成された。観測所で

の流量レーティング曲線を、図 2 に示す。タンクモデルを採用し、降水量から流量の推定を試みたが、シミュレートされた日流量と記録データが一致しなかったのは、特に標高 3,000 m 以上の流域境界沿いの山岳部で降水観測所の数が不足していることに起因する。

地下水（第 2 章参照）

7. 地下水の可能揚水量は、約 150 MCM/年（約 4.75 m³/秒）と推定される。しかし、水文的な定量データや情報が現在不十分であり、水文の性質や帯水層の開発の可能性について正確に推定できない。現段階では、地下水の開発可能量は約 130 MCM/年（約 4 m³/秒）と仮定した。地下水の段階的な開発を通して、地下水位、水質、海水の侵入による影響、他に予想される悪影響を注意深く監視しながら、地下水の安全な揚水量を確定しなければならない。

上水需要・供給バランスの分析

需要予測（第 3 章参照）

8. 2030 年における家庭用水、工業用水の予測需要量は、リマ・サウス・コーン（Lima South Cone、リマ市都市部の南部、5m³/秒）、カニエテ川流域の下流、（0.87 m³/秒）、コンコン-トパラ Concón-Topará（Concón-Topará-Chincha Alta 0.15 m³/秒）を含む計画対象地域では、合計 190 MCM/年と推定されている。これらの場所については図 3 の位置と図 4 の給水設備を参照。2030 年までのリマ都市圏における家庭・工業用水の需要増加量は、図 5 に示すように予測されている。1998 年の年間需要 1,018 MCM（32.3 m³/秒）は 2030 年には 1,283 MCM（40.7 m³/秒）に増加するだろう。

農業用水の需要量は、現行の Valle de Cañete（カニエテ渓谷、ピークで 2 万 4,000 ha 当たり 22.3 m³/秒）提案の Pampas Altas de Imperial（Alto Imperial、ピークで 2,500 ha 当たり 1.7 m³/秒）提案のコンコン-トパラ（ピークで 27,000 ha 当たり 19.5 m³/秒）を含む計画灌漑地区で合計 722 MCM/年（ピークで 53,500 ha 当たり 43.4 m³/秒）と推定されている。図 6 の作付パターン、図 7 の位置図を参照。

2030 年の電力需要は、全国送電網で 9,700 MW、カニエテ流域の系統で 75 MW と推定されている。図 8 の全国送電網、図 9 の需要予測を参照。

貯水ダム（第 4 章参照）

9. 上流から下流にかけ、流量調節のためパウカルコチャ（Paucarcocha 55 MCM）、モロ・デ・アリカ（Morro de Arica 205-245 MCM）、サン・ヘロニモ（San Jerónimo 132-350 MCM）の 4 ヶ所の貯水ダムを検討した（図 10 の位置、図 11、12 の主要諸元を参照）。パウカルコチャダムとモロ・デ・アリカダム、さらにサン・ヘロニモダムは必要に応じ、主に流量調節を担っている。アウコ（Auco）ダムは、調節効率がサン・ヘロニモダムよりも劣るため、最終的に棄却した。

開発シナリオ及び需給バランス分析（第 4 章参照）

10. 水資源開発を、3 つの主要なシナリオに基づいて検討した。上水・工業用水の供給を最優先とし、特にリマ市南部への給水を重視するシナリオ 1、灌漑（農業用）開発を重視するシナリオ 2、そして上・工業用水の供給と灌漑（農業用）開発を同等に重視するシナリオ 3 である。この 3 つのシナリオでは、水力発電が河川内水利用としてみなされているのに対して、上・工業用水と灌漑用水は、消費的な水利用とされている。

水需要と貯水量の様々な組み合わせを広範に検討し、開発シナリオを表 1 に示すような 7 つの代替開発案に絞り込んだ。需要構成の要約を以下に示す。

需要とカテゴリー	位置	シナリオ-1		シナリオ-2		シナリオ-3		
		ケース 1.1	ケース 1.2	ケース 2.1	ケース 2.2	ケース 3.1	ケース 3.2	ケース 3.3
上工業用水 (m ³ /s)	CB+CTP	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03
	L	5.0	10.0	0	0	5.0	5.0	5.0
灌漑 (1,000 ha)	CV	24	24	24	24	24	24	24
	CLC	0	2.5	0	0	2.5	0	0
	CTP	0	0	27	13.5	27	13.5	27
水力発電 (MW)		246	270	270	246	270	270	270
維持流量 (m ³ /s)		4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	1.0

CB : カニエテ川下流灌漑、CTP : Concón-Topará、 L : リマ市南部、 CV : Valle de Cañete、
CLC : Pampas Altas de Imperial

シナリオ1は、リマ市南部の上・工業用水の供給に関する異なる2ケース(5 m³/秒と10 m³/秒)シナリオ2は、コンコン・トパラの灌漑に関する異なる2ケース(27,000 ha と13,500 ha)からそれぞれ構成されている。シナリオ3では、リマ市南部の上・工業用水の通常給水量(5 m³/秒)を想定しているが、灌漑面積(37,500 ha、51,000 ha、53,000 ha)と維持流量(4.3 m³/秒、1.0 m³/秒)の組み合わせについては、異なる3つのケースから構成されている。標準的流域システム図(シナリオ2)を図13に示す。

水需給収支バランスの分析結果は、現在水不足の可能性が高いこと、貯水ダムがなければ予測される最大需要に対して渇水期には大幅な供給不足になることを示している。水の利用率は、年平均水需要量と年平均流量の比でもあるが、分野別の水資源開発計画案が実施されるならば、1999年の27.3%から最大75.8%へ急増するものと思われる。すなわち、ケース1.1では48.2%増、ケース2.1では62.2%増、ケース3.1では75.8%増となる。また、水資源開発率は、ダムの有効貯水総量と年平均流量との比でもあり、1999年のゼロから最大37.9%へ増加する。すなわち、ケース1.1では14.8%増、ケース2.1では21.7%増、ケース3.1では37.9%増となる。

選択基準と開発計画

選択基準(第4章参照)

11. 選択基準を、マスタープラン策定及びフィージビリティ・スタディーのための優先プロジェクトを選定する上で設定した。この基準では、水利用の法的優先順位(水利権を含む)国家および地域政策、費用・便益、EIA認可、持続可能な開発政策を扱っている。法的水利用優先権は、1969年ペルー水法に関するものである。すなわち、カニエテ川流域内の水利用に関して当地域が第一の優先権を与えられることである。分野別の優先順位は、上水、動物の飼育・畜産、農業、水力発電、採鉱を含む工業用水、その他(航行、観光など)の順序となっている。河川維持のための最低流量という概念は、地域における持続可能な開発のために導入されている。

地域の持続可能な開発実現を目指して河川維持用水の概念を導入する。カニエテ川河口部の最低流量は、現在1 m³/秒程度と見積もられる。Socsi地点の99%日平均流量は、4.3 m³/秒である。各ケースの河川維持用水としてケース3.3(1 m³/秒)以外は、Socsi地点下流域を想定し、4.3 m³/秒を採用した。

セクター別開発計画及び代替案の財務内部収益率（第4章及び5章参照）

12. 開発代替案の経済、財務内部収益率（IRR）と純現在価値（NPV）を以下に要約する。

シナリオ/ 代替ケース	IRR (%)		NPV 12% (百万米ドル)	
	財務	経済	財務	経済
ケース 1.1	17.1	14.2	156.1	56.4
ケース 1.2	17.2	11.2	260.0	-24.8
ケース 2.1	15.6	16.9	118.0	148.6
ケース 2.2	15.8	15.9	87.8	81.5
ケース 3.1	12.6	13.0	36.7	46.5
ケース 3.2	15.0	14.3	137.3	83.8
ケース 3.3	16.1	16.4	208.3	184.7

上記指標は、ケース 1.2 以外の全てのケースが経済、財務の両面でフィージブルであることを示している。上工業用水、農業及び水力発電に関する各セクターの評価を以下に述べる。

(1) 上工業用水供給

カニエテ川からリマ市南部への導水(5 m³/s)事業の概略設計を行った。当事業は、カニエテ川の Zuniga 地点に取水工を設置し、水路とパイプラインを組み合わせた 206 m 山岳部のルートを採用した(図 14 のルート参照)。代替案として 165 km の海岸ルートも検討したが、110 m の揚水施設を必要とし、パイプラインの比率が高くコスト高となった。

上記カニエテ川導水計画案とその代替案、マンタロー・カリスパチャ計画 (Mantaro-Carispaccha) の比較検討を資本投資と維持管理費を含めた純現在価値 (NPV) で行った。マンタロー・カリスパチャ計画はマンタロー川流域からリマ川を經由し、リマ市に導水する計画であるが、SEDAPAL の 1998 策定 M/P は、経済面、社会面での影響からこれを優位であると評価した(図 14 の位置参照)。上・工業用水の代替案に関する経済比較を下表に示す。

水源	カニエテ川				マンタロー川
費用配分	単独開発	2事業開発 (Case 1.1)	多目的-1 (Case 3.3)	多目的-2 (Case 3.1)	Mantaro -Carispaccha
NPV(百万 US \$)	304	254	239	333	176

カニエテ川導水計画・単独開発案の NPV は、マンタロー計画よりはるかに高い。2事業開発案(上工水、水力発電)あるいは多目的開発案(上工水、灌漑、水力発電)のいずれも NPV は減少するが、マンタロー計画の優位性は変わらない。カニエテ川導水計画は、流域内住民の流域外導水に対する深刻な反対を誘発する潜在性があることも付記する。

(2) 灌漑及び水力発電

現地私企業、Cementos Lima が、水力発電および農業の総合開発事業を進めている。水力発電開発(モロ・デ・アリのカの 50 MW、エル・プランタナルの 220 MW、発電総量 270 MW)は、全国送電線網に併入される魅力ある計画である。農業開発(コンコン・トパラの 27,000 ha)は、水力発電開発による総合的な影響を受けるものと思われる。日本の OECF(現 JBIC)と世界銀行の共同融資により、現農地(24,000 ha Cañete Valley)の復旧および改善が実施されているところである。

Pampas Altas de Imperial の灌漑事業の実施は、灌漑用取水工を導水路から引く計画になっている為、リマ市への都市用水導水事業の実施に依存する。

優先開発事業及び実施計画（第5章参照）

13. カニエテ川の水資源開発の優先オプションは、下記理由でシナリオ2、ケース2.1となる（表1の開発コホ-ネットと図13のシステムダイヤグラム参照）。

- リマ首都圏への新規導水計画の優先度は、経済評価と他の選択基準を考慮するならば、カニエテ川からではなくマンタロー川流域に置かれることになる。結果としてシナリオ2、ケース2.1が最も優先度の高い選択肢となる。
- ケース2.1は他のケースより高い経済・財務評価指標を示している。

需要増に応じた河川流量の調整は、モロ・デ・アリカダム（Morro de Arica）とその後継として建設されるパウカルコチャダム（Paucarcocha）の実施により実現するだろう。

これらの事業の実実施計画は図15に示すとおりである。

- カニエテ川下流域の上工業用水の拡張（ $0.87 \text{ m}^3/\text{秒}$ ）は、地下水と表流水の需要増を満たすように段階的に実施されるであろう。コンコン・トバラ地域への上工業水供給（ $0.15 \text{ m}^3/\text{秒}$ ）は、当地域の灌漑事業の実施に応じ、2003年から2007年の期間に実施されるだろう。
- 既存農地（24,000 ha）の復旧・改善は、進行中であるが、2004年までに完了する予定である。コンコン・トバラ開発（27,000 ha）は、2003年から2011年の期間に実施されるだろう。
- モロ・デ・アリカ（50 MW）とエル・プラタナル（El Platanal 220 MW）を含めた水力発電開発は、2003年から2006年の期間に実現するであろう。

水資源管理評価

環境面（第6章参照）

14. カニエテ川上流域では重金属、下流域では肥料や農薬による水質汚染が確認されている。カニエテ川流域、特に中流域では激しい浸食（Huaycos ウアイコス）が発生している。初期環境調査から、水資源開発事業の実施により、若干環境への影響、特に、工事現場における自然環境や再生能力の悪化の原因となるフローレージム（流況）の変化を引き起こす可能性が示されている（表2参照）。エル・プラタナル総合開発事業を除き、予想される問題について定量的説明を示すために新たな調査が必要とされている。当事業の水力発電計画に関する環境影響調査は、1999年7月29日カニエテで公聴会が開かれた後、エネルギー鉱業省（MEM）とINRENAから好意的意見を、8月23日に工業・観光・統合国際貿易省（MITINCI）から承認を得た。コンコン・トバラ灌漑事業の環境影響評価調査は最終段階にあり、2002年の第1四半期には承認されるだろう。

水資源管理（第7章参照）

15. カニエテ川流域の水資源管理で要求されることは、1)自然災害、特に、洪水や土石流の防止、砂防に関する流域管理、2)洪水多発区域での治水、3)法的、制度的取り決めを含む多分野の水利用監督に関する水利用管理、4)環境保全、特に水辺の健全な水量および水質、生態系の維持、5)モニタリング・システムになるであろう。

カニエテ川流域では、洪水、土石流、地すべり等の自然災害による被害が他の河川流域よりかなり少ないと判断される。住民の負傷、家屋や道路の倒壊が一般的な被害である。死者の報告件数は少数である。洪水や土石流の予測・警報システムの提供が、実用に供する非構造対策のひとつになるものと思われる。

カニエテ川流域内では、灌漑用水や上・工業用水が主な水利用であった。しかし、現在の水利用は、近い将来、コンコン・トバラへの転流等流域外の水需要と競合するものと見られている。要するに、流域界を越える水資源やその多分野の利用に対する総合的管理が、水辺地

域、プロビンス、郡、関連組織にとって非常に重要である。

水資源の効率的な総合管理を実現するには、事業計画・実施、行政管理・監督、運営・維持管理に重要なデータや情報を提供することで、効率的に組織化されたモニタリング・システムが求められる。

制度面（第 8 章参照）

16. ペルーの水利用は、1969 年ペルー一般水法により定められている。農業省は、水資源の配分と水料金の制定を担当しているが、複数の政府機関が水資源開発と管理を行っている（表 3 参照）。上・工業用水の給水事業を担当しているのは 45 社であり、その中で SEDAPAL は、職員約 1,600 名を抱える最大の法人であり、リマ市やカリャオの都市部の給水を担当している（図 16 の組織図参照）。農業投資・振興法（1991 年）では、地域の分野間水管理組織である流域自治委員会（AACH）の設置を定めている。同委員会は、5 つの流域に設置されているが、カニエテ川流域にはまだ設置されていない。各水利用者の参加による AACH の設置は、現行の水資源管理の改善に貢献するものと期待されている（図 17 の組織参照）。2001 年 7 月、新水法の立法化に先立ち、AACH は流域管理委員会（River Basin Authority Board）に置換えられた。地方及び国家の水資源管理の行政組織は新水法に従い変更されるであろう。さらに、水質汚染の解決のための国家環境審議会（CONAM）と水文データの収集と移管のための国家気象・水文サービス（SENAMHI）では、能力強化が求められる。

リマック川（第 9 章参照）

17. リマック川（Rimac）は、河川長 143 km、流域面積 3,583 km² で、リマ市を貫流し太平洋に注いでいる。年平均流量は、Chosica 流量観測地点で 21.3 m³/秒である。河川標高は、反対の東側に位置するアマゾン川上流端の支流、マンタロー川流域との流域界となっている海拔 4,850 m の山岳地帯に達する。リマック川は、歴史的に首都リマの飲料水源であり、1999 年に運転を開始したマンタロー川からの導水と共に首都リマの都市用水の供給に寄与している。

1998 年に策定された SEDAPAL のリマ首都圏の給水事業マスタープラン（M/P）では、リマック川の上下流での損失水量を 5%（又は 0.67 m³/秒）と仮定していたが、流量観測記録に関する調査結果と明確な流量差が認識された。SEDAPAL は、独自の観測により最大 25% 程度の損失があるとの判断を示した。

さらに 1960 年以降、リマック川の水質は、有害化学物質、非分解性物質、微生物などによる深刻な汚染が報告されている。

リマック川の補足調査

河川流量損失とリマ給水へのインパクト（第 9 章参照）

18. チョシカ（Chosica）とアタルヘア（SEDAPAL の上水取水地点 La Atarjea）地点間の河川損失流量は、3.5 から 9.1 m³/秒、すなわち、平均 6 m³/秒と測定されている。この原因は、主として「地下浸透」（最大 2 m³/秒）と「灌漑・工業用水の取水」（4 m³/秒）（表 4 参照）と推定される。損失率は、河川平均流量の約 25% に上り、SEDAPAL M/P の需給収支分析（1998 年）で採用された損失率の推定値（5%）よりも大きい。

確認された流量損失は、新規水資源施設の建設だけでは解決できないであろう。リマ市への上水の供給における需給バランスを維持するには、この損失量の軽減、需要の管理、新規水源の開発等、構造的対策や非構造的対策のいずれか、またはその両方を適切に組み合わせた対策を、概ね 2010 年初頭までに採用する必要があるものと思われる。

新規水源開発は、上記の 12 項で述べたように、採算性という観点から、また、カニエテ川流域の住民が他の流域への転流に対して深刻な反対をすると予想されることから、マンタロー流域（Mantaro-Carispaccha 計画）の開発が望ましい。

リマック川の水質と流量調節（第9章参照）

19. リマック川の水質は、目下、重大な問題であり、特に、鉱山からの有害な重金属の廃水、住民の生活排水、農業・工場からの廃水によって著しく汚染されている。源水（処理前）の有害物質含有量は、ペルー水法の許容値を越えている。例えば、大腸菌許容値 4,000 PMN/100 ml に対して最大 240,000 PMN/100 ml、BOD 許容 5 mg/l に対して最大 7.31 mg/l、鉛分許容 0.05 mg/l に対して最大 5.45 mg/l などである（表5参照）。

リマック川の水は、都市用水、水力発電、灌漑・工業用水等多くの分野で利用されている。上水と水力発電についてはそれぞれ、COES の調停により SEDAPAL と EDEGEL の間で流量調整ルールが合意されている。しかし、SEDAPAL と農業・工業用水利用者との水配分協定は、特に渇水時については、公式に制度化していない。リマック川流域の水資源管理は、カニエテ川流域と比べるとより緊急度が高いであろう。18項で述べた流量損失や水質汚染問題という観点から、リマック川流域では表流水や地下水の総合管理を進めるため、(a) 水質・水生生態環境の監視、(b) 制度的、法的取り決め、(c) 他の構造対策を含め、代替措置に関する水資源管理調査が必要となる。この調査はアクション・プログラムを含む。

総合的水資源開発マスタープランと結論（第10章参照）

20. カニエテ川流域の水資源総合開発計画は、「水資源開発」と「水資源管理」の2つの観点からなり、結論を以下に示す。

(1) 水資源開発

リマ首都圏への新規導水計画の優先度は、経済評価と他の選択基準を考慮するならば、カニエテ川からではなくマントロー川流域に置かれることになるだろう。

カニエテ川の水資源開発は、表1のシナリオ2、ケース2.1のような形態、即ち需要増加に応じ、モロ・デ・アリカダム（Morro de Arica）と付随して建設されるパウカルコチャダム（Paucarcocha）により実現するだろう。

- 上工業用水の開発は、カニエテ川下流域拡張計画（ $0.87 \text{ m}^3/\text{秒}$ ）と灌漑事業の実施に伴って発生するコンコン・トパラ地域（Concón-Topará-Chincha Alta $0.15 \text{ m}^3/\text{秒}$ ）の計 $1.03 \text{ m}^3/\text{秒}$ である。
- 灌漑開発は、既存農地（24,000 ha Cañete Valley）の復旧・改善とコンコン・トパラの新規開発（27,000 ha）の計 51,000 ha である。
- 水力発電開発は、モロ・デ・アリカ（Morro de Arica 50 MW）とエル・プラタナル（El Platanal 220 MW）の計 270 MW である。

これらの事業の実施計画は図15に示すとおりである。

- カニエテ川下流域の上工業用水の拡張（ $0.87 \text{ m}^3/\text{秒}$ ）は、地下水と表流水の需要増を満たすように段階的に実施されるであろう。コンコン-トパラ地域への上水供給（ $0.15 \text{ m}^3/\text{秒}$ ）は、当地域の灌漑事業の実施に応じ、2003年から2007年の期間に実施されるだろう。
- 既存農地（24,000 ha）の復旧・改善は、進行中であるが、2004年までに完了する予定である。コンコン・トパラ開発（27,000 ha）は、2003年から2011年の期間に実施されるだろう。
- モロ・デ・アリカ（50 MW）とエル・プラタナル（220 MW）を含めた水力発電開発は、2003年から2006年の期間に実現するであろう。

民間企業、Cementos Lima は、上述の開発の内、水力発電と農業の総合開発事業を実施しつつある。Cañete Valley における既存農地（24,000 ha）の復旧・改善事業は、OECD（現 JBIC）と世界銀行の共同融資で進行中である。

（2）水資源管理

洪水、土石流、地すべり等の自然災害、水利用、水質とモニタリングシステム等を対象とするカニエテ川流域の水資源管理のニーズは現在緊急ではない。当流域の水管理は、将来、流域水源開発の進捗に伴って水量配分と水質汚染問題が顕在化する兆しが見える時に求められよう。

（3）リマック川流域の水資源管理

リマ首都圏への上水供給は、その水質と水配分の重要性の視点から、現状においては、カニエテ川流域よりもリマック川流域の方がより緊急の課題に直面している。リマック川の水は、都市用水（SEDAPAL 管轄）、水力発電（EDEGEL 管轄）、灌漑・工業用水等多くの分野で利用されている。国家相互連結システム経済運営委員会（COES）の調停により SEDAPAL と EDEGEL の間の水利用は調整されているが、SEDAPAL と農業・工業用水利用者との水配分協定は、特に渇水時については、公式に制度化していなく、都市用水の顕著な損失の原因の一つになっているようだ。リマック川の水質は汚染され、特に、鉱山からの有害重金属の廃水、住民の生活排水、農業・工場からの廃水によって著しく汚染されている。原水（処理前）の有害物質含有量は、ペルーの一般水法（General Water Law）の許容値を越えている。

リマック川流域は、水量、水質のモニタリング、制度的、法的取り決めを含めた水資源管理ガイドライン作成や施策の実施をするために賢明な配慮を必要としている。

表 1 Water Resources Development Scenarios and Alternative Cases

	Scenario-1		Scenario-2		Scenario-3		
	Case 1.1 *	Case 1.2	Case 2.1 *	Case 2.2	Case 3.1 *	Case 3.2	Case 3.3 *
Water Demand:							
1)D/I Water Supply	CB+L5	CB+L10	CB	CB	CB+L5	CB+L5	CB+L5
2)Irrigation Demand	CV	CV+CLC	CV+CTP	CV+CTP5	CV+CLC+CTP	CV+CTP5	CV+CTP
3)Maintenance Flow	Mf4.3	Mf4.3	Mf4.3	Mf4.3	Mf4.3	Mf4.3	Mp1.0
4)Total Demand (MCM)	667.7	855.55	861.4	685.73	1049.28	843.41	915.05
Dam: Active Storage							
1)Morro de Arica (MCM)	205	245	245	205	245	245	245
2)Paucarcocha (MCM)	Not Applicable	55	55	Not Applicable	Not Applicable	55	55
3)Capillucas (MCM)	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
4)San Jeronimo (MCM)	Not Applicable	Not Applicable	Not Applicable	Not Applicable	280	Not Applicable	Not Applicable
Power Station:							
1)Morro de Arica (MW)	46	50	50	46	50	50	50
2)El. Platanal (MW)	200	220	220	200	220	220	220
3)San Jeronimo (MW)	Not Applicable	Not Applicable	Not Applicable	Not Applicable	Not Applicable	Not Applicable	Not Applicable
New Ground Water							3m3/s(94.6MCM)
Water Conveyance	L5=5m3/s	L10=10m3/s	Not Applicable	Not Applicable	L5=5m3/s	L5=5m3/s	L5=5m3/s
Irrigation Facilities	Not Applicable	Not Applicable	CTP Full Scale	CTP Half Scale	CTP Full Scale	CTP Half Scale	CTP Full Scale

Notes

*: The selected scale for respective scenarios.

CB: D/I Water in Canete River Basin(34.22MCM), L5: Lima D/I Water Supply 5m3/s(157.68MCM), L10: Lima D/I Water Supply 10 m3/s(315.36MCM),

CV: Canete Valley Irrigation(340.20MCM), CLC: Alto Imperial Irrigation(30.17MCM), CTP: Concon-Topara Irrigation (Full Scale 351.41MCM),

CTP5: Concon-Topara Irrigation (Half Scale 175.71MCM)

Mf4.3: Maintenance Flow 4.3m3/s(135.60MCM), Mp1.0: Maintenance Flow 1.0m3/s(31.54MCM)

表 2 Overall Evaluation for Screening and Scoping

Check Items	Evaluation	Future Study Plan	Remarks
Impact on fishing industry	A	The fishing situation and fish species, i.e. trout and camarones (river prawns).	Trout is Non-endemic.
Change in flow regime	A	The water discharge pattern.	Monitor ecological minimum.
Change in the population distribution in the region	C	Land use, irrigation plans, and economic development plans in the Cañete River basin area.	More jobs!
Change in life-style	C	Sociological sketch of the life-style of residents near Auco, San Jerónimo and Zuñiga.	
Impact on agriculture and forestry	D	The irrigation plans and economic development plans in the entire Cañete River basin area.	
Additional use of agricultural chemicals and its accumulation	B	How to reduce the rampant use of pesticides and fertilizers.	Practice sustainable agriculture
Increased production and discharge of garbage and discharges	B	Economic development plans and incorporate them in the environmental management plan.	
Deterioration of sanitary condition during construction period	B	The sanitary condition in the project area.	
Draining area accretion	B	The influence of debris flow from the upper Cañete basin and the tributaries.	
Impact on downstream flow variations	D	Prediction of the water discharge pattern impact.	
Detrimental changes In water temperature	B	Impact prediction.	
Water contamination	B	The influence of debris flow into lower Cañete River basin.	
Change in sediment composition	B	The influence of debris flow into lower Cañete River basin.	
Exhaust fumes / offensive odors	B	Impact prediction (during construction period).	
Noise and vibration	B	Impact prediction (during construction period).	
Water rights, fishing rights, and rights relating to common use of trees	D	The vested rights and customs.	
Resettlement	B	Compensation and resettlement plan for 200 houses in the entire Cañete River basin.	
Conflict among local residents	C	The development plans in the project area must include provisions for public participation.	
Indigenous people, Minority groups, nomads	C	The settling zones in the upper Cañete basin of these groups.	
Widened income disparities	C	The development plans in the project area.	
Deterioration or destruction of historical and cultural heritages	D	The distribution of cultural heritage.	
Impact on induced earthquake	C	Geological risks.	
Slope failure	C	Observation of the weathering of mountain and study on the soil quality and history of 'Huaycos' in the area.	
Salt pollution	C	The salt accumulation and the Irrigation plans.	
Impact on precious species	C	Biodiversity survey.	

Note : A ; Serious,

B ; To some extent,

C ; Unknown (It is necessary to examine and there are possibilities that it turns out clearer as the study proceeds.),

D ; No (Since there is little impact it is not in the scope of IEE nor EIA).

表 3 Summary of Tasks of Organizations related to Water Resources Development and Management

Dc : Data Collection Pl : Planning OM : Operation/Maintenance Mo: Monitoring
 Re : Regulatory Coo : Coordination I: Implementation

N.B. 1. Contractors are not counted. 2. "Planning" role is to be assumed by the Government.

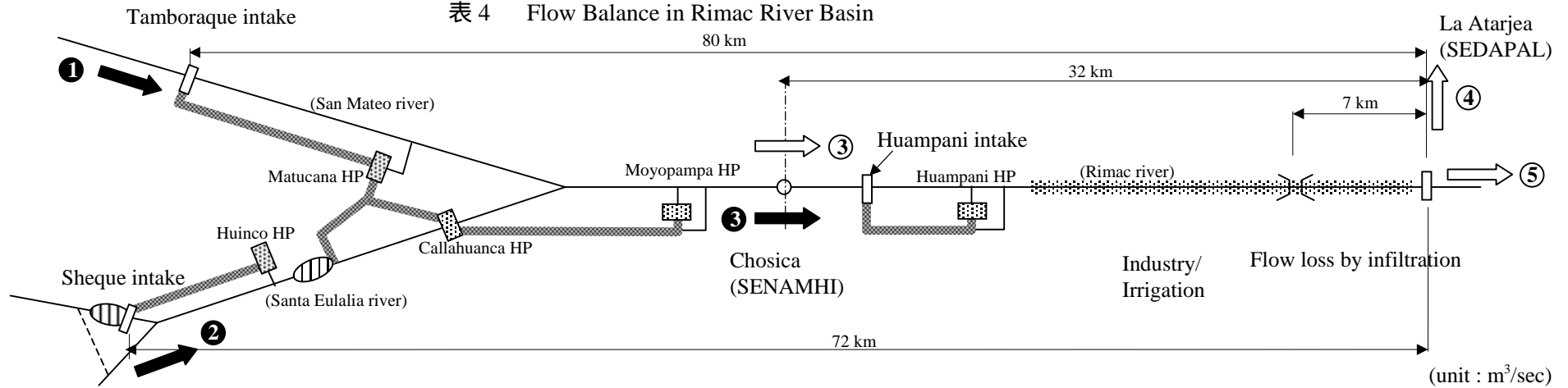
3. Though AACH does not exist in the Canete River Basin, included in the Table for reference.

Organizations	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
	SEDAPAL	INADE	FONCODES	CONAM	INDECI	ATDR	INRENA	PRONAMACHS	PSI	AACH	DGE	DGAA	MITINCI	SDFEA	SUNASS	DIGESA	SENAMHI	LOCAL GOVERNMENT	DMAPA CANETE S.A.	OUA	ELECTROPERU	INDUSTRIAL ENTERPRISES	LIMA	CEMENTOS
TASKS																								
I. Water Resources Development																								
1. Surface Water	I	DC,I				Pl, Re	Pl, Re	Pl, Re	I	Pl, Re	Coo	Coo	Coo	Coo			Dc							
2. Groundwater	I					Pl, Re	Pl, Re	Pl, Re		Pl, Re													I	
3. Forest management								Pl, Re	Pl, Re															
4. Sediment Control					Pl, I	I	I			I										I	Mo, I			Mo, I
5. Debris control				Coo	Pl, I											Mo		I						
Water Resources Management																								
1. Water balance	Mo					Dc, Pl	Pl			Pl, Re							Mo				Dc, Pl			
2. Water allocation	Mo					Re	Pl, Re	Pl, Re		Pl, Re														
3. Water supply																								
3.1 Agricultural water		Pl, I	I			Pl, Re	Re	I	I	Pl, Pe											OM	OM	I	
3.2 Domestic water	I		I			Re	Re			Pl, Pe					Mo, Re	Re			I					
3.3 Industrial water	I					Re	Re			Pl, Pe									I			I		
3.4 River maintenance flow						Coo	Coo			Coo														
3.5 Hydro power generation						Re	Re			Re	Pl, Re	Coo									I			I
4. Flood control																								
4.1 Flood and disaster control		Pl			Pl, I		Coo, I			Coo									Dc, OM					
4.2 Flood forecasting		Pl			Pl, I														Dc, OM					
5. Water quality				Pl			Re		I	Re														
5.1 River water	Mo		Co				Re		I	Re						Mo	Mo							
5.2 Waste water discharge	Mo		Co																Mo					
6. River environment and Tourism																								
6.1 River and surrounding areas				Co				Re		Re				Pl										
6.2 Recreation around river areas				Co				Re		Re				Pl										
6.3 Biota in the river area				Co				Re		Re														

Abbreviations :

- | | |
|---|---|
| AACH : Autoridad Autonoma de la Cuenca Hidrografica | Autonomous Hydrographic Basin Authority |
| ATDR : Administracion Tecnica de District de Riego | Technical Administration for Irrigation District |
| CONAM : Consejo Nacional del Ambiente | National Environment Council |
| DGAA : Direccion General Asuntos Ambientales | Directorate General for Environmental Affairs |
| DIGESA : Direccion General de Salud Ambiental | Directorate General for Environmental Health |
| DGE : Direccion General de Electricidad | Directorate General for Electricity |
| DGM : Direccion General de Minas | Directorate General for Mining |
| ELECTROPERU : Empresa de Electricidad del Peru | Peru Electricity Enterprise |
| FONCODES : Fondo Nacional de Compensacion y Desarrollo | National Fund for Compensation and Social Development |
| INADE : Instituto Nacional de Desarrollo | National Institute of Development |
| INDECI : Instituto Nacional de Defensa Civil | National Institute of Civil Defense |
| INRENA : Instituto Nacional de Recursos Naturales | National Institute of Natural Resources |
| MAG : Ministerio de Agricultura | Ministry of Agriculture |
| MD : Ministerio de Defensa | Ministry of Defense |
| MEM : Ministerio de Energia y Minas | Ministry of Energy and Mining |
| MIPRE : Ministerio de la Presidencia | Ministry of Presidency |
| MITINCI : Ministerio de Industria, Turismo, Integracion y Negociaciones Comerciales Internacionales | Ministry of Industry, Tourism, Integration and International Trade |
| MS : Ministerio de Salud | Ministry of Health |
| OUA : Organizaciones de Usuarios de Aguas | Water Users' Association |
| PRONAMACHS : Proyecto Nacional de Manejo de Cuencas Hidrograficas y Conservacion de Suelos | National Program for River Basin Management and Soil Conservation |
| PSI : Proyecto Subsectoral de Irrigación | Irrigation Subsector Project |
| SDFEA : Sub Direccion de Fiscalización y Evaluación Ambiental | Sub-Directorate for Supervision and Evaluation of Environmental Affairs |
| SEDAPAL : Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima | Potable Water and Sewage Service of Lima |
| SENAMHI : Servicio Nacional de Meteorologia e Hidrologia | National Service for Meteorology and Hydrology |
| SUNASS : Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento | National Superintendence of Sanitary Service |

表4 Flow Balance in Rimac River Basin



	①	②	①+②	③-①-②	③, ③	Industry / Irrigation	Infiltration	Others	Total	④	⑤
Monthly average (Jul.- Sep., 1991-92)	6.1 (EDEGEL)	8.4 (EDEGEL)	14.5	-0.3 -0.4	14.2 (SENAMHI) 14.1 (EDEGEL)	-1.6 -1.5	-2.0	---	-3.6 -3.5	10.6 * ¹ (SEDAPAL)	0.0
Monthly average (Jul.- Sep., 1993-95)	6.8 (EDEGEL)	12.1 (EDEGEL)	18.9	+0.5 -1.7	19.4 (SENAMHI) 17.2 (EDEGEL)	-4.3 -2.1	-2.0	---	-6.3 -4.1	13.1 * ¹ (SEDAPAL)	0.0
Monthly average (Jul.- Sep., 1996-97)	5.7 (EDEGEL)	10.0 (EDEGEL)	15.7	+5.3 +1.9	21.0 (SENAMHI) 17.6 (EDEGEL)	-7.1 -3.7	-2.0	---	-9.1 -5.7	11.9 * ¹ (SEDAPAL)	0.0
Daily average in Aug. 27 - Sep. 9, 2001	11.3 (JICA)	13.0 (JICA)	24.3	+2.5	26.8 (SENAMHI)	-6.8 * ³	-2.0	---	-8.8	16.5 * ² (SEDAPAL)	1.5

Source: *1 Production of Plant No. 1 and 2, La Atarjea (SEDAPAL)
 *2 Discharge at Sediment trap basin (Desarenadores) No. 1 and 2 (SEDAPAL)
 *3 Discharge measurement in Sep. 12 - 14, 2001 by JICA

Discharge data of EDEGEL at Chosica is observed at the Huampani intake. There is no intake between Chosica SENAMHI station and Huampani intake.

Note: ⑤ Overflow discharge at La Atarjea intake was assumed to be negligible in the dry season from 1991 to 1997 because discharge observed at Chosica of 20.0 m³/sec might diverted all for potable water production. While daily average discharge of 1.5 m³/sec (or 6.0 m³/sec presuming 6 hours overflow time) of overflow from flood gates was observed during Aug. 27 to Sep. 9, 2001.

表 5 Water Quality at La Atarjea SEDAPAL Intake

Parameters	Limits of General Water Law	WHO Guidelines	Quality Record
Physical-chemical analysis			
pH	5 – 9	< 8	8.28
Suspended solids (turbidity)	0 mg/l	5	49.00 mg/l*
Dissolved Oxygen (DO)	> 3.0 mg/l	-	7.88 mg/l
BOD	5.0 mg/l	-	1.61-7.31 mg/l*
Coliform	8.8 N.M.P/100ml	No detectable	5,000-240,000*
Metal Analysis			
Aluminum, Al	only for class IV 1.0 mg/l	0.2 mg/l	1.53 mg/l*
Arsenic, As	0.1 mg/l	0.01 mg/l	0.04 mg/l*
Barium, Ba	0.1 mg/l	0.7 mg/l	0.13 mg/l*
Cadmium, Cd	0.01 mg/l	0.003 mg/l	0.004 mg/l
Zinc	5.0 mg/l	3.0 mg/l	0.53 mg/l
Copper, cu	1.0 mg/l	2.0 mg/l	0.07 mg/l
Chrome, Cr	0.05 mg/l	0.05 mg/l	0.008 mg/l
Iron, Ir	1.5 mg/l	0.3 mg/l	4.18 mg/l*
Manganese	0.1 mg/l	0.5 mg/l	0.19 mg/l
Lead, Pb	0.05 mg/l	0.01 mg/l	0.27-5.45 mg/l*
Cyanide	0.2 mg/l	0.07 mg/l	0.001 mg/l

*: exceeding the limit of WHO guidelines