

3-4-1 水道施設の概要

チョシーカ市には、4地区に水道があり、以下に各水道施設の現況について記述する。

(1) 市街地区

1) 取水施設

(a) ポマティクラの集水埋渠

ポマティクラの集水埋渠は、ドンボスコの井戸とともにチョシーカ市の主要な水源である。集水埋渠で取水された水は自然流下でトリンチェラの配水池まで導かれる。集水埋渠は、直径20cm、長さ5～8mの10本前後の集水管で取水した水を3m×3m×2mの集水マスに流入させている。集水量は、埋渠位置で流速計によって測定した結果によれば約5,500m³/日である。しかし、トリンチェラの配水池への流入量は約2,770m³/日であった。この水量の差は、送水管から分岐してDon Bosco地区へ配水および導水中の漏水によるものである。

(b) ドン・ボスコの井戸

チョシーカ市の主要水源の一つであるドン・ボスコの井戸は、深度30m、上部8mの口径3m、下部22mの口径15inchの井戸である。上部は手掘り、下部はボーリングマシンで掘削されている。Screenの位置は不明であるが、取水の主体は深度8m以深の機械掘りの部分からおこなわれているものと推定される。自然水位は約3.7m、約1,560m³/日の揚水量で4時間揚水した後の動水位は6.3mであった。現在のポンプの運転時間は225時間/日である。

なお、両水源では塩素消毒は行われていない。

2) 配水施設

本施設の配水システムは、自然流下方式である。

配水池はトリンチェラーの高台にあり、容積は700m³と2,100m³の2池がある。配水管は、管網を形成し各戸給水方式が採られているが、一部に共用水栓による地区があるため、給水区域はかならずしも明確でない。

現在の給水状況は、水量不足のため時間給水が実施されており良好な状態ではない。

3) 考 察

今回の調査では、全域に亘る既設配管図の入手が困難であったので、施設計画に当ってはこれらについての対応を十分に考慮しておく必要がある。また、既設管網の解析の結果、将来の配水計画として配水管口径の不足区間については、詳細設計において明らかにし、ペルー側で対処すべき改善策を提言する。

(2) サンタマリア地区

1) 取水施設

チョシーカ地域に開発されている井戸は、ほとんどがリマック川沿岸近くに掘削されているが、この井戸はサンタマリア地区内でも最も奥地の山裾に設けられている。

この井戸は1940年代の前半に建設されたらしく、位置選定の理由は明らかでない。井戸が麓にあるため水位が低く、井戸の深さ26mに対し、運転水位は25mである。同給水区域は、高級住宅街で1住宅当りの敷地は1,000㎡以上の邸宅が多く、邸内にプールを持つ住宅もある。

最近新たな入居者が多く需給のバランスがくずれただため、本調査の期間中に井戸の掘増し作業が行われ揚水量の増強が実施されていた。井戸の掘増は手作業による岩掘削で1.5m程度であった。この事業費は全て住民の出資によるものである。

揚水ポンプは口径6"の堅型タービンポンプ(馬力不明)で40年近く使用されており、これまでも水位低下による空転で中間軸受およびモータのオーバーヒート等の故障があったがその都度住民の出資で修繕されてきており維持管理は非常に良好と見受けられた。

2) 配水施設

同地区の現在の居住率は低い、配水施設は既に地区全体を網羅する管網(φ6"~4")が布設されている。

アンケート調査によれば、給水区域は東西に約100mの高低差があり、既設配水管は技術的に計画されて布設されたものでないため高区は水圧不足で水の出が悪いことが指摘されている。

3) 考 察

- ① 本水源の揚水量は把握されていないが、揚水ポンプの運転条件より試算すれば次のようになる。

仮 定

- ・ポンプ能力 口径6" 60Hz …… 2.0 m³/分
- ・ポンプ稼働率 …… 10~15 時間/日

故に揚水量は

$$2.0 \text{ m}^3/\text{分} \times 60 \text{ 分}/\text{時} \times (10 \sim 15) \text{ 時間}/\text{日} = 1,200 \sim 1,800 \text{ m}^3/\text{日}$$

同地区の現在の居住人口は2,800人であるから1人当りの給水量は次により求められる。

$$1 \text{ 人 1 日 当 り の 給 水 量 } = \frac{1,200 \sim 1,800 \text{ m}^3/\text{日}}{2,800 \text{ 人}} = 0.42 \sim 0.64 \text{ m}^3/\text{日}$$

以上により求めた1人当りの給水量は非常に大きく、一般の家庭用水の他に庭の散水、プール用水等に多量の水が使われていることが想定される。

(3) ラ・カントウタ地区

1) 取水施設

本水源は、チョシーカの中央部にある橋近くのリマック川左岸にある。

井戸は口径1.5m×深さ15mのコンクリート構造で動水位は6.5mである。

表3-14は、本水源の稼動状況を示したものである。水質は非常に良好で、水源周辺の環境もよく整備されており、地形からみて将来とも有効な水源として利用可能である。

表3-14 ラ・カントウタ水源井の稼動状況

水源№	井戸深度	動水位	ポンプ仕様	揚水量	ポンプ運転時間
№5	15m	6.5m	口径4"×3" モータ 15KW 横型渦巻ポンプ	0.7m ³ /分	AM7:00~PM1:00 PM3:00~PM7:00 (計10時間)

2) 配水施設

本水源からの配水区域は、Cantuta 大学を除く La・Cantuta と Qswardo Burga 地区である。本調査では配水区域内の配水管網図その他上水道施設に関する資料の入手が出来なかったが、市当局担当者によれば低地区用と高地区用の貯水槽があるが、現在高地区用の貯水槽は使用されておらずポンプ直送方式で給水されている。

3) 考 察

① 揚水実績より同給水区域の1人1日当りの給水量を試算すると次のようになる。

揚水ポンプ；口径4"×3" …… 0.7 m³/分

ポンプ運転時間…… 10 時間/日

故に給水量は

$$0.7 \text{ m}^3/\text{分} \times 60 \text{ 分}/\text{時} \times 10 \text{ 時間}/\text{日} = 420 \text{ m}^3/\text{日}$$

現在の給水区域内人口は 1500 + 350 = 1,850 人であるから1人当りの給水量は次により求められる。

$$1 \text{ 人} 1 \text{ 日} \text{ 当りの給水量} = \frac{420 \text{ m}^3/\text{日}}{1,850 \text{ 人}} = 0.23 \text{ m}^3/\text{日}$$

② 水源附近の地形からみて将来周辺に民家が建設されることは考えられず、水源の環境保全も良好であり水道施設改善の緊急性は認められない。

(4) カリフォルニア地区

チョシーカ市が管理する水道のうち、浄水処理施設を有する水道施設である。同地区では、

1947年より灌漑用水路から取水を始めたが、1964年コミュニティーの共同出資によって現在の浄水場が建設された。

1) 浄水施設概要

表 3-17 は、同浄水場の施設概要である。なお、同表中に記載した各施設の仕様は、現場において実測した処理水量05m³/分（12月17日実測）を基礎として推算したものである。なお12月4日の実測では08m³/分が記録されており処理水量はその日の需要とのバランスで運転されているようである。

表 3-15 カリフォルニア浄水場施設概要

施設名	形状寸法	仕様	備考
1.硫酸バンド注入槽	1 m × 0.8 m × 0.5 深さ × 1 槽 (RC製)	Alum 50 kg/日	処理水量 3.0 m ³ /時間
2.一次沈でん	1.0 m × 1.0 m (変形) × 0.8 m × 2 池 (RC製)	1 池有効容積 3.0 m ³ 滞流時間 6.0 分	沈砂地として利用
3.横流式普通沈でん池	3.6 m × 1.26 m × 1.25 m 深 さ × 2 池 (RC製)	2 池有効容積 11.3 m ³ 滞流時間 3.7 時間	
4.緩速砂濾過池	1.37 m × 1.455 m × 2.0 m × 1 池	濾過面積 19.8 m ² 濾過速度 3.6 m/日	1 週間に 1 回 砂洗浄
	1.15 m × 1.305 m × 2.0 m × 1 池	濾過面積 15.0 m ² 濾過速度 4.8 m/日	
5.塩素注入室兼塩素混和池	2.5 m × 2.5 m	液体ガス注入機 注入機器なし	現在塩素注入は 行われていない
6.第1配水池	5.7 m × 1.05 m × 3 m 深さ × 1 池	有効容積 15.0 m ³ 滞流時間 5 時間	
	5.4 m × 1.05 m × 3 m 深さ × 1 池		
7.第2配水池	5.7 m × 1.05 m × 2 m 深さ × 2 池	有効容積 約 17.0 m ³ 滞流時間 5.7 時間	

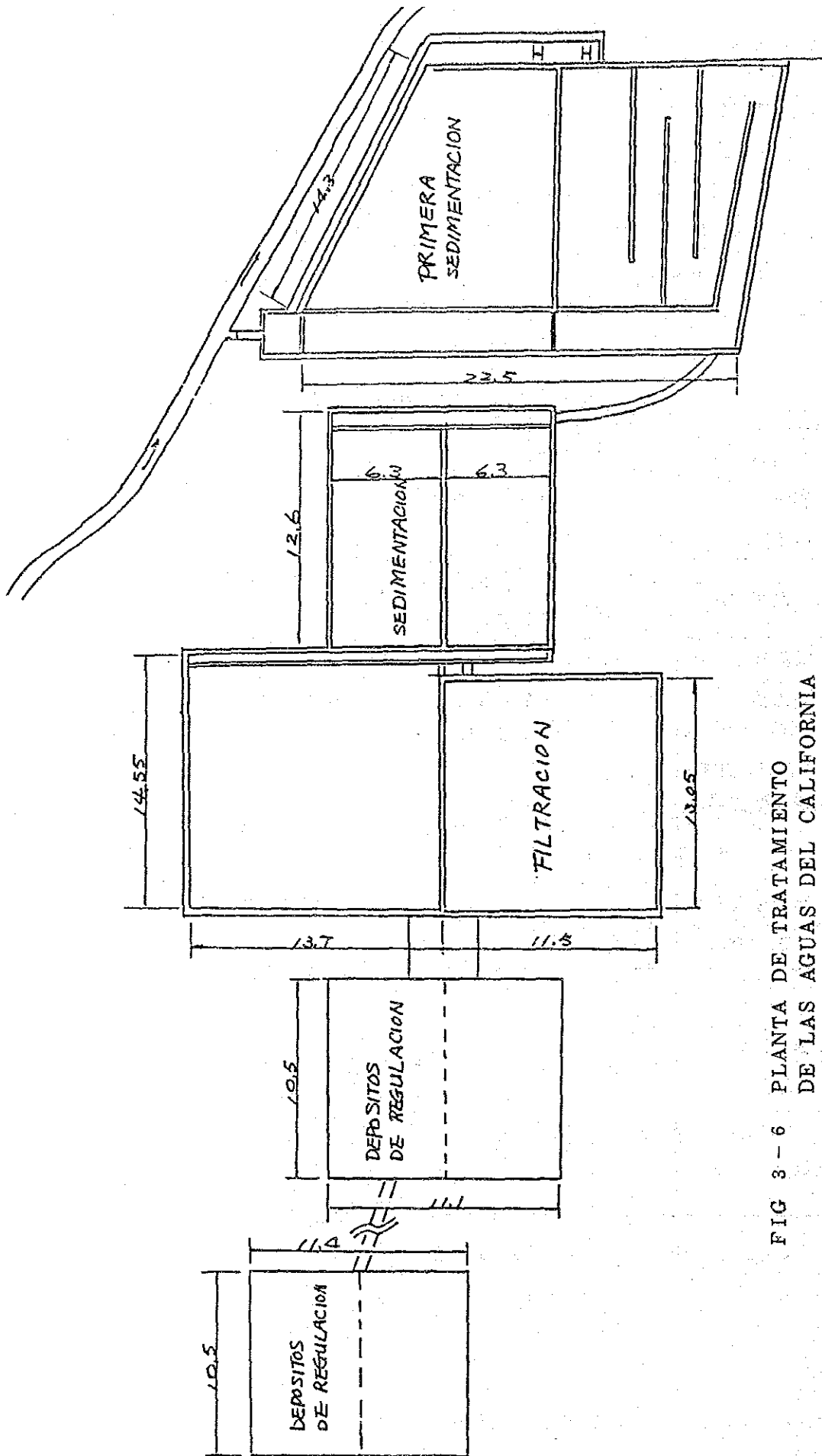


FIG 3 - 6 PLANTA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS DEL CALIFORNIA

2) 原水水質並びに処理水質

本浄水施設の処理効果の概要を把握するために処理プロセスにおける水質を調査した。分析結果は下表に示すとおりである。

表3-16 カリフォルニア浄水場処理プロセス水質分析結果
(12月17日)

項 目	原 水	第2沈でん池 処 理 水	ろ過処理水	備 考
PH	7.5	7.5	7.5	
濁 度 (度)	200	80	15~20	推定値
アンモニア性窒素 (mg/ℓ)	0.5	—	0.5	
亜硝酸性窒素 (%)	0.015	—	0.015	
硝酸性窒素 (%)	0.46	—	0.46	
鉄 分 (%)	0.2	—	<0.2	
マ ン ガ ン (%)	0	—	0	
大 腸 菌 群 (colonias/15cm ²)	多 数	—	4ヶ	

ろ過処理水には、沈渣物は認められなかったがやや白濁しており、濁度は15~20度と推定され、WHOが1971年に設定した飲料水基準として「承認し得る上限」として示した濁度25度よりは低いものの「望ましい値」5度よりはかなり高い。

(WHO、USPHS 飲料水質基準値は付属資料-4参照)

一方、各家庭では水道水を更に浄化するための各種のろ過機を設置するか、または、飲料水専用の浅井戸を設けるなどの方策を講じているとの報告もあり、必ずしも本浄水場が水道施設としての機能を十分果たしているとは言い難い状況である。

3) 考 察

薬注時の硫酸バンド使用量の適正を調べるために次により試算する。

1日の硫酸バンド使用量 …………… 50 kg as Alum

1日の処理時間 …………… 不規則で一定していないので
10~15時間と仮定

$$\text{注入率} = \frac{50 \text{ kg/日}}{30 \text{ m}^3/\text{時} \times (10 \sim 15) \text{ 時間/日}} = 0.17 \sim 0.11 \text{ kg/m}^3$$

$$= 170 \sim 110 \text{ ppm}$$

原水濁度から硫酸バンド適正注入率を求める一般式

$$Q = A + B\sqrt{T}$$

ここに、

Q : 硫酸バンド注入量 (ppm)

A : 原水水質による係数で普通 4 ~ 8

B : " 普通 1.5 ~ 2

T : 原水濁度 (度)

以上より一般に使用されている式は、

$$Q = 5 + 2\sqrt{T}$$

California の場合 $T = 200$ 度で試算すれば $Q = 5 + 2\sqrt{200} = 33$ ppm であり、規定通りの攪拌装置が設置されておれば、薬品は約 1/4 で済むことになる。

4) 同給水区域の 1 人 1 日当りの給水量を試算すると次のようになる。

$$1 \text{ 人 1 日 給水量} = \frac{30 \text{ m}^3/\text{時} \times (10 \sim 15) \text{ 時間/日}}{950 \text{ 人}} = 0.32 \sim 0.47 \text{ m}^3/\text{人} \cdot \text{日}$$

同地区はサンタマリア同様高級住宅地区で、街路計画は全体としてゆったりとした街作りになっており大きな樹木が立ち並んでいる。区域内にはコミュニティー広場があり他地域では見られないような植物が多く栽培されている。これらの植物栽培には多量の散水が必要と想定され給水量を大きくしている 1 つの理由と考えられる。

3-4-2 生活用水供給施設の概要

(1) P.J. San Antonio

同地区の貯水槽は、4 P.J 共同で築造した水路 (acequia) のすぐ側の台地にあり、貯水容量 180 m³ で 1973 年に建設された。

本施設は、同地区に住む約 6,000 人を対象に給水しているが、貯水量が少ないため断水が多く、時間給水が実施されている。そのため数年前より受水槽の増設計画が住民より出されているが、財政的な理由でまだ実施のめどがつかっていない。

(2) Asoc. San Miguel De Pedregal Alto

同地区は、P.J. San Antonio の南に隣接した街で前述の水路より取水している。

貯水施設は他のコミュニティーの供給施設では見られない一次・二次の沈でん池を併設した構造である。

この施設は、同地区の 250 世帯、1,250 人を対象に給水しているが、貯水量が少ないため給水地区を 2 ブロックに分割し、朝・夕の時間給水が行われている。

同地区は、分譲住宅地区のため給水区域内の配水管布設率は 100 % である。配水管は口径 2" ~ 4" で材質は PVC である。配水管網はいくつかのブロックに分割、減圧弁等が設置されており、整備された施設である。

同施設の管理費は、1 世帯当り 1,200 ~ 1,500 ソーレス / 月 (0.24 ~ 0.3 US\$) で、主に施設管理人の報酬に当てられている。

この地区の約半数の家では各自に簡単な沈でんタンク（貯水兼用）を持っており、中には凝集剤を入れて浄化している家庭がある。

(3) P.J. Nicolas De Pierola

当地区の生活用水も Moyopanpa 水力発電所から分岐した水路から取水している。

本施設は、同地区全世帯数 1,500 戸の 2/3 に相当する約 1,000 世帯を対象に給水されている。しかし、給水状況は極端に悪く、給水区域を数ブロックに分割し、週 2 日の時間給水が実施されている。

調査当日（12月17日）の給水水質は非常に良好で、濁度は、15~20度と推定された。近くの住民によるヒヤリングによれば一般の給水濁度は30~50度と推定されたが、雨期には 200~300度になることもあり、この場合には薬品（凝集剤）を使っている家もある。

同地区の施設管理費は、1世帯当り、1,000 ソーレス/月（0.2 US\$）で、管理人の報酬に当てられている。

(4) U. B. Lima Sury Sus Transversales

同地区は、P.J. Nicolas De Pierola の南に隣接している人口約 1,500 人、中央街道に面した街である。中央街道の北側は、Nicolas と同系統の水路から受水し各戸給水されている。

中央街道より南側の地域では、他の水源に恵まれていないため、チョシーカ市の中心部 St. CHICLAYO IOO 附近でリマック川から灌漑用水として導水している Canal から分水している。この分水は、中央街道に添った道端に配水専用設置された側溝で送水されている。この水はそのままでは飲料用として使用できないので、この地区の家では近くのクラブ、民家からのもらい水あるいは買水または自宅で何らかの浄水処理などをして飲料水を得ている。

(5) P.J. Mariscal Castilla

同地区は、リマック川の左岸にあり、San Fernando の南方の急峻な山の土砂流跡に段丘的に開発されたプエブロ・ホーベンである。

同地区の生活用水は、灌漑用水路から取水している。配水管の整備率は給水区域面積の約 50% である。この給水は濁度が高いため飲用には使用されておらず、飲料水は発電所の井戸から分岐して Cooperativa De Docentes 宅地開発地に設置した共用水栓で受水している。

表 3-17 は、用水施設の水源として使用している右岸および左岸系の水質分析値である。

表 3-17 生活用水給水施設水源水質分析結果

	右岸 San Miguel (1984.12.11)	左岸 California 浄水場取水地点(1984.12.17)
P H	7.7	7.5
濁 度	100~200	300
アンモニア性窒素 (mg/l)	0.5	0.5
亜硝酸性窒素 (")	0.01	0.01
硝酸性窒素 (")	0.46	0.46
F e (")	< 0.2	0.2
M n (")	0	0
大腸菌群 (Colonias/15cf)	4 ケ	多数

3-4-3 運営・管理

(1) 管理体制

チョシーカ市の上下水道事業の管理組織は図 3-7 に示すとおりである。

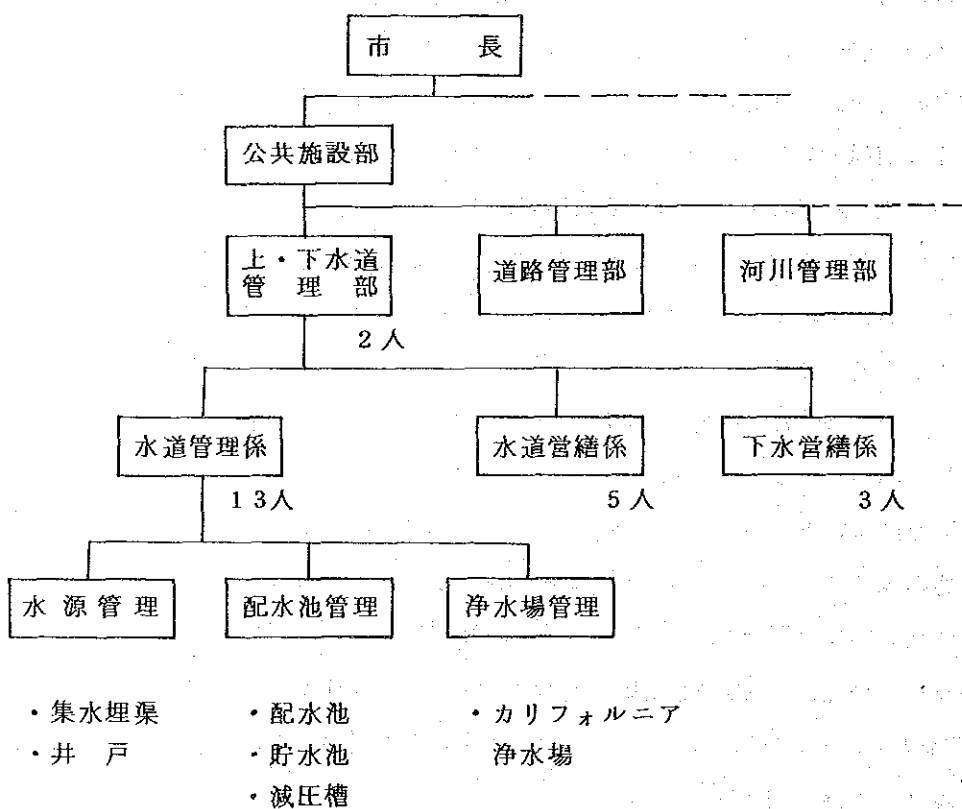


図 3-7 チョシーカ市上下水道事業管理組織図

(2) 上下水道料金

チョシーカ市の上下水道料金は地区別により規定されており下記のとおりである。

表 3-18-1 チョシーカ市の上下水道料金

地 区 名	用 途	期 間	料 金	\$ 相当額 ×1
市 街 地 区	家 庭 用	3 ケ 月	\$ 6,900	\$ 1.4
”	営 業 用	”	18,000	3.6
Santa Maria	家 庭 用	1 ケ 月	14,500	2.9
Zena Don Bosco	”	”	7,800	1.6
Zena Huachipa	”	”	19,500	3.9
マ ー ケ ッ ト	営 業 用	”	19,500	3.9

×1 : 1 \$ = \$ 5,000 として換算 (1984.1.21)

参考として、チャクラカヨの上下水道料金は、使用水量および用途別に規定されており、表 3-18-2 に示す。

表3-18-2 チャクラカヨの上下水道料金 ※1

用途	水道使用水量範囲 (m ³ /月)	期間	TARIFA 料金 ×2	\$相当額 ×3
一般家庭及び公共 施設 DOMESTICA Y ESTATAL	0 - 20	1ヶ月	\$ 3,623	\$ 0.7
	21 - 50	"	9,917	2.0
	51 - 100	"	23,840	4.8
	101 - 150	"	40,232	8.1
	151 - 200	"	59,600	12.0
	201 - 250	"	89,400	17.9
	251 - 300	"	116,220	23.2
	301以上	"	125,579	25.1
営業用 COMERCIAL	0 - 30	1ヶ月	\$ 10,728	\$ 2.1
	31 - 60	"	26,891	5.4
	61 - 100	"	53,878	10.8
	101 - 150	"	98,697	19.7
	151 - 200	"	161,158	32.2
	201 - 300	"	268,915	53.8
	301 - 600	"	609,350	121.9
	601以上	"	680,574	136.1

※1 上水料金に下水道料金も含まれている。

※2 水道料金は、1983年9月1日に制定され、その後2ヶ月毎に25%値上げしている。これをもとに、1984年12月現在に換算した。

※3 1\$ = \$ 5,000として換算(1984.12.1)

3-5 既存下水道施設の概要

3-5-1 チョシーカ市における下水排水施設状況

(1) 既存下水排水システム

1) 既存の下水排水の建設は約50年前から着手され、現在に至っている。下水排水システムに上る生下水は全て無処理のままリマック川へ放流されている。

2) 処理施設としては、LACANTUTA地区の西端に腐敗槽(TANQUESEPTICO)を設けた排水システムがある。

また、チョシーカ市女子中学校(C. E. Josete Carrillo A)では、校庭の隅に掘込

み井戸を設け、地下浸透により下水を処理していたが、浸透地層の目詰が頻繁に起り十分な機能を果たしているとはいいがたい。

下水排水システムを持たない川沿いの住居、別荘、クラブ等は個々に直接放流しており、靴製造工場等の排水は河川へ直接放流を行なっている。

- 3) 管さよの既存施設は、口径 ϕ 150mm(6") \sim ϕ 200mm(8")の円形管が使用され布設勾配はほぼ地表勾配に合わせて埋設されている。埋設深さは浅い個所で土被り0.80m、深い個所では土被り3.0m(取水ダム付近発電用灌漑用水路下)である。

管種は、荷重の小さい宅地内、公園、歩道等ではアスベストセメント管を使用し道路鉄道等はコンクリート管が使用されている。

- 4) 放流吐口は排水システム毎に設けて有り、護岸のない所では素掘の水路となって流下している。各々の吐口調書は表3-19に示す。

- 5) マンホールの構造は、現場打ちコンクリート製の躯体で頂版部は鉄筋コンクリートのスラブを設け、コンクリート製又は鋳鉄製の蓋が施されている。施設は老朽化し各所で破損の状態(マンホール内壁面に礫玉石が露出、蓋が無い、泥砂の堆積等)が見られた。

(2) 下水道施設の管理

下水排水システムが整備されている地域は、市街地、分譲住宅地が主である。施設の建設は、土地所有者が施工し、その後管理者に移管するという方式を取っている。

管理者は、当初チョシカ市であったが、その後“全国上下水道公社”(ESAL-EMPRESA DE SANEAMIENTO DE LIMA)が管理者となり、設計(基準)及び施行(基準)の指導許可を行っていた。現在は“全国上下水道公社”の下部組織である“リマ地区上下水道サービス公社”(SEDAPAL)が替って管理者となっている。

現在の維持管理業務は、市当局が行っている(図3-7参照)。

表3-19 チョシーカ市既設管吐口調書

区分	吐出番号	管径 (mm ϕ)	摘要
右岸	1	○ 150	(吐口付近地区名) U.R.B Villa Don Bosco
	2	○ 150	U.R.B San Miguel De Pedregal Alto (1)
	3	○ 200	〃 (2)
	4	○ 200	〃 (3)
	5	○ 150	〃 (4)
	6	○ 150	U.R.B Pedregal Bajo (1)
	7	○ 150	〃 (2)
	8	○ 150	〃 (3)
	9	○ 200	U.R.B Santa Maria
左岸	10	○ 150	U.R.B San Fernando
	11	○ 150	La Cantuta (1)
	12	○ 150	〃 (2)
	13	○ 150	〃 (3)

(3) 下水道施設整備率

チョシーカ市の土地用途地域は、次の四つに分類することが出来る。

1) 市街地域 2) 分譲住宅地域 3) P.J 地域 4) 農地公園地域

以上の地域の面積と下水排水施設整備率を表3-20に示す。

1) 市街地域 (商業、工業、住宅、学校、教会等)

市街地域は、市役所を中心にリマック川を挟んだチョシーカと鉄道の駅舎周辺地区である。面積は98ヘクタール、下水排水システムの整備率は概ね100%である。

2) 分譲住宅地域 (開発住宅地、別荘地等)

分譲住宅地域は、市街地に近い所に点在し、区画整理、道路、公園等が整備されている。面積は495ヘクタール、下水排水システムの整備率は約50%である。

3) P.J 地域 (プエブロス、ホーベネス地域)

P.J 地域は、市街地域に隣接して点在しており、面積は、200ヘクタールである。

下水排水システムは1ヶ所の地区 (P.J Buenos Aires 地区) で確認 (吐出) されたのみで、他は無である。

リマック川沿の住居では、川又は灌漑用水等へ直接放流している。

4) 農地、公園地域（農地、養鶏、養豚場、キャンプ場、クラブ用地、公園等）

農地、公園地域は Santa Marya と California 及び La Cantuta 地区にありクラブ用地では個々に排水しているのみであり、面積は500ヘクタールである。

表 3-20 チョシーカ市地域別下水排水システムの整備率

土地用途別地域名	地域面積	下水排水システム整備距離		整備率 ^{*1}	備 考
		全道路延長	整備道路延長		
1. 市 街 地 域	98 ha	22.1 km	21.8 km	99 %	
2. 分 譲 住 宅 地 域	495	89.1	44.6	50 %	
3. プェブロス, ホーベネス地域	200	40.0	0	0 %	一地区の吐口ありシステムは不明
4. 農 地 , 公 園 地 域	(208) 500	(8.3) 11.7	0	0 %	() クラブ用地は除く
計	1,293	162.9	66.4	41 %	

*1：整備率は、区域内の全道路延長と下水管が埋設されている道路延長の割合である。

3-5-2 チャクラカヨにおける下水排水施設状況

(1) 既設下水排水システム

- 1) 下水排水システムは約50年以前から建設され、最近の分譲住宅地も下水排水システムが施工されている。生下水は全て無処理のままリマック川へ放流されている。
- 2) 処理施設としては浸透式処理施設(Papelera Atlas S.A一敷地内)があったが、故障のため現在は使われていない。下水排水システムのない川沿いの住居では、個々に直接放流している。
- 3) 区域内の主要な工場には、製紙工場(PAPELERA ATLAS S.A) ビール工場(MALTERIA LIMA S.A)と織物製造工場(F.C.A DE TEJIDOS LA UNION LTDA S.A)等があるが、無処理のまま放流されている。
- 4) 管きょの既存施設は、口径 ϕ 150mm(6") \sim ϕ 250mm(10")の円形管が使用され、布設勾配は、ほぼ地表勾配に合わせて埋設されている。埋設深さは浅い個所で土被り約0.8m、深い個所で約2.0m(鉄道横断個所)である。
- 5) 放流吐口は、排水システム毎に設けて有り、護岸のない所では素掘の水路となって流下している。

各々の吐口調書は表 3-21 に示す。

表 3-21 チャクラカヨ既設管吐口調書

区分	吐口番号	管径(mm)	摘 要
左 岸	1	ϕ 150	(吐口付近地区名) P.J Perla Del Sol
	2	ϕ 200	U.R.B El Abanico
	3	ϕ 200	U.R.B Niagra
	4	ϕ 200	P.J Cultura Y Progreso
	5	ϕ 200	Malteria Lima S.A

- 6) マンホールの構造は、現場打ちコンクリート製の躯体で、頂版部は鉄筋コンクリート造りである。蓋は鋳鉄製又はコンクリート製のものが使われている。施設は老朽化しているが維持管理が行き届いており、流れには支障はない。

(2) 下水道施設の管理

施設管理はチョシーカと同様である。

維持管理業務は市当局(担当職員三名が上水道の維持管理も兼務)が行っている。

(3) 下水道施設整備率

チャクラカヨの下水処理区域は上流部のU.R.B Los Angeles 地区から、処理予定地のCarapongoまでで、土地用途別地域の下水排水施設整備率と面積は表 3-22 に示す。

1) 市街地域

市街地域は、庁舎を中心とした東西方向U.R.B Los Condores からU.R.B Los Halcones まで、南北方向は南側の山裾から北側の中央街道上り線までの地域である。面積は179ヘクタールで、下水排水システムの整備率は概ね100%である。

2) 分譲住宅地域

分譲住宅地域は、市街地域に近い所に点在し、区画整理、道路、公園等が整備されている。

面積は284ヘクタールで、下水排水システムの整備率は60%である。

3) P:J 地域

P:J 地域は、市街地域に隣接して点在しており、リマック川沿の住居では川へ直接放流している。

面積は121ヘクタールで、下水排水システムはない。

4) 工業地域

工業地域は、リマック川のPuente Nana 付近からCarapongo 処理場予定地までで、大部分は鉄道とリマック川に挟まれている。

業種は製紙工場、ビール工場、織物製造工場等があり、それらの大部分の排水は川へ直接放流されている。

面積は80ヘクタールで、下水排水システムの整備率は50%である。

表 3-22 チャクラカヨ地域別下水排水システムの整備率

土地用途別地域名	地域面積	全道路延長	整備道路延長	*1 整備率	備 考
1. 市 街 地 域	179 ^{ha}	41.0 ^{km}	39.8 ^{km}	97%	
2. 分譲住宅地域	285	51.0	30.5	60%	
3. P、J 地 域	121	243	0	0%	プエプロ ホーベン地域
4. 工 業 地 域	80	1.2	0.6	50%	
計	665	336.2	70.9	21%	

*1：整備率は区域内の全道路延長と下水管が埋設されている道路延長の割合である。

3-6 リマック川の汚濁状況

3-6-1 リマック川の概要

リマック川は、アンデス山脈 Ticlio (標高 4,800 m) に源を発し、本川流路延長は約 132 km、流域面積は約 3,400 km²、平均河床勾配は約 1/40 という急流河川である。流域図を図 3-8 に示す。河幅は Carapongo ~ Atarjea 区間のように約 300 m に達するところもあるが、平均して約 50 ~ 60 m 程度である。

Matucana (リマから約 85 km、標高約 2,500 m) より上流では鉱業が発達しており、鉱種は亜鉛、銅、鉛が主でその他鉄、銀、金等を算出する。チョシーカより上流の山地斜面は放牧等に使用されているところもあり、下流の谷底平野は大部分が農地あるいは宅地として利用され、河川沿いには各種工場が点在している。

上流部の雨期 (11月 ~ 3月) にアンデス山脈に降る集中豪雨により、中上流部では土砂流 (HUAYCO) が発生し、河川沿いを並走する中央鉄道や中央街道、発電用取水堰、集落に被害を与えている。中下流域の河川水は泥水状を呈しており、とくに上流の雨期時にはその傾向がひどく、魚類もほとんど生息していない状況である。

近年、リマ市上流にあるチョシーカ・チャクラカヨ等の都市が急速に発達し、それらから排出される汚水や工場排水、河川へのゴミの投げ捨て等に起因する水質汚濁が著しい。

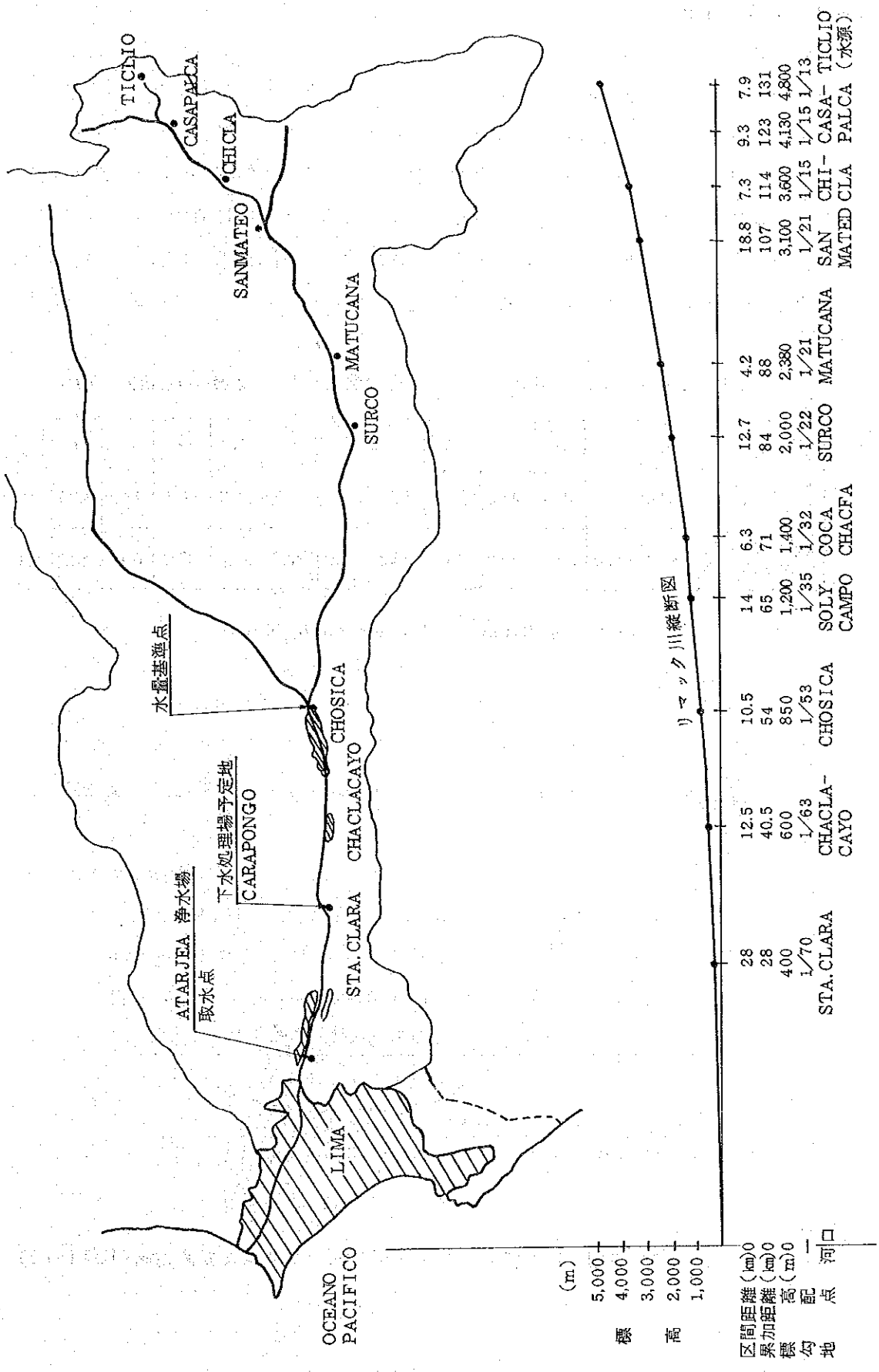


図 3-8 リマック川流域図

3-6-2 水量・水質

(1) 流量

チョシーカより下流と上流とでは降雨に大きな差異がある。

下流は年間 100 mm 以下で雨期、乾期の著しい差異はないが、上流アンデス山脈地方は乾期（4～10月）と雨期（11～3月）に分類でき、多いところで年間 900mm（山頂付近）である。乾期には河川の水量が著しく減少し、リマ首都圏は水不足状態になりやすい。

流量はリマック川の基準点といえるチョシーカ地点で、SENAMHI（気象庁）により定期的な観測が行なわれており、この地点の日別・日平均流量を表3-23、図3-9に示す。

表3-23 リマック川の月別・日平均流量（チョシーカ観測点 1921～72年）

項目 \ 月	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Pro-Annual
平均流量 (m ³ /S)	41.8	66.4	80.7	41.5	21.3	12.7	8.7	9.3	8.0	10.4	14.2	23.7	28.0
年間平均流量に対する比率	149.4	237.0	288.1	148.2	75.9	45.3	31.0	33.2	28.7	37.0	50.7	84.6	100.0

（注） Report by Binnie & Partner 1976 による。

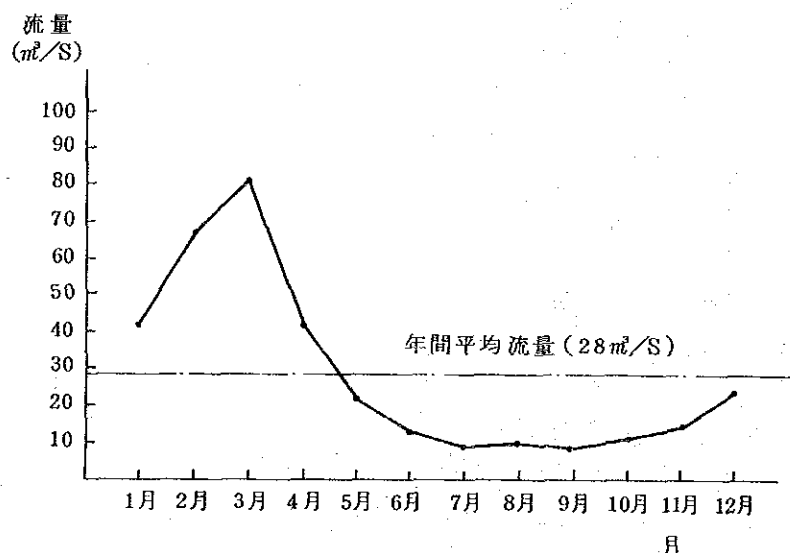


図3-9 チョシーカ地点におけるリマック川月別・日平均流量変動図（1921～72）

下流の ATARJEA 浄水場の取水量は日平均流量で約 $12\text{m}^3/\text{S}$ であるが、乾期は本河川流量では不足するため、上流にて取水される発電所用水をリマック川に放流し対処している。発電所用水の取水・排水系統を図 3-10 に示す。

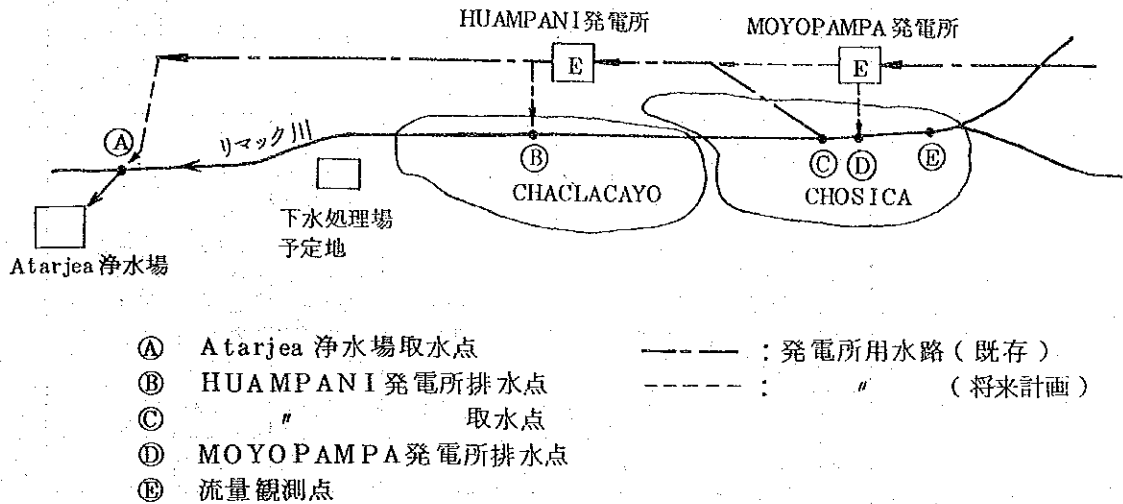


図 3-10 発電所用水取水・排水系統図

乾期にはママック川の河川水はほぼ全量 HUAMPANI 発電所用水として取水されることもあり、その期間は図 3-10 の (B)~(C) 間では生活排水、工場排水等だけとなり下水路の状況を程することもある。なお、将来発電所用水を連絡し ATARJEA 浄水場へ送水する計画があるが、相当な投資を必要とし実現の可能性は定かではない。

(2) 水質及び汚濁状況

1) 保健省 (MINISTERIO DE SALUD) による調査結果

リマック川の汚濁状況に関し、保健省により調査が行なわれ 1981 年にレポート (Estudio de Contaminacion y Preservacion del Rio Rimac) が提出された。この調査結果より本計画に関係する事項をまとめると以下のようになる。

a) 調査地点におけるリマック川水量

各調査地点における水質モニタリング時のリマック川水量を表 3-24 に示す。

b) 調査地点における BOD

リマック川の BOD 縦断面図を図 3-11 に示す。

c) 主要地点における水質分析値

アタルヘア浄水場取水点、処理場予定地付近およびチョシーカ市内下流点における BOD、DO、大腸菌群数を表 3-25 に示す。

なお、調査地点位置図を図 3-12 に示す。

表 3-24 水質モニタリング時のリマツゲ川水量
(MINISTERIO DE SALUD)

年月日	1	2	3	4	5	6
6-3-81	56	54.8	53.6	52.4	51.2	50
6-4-81	215	21.2	21.0	20.8	20.5	20.3
22-7-81	6.3	6.0	5.7	5.5	5.2	5.0
年月日	7	8	9	10	11	12
19-3-81	42.6	41.3	40	38.7	37.3	36
14-5-81	20.1	19.5	18.9	18.4	17.8	17.2
7-8-81	20	19.4	18.8	18.2	17.6	17
年月日	13	14	15	16	17	
26-3-81	27.5	27.3	27.1	27.0	26.9	
29-5-81	1.46	1.45	1.44	1.42	1.40	
14-8-81	1.46	1.45	1.44	1.42	1.40	

注 表 13 ~ 17 間で水量が極端に少ないのは、直上に
Huampahi 発電所の取水口があるためと考えられる。

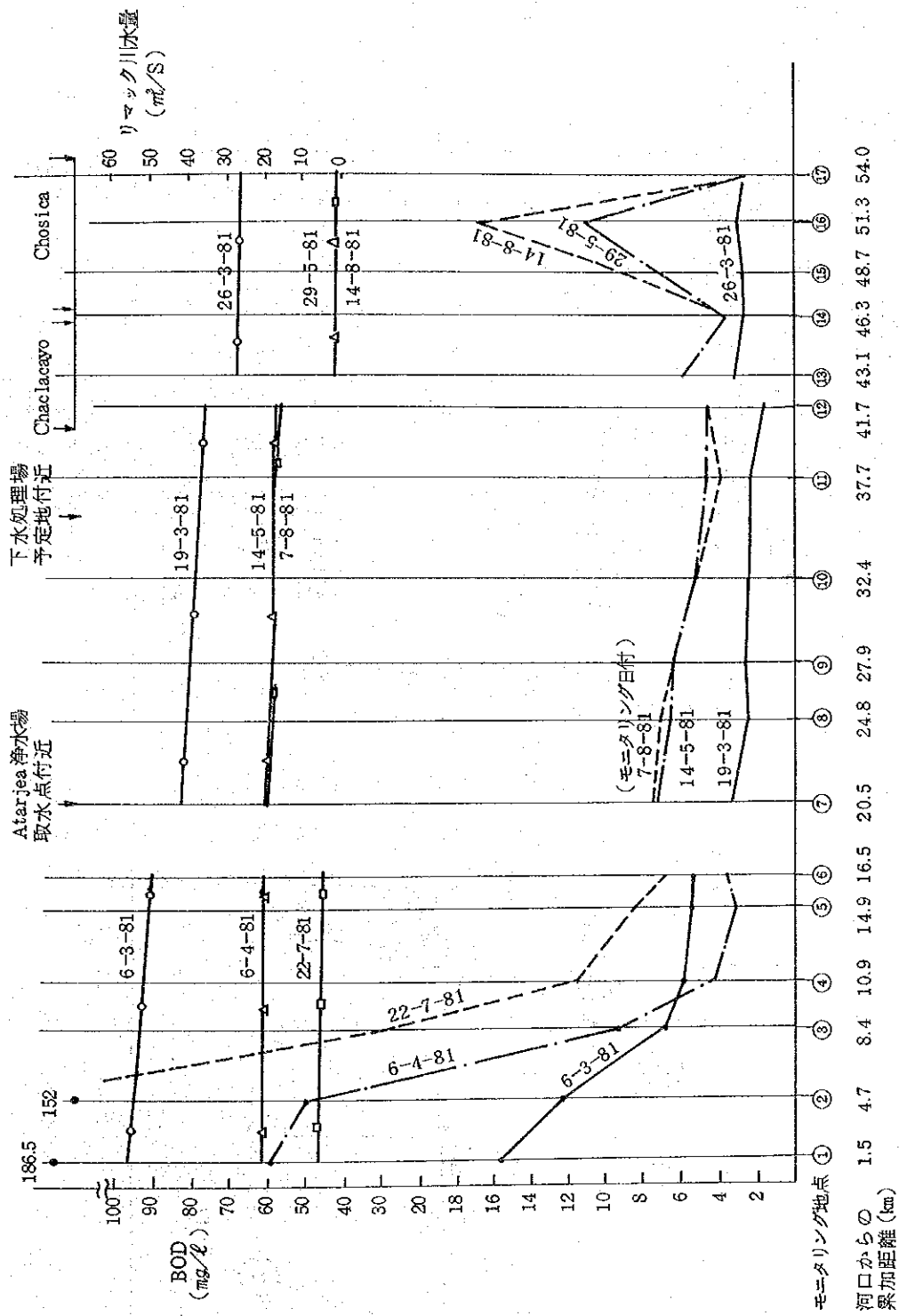


図 3-11 リマック川のBOD縦断面図 (MINISTERIO DE SALUD, 1981)

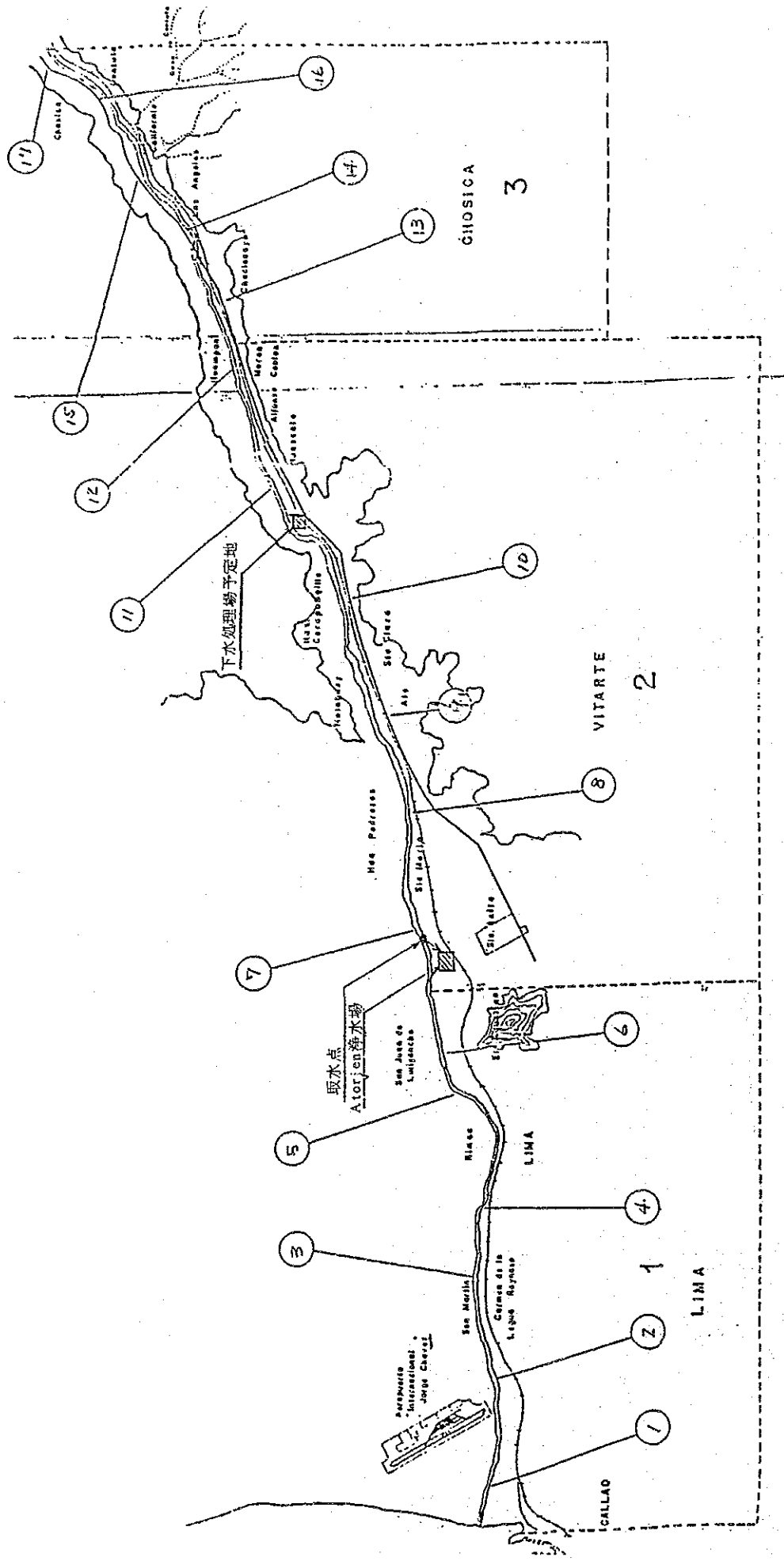


図 3-12 水質モニタリング地点 (MINISTERIO DE SALUD, 1981 3~8)

表3-25 リマック川主要地点における水質分析値(MINISTER IO DE SALUD, 1981)

項目	№7 アタルヘア浄水場取水点			№11 処理場予定地付近			№14 Chosica市内下流点		
	19-3-81	14-5-81	7-8-81	19-3-81	14-5-81	7-8-81	26-3-81	29-5-81	14-8-81
BOD(㎎/ℓ)	3.2	7.2	7.2	2.2	4.3	3.8	2.6	3.5	3.6
DO (㎎/ℓ)	6.7	8.4	9.3	6.6	8.3	9.5	7.2	7.8	8.3
大腸菌群数 (NMP/100ml)	43×10 ⁴	25×10 ⁴	68×10 ⁴	41×10 ⁴	63×10 ³	31×10 ⁴	43×10 ³	24×10 ⁴	31×10 ⁴

前述データから見て、リマック川はチョシーカから下流に向けて有機物による汚染度は徐々に上昇し、リマ市に入ると急激に悪化するが、上流の乾期(4~10月)雨期(11月~3月)によっても大きな差が出ており、浄水場取水点の5月、8月のBODは7 ㎎/ℓ以上となっている。

2) 本調査団による調査結果

計画対象区域内のリマック川水質汚濁状況を調査するため、下記のような項目を勘案のうち、11月30日、12月3日に事前調査を行ない、12月5日と12月11日に採水し、SEDAPALの水質分析担当者に分析を依頼した。測定概要は以下のとおりである。

a) 測定目的

- ① リマック川の水質汚濁状況に関し、前述保健省のレポートの調査結果の確認と現状把握
- ② 計画処理区域内既設管渠内の下水水質

b) 測定項目および分析方法

測定項目は下記のものとした。

PH、電気伝導度、Total Solids, cl^- , Hardness, COD, BOD NH_3-N , NO_3-N , NO_2-N , Fe (Total), Mn (Total), 大腸菌群数

分析方法は、ペルー国の「The 15th Ed. of the Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater」に準拠した。

c) 測定地点

測定地点は上記目的を考慮して下記地点とし、各地点を図3-13に示す。

リマック川

- | | | |
|----|-------------|------------------|
| №1 | アタルヘア浄水場取水点 | (Atarjea) |
| №2 | 下水処理場予定地付近 | (Carapongo) |
| №3 | チョシーカ市内下流点 | (California Br.) |
| №4 | チョシーカ市内上流点 | (Alegria St.) |

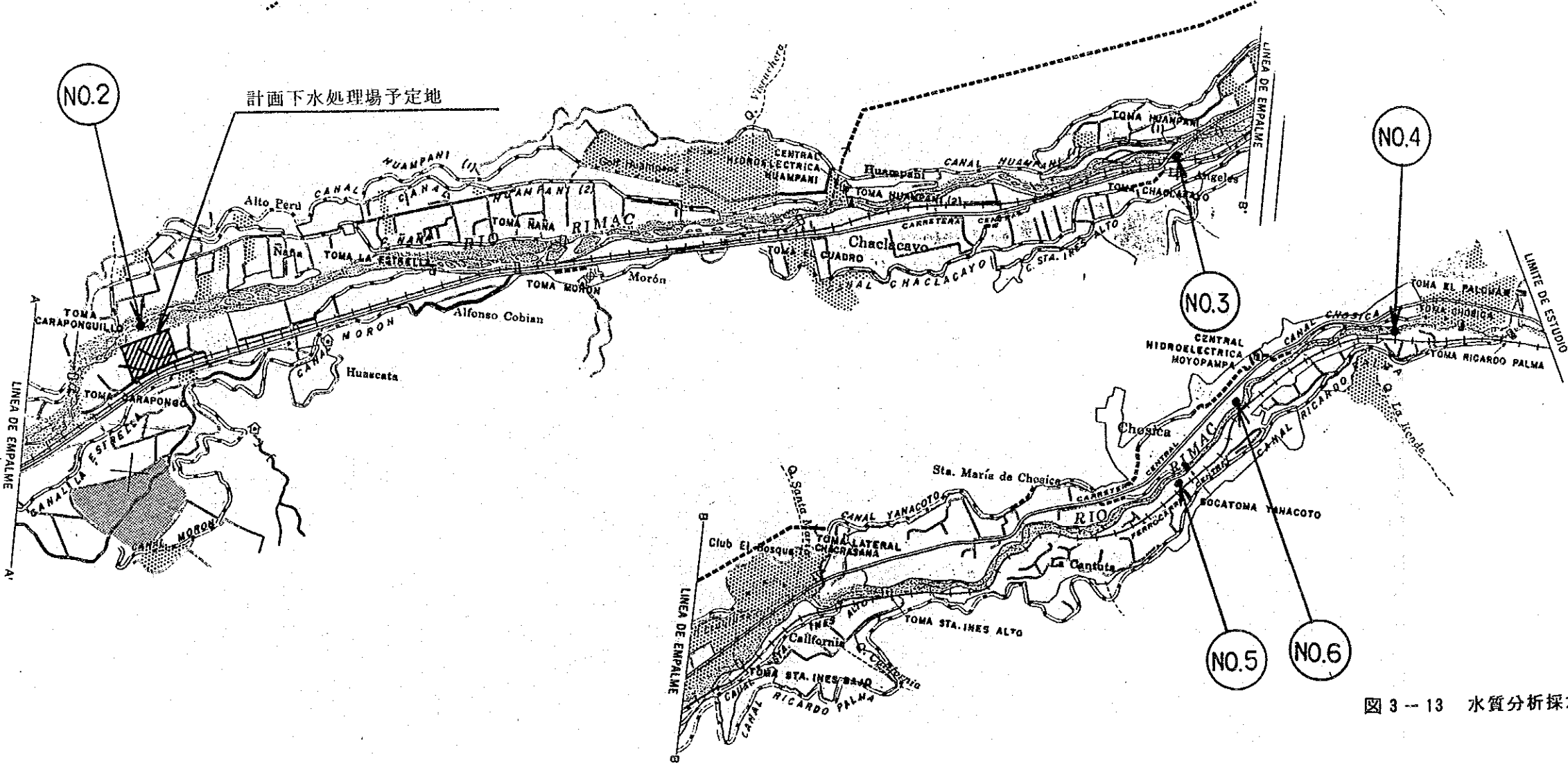
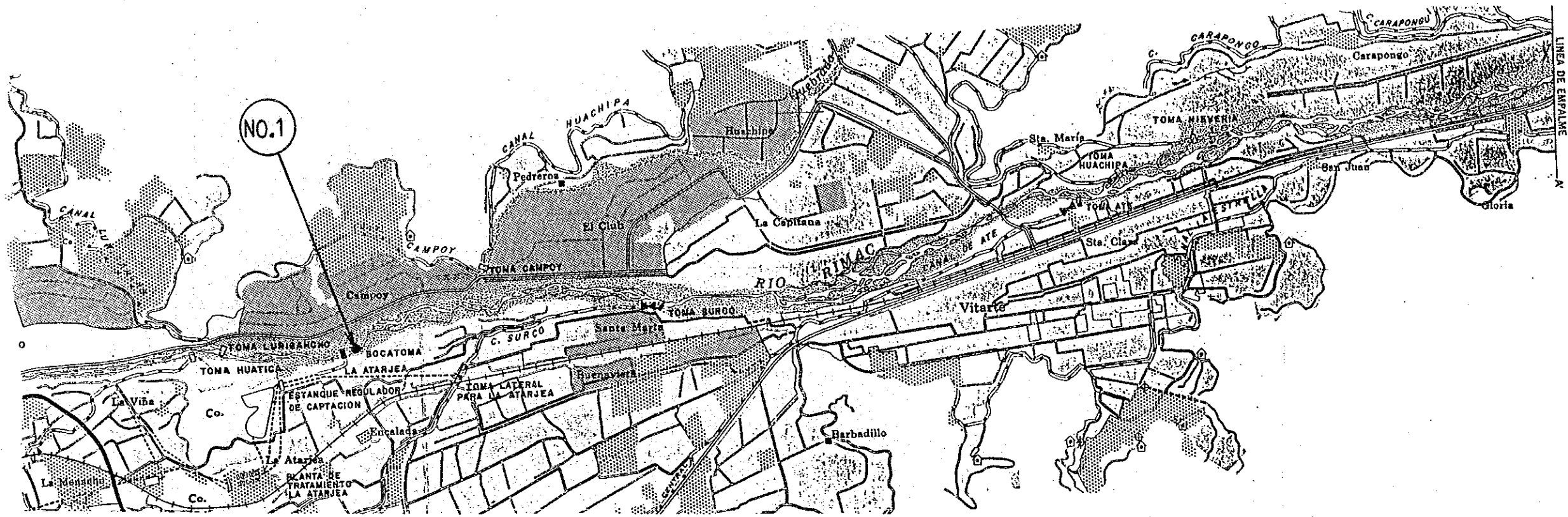
既設下水管きょ

№5 チョシーカ市内マンホール内下水 (Near Papelera F.)

№6 チョシーカ市内マンホール内下水 (Near Hospital)

d) 水質分析結果

水質分析の結果を表 3 - 26 に示す。



NO : 採水地点および地点番号

图 3-13 水质分析採水地点

表 3-26 水質分析結果

PARAMETER	No. 1		No. 2		No. 3		No. 4		No. 5		No. 6	
PLACE	ATARJEA		CARAPONGO		CALIFORNIA BR		ALEGRIA ST		NEAR PAPER F.		NEAR HOSPITAL	
DATE	5/12	11/12	5/12	11/12	5/12	11/12	5/12	11/12	5/12	11/12	5/12	11/12
TIME IN HOUR	14:10	13:25	14:30	12:45	13:00	12:10	11:00	10:30	12:00	11:45	12:00	11:30
PH	8.20	7.85	7.90	7.90	8.00	7.85	7.95	8.2	7.05	7.2	7.05	7.2
TURBIDITY	370	660	330	650	340	547	360	470	140	140	140	220
CONDUCTIVITY (μ mhos/cm)	350	300	310	280	300	250	325	255	1,070	910	1,070	600
TOTAL SOLIDS (mg/l)	1,236	1,514	1,208	1,841	771	1,384	860	934	1,089	936	1,089	812
CL ⁻ (mg/l)	15.0	11.6	11.0	11.6	9.3	9.7	12.5	9.7	78.4	58.2	78.4	34.5
HARDNESS (mg/l)	176	184	160	140	148	152	170	124	360	304	360	240
COD (mg/l)	32	24	27	27	16	27	19.2	17.0	236	262	236	—
BOD (mg/l)	8	3.4	7	3.7	5	3.1	6.0	1.5	184	222	184	266
NH ₃ -N (mg/l)	0.18	0.27	0.25	0.21	0.25	0.2	0.32	0.12	19.7	15.3	19.7	6.4
NO ₃ -N (mg/l)	0.48	1.35	*	2.35	0.57	1.4	0.53	1.1	5.5	3.9	5.5	2.1
NO ₂ -N (mg/l)	0.01	0.01	0.01	0.04	0.004	0.01	0.002	0.01	0.01	0.02	0.01	0.04
Fe (Total) (mg/l)	33.2	*	38.4	*	18.5	*	26.7	*	1.8	*	1.8	*
Mn (Total) (mg/l)	1.84	*	2.3	*	1.25	*	1.8	*	0.11	*	0.11	*
COLIFORM: TOTAL NMP/100m ²	2.3 × 10 ⁵	1.1 × 10 ⁶	2.4 × 10 ⁵	1.1 × 10 ⁶	2.4 × 10 ⁵	2.4 × 10 ⁵	1.5 × 10 ⁵	4.3 × 10 ⁴	> 2.4 × 10 ⁷	4.6 × 10 ⁷	> 2.4 × 10 ⁷	1.1 × 10 ⁸
COLIFORM: FECAL NMP/100m ²	40,000	1.1 × 10 ⁶	9.3 × 10 ⁴	1.5 × 10 ⁵	9.3 × 10 ⁴	2.4 × 10 ⁵	4 × 10 ³	9 × 10 ³	> 2.4 × 10 ⁷	2.4 × 10 ⁷	> 2.4 × 10 ⁷	4.6 × 10 ⁷

* This parameter was not analyzed.

採水: 1984年12月5日・11日

c) 水質分析結果に基づく水質汚濁状況

① 水質汚濁状況

BODは1回目と2回目とで相異があるが、これは今回の調査時期が上流部の雨期に入り始めのころで、河川水は相当濁っており、その影響と考えられる。1回目と2回目との測定差が大きいので、これだけのデータで現況水質を判断することは難しいが、この結果は前述の保健省レポートと概ね似たような傾向を示しており、その後状況が悪化していることはあっても改善されているとは考えられない。BODはチョシーカ上流点で1.5~6.0mg/l程度であり、下流に向い悪化し、浄水場取水点では3.4~8.0mg/lである。これより有機物汚染は下流にいくにしたがい担当進行しており、チョシーカ市、チャクラカヨにおける生活排水、工場排水等が汚染源の大きな要因であることがわかる。また、リマック川沿いの地区ではゴミの収集が行なわれているにもかかわらず、河への投げ捨てが多く見られ、これも水質汚濁の要因と思われる。なお、リマック川は急勾配のため流速が早く流下時間が短い。したがってSS性物質よりもたらされる有機性物質は沈殿しにくく、河の自浄作用はあまり期待できないと考えられる。

大腸菌群数も高い値を示しており、浄水場取水点では $2.3 \times 10^5 \sim 1.1 \times 10^6$ NMP/100ml程度である。ふん便性大腸菌数は $4 \times 10^4 \sim 1.1 \times 10^6$ NMP/100mlである。SEDAPALの1982年における取水点の分析結果では、大腸菌群数は月平均 $4.7 \times 10^4 \sim 4.6 \times 10^4$ NMP/100ml、ふん便性大腸菌数は $2.2 \times 10^4 \sim 1.3 \times 10^6$ NMP/100mlであり、月により大きく変動している。

重金属類については、浄水場取水点でFe(total)33.2mg/l、Mn(total)1.84mg/lである。同様にSEDAPALの分析結果(1983年9月から1984年9月まで)を次に示す。

Fe: 1.1 ~ 68 mg/l	Pb: 0.10 ~ 10.5 mg/l
Mn: 0.2 ~ 14.50 mg/l	Cu: 0.10 ~ 3.9 mg/l
Cr: 0.00 ~ 0.55 mg/l	Zn: 0.13 ~ 6.4 mg/l
Cd: 0.00 ~ 1.5 mg/l	

これらの値は月により大きく変動しており、上流が雨期時、特に高い値を示している。これは上流にある鉱山の河川沿いに設けられた排水処理用 Pond が満足な施設でないため、雨による河川の増水等で破壊され重金属が河川に流出するものと考えられる。

ペルー国の水質基準(付属資料-3、参照)による浄水場の取水源水質としてはCLASE IIの基準値が適用され、BOD、大腸菌群数はそれぞれ5mg/l、 2×10^4 NMP/100mlと定められている。現状はこれを大巾に越えているので、早急になん

らかの対策が必要である。

② 既設管きよ内下水の水質

調査試料はチョシーカ市内の末端放流口近くのマンホール（2ヶ所）において採水を行った。

水質分析結果（表3-26）は、BOD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 Cl^- は、それぞれ184~266 mg/l、6.4~19.7 mg/l、34.5~78.4 mg/lと高い値を示し、生下水の性状を示している。一方、前述の保健省レポート（1981年）における下水水質調査によるBODは、チャクラカヨ80~382 mg/l（平均184 mg/l）、チョシーカ市内58~420 mg/l（平均157 mg/l）である。

3-6-3 汚濁負荷量

(1) 計画対象区域における汚濁源別発生負荷量

リマック川の水質汚濁源としては生活排水、工場排水、農業用水排水、畜産排水、鉱山排水、ゴミの投げ捨て等があげられる。なお、他に発電所用水排水も負荷量に見込まれるが、これは取水される上流域の自然負荷である。

計画対象区域（下水処理場予定地からチョシーカ市上流点まで）における汚濁発生負荷量を推算すれば表3-27のようになる。なお、この区間における主要汚濁源概要図を図3-14に示す。負荷量の計算にあたって、生活排水は現状人口、下水道普及率等を基に推算した。また、工場排水等については、SEDAPAL担当者とともにヒヤリングを行ない、水量、水質等を確認するとともに、保健省レポート（1981年）を参考にした。

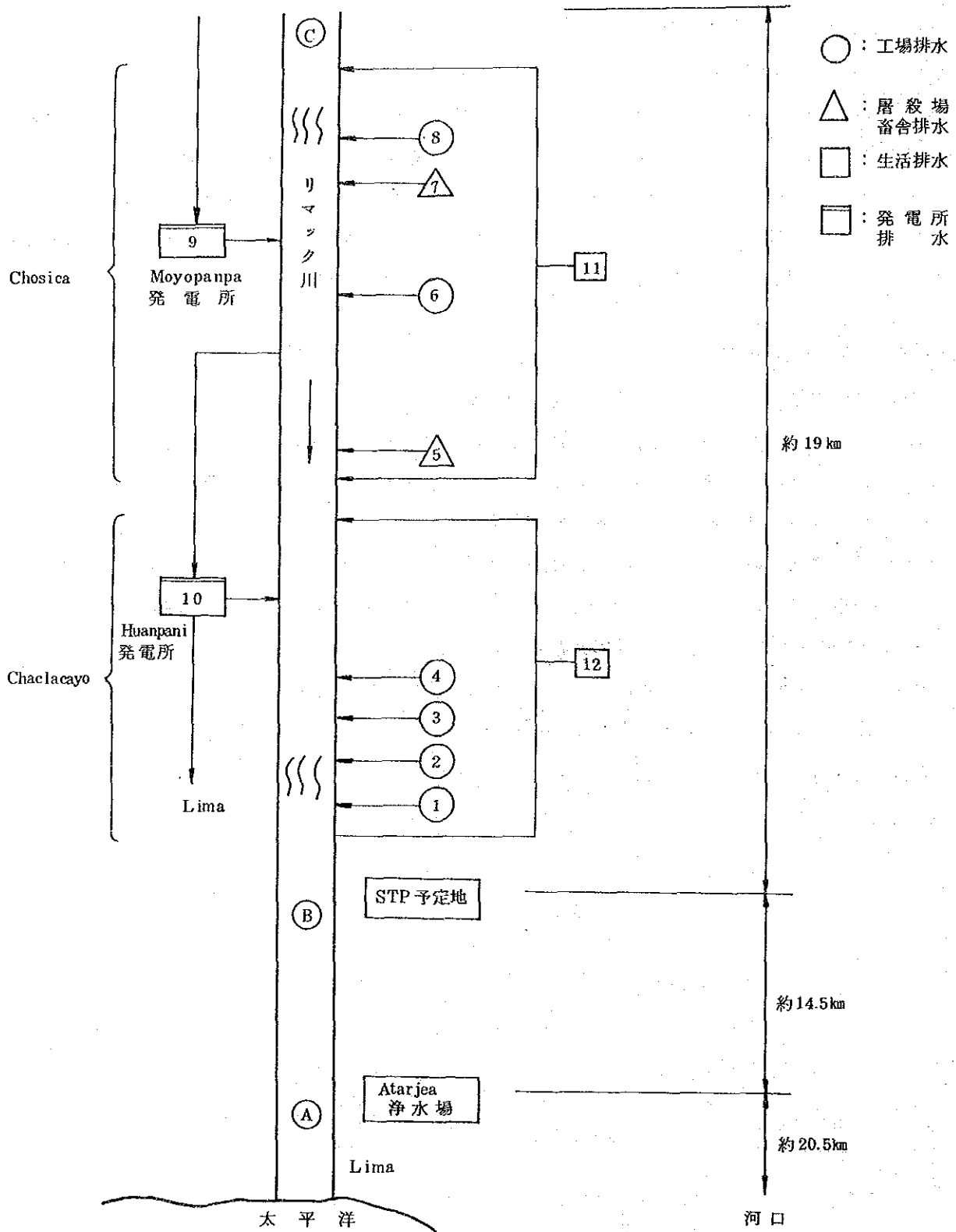


図 3 - 14 計画対象区域内における発生汚濁源概要図

表 3 - 27 計画対象区域における BOD 発生負荷量

No	種 別	排水量 (m ³ /日)	B O D		備 考
			(mg/ℓ)	(Kg/day)	
(工場排水)					
1	紙工場	4,500	125	562.5	白濁色
2	テキスタイル工場	600	831	499	PH4~10 に変動
3	ビール工場	1,843	114	210.1	茶色
4	紙工場	3,200	98	313.6	白濁色
6	紙工場	4,000	150	600	赤かっ色
8	靴工場	550	72	39.6	油・グリース多い
	計	14,693		2,225	
(屠殺場・畜舎排水)					
5	養鶏場	1,000	161	161	
7	屠殺場	70	1,500	105	
	計	1,070		266	
(生活排水)					
11	チョシーカ	4,000	200	800	
12	チャクラカヨ	6,000	200	1,200	
	計	10,000		2,000	
(発電所用水)					
9	MOYOPANPA	1,382,400	0.9	1,244.16	Huampani 発電所用水はリマック川から取水しているため計上せず
10	HUAMPANI	(1,814,400)	3.36	(6,096.38)	
	計			1,244	
	総 計			5,735	

(2) 考 察

前述の発生汚濁負荷量より、調査対象区域内の汚濁発生源別に総括し、その負荷率を求めると図3-15のようになる。

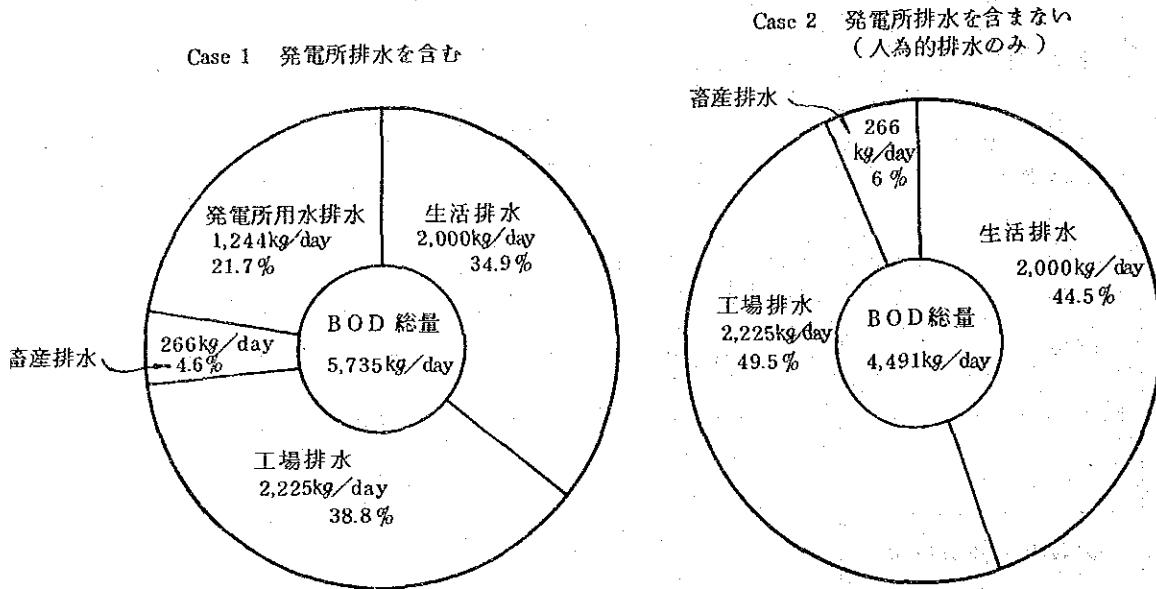


図 3 - 15 計画対象区域における汚濁源別BOD発生負荷量の比率

上図より、本計画区域における生活排水は総負荷量の約35%程度を占め、人為的排水に限れば約45%に相当する。

3-7 インフラストラクチャーの状況

3-7-1 ユーティリティ

(1) 電力

ペルー国の電力はペルー電力公社 (ELECTROPERU) の他特定地区を対象とするリマ電力会社 (ELECTROLIMA)、アンデス水力発電会社 (Energia Hidroelectrica Andina) 等によって発送電され各需要家への供給を行っている。

チョシーカ・チャクラカヨ地区への電力供給はELECTROLIMAによって行なわれる。リマック川流域にはウアンパニ (チャクラカヨ)、モヨパンパ (チョシーカ) を含め5ヶ所の水力発電所があり、それらの送電線はすべて連結されリマック川溪谷沿いにリマ市まで布設されている。本プロジェクトに要する電力は、この送電線の系統から供給されることになり、供給能力に何ら問題はない。この地域の停電状況は、計画的な作業停電が年1~2回0.5日程度であり、一般の事故による停電は殆んどない。ただし、最近はテロリストによる送電線の切断等が度々発生しており、数日連続して停電することもある。したがって、施設計画にあたっては停電時の対応を十分に考慮しなければならない。特に下水中継ポンプ場は停電時汚水があふれることが予想されるのでバイパス管を設けリマック川へ直接放流できるような配慮が必要となる。

以下に電源及び使用電気料金について述べる。

1) 電源

a) 受電電圧 10KV又は6KV

チョシーカ・チャクラカヨ地区における現況は、工場類が10KV、井戸が6KVで受電されているようである。本プロジェクトにおける受電電圧は、各施設位置及び施設容量に基づきELECTROLIMAにて検討され決定される。

b) 使用電圧及び周波数 220V又は380V、60Hz

2) 使用電力料金

ELECTROLIMAの電力料金は需要家の用途、受電電圧等により多種類に分類されている。

現在ペルーにおいてはインフレによる物価上昇が激しいので料金は毎月上昇している。このうち上下水道関連は、特に公共性が高いとの理由により、割安な特別料金となっており料金表中60が適用される。1984年12月1日付で見ると1月使用電力量が200kWh以下の場合一律\$19,687.40/月、(US\$3.94/月)、200kWh以上については、\$98.30/kWh (USセント1.97/kWh) が加算される。

(2) 給 水

チョシーカ及びチャクラカヨ市の上水道事業は、現在、各市で運営されているが、本プロジェクト完成後はSEDAPALに移管される予定である。本プロジェクトサイトへの給水配管はSEDAPALにより引き込まれる。

(3) ガ ス

チョシーカ及びチャクラカヨ市には都市ガスの供給システムが無く、一般に熱源としては電気、プロパンガスが使用されている。各計画施設で考えられる熱源の用途としては、管理員の生活用、水質分析機器類があげられるが、使用の簡便さを考慮しすべて電気設備を利用する。

(4) 電 話

チョシーカ市及びチャクラカヨには電話が普及しており、市の中央部を縦断する道路沿いに電話線が布設されている。

各施設のうち主要な施設には、相互の連絡あるいは緊急時の本部との連絡等に電話の設置が望ましいが、電話の回線の余裕などSEDAPAL側の事情により設置が検討されることになる。

(5) 薬 品 類

各施設に利用される薬品類は、消毒用塩素剤、機器保守用の潤滑油・グリース程度である。

消毒用塩素剤の単価は下記の通りである。(1984年12月調べ)

液体塩素	68Kgボンベ	\$3,090/1Kg (USセント61.8/1Kg)
	920Kgボンベ	\$2,270/1Kg (USセント45.4/1Kg)
粉末塩素剤 (有効塩素約32%)	80Kg/1package	\$3,672/1Kg (USセント73.4/1Kg)

液体塩素、粉末塩素剤ともリマ市内に工場がある。

3-7-2 その他

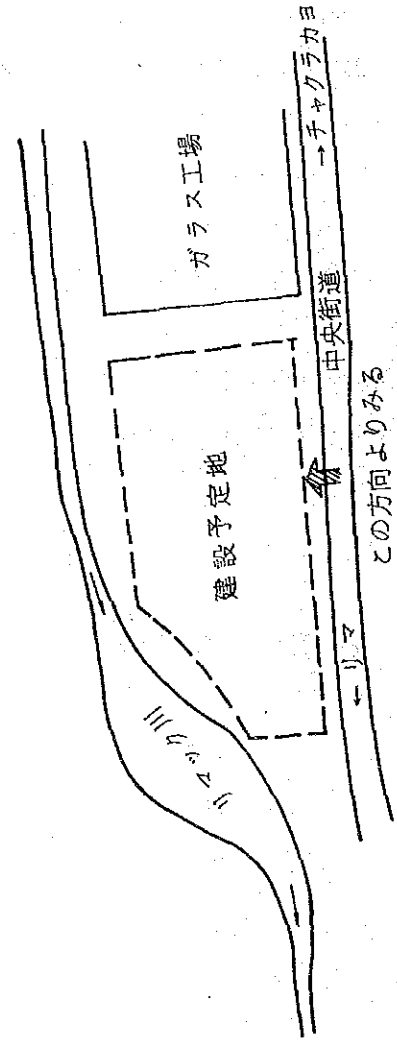
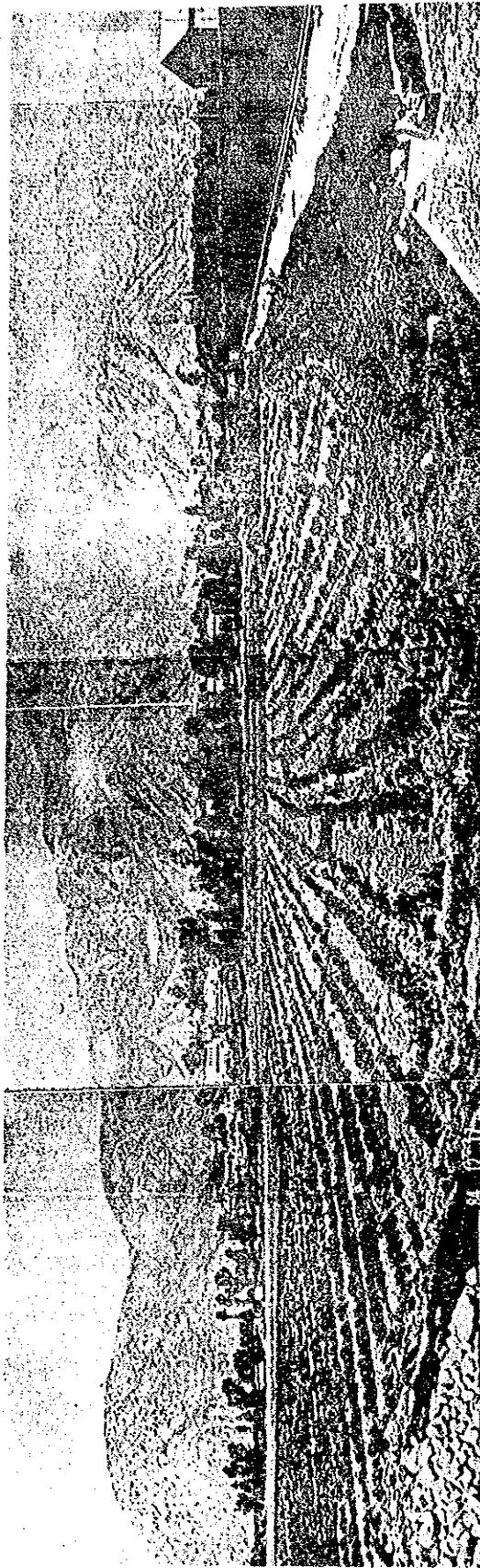
(1) 資機材の輸送

輸入機材の陸揚港は、リマ市北部にあるカジャオ(Callao)港で、港から本プロジェクトサイトまでの輸送はトラックまたは鉄道による。

- ・ 道路 リマック川の河川沿いには、リマ市とオロヤ、ワンカイヨ(Huancayo)を結ぶ中央街道が並走している。この中央街道はアンデス高原地帯で産出される農産物や鉱産物をリマ市に運ぶ幹線道路である。

鉄道 リマック川流域内の鉄道は、中央鉄道（FEROCARRIL CENTRAL）のみである。中央鉄道はリマ市（カジャオ港）からリマック川沿いにアンデス山脈を越えオロヤ（Oroyo）、タルマ（Tarma）、ワンカイヨ（Huancayo）に向かう鉄道である。リマとワンカイヨ間は1日4往復しており、うち1往復は乗客のみの輸送であり、他は鉱産物を主とした貨物輸送である。

下水処理場予定地



第4章 計画の内容

第4章 計画の内容

4-1 計画の方向づけ

現地の上下水道事情を背景に、ペルー国政府の要請の根底にあるのは、リマ市水道の水源となっているリマック川の上流部にある都市部の上下水道施設を整備することにより、河川の水質汚濁を軽減するための緊急対策である。また、上下水道計画の立場からみた場合の計画対象地域の特長は、地形的に高低差が大きいこと、所得水準の格差が大きくそれに伴って水使用量の差が大きいことがあげられる。

これらの現地状況から総合的に判断すると、施設計画を行う上で重要な点は、水需要の予測とともに(1)効果的な計画給水区域および処理区域の設定、(2)既存の給・排水施設との継ぎ込みと段階的な下水処理場の建設、(3)簡便な設備計画と維持管理費の低コストを含めた適正な施設規模と施工法を考慮した施設の検討である。そこで、ペルー国政府の要請にあるチョシーカ市の上水道整備については、高級住宅・別荘地区には現在水道施設があり改善の緊急性が認められないので計画給水区域から除外することが妥当と判断される。また、下水道整備については家庭污水の他リマック川の水質汚濁の一因となっている工場排水のうち生物処理法で処理可能な工場排水も受け入れ処理するものとする。

下水の集水幹線は、計画目標年次における下水量を十分に輸送できる能力のある施設計画とするが、処理場については流入下水量に見合った段階的建設と効果的・経済的な運転管理が可能な施設計画を行う。

4-2 目的

急速に発展し、人口増が続くチョシーカ市およびチャクラカヨの上下水道施設を整備し、衛生的な生活環境の向上を計ることを主目的とする。この地域の上下水道の整備によって、リマ市水道の水源となっているリマック川の水質汚濁を軽減するための緊急対策とし、さらに将来の水質保全総合整備計画の一環とするものである。

4-3 上水道施設基本設計

4-3-1 基本方針

上水道施設の基本設計にあたり、基本方針を次のとおりとする。

- (1) 給水区域を右岸系、左岸系に分割する。但し、左・右給水系配水管には非常用連絡管を設ける。
- (2) 配水方式は原則として自然流下方式とする。
- (3) 本プロジェクトで実施する施設は、水源および取水施設、送水施設および配水池とする。
なお、既存の施設は最大限に活用する。
- (4) 既設配水管の一部を送水の目的として使用する区間で口径不足または、配水管同志の連結が必要とする区間においては、本プロジェクトで必要な施設の補強を行う。
- (5) 従来の給水は、水量不足のため時間給水が慣例となっており低水圧の下で配水が行われている。従って、正常運転における管内圧力上昇による漏水の増大または、亀裂・破損が心配される。本計画では、SEDAPALとの協議に基づき最大静水圧50m、最小動水圧15mを維持し、この規定内で出来るだけ安全側の計画とする。
- (6) ポンプの運転方式は、原則として電極式自動制御方式とする。
水量管理のために、各水源および配水池流出側に流量計を設置する。

4-3-2 諸元の設定

(1) 計画給水区域

本プロジェクトに係るペルー国側の要請は、チヨシーカ市を対象として上水道の整備を行うことであるが、以下に述べる理由により下記地区は計画給水区域から除外するものとする。

表4-1 チヨシーカ上水道整備計画除外地区

計画除外地区	人口または規模	主なる理由
Santa Maria	6,870人	(1) 高級住宅・別荘地区で無償資金協力プロジェクトとしては適当でない。 (2) 現在独自の水道施設があり改善の緊急性が認められない。
La Cantuta Oswaldo Burgo	1,920人 450人	(1) 現在独自の水道施設があり改善の緊急性が認められない。
California	2,170人	(1) 高級住宅・別荘地区で無償資金協力プロジェクトとしては適当でない。

		(2) 現在独自の水道施設がありその運用はコミュニティーで十分対応できる。
Chacrasana	2,750人	(1) 市内中央部の計画給水区域から独立して遠隔地にあり、一体の水道給水区域とするには経済的でない。 (2) 近くの民間施設から給水を受けている。
El Bosque その他の民間企業		(1) 各施設が専用水道を持っており市の水道からの給水を必要としない。

(2) 計画目標年次

本プロジェクトの計画目標年次は10年後の1995年とする。なお、計画目標年次におけるチョシーカ市の想定人口は88,000人とする。(図3-3参照)

(3) 計画給水人口

計画給水人口は、計画目標年次(1995年)における計画給水区域内人口とする。よって、計画給水人口は右岸系57,900人、左岸系15,940人、合計73,840人である。

(4) 計画給水量

1) 計画1人1日平均使用水量

チョシーカ市の現在の水道管理では給水メータ制が採用されていないので給水量、使用水量に関する資料はない。従って、計画給水量決定の基礎となる1人1日平均使用水量の設定に当っては、計画対象区域の生活レベル、生活慣習・様式等を勘案し更に類似諸外国での計画値等を参考として以下に検討する。

a) 世帯構成人員別使用水量

表4-2は、1971年度東京都水道局調査結果に基づく世帯構成人員別使用水量の一例である。すなわち、世帯構成人数が多くなれば1人当りの使用水量は相対的に低減し7人以上であればその影響は少なくなる。

本計画における1世帯当りの人数は平均7.0人以上を想定しているので、調査年当時の東京と本計画年次におけるチョシーカの生活レベル、生活様式等を勘案すれば一人一日当りの使用水量は145ℓまたは、これより幾分下廻ることが考えられる。

なお、諸外国の例を参考として以下に更に検討する。

表4-2 東京都内世帯構成人員別使用水量の一例(1971年調べ)

世帯構成人員(人)	1	2	3	4	5	6	7人以上
一人一日当たり使用量(ℓ)	338.6	223.0	216.1	179.2	151.3	145.9	144.4

b) 諸外国における慣用値

適正な給水施設規模を検討するために、ペルー国および他の国における各戸給水の場合の使用水量の原単位を参考に検討する。

表4-3は、代表的な都市における所得別住宅における一人一日平均使用水量を調査した結果である。また、表5-4に中小都市を対象とした各国の計画基準を示す。

表4-3 Summary of Measurements of Domestic Per Capita Consumption According to Housing Class

Housing class	Description	Range of per capita consumption ^(a) , l/head/day
High	Detached houses, luxury apartments having 2 or more WCs, and 3 or more taps per household	260-150
Middle	Houses and apartments having at least 1 WC and 2 taps per household	160-110
Lower	Tenements, government rehousing, shared houses, having at least 1 tap per household but sharing WC	70*-55

*Frequently higher due to wastage

The above figures are based on tests carried out between 1970 and 1978 in the following places: Istanbul (Turkey)^(b), Sakaka (S. Arabia), Lesotho (Africa), Cairo (Egypt), Palembang (Indonesia), Hong Kong^(c) Alexandria and Port Said (Egypt), also in Camiri, Bolivia in 1981.

References: CONNAL¹⁴; Twort¹⁶.

Notes:

(a) Exclusive of avoidable consumer wastage.

(b) Figures for the same type of property gave consumptions of 90 l/head/day where there were under 15 persons per meter to 233 l/head/day where over 35 persons were supplied through one meter.

(c) In government low-cost housing blocks consumption averages 50 l/head/day where households have individual meters, but is about 110 l/head/day where washing facilities are shared.

出典: The International Drinking Water Supply and Sanitation Decade Directory (March 1984)

表4-4 各国の一人一日平均計画使用水量および給水量

国名	給水形態	計画給水量(ℓ/日・人)		計画使用水量(ℓ/日・人)		備考
		5万人以上	1~5万人	5万人以上	1~5万人	
ペルー	各戸給水	200※	150※	130	100	建築基準法 ※無効水量 35%を含む
インドネシア	各戸給水(高所得者)	207※		180		CIPTA KARYA ※無効水量 15%を含む
	"(中所得者)	138※		120		
インド	各戸給水	125~200	100~125	(不明)	(不明)	MWH
日本	各戸給水	右記 + (営業用) 公共用 漏水		180		1971年7月調査平均

以上の資料から本計画では、生活様式等を考慮して市街地区を130ℓ/人/日、その他の地区を100ℓ/人/日とする。なお、共用水栓使用については65ℓ/人/日とする。

2) 計画給水量

計画給水量は、計画一人一日平均使用水量を基に次により決定する。

a) 計画一人一日平均給水量 (Q_0)

$$= C \times [\text{計画一人一日平均使用水量} (q_0)]$$

ここに、

C: 給水量算出係数で計画給水有効率の逆数を用いる。本計画では、ペルー国で水道計画値として一般に採用されている漏水率35% ($C = \frac{1}{0.65} = 1.54$) を採用する。

b) 計画一人一日最大給水量 (Q)

$$= [\text{計画一人一日平均給水量} (Q_0)] \times L$$

ここに、

L: 負荷率 = $\frac{\text{一日最大給水量}}{\text{一日平均給水量}}$ で一般には1.2~1.3が用いられているが、季節

変化が少ないことを勘案してL=1.2とする。

c) 計画時間最大給水量 (Q_h)

$$= K \times [(\text{計画一人一日最大給水量} (Q)) \times (\text{計画給水人口})]$$

ここに、

K: 本計画では、計画規模よりK=2を採用する。

参考までに、日本の「水道施設設計指針」で示されている国内水道事業の実績を図4-1に示す。

表4-5に計画1人1日給水量の総括を、表4-6に計画給水量を示す。

表4-5 計画一人一日給水量一覧表

項 目	市街地区	その他地区		摘 要
	各戸給水方式	各戸給水方式	共用水栓方式	
計画一人一日平均使用水量 (q_0)	130ℓ	100ℓ	65ℓ	
" 一人一日平均給水量 (Q_0)	200	150	100	$q_0 \times \frac{1}{0.65}$
" 一人一日最大給水量 (Q)	240	180	120	$Q_0 \times 1.2$

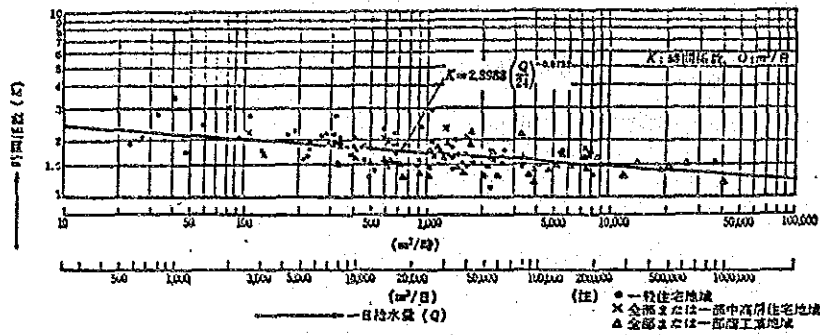


図 4 - 1 日本の水道施設設計指針による
 一日給水量と時間係数

表 4-6 チヨシーカ市上水道計画給水量一覧表

(右岸)

地 区 名	地区形態	計画給水人口(人)	1人1日平均給水量(ℓ)	計画日平均給水量(m ³ /日)	計画日最大給水量(m ³ /日)	計画時間最大給水量(m ³ /日)
		(A)	(B)	(C)=(A)×(B)×10 ⁻³	(D)=(C)×1.2	(E)=(D)×2
1. Zenas Don Bosco	U.B	9,090	200	1,818	2,181	4,362
2. Moyopánpa	P.J	7,360	150	1,104	1,324	2,648
3. 28 De Yulie	P.J	870	150	130	156	312
4. Zena Urbana	U.B	11,490	200	2,298	2,757	5,514
5. Pedregal Bajs	U.B	1,800	200	360	432	864
6. San Miguel De Pedregal Alto	Asoc	1,600	150	240	288	576
7. San Antonio	P.J	6,240	150	936	1,123	2,246
8. Sierra Limeñe	P.J	1,740	150	261	313	626
9. Lima Sury Sus Transverales	U.B	1,920	200	384	460	920
10. Jardin 1&2	Coop	890	150	133	159	318
11. Nicoles De Piercola	P.J	12,990	150	1,948	2,337	4,674
12. Santa Maria	U.B	(6,870)	—	—	—	—
13. Libertad	P.J	1,910	150	286	343	686
14. Chacrasana	P.J	(2,750)	—	—	—	—
小 計		57,900	171	9,898	11,873 ≒11,850	23,746
(行政区域内人口)小計		67,520				

(左岸)

地区名	地区形態	計画給水人口(人)	1人1日平均給水量(ℓ)	計画日平均給水量(m ³ /日)	計画日最大給水量(m ³ /日)	計画時間最大給水量(m ³ /日)
		(A)	(B)	(C)=(A)×(B)×10 ³	(D)=(C)×1.2	(E)=(D)×2
1. Mariscal Castilla	P. J	1,300	150	195	234	468
2. La Florida	Coop	280	150	42	50	100
3. Solis Garcia	Asoc	190	150	28	33	66
4. San Fernando Alto y Bojo	U. B	2,780	200	556	667	1,334
5. Uirgen Del Rosario	P. J	1,700	150	255	306	612
6. Sauce Grands	Asoc	1,150	150	172	206	412
7. Villa Chosicana	U. B	1,920	200	384	460	920
8. Villa Del Sol	Coop	1,030	150	154	184	368
9. Santo Domingo	P. J	1,470	150	220	264	528
10. El Rimae	P. J	900	150	135	162	324
11. Qswaldo Burga	Asoc	(450)	—	—	—	—
12. La Cantuta	U. B	(1,920)	—	—	—	—
13. California	U. B	(2,170)	—	—	—	—
14. Cooperative Docenta	Coop	900	150	135	162	324
15. San Juan De Bellavista	P. J	1,420	150	213	255	510
16. Buena Visla	P. J	900	150	135	162	324
小計		15,940	169	2,691	3,165 ÷ 3,150	6,330
合計		73,840	—	12,589	15,038 ÷ 15,000	30,078
(行政区域内人口小計)		20,480				
(行政区域内人口合計)		88,000				

4-3-3 代替案による比較・検討

(1) 代替案の選定

同地域における上水道水源としては Santa Eulalia 地区の湧水、Moyopampa 水力発電所からの水および地下水があげられる。

チョシーカ市は、これらの水源開発のため 1984 年 2 月ローカルコンサルタント PREDES (11832, JESUS MARIA, LIMA, PERU) に調査を依頼した経緯がある。

この調査は、今回の調査期間中には完了していなかったが、同社による中間報告の概要は表 4-7 のとおりである。

同報告書によれば、チョシーカ市の上水道水源開発調査の結論として同社が予想している最も有力な水源は、地下水である。表 4-7 に示した同社の調査結果からみても同地域の上水道水源を地下水とすることは妥当な評価と思われるので、その他の水源は代替案からは除外する。

表 4-7 PREDES によるチョシーカ周辺の水源調査結果概要

(1984 年 12 月 6 日現在)

水 源 名	調 査 対 象	調 査 結 果	評 価
1. Santa Eulalia 地区湧水	1) Parca 湧水 既存配水池より 3 Km	湧水量 25ℓ/sec = 2,160m ³ /日	a) 各湧水とも大腸菌群による汚染が認められた。 原因：家畜、リクリエーション
	2) Lucuma 湧水 既設配水池より 9 Km	湧水量 24ℓ/sec = 2,070m ³ /日	b) Parca の湧水以外は配水池までの距離が遠く建設が高い。
	3) Callahuanca 湧水 既設配水池より 9 Km	湧水量 50ℓ/sec = 4,320m ³ /日	c) 法的な取水権利に国の承認が必要である。地域共同体は、地域外給水に反対である。 以上の理由によりチョシーカ市の水源としては適当でない。
2. Moyopampa 水力発電所からの分岐水		a) 濁度は 50~500 度である。 b) 落差は 500m (+1,300m) - (+800m)	a) 濁度が高いため浄水施設が必要となる。 b) 発電所からのオーバーフローの水量が一定でなく不案定である。 c) Electro Lima の使用許可が必要である。 以上の理由によりチョシーカ市の水源としては適当でない。

3.地下水	本調査はリマック川左岸地区を対象とするもので、現在電探を継続中。		a) 現在までの調査結果では、Santo Domingoの谷間が最も期待される。 b) 1井当りの取水可能量は未だ評価出来ない。
-------	----------------------------------	--	---

地下水を水源とする場合は、井戸の位置選定は重要な検討課題である。特に、地形変化の著しいチヨシーカ地域では、地下帯水層の優劣および配水池へ送水するためのポンプ揚程に大きな差が出ると思われるので、運転コストの比較は十分に検討する必要がある。

現地調査の結果から、左岸系では自然流下式で配水するためには、図4-6(P-4-23)に示すように、水源をCasa Huerta Chosica周辺にまとめるのが最も合理的と考える。

右岸系については、(1)水源をDon Bosco周辺にまとめた場合、(2)Don BoscoとPuente Caracolに分散した場合が考えられる。したがって、右岸系の2案を代替検討案として取り上げ比較検討する。

(2) 代替案の比較

1) 水源をDon Bosco周辺にまとめた場合(ケースI)

a) 施設の概要

Don Boscoは、チヨシーカ市域内では最も地下水に恵まれた地区で、既存の井戸の実績から径1.6m×20深さの新設井戸3井が必要となる。(井戸の本数決定については4-3-4,(I)-2参照)

代替案との比較において対象となる主要施設の概要は次のとおりである。なお、この場合の配水系統図を図4-2に示してある。

① 取水施設

- ・井戸(新設) 3井
- ・径1.6m×20m深
- 揚水ポンプ
- 口径100×35m×18.5Kw×2台(内1台予備)
- 口径125×44m×30 Kw×4台(内2台予備)

② 送水施設

送水管 口径100%~300% 延長約11,900m

③ 配水施設

- ・TRINCHERA配水池(既設)

容量: 2,800m³

滞流時間：11.8時間

- San Antonio 配水池 (新設
既設)

容量合計：775 m³

滞流時間：13.5時間

- Nicolas De Pierola 配水池 (新設)

容量合計：1,375 m³

滞流時間：12.5時間

b) 維持管理

取水施設が一個所にまとまっているので、運転管理、施設管理は水源分離案に較べると省力化できる。水源の取水能力も既存井の実績から確実度が高い。

各配水池の滞流時間は約1.2時間(標準8~10時間)あり時間最大給水量に十分対応できる。しかし、地域的な停電があった場合は水源が一斉に停止するので停電に対する対応性は低い。

c) 経済性

本案による新設井戸3本のうち2本は SENAP によって既に位置が決定しているもので問題は無い。他の1本は民有地ではあるが、適用地はある。1井当りの取水量を大きく見込めるので井戸の本数は少なく済み、これに伴う建設費および維持管理費を節減できる。配水管は既設本管に十分な送水能力があり拡張の必要は認められない。

2) 水源を Don Bosco と Puente Caracol に分散した場合 (ケース II)

a) 施設の概要

本案は、新たに上水道給水区域として含まれる Nicolas De Pierola, San Antonio および San Miguel の一部地区を対象とする水源を同地区に近い位置に新設する代替案である。その取水~配水系統図を図4-3に示す。

主要施設の概要は次のとおりである。

① 取水施設

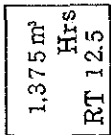
- 井戸 (新設) 4井

径 1.6 m × 2.0 m 深 × 1 井 …… Don Bosco

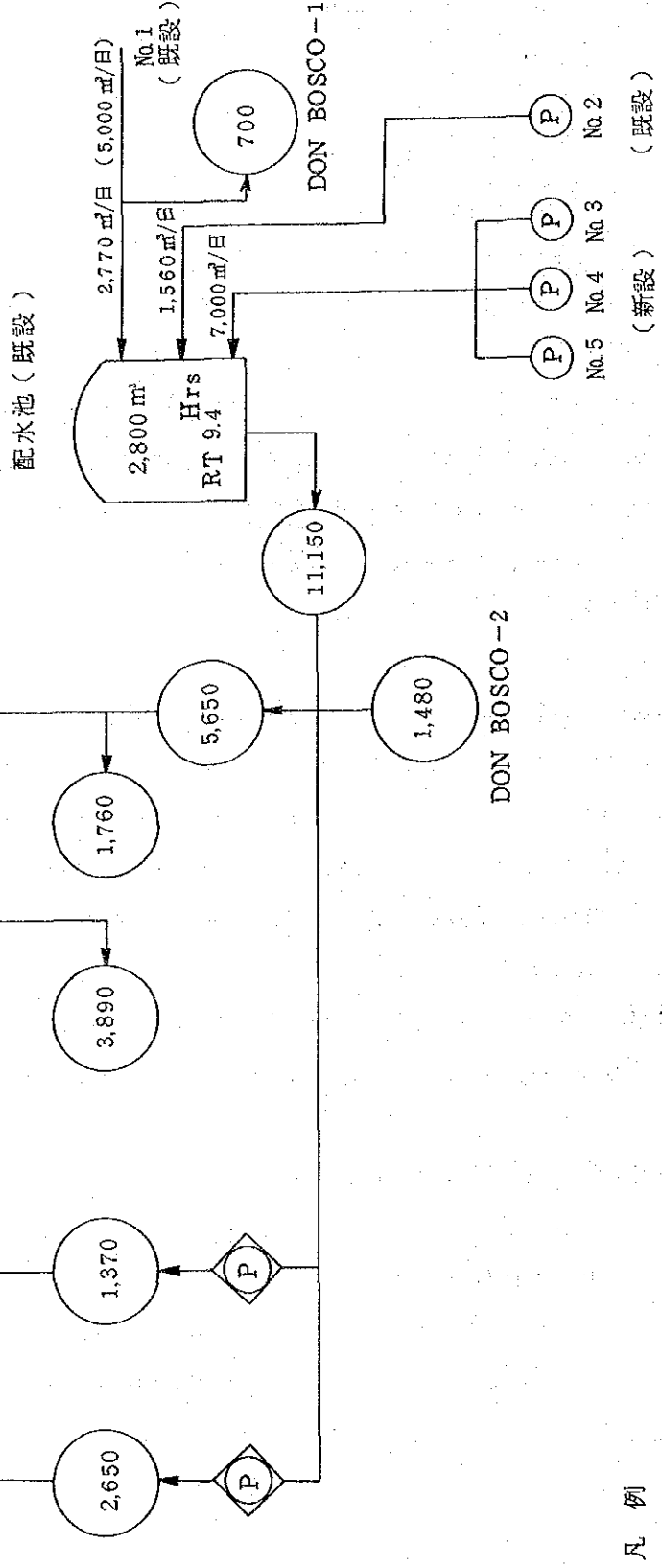
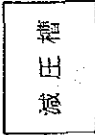
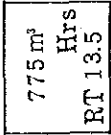
径 1.6 m × 2.0 m 深 × 3 井 …… Puente Caracol

NICOLASDE
PIEROLA

配水池



配水池



凡例



図 4 - 2 右岸系：取水～配水系統図（ケース I）

・揚水ポンプ

口径 100×44m×22Kw×2台(内1台予備)

” 100×90m×45Kw×6台(内3台予備)

② 送水施設

送水管 口径 200mm~300mm 延長約 11,300 m

③ 配水施設

・Trincheria 配水池(既設)

容 量 : 2,800 m³

滞流時間 : 12.3 時間

・San Antonio 配水池(新設)

容量合計 : 775 m³

滞流時間 : 11.6 時間

・Nicolas De Pierola 配水池(新設)

容量合計 : 1,375 m³

滞流時間 : 12.5 時間

b) 維持管理

取水施設が2箇所に分散するので、運転管理、施設管理は水源集合案に較べると省力化できない。両水源からの配水区域末端の配水管には連絡管及び制水弁を設け緊急時の相互融通ができるように設備するが、Nicolas から San Miguel 方面への送水は、ポンプ揚程に限度があるから高地への配水は期待出来ず、別に専用ポンプを必要とする。

c) 経済性

Puente Caracol 周辺での井戸の実績は、リマック川対岸 La Cantuta に市が管理する井戸があるだけで右岸の地下水に関するデータが乏しい。現地の地形状況からみて Don Bosco 程の期待が出来ず、井戸の本数は多くなるので、これに伴う建設費および維持管理費は高くなる。

また、Nicolas から San Miguel ポンプ加圧槽への送水ポンプを必要とするので、このための建設費および維持管理費は高くなる。

NICOLASDE
PIEROLA
配水池

SAN ANTONIO
配水池

配水池

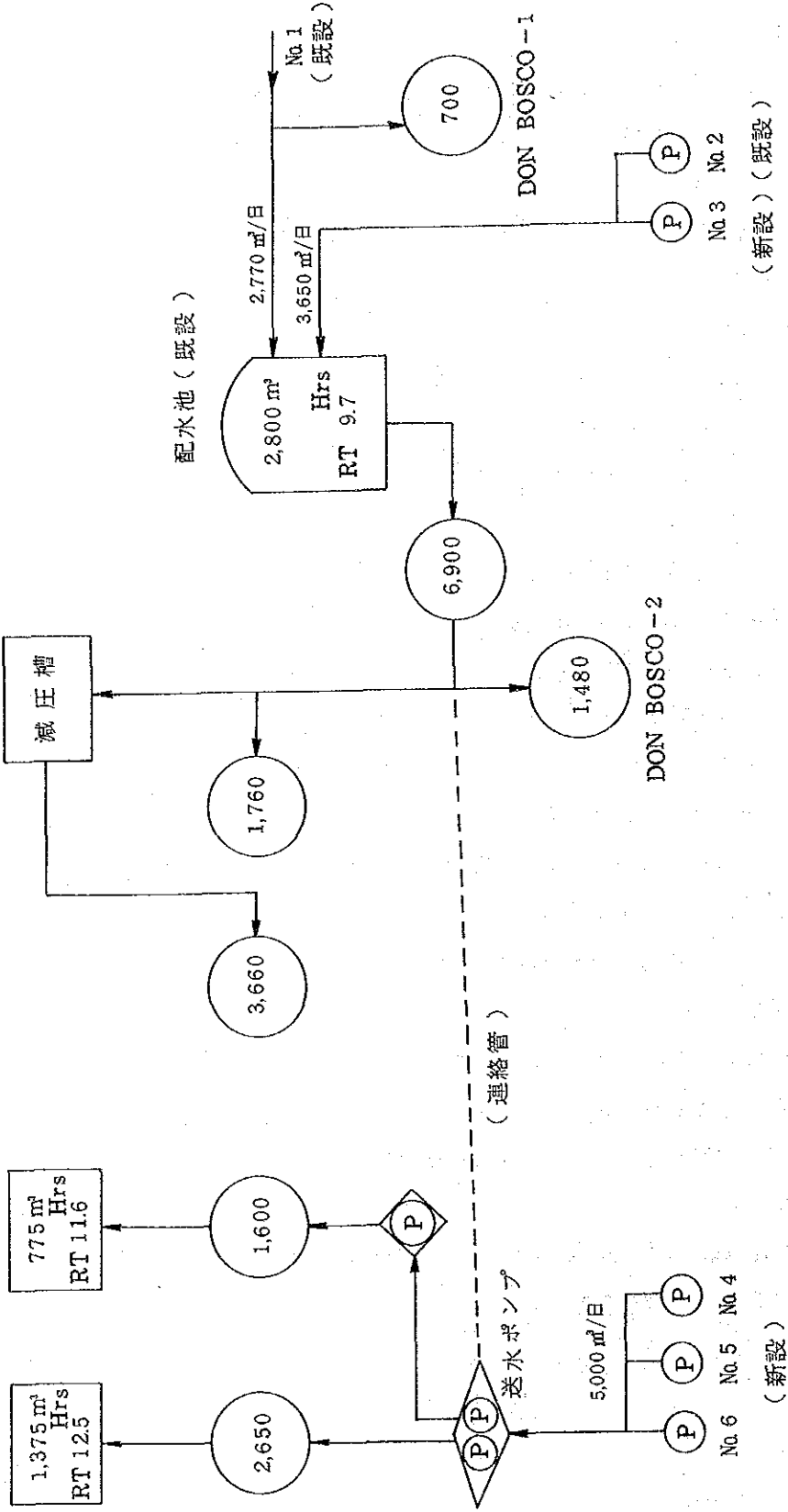


図4-3 右岸系：取水～配水系統図(ケースII)

3) 結 論

前述したケースⅠ，Ⅱの比較を基に両案についての評価を行うと表4-8のようにまとめられる。これらの比較より施設計画は水源をDon Bosco周辺にまとめる案（ケースⅠ）の採用を推奨する。

表4-8 水源位置による計画案の比較評価

分 類	比 較 項 目	ケースⅠ	ケースⅡ	備 考
施設計画	水源取水量の確実性	○	△	○無し △有り
	国道横断個所の有無	○	△	
	用地の確保の難易	○	△	
維持管理	取水施設管理点検個所の多少	○	△	
	部分停電時の融通性	△	○	
経 済 性	建 設 費	○	△	表4-9 参照
	維持管理費	○	△	

表 4-9 代替案による使用電力比較表

ケース I (水源を Don Bosco にまとめた場合)								ケース II (水源を Don Bosco と Puente Caracol に分散した場合)																					
NO	ポンプ名	Kw	台数	突働 Kw	計 算	Kwh/day		NO	ポンプ名	Kw	台数	突働 Kw	計 算	Kwh/day															
1	井戸ポンプNo1 (既設)	22	1	22	Kwh 22×20×0.8	352		1	井戸ポンプNo1 (既設)	22	1	22	Kwh 22×20×0.8	352															
2	" 2	18.5	2 (1)	18.5	18.5×20×0.8	296		2	" No2	18.5	2 (1)	18.5	18.5×20×0.8	296															
3	" No3,4	30	4 (2)	60	60×20×0.8	960		3	" No3,4,5	45	6 (3)	135	135×20×0.8	2,160															
4	サン・ミゲール 加圧ポンプNo1	0.75	2 (1)	0.75	0.75×20×0.8	12		4	ニコラス送水ポンプ	15	2 (1)	15	15×20×0.8	240															
5	サン・ミゲール 加圧ポンプNo2	18.5	2 (1)	18.5	18.5×20×0.8	296		5	サン・ミゲール 加圧ポンプNo1	2.2	2 (1)	2.2	2.2×20×0.8	35.2															
6	サン・アントニオ 加圧ポンプ	11	2 (1)	11	11×20×0.8	176		6	サン・ミゲール 加圧ポンプNo2	18.5	2 (1)	18.5	18.5×20×0.8	296															
7	ニコラス第1 加圧ポンプ	18.5	2 (1)	18.5	18.5×20×0.8	296		7	サン・アントニオ 加圧ポンプ	11	2 (1)	11	11×20×0.8	176															
8	ニコラス第2 加圧ポンプ	15	2 (1)	15	15×20×0.8	240		8	ニコラス第1 加圧ポンプ	18.5	2 (1)	18.5	18.5×20×0.8	296															
合 計							≒2,624	合 計							≒4,184														
年間動力費 = 2,624 Kw h / 日 × 365 日 × \$98.3 / Kw h ≒ \$94,000 × 10 ³															年間動力費 = 4,184 Kw h / 日 × 365 日 × \$98.3 / Kw h ≒ \$150,000 × 10 ³														

4-3-4 施設計画

(1) 水源施設

1) 調査地域の帯水層の状況

水源開発予定地のチョシーカ市は、両側を急峻な基盤岩山地にはさまれた巾0.5～0.8Kmの山間の平地である。平地地下には、周辺の山地やリマック川から給供された砂礫層が厚く堆積し、地下水はこれらの砂礫層の中に賦存する。

同周辺地域の降水量は年間100mm以下であることから、地下水のかん養源として降雨の地下浸透が占める割合は極めて小さいと考えられる。従って、地下水は上流域からの側方流動及び地域内でリマック川からの浸透によってかん養されると考えられる。

現地調査結果から、本地域の帯水層と地下水の状況についてまとめると次のことがいえる。

- a) リマック川のそばに設置された井戸の水位と周辺河川水位を比較するといずれも河川水位が高い。この状況から、チョシーカ市域では地下水がリマック川に流出することはないと考えられる。
- b) ドン・ボスコ、ラ・カントウータの井戸水位は周辺河川水位より1m前後低い程度である。この地域では、地下水がリマック川より直接かん養されている可能性がある。
- c) しかし、リマック川からのかん養がチョシーカ市全域で生じている訳ではない。地表の露頭を見る限り、砂礫層は泥質な部分が少なく、透水性は良好と思われる。しかし、カンツウータの井戸のように、河川に極めて近い井戸でも地下水位が低く、河川からのかん養がまったく考えられない地域もある。
- d) また、揚水停止後、井戸内に一定方向から水が流入する状況が見られる井戸もある。これらのことから、本地域の地下水は、帯水層の全断面を通じて一様に流動する層状水ではなく、いわゆる“みずみち”に沿って流動する裂力水的な性格が強いと考えられる。
- e) チョシーカ市の周辺地域まで含めて考えれば、もともと地下水が豊富な地域はポマテイクラの湧水を中心とするサンタウラリア川の下流部である。ポマテイクラの水源では地表からわずか2m前後の深さに埋設した集水管によって5,500m³/日の水量を得ている他、周辺の各所に湧水が見られる。また、サンタウラリア市街地から数Km上流にはカヤフンカ、ルクマセカなどの湧水が分布する。
- f) 履物工場の井戸はリマック川のそばに位置するが、井戸内への地下水流入状況からみて、上記のサンタウラリア方面からの側方流動によってかん養されているものと考えられる。
- g) 帯水層の水理学的な性質に関する既存の資料はないが、ドンボスコ井戸の揚水量及び水位の測定結果から、帯水層の透水性について次のように推定できる。
 - ① 揚水量1,560m³/日の時の静水位が3.7m、動水位が6.3mであるから、水位降下量1m当りの湧出量（比湧出量：Sc）は次のようになる。

$$Sc = \frac{1,560}{6.3-3.7} = 600 \text{ m}^3/\text{day}/\text{m}$$

② 比湧出量と透水量係数 (T) の間の経験的な関係式

$$T \doteq 1.22Sc$$

を適用すれば、

$$T \doteq 1.22 \times 600 \doteq 732 \text{ m}^2/\text{day}$$

③ 帯水層の飽和厚さ (m) を井底から静水位面と仮定すれば、透水係数 (k) は、

$$k = \frac{T}{m} = \frac{732}{30-3.7} = 27.8 \text{ m}/\text{day} = 1.93 \times 10^{-2} \text{ m}/\text{min}$$

この値は、砂礫層として一般的な値と考えることができる。

h) 今回の水源調査時点は、上流の降雨・隔雪の影響で河川流量が豊富な時期であった。それに伴ない調査地域の地下水についても豊水期であったものと考えられる。湧水期における井戸水位や集水埋渠の流量に関する情報は乏しいが、チョンカーナの井戸では豊水期と湧水期の井戸内水位に 4～5 m の水位差があるといわれている。水源計画では、時期による差も考慮し、安全側の構造を考える必要がある。

2) 井戸規模の設定

井戸の大きさおよび本数は、Don Bosco における既設井戸における揚水試験の結果に基づき以下により決定する。

図 4-4 に既設井戸の大きさと揚水試験結果 (揚水量並びに運転水位) を示す。この揚水試験結果より判断すれば、本計画における井戸の大きさは出来るだけ井戸の本数を少なくするために効率良い大口径の井戸にする必要がある。一方施工性を考慮して井戸口径を 1.6 m、井戸深度を 20 m (図 4-5 参照) と設定し、所要井戸の本数を次式により求める。

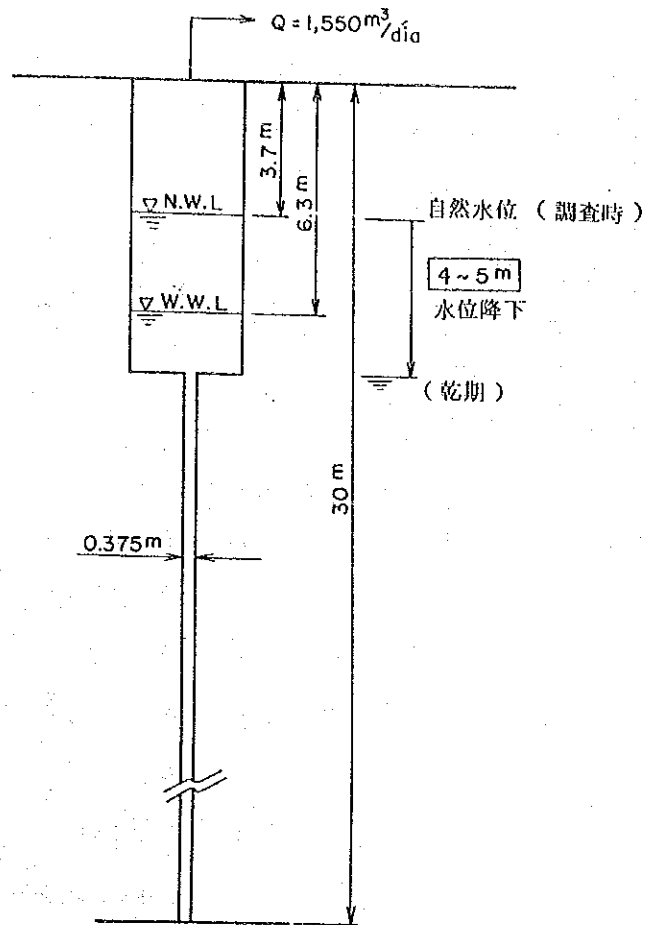


図 4 - 4 既設井戸の主要寸法と揚水試験結果

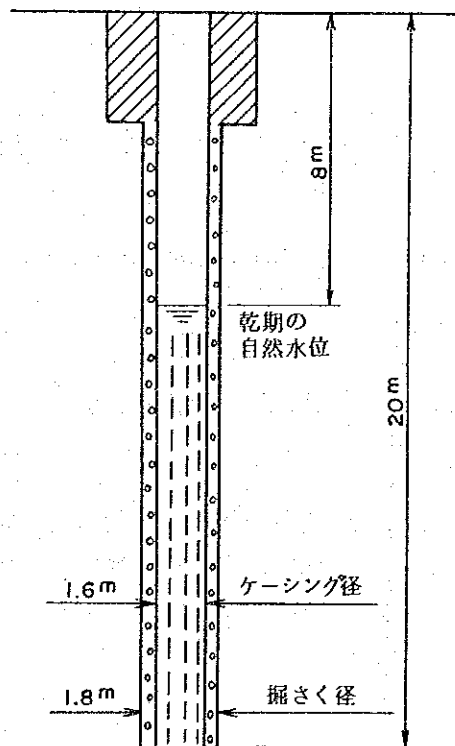
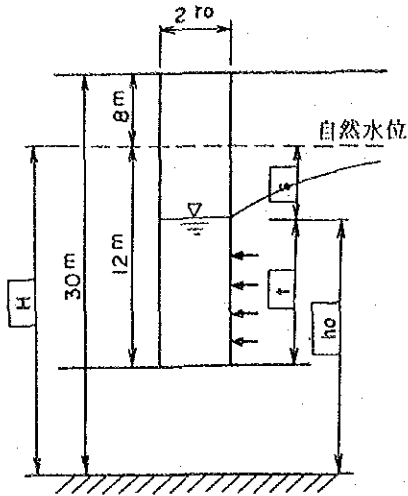


図 4 - 5 本計画における井戸の主要寸法図



公式

$$Q = \frac{\pi k (H^2 - h_0^2)}{2.3 \log \left(\frac{R}{r_0} \right)} \sqrt{\frac{t + 0.5 r_0}{h_0}} \sqrt{\frac{2h_0 - t}{h_0}}$$

ここで、

Q : 揚水量 (m³/分)

r₀ : 井戸の半径 (m) 0.8 mとする。

h₀ : 井戸の水深 (m)

H : 原地下水深 (m)

k : 透水係数 (m/分) 揚水試験結果より
1.93 × 10⁻² m/min
とする。

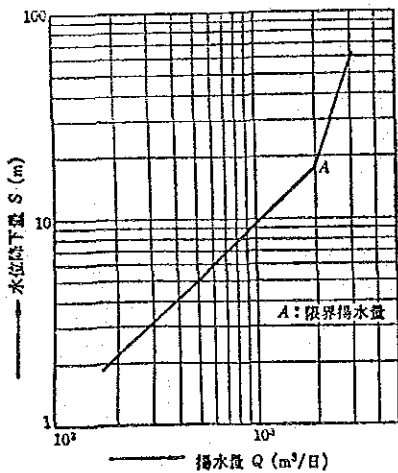
R : 影響半径 (m)

(多くの場合 500~1,000mとされている)

計画井戸において、水位降下を既設井の揚水試験時と同様 2.6 mとした場合の揚水量を求めると次のようになる。

$$Q = \frac{3.14 \times 1.93 \times 10^{-2} (22^2 - 19.4^2)}{2.3 \times \log \left(\frac{500}{0.8} \right)} \sqrt{\frac{9.4 + 0.5 \times 0.8}{19.4}} \sqrt{\frac{2 \times 19.4 - 9.4}{19.4}}$$

$$= 1.013 \times 0.711 \times 2.29 = 1.65 \text{ m}^3/\text{min} = 2,380 \text{ m}^3/\text{Day}$$



左図は、揚水量と水位降下を示す一般図である。

図中A点は、水位降下変曲点と呼ばれ、これ以上の揚水では水位降下が大きくなり、安定した連続揚水が困難である点を示す。一般に、井戸の設計ではこの限界揚水量の70%以下で計画する。

Don Bosco の井戸については、この限界変曲点を知るデータがないので、現在の水位降下(2.6 m)から更に1 mまでの水位降下を安定揚水位として、計画井戸における揚水量を求めると下記のようになる。

水位降下 (m)	揚水量理論値 (m ³ /日)
2.5	2,290
3.0	2,730
3.5	3,160

右岸系拡張所要水量 = (計画1日最大給水量) - (既設備揚水量) - (Don Bosco 地区盗水量)

$$= 11,850 \text{ m}^3/\text{日} - (2,770 + 1,560 + 700)$$

= 6,820 m³/日 今、運転稼働率を0.9(21.6時間/日)、水位降下3.0 mにおける揚水量2,730 m³/日によって運転するとすれば必要井戸本数は次のようになる。

$$\text{所要井戸本数} = \frac{6,820 \text{ m}^3/\text{日} \times \frac{1.0}{0.9}}{2,730 \text{ m}^3/\text{日} \cdot \text{井}} = 2.78 \text{ 本}$$

即ち3井を必要とする。

左岸系については、井戸計画に必要なk値の参考資料がなく、右岸系に比べて帯水条件は貧しいと想定されるので右岸系の1/2の値 $9.65 \times 10^{-3} \text{ m/min}$ とする。

<参考資料>

一般に水井戸として採用される帯水層のk値は下表に示す如くである。

<参考資料>各種の物質の透水係数(k) (水道施設設計指針)

	粘 土	シルト	微細砂	砂	中 砂	粗 砂	小砂利
d(mm)	0.00~0.01	0.01~0.05	0.05~0.10	0.10~0.25	0.25~0.50	0.50~1.0	1.0~5.0
k(cm/秒)	3×10^{-6}	4.5×10^{-4}	3.5×10^{-3}	1.6×10^{-2}	8.6×10^{-1}	3.4×10^{-1}	2.8

注) ヘーゼンの式からT=10℃として計算された自然土のk

わが国におけるちゅう積層、こう積層の平均のKは $1 \times 10^{-2} \text{ cm/秒}$ 、第三紀層の平均のkは $1 \times 10^{-3} \text{ cm/秒}$ である。

右岸系同様左岸系井戸揚水量を想定すると次のようになる。

水位降下 (m)	揚水量理論値 (m ³ /日)
2.5	1,140
3.0	1,360
3.5	1,580

左岸系所要水量は $3,150\text{m}^3/\text{日}$ である。従って、同様の条件により

$$\text{所要井戸本数} = \frac{3,150 \times \frac{1.0}{0.9}}{1,360} = 2.61 \text{ 本}$$

即ち、3本の井戸を必要とする。

(2) 配水池

わが国の「水道施設設計指針」によれば、配水池の有効容量は計画1日最大給水量の8～12時間分を標準としそれに消火用水を加算することを規定している。本計画では消火用水を含め計画1日最大給水量の12時間分（既設を含む）を目標として配水池容量を決定する。

右岸系

配水池所要容量概算を図4-2（P-4-12）に示す。

各地区の配水池容量詳細は次のとおりである。

① San Antonio ; Total	775 m ³	RT=13.5 時間
a) San Miguel 既設	150 m ³	
b) San Antonio 低区	325 "	
c) " 高区	300 "	
	合計 775 m ³	
② Nicolas ; Total	1,375 m ³	RT=12.5 時間
a) Nicolas 既設	125 "	
b) " 低区	720 "	
c) " 高区	530 "	
	合計 1,375 m ³	

左岸系

左岸系の取水～配水系統を図4-6に示す。

$$\text{配水池所要容量} = \text{計画日最大給水量} \times \frac{12}{24} = 3,165\text{m}^3/\text{日} \times \frac{12}{24} = 1,583\text{m}^3$$

よって、アンガッシュ配水池の容量は $1,500\text{m}^3$ とする。

(3) 送水ポンプ

送水ポンプは、時間最大給水量（1日最大給水量の2倍）を基にポンプ口径を決定する。

(4) 施設概要

1) 計画目標年次	1995年
2) 計画給水人口	73,840人

3) 計画給水量

1日最大給水量 15,000 m³/日

1日平均給水量 12,600 m³/日

4) 水源

地下水

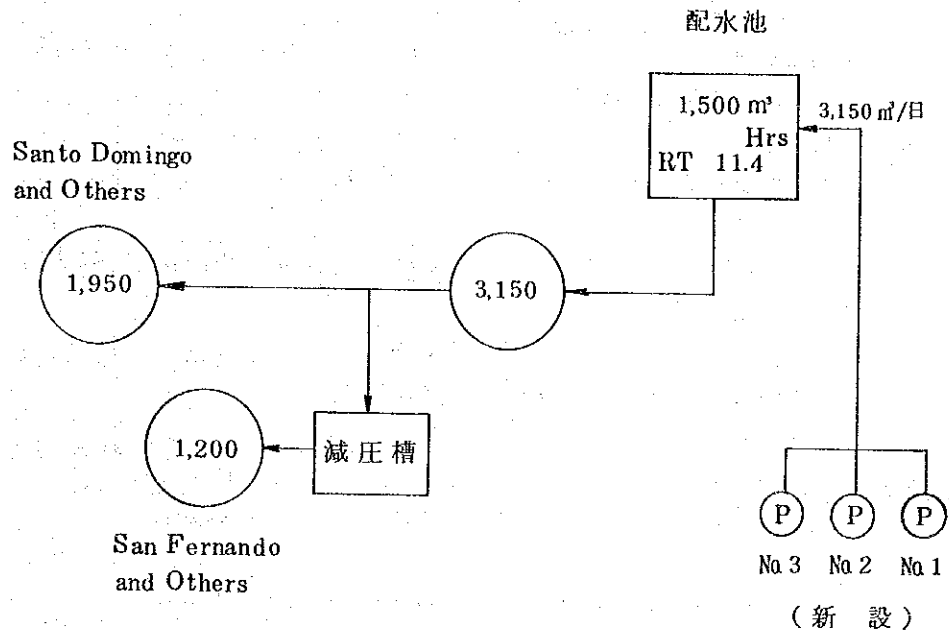
5) 給水方式

自然流下方式

但し、一部高区はポンプ加圧

6) 施設概要

主要施設の概要は表4-10に示すとおりである。



凡例



図4-6 左岸系：取水～配水系統図

表 4 - 1 上水道主要施設の概要一覧表

[右岸系]

施設の名称	構造寸法	施設数	場所	標高
集水埋渠	集水ます 幅 3m × 長 3m × 深 2m 集水埋渠 φ 200mm × 長 5~8m	1 基 既設		集水能力 5,000m ³ /日
取水施設	No 1 号井 径 (3m × 0.2m) × 深 30m 揚水ポンプ φ 125mm × 0.1m ³ /分 × 43 m × 0.15Kw)	1 井 既設 1 台 既設	Don Bosco	揚水量 1,560m ³ /日
	No 2 号井 径 1.6m × 深 20m 揚水ポンプ φ 125mm × 1.6m ³ /分 × 55 m × 2.2Kw	1 井 2 台 (予備 1 台)	Don Bosco	揚水量 2,000m ³ /日
	No 3 号井 , 4 号井 径 1.6m × 深 20m 揚水ポンプ φ 125mm × 1.8m ³ /分 × 55 m × 3.0Kw	2 井 4 台 (予備 2 台)	Don Bosco	揚水量 2,500m ³ /日・井
送水施設	送水管 φ 300mm	500m 既設	Don Bosco ~Trincherá	
	φ 200mm (鑄鉄管)	1,600m	Don Bosco ~Trincherá	
配水施設	Trincherá 配水池 容量 700m ³ × 1 池 2,100m ³ × 1 池	2 池 既設		HWL+919m LWL+914m 滞流時間 11.8時間
	Moyopanpa 調圧槽	1 池 既設		HWL+884.4m LWL+883.4m
	Moyo Panpa 調圧槽 2.5m × 6.2m × 2.85mH	1 池		HWL+884.4m LWL+883.4m
	San Miguel 配水池 容 量 150m ³	1 池 既設		HWL+885m LWL+883m
	San Miguel 低区加圧ポ ンプ φ 40 × 1.4m × 1.5Kw	2 台 (1 台予備)		

施設の名	構造寸法	施設数	場所	標高
配水施設	San Miguel 高圧加圧ポンプ φ100×78m×22Kw	2台 (内1台予備)		
	San Antonio 低区配水池 8m×12.4m×4.9mH 容量 325m ³	1池		HWL+938m LWL+934.6m
	San Antonio 高区配水池 7.8m×12.4m×4.9mH 容量 300m ³	1池		HWL+975m LWL+971.7m
	ペドリガルバンヨ 調圧槽 2.5m×3.7m×2.7mH 容量 10.5m ³	1池	ペドリカルバンヨ	HWL+857m LWL+855m
	Nicolas 加圧ポンプ井 5.5m×10.3m×2.6mH 容量	1池	Nicolas	HWL+849m LWL+847m
	Nicolas 第1加圧ポンプ φ125×50m×30Kw	2台 (内1台予備)	Nicolas	
	Nicolas 第1低区配水池 容量 125m ³	1池 既設	Nicolas	HWL+890m LWL+886m
	Nicolas 第2低区配水池 12m×17.6m×4.5mH 容量 720m ³	1池	Nicolas	HWL+890m LWL+886.4m
	Nicolas 第2加圧ポンプ φ80×68m×15Kw	2台 (内1台予備)	Nicolas	
	Nicolas 高区配水池 10m×16.4m×4.3mH 容量 530m ³	1池	Nicolas	HWL+938m LWL+934.6m

[左岸系]

施設の名称	構造寸法	施設数	場所	標高
集水施設	No 1 ~ 3号井 径 1.6 m × 深 20 m 揚水ポンプ φ 80 × 73.8 m × 18.5 kW × 4 台 φ 80 × 96.6 m × 30 kW × 2 台	3 井 6 台 (内 3 台予備)		
送水施設	送水管 φ 200 mm (鑄鉄管)	650 m	~ アンカッシュ	
配水施設	アンカッシュ配水池 1.6 m × 2.5.2 m × 4.85 mH 容量 1,500 m ³	1 池		HWL + 930 m LWL + 926.1 m
	配水池	1 池 既設		
	ガルシャ調圧槽 1.8 m × 4.4 m × 2.7 mH 容量 15 m ³ Santo Domingo 配水池	1 池 1 池 既設		Santo Domingo

4-3-5 基本設計図

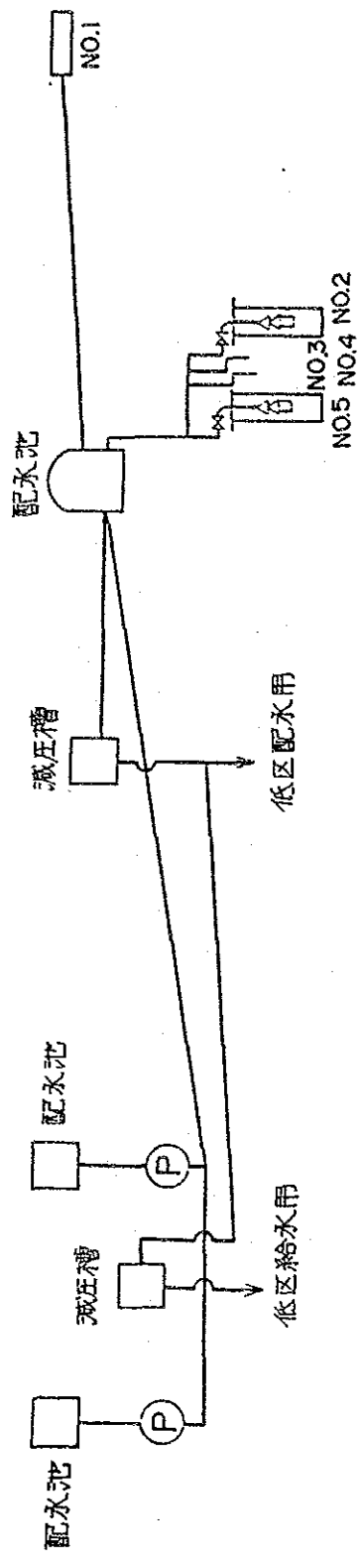
(1) 施設配置・系統図

- 1) 右岸系 図4-7 (代替案-1)
図4-8 (代替案-2)
- 2) 左岸系 図4-9

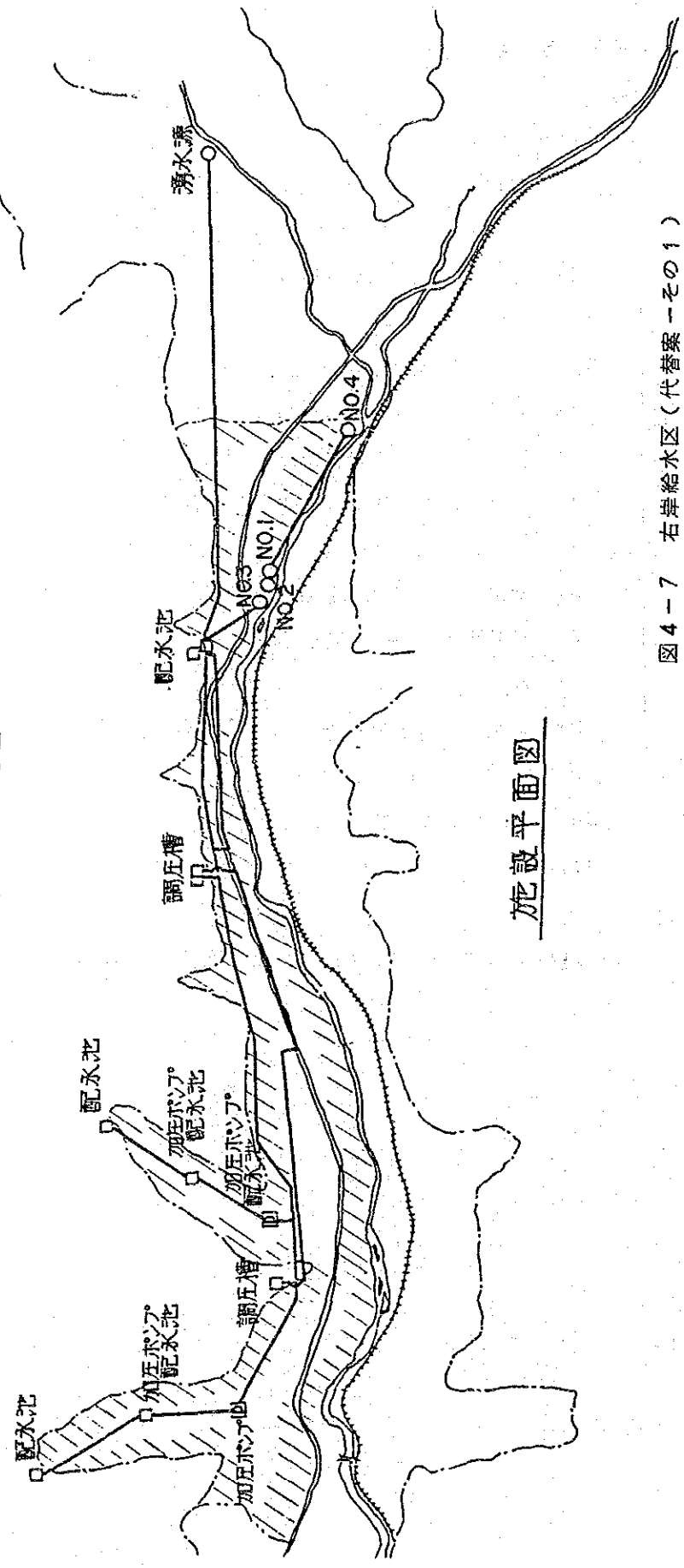
(2) 基本設計構造図

- 1) 井戸構造図 図4-10
- 2) モヨパンパ調圧槽構造図 図4-11
- 3) サンミガル加圧ポンプ場 構造図 図4-12
- 4) サンアントニオ低区配水池 //
- 5) サンアントニオ高区配水池 //
- 6) ペドリガルバジョ調圧槽 //
- 7) ニコラス加圧ポンプ場 //
- 8) ニコラス低区配水池 //
- 9) // 高区配水池 //
- 10) アンカツシュ配水池 //
- 11) ガルシャー調圧槽 //

(電気設備については、図4-32、図4-33参照のこと)

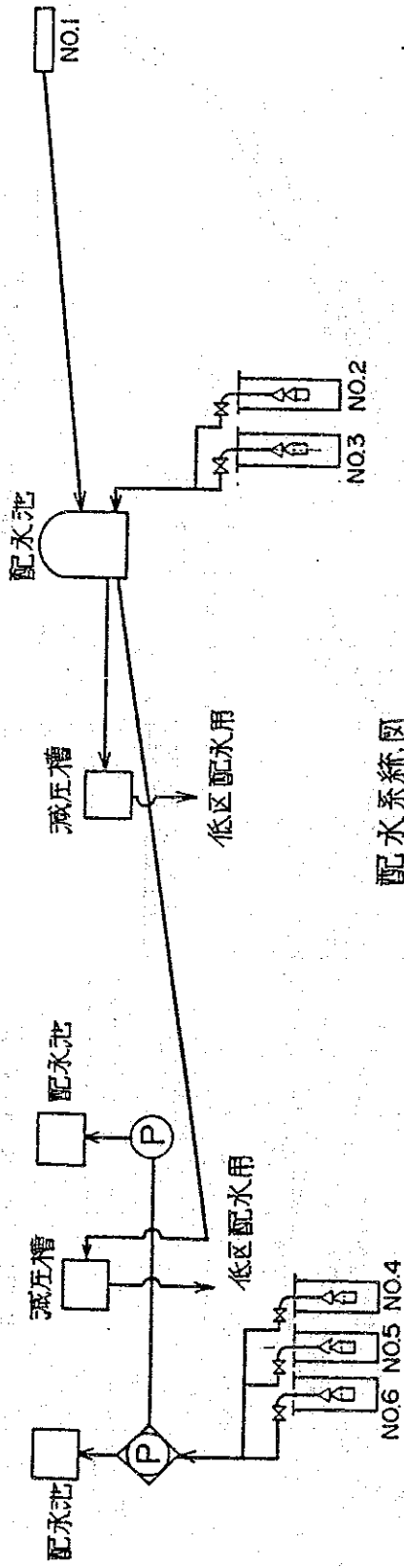


配水系統図

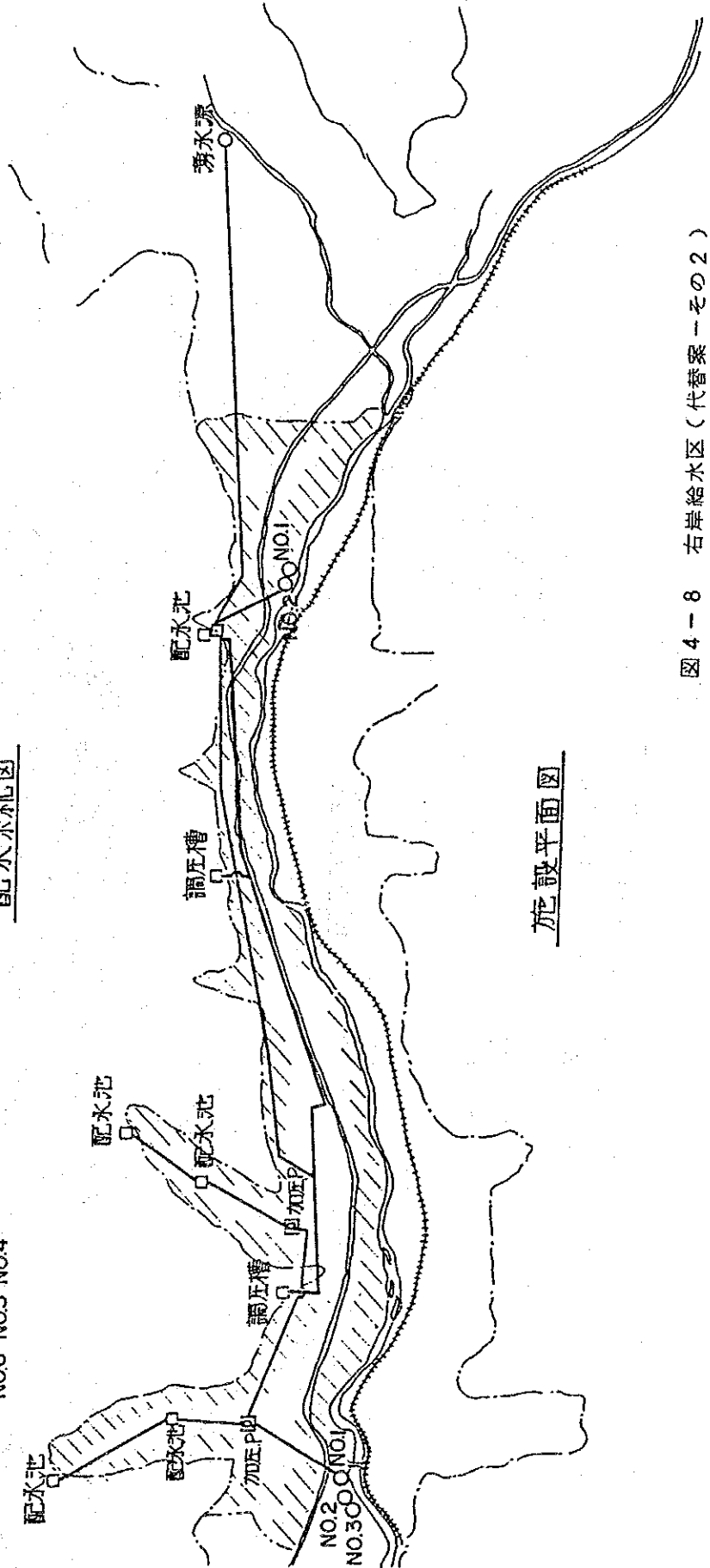


施設平面図

図4-7 右岸給水区(代替案-その1)

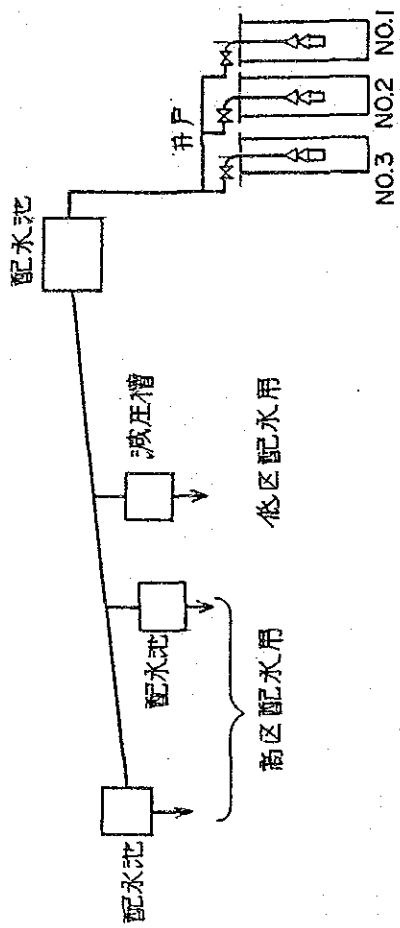


配水系統図

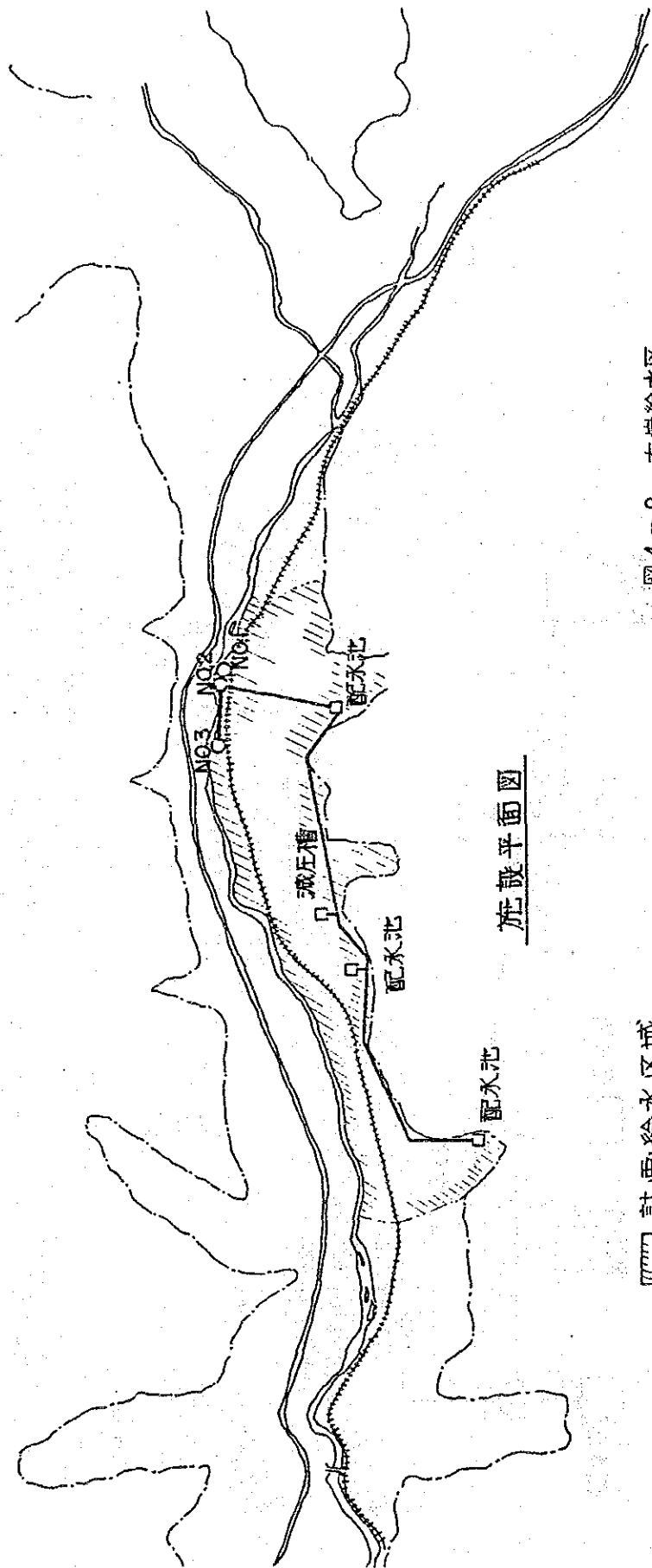


施設平面図

図 4-8 右岸給水区 (代替案-その2)



配水系統圖

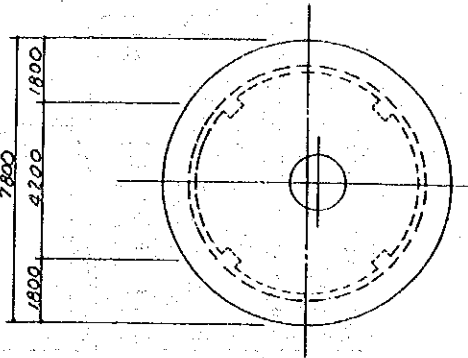


施設平面圖

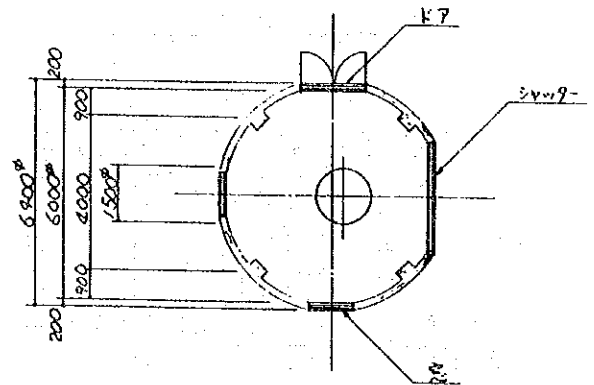
計画給水区域

図4-9 左岸給水区

平面图



平断面图



断面图

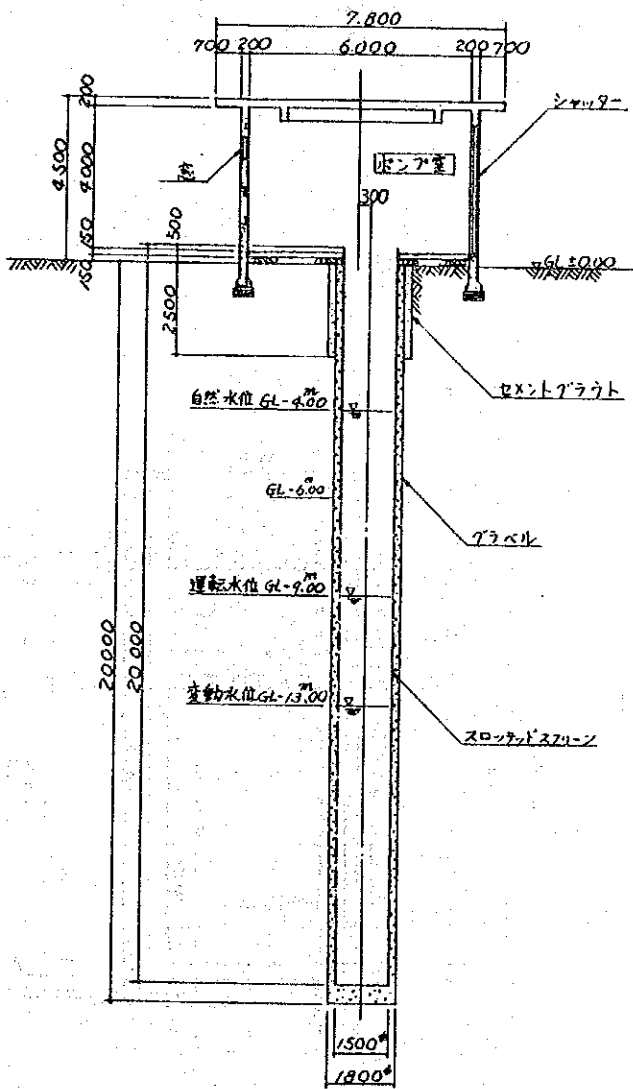
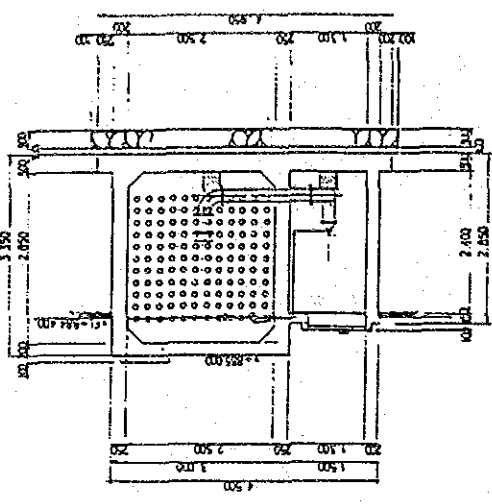
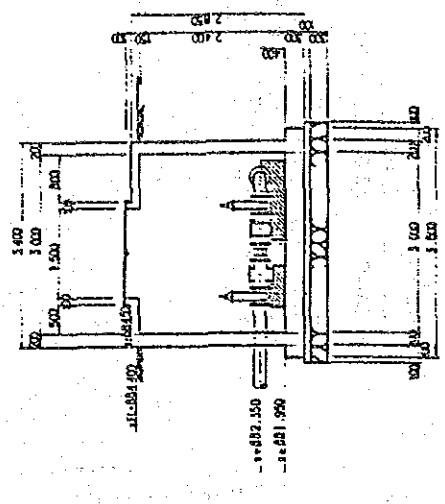


图 4-10 水源井構造图

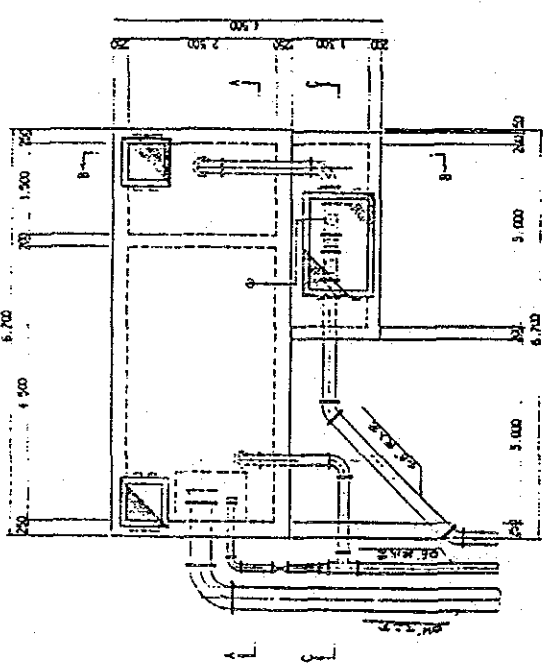
8-1 正面図



8-2 側面図



8-3 正面図



8-4 側面図

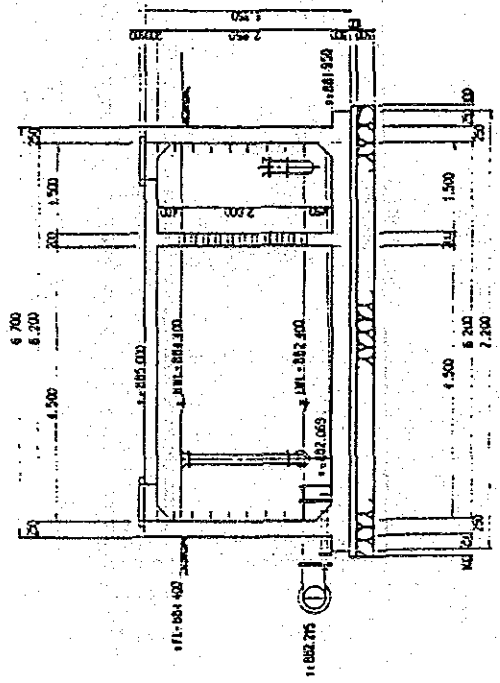
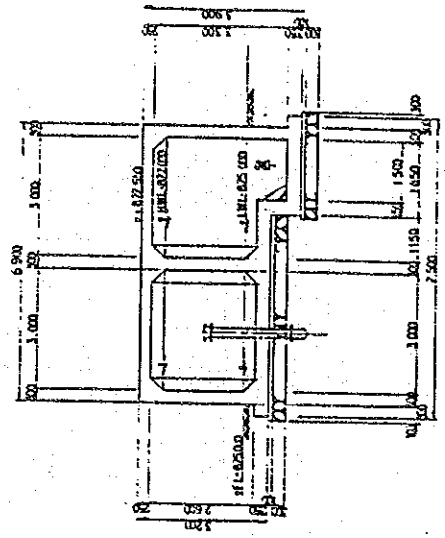
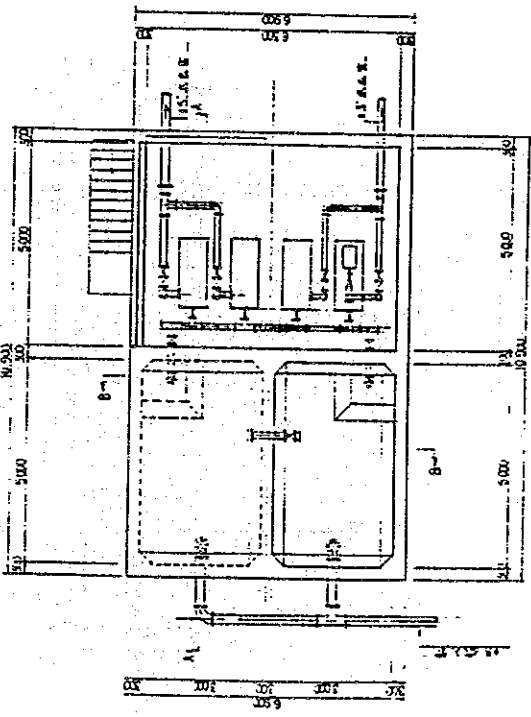


図 4-11 モヨパンバ調圧槽

平面図



平面図



平面図

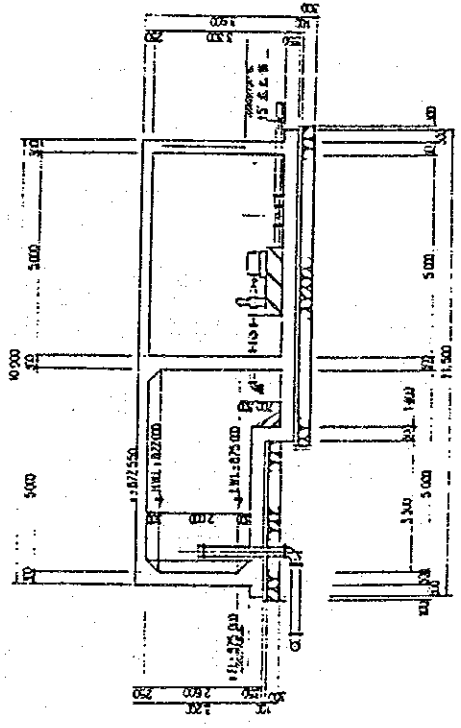
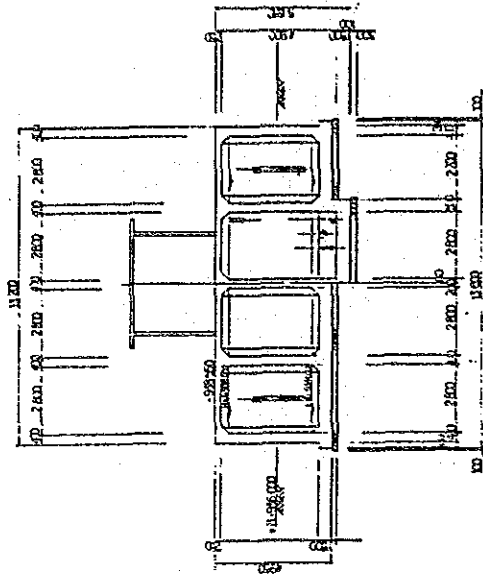
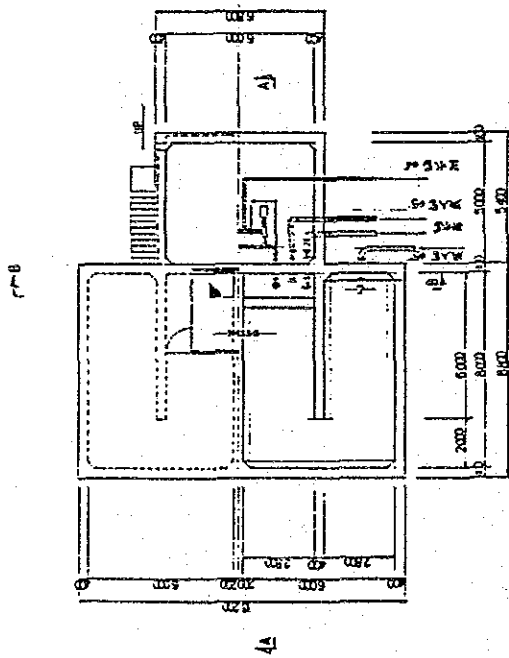


図4-12 サンミゲール加圧ポンプ場

B-B 断面図 1/50



A-A 断面図 1/50



A-A 断面図 1/50

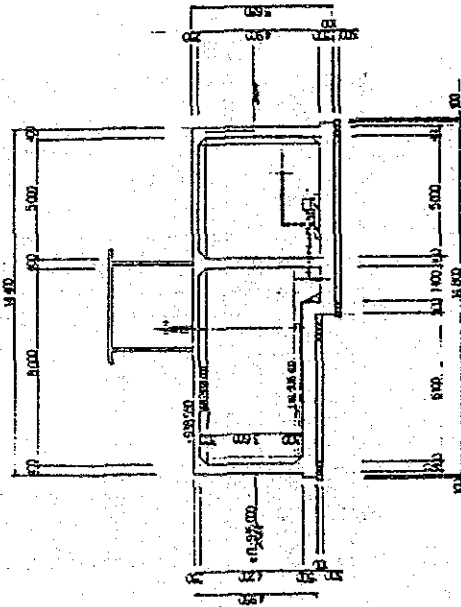
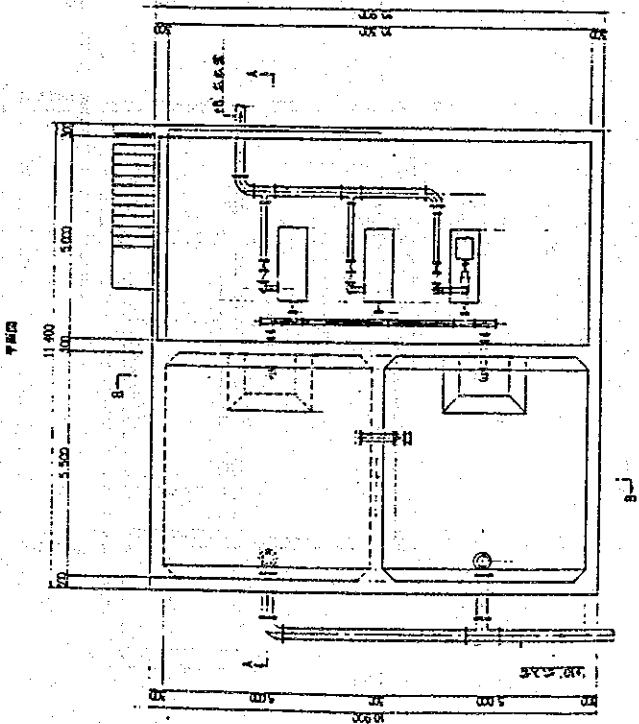
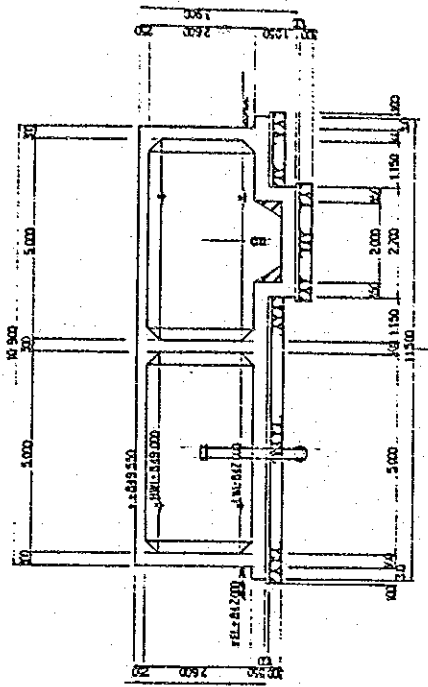


図 4-13 サンアントニオ低区配水池

8-5 別添



A-A 断面図

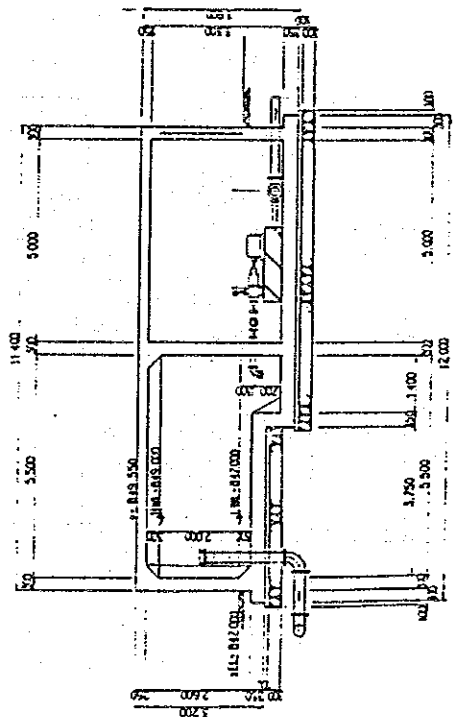
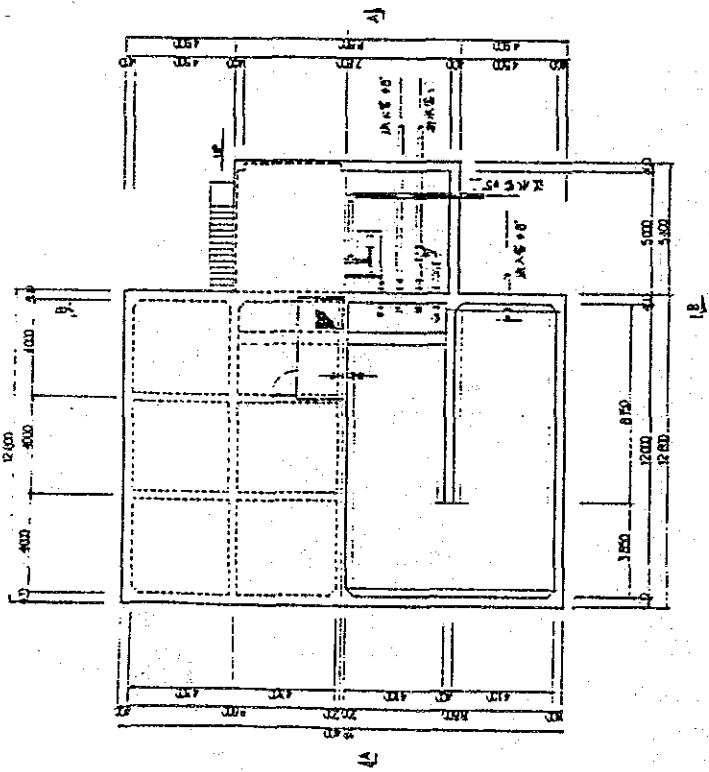
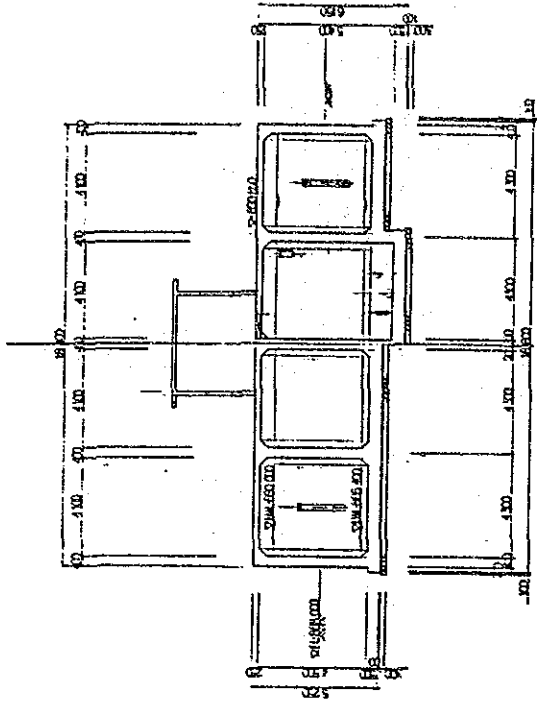


図4-16 サンニコラス第一加圧ポンプ所

平面図 - s/b



B-B断面図 - s/b



A-A断面図 - s/b

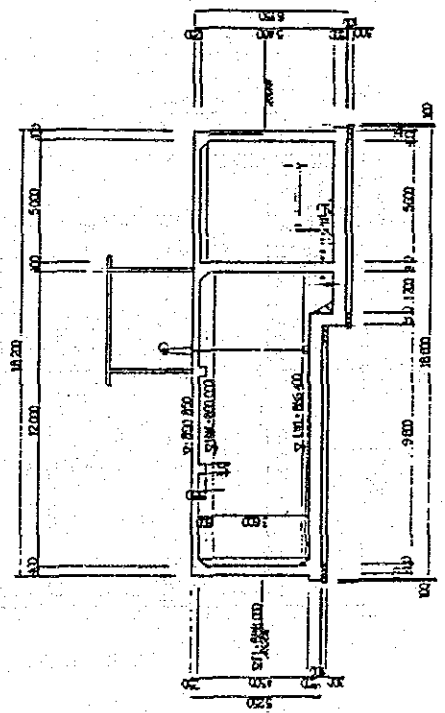
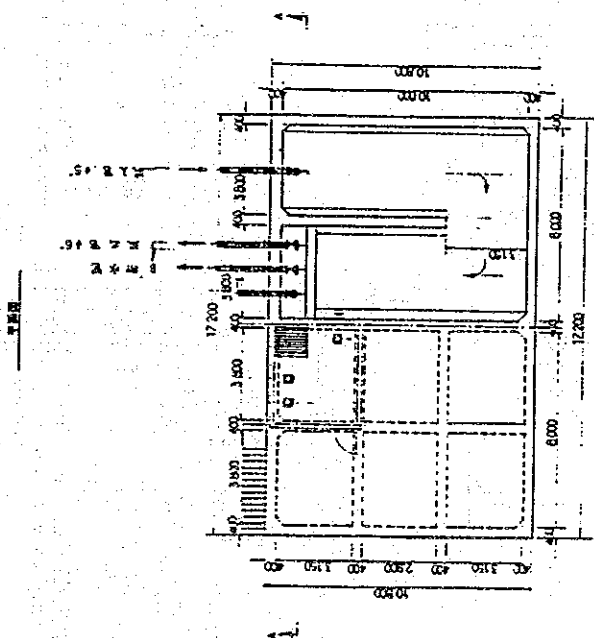
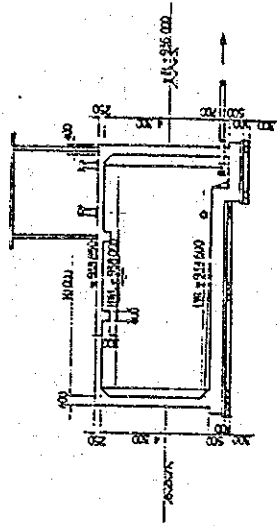


図4-17 サンニコラス低区配水場

8-8 断面



A-A 断面

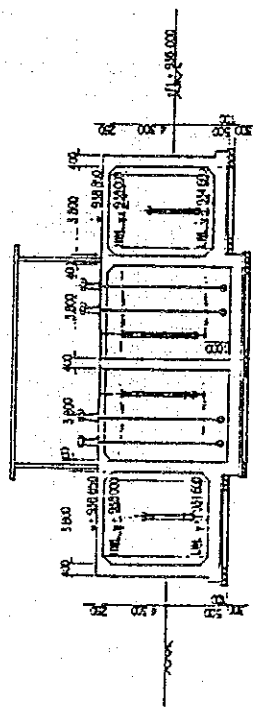
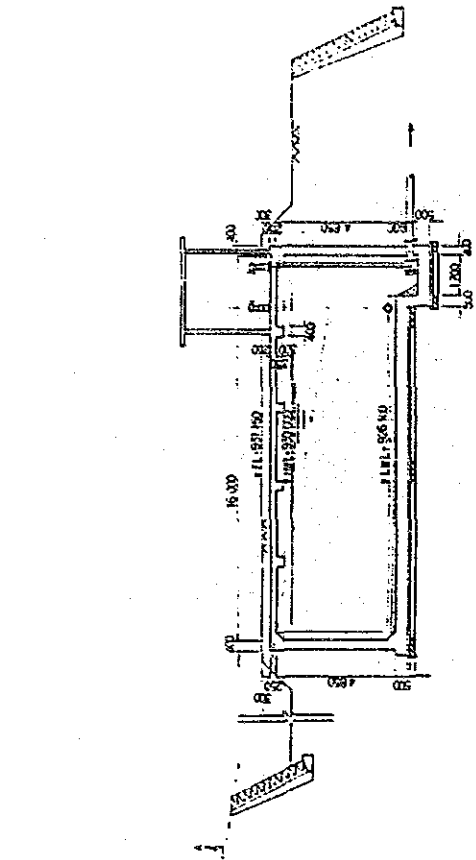
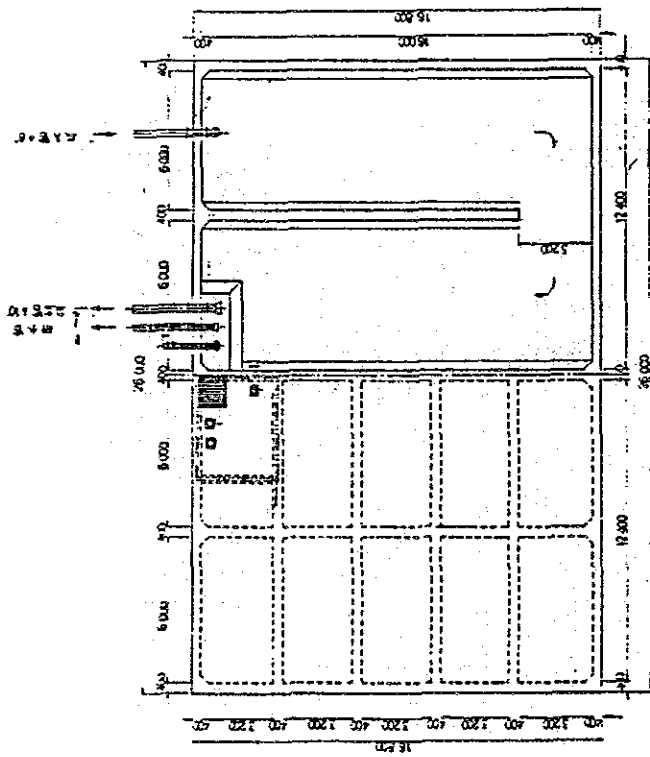


図4-18 サンニコラス高区配水池

A-A 断面



平面図



A-A 断面

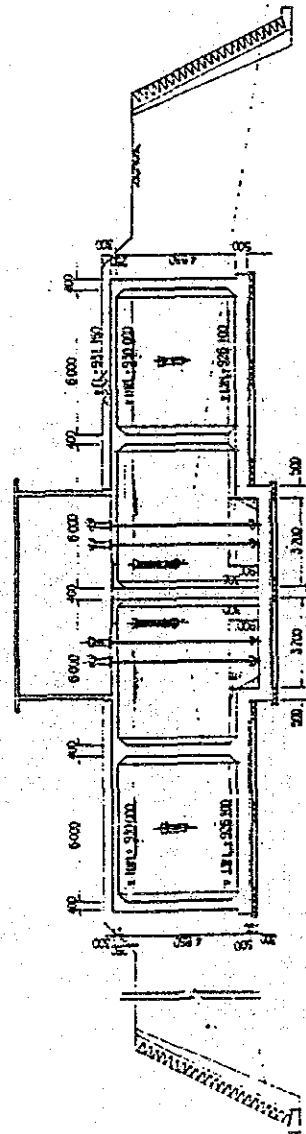
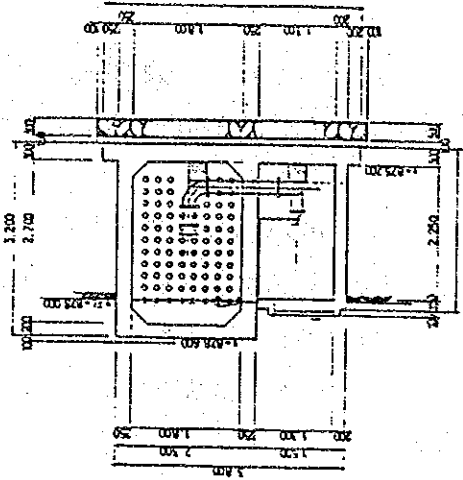
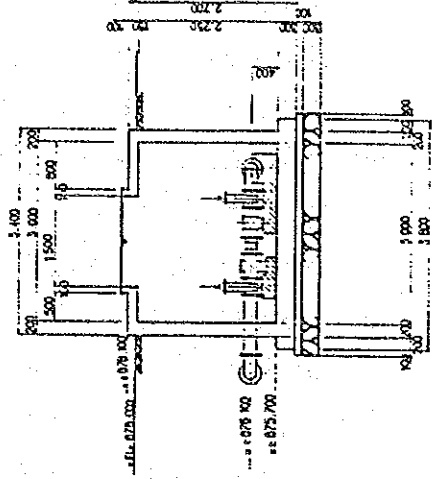


図4-19 アンカッシュ配水池

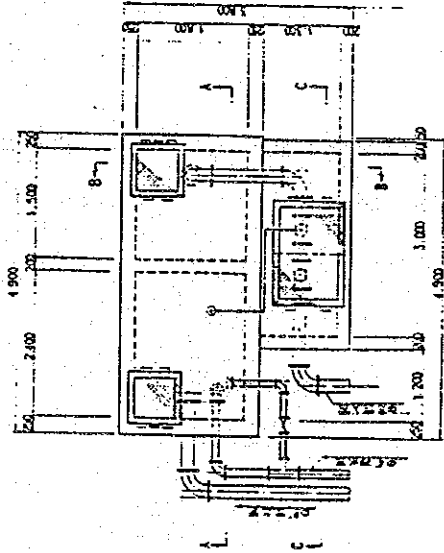
8-8 断面図



6-6 断面図



5-5 断面図



4-4 断面図

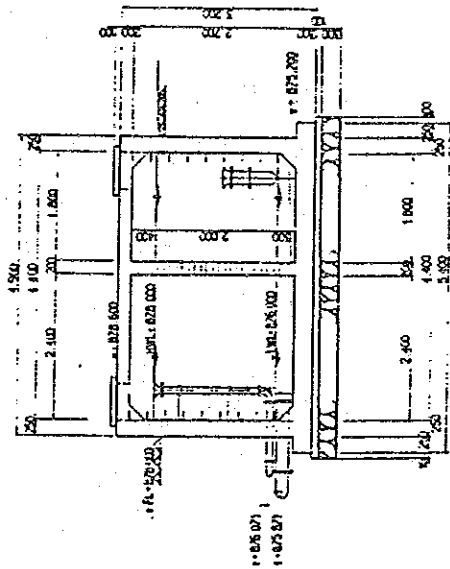


図4-20 ガルシヤ調圧機

4-4 下水道施設基本設計

4-4-1 基本方針

下水道施設の基本設計にあたり、基本方針を次のとおりとする。

- (1) リマック川の水質汚濁を早期に改善するため、効率的、かつ経済的な施設計画とする。
- (2) 計画処理区域をチョシーカ市およびチャクラカヨの両都市とし、両都市の既存の下水道施設が最大限に活用できるように計画する。
- (3) 下水処理場の位置は、現地調査の結果、チャクラカヨ、カラポンゴ地点とする。
- (4) 下水道施設の規模の決定にあたっては、下水道が都市における基幹的なインフラストラクチャーであることを考慮し、将来都市が拡張しても対応が可能ないように配慮する。
- (5) 下水処理場の規模については、先行投資を避けるため、段階的な建設が可能となるように計画する。

4-4-2 諸元の設定

(1) 計画目標年次

下水道計画の目標年次は1995年とする。

チョシーカ市の下水道整備率は50～99%（表3-20参照）、チャクラカヨの整備率が60～97%（表3-22）である。現在これらの下水がリマック川に直接放流され汚染源となっている。リマック川の水質汚濁防止が本プロジェクトの目的であり、短時間にこの事業を完成させることが急務であることから判断して、計画目標年次を1995年とする。

(2) 計画処理区域

計画処理区域は、図4-21に示すごとく、チョシーカ市およびチャクラカヨの市街地区、分譲住宅地区、既設のP.J地区そして将来市街化が予想される地区とする。表4-11に用途地域と計画処理面積を示す。

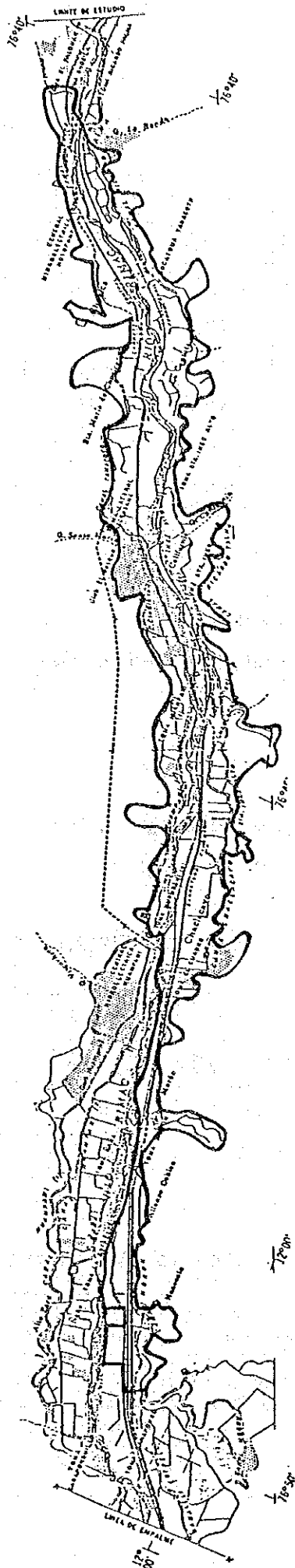


图 4-21 計畫处理区域图

表4-11 用途地域と計画処理面積

用途地域	都市名 項目		チャクラカヨ		備考
	チヨシーカ市		処理面積	%	
市街地域	98 ha	8	179 ha	30	
分譲住宅地域	495	38	285	47	
P.J 地域	200	15	121	20	
農地・公園地域	500	39	—	—	
工業地域	—	—	15	3	
計	1,293 ha		600 ha		

(3) 排除方式

排除方式は分流式とする。

計画対象地区の年間降水量は100mm以下と貧降雨地帯であるので、汚水の排除方式を分流式とする。

(4) 計画対象人口

表4-12に現在人口内訳、表4-13に飽和人口内訳、そして、表4-14に計画目標年次における人口内訳を示す。

表4-12 現在人口内訳(1984年)

地 域	チヨシーカ市		チャクラカヨ		計		備考
	人数	%	人数	%	人数	%	
ベエブロス ホベネス地区	35,910人	56%	10,395人	30%	46,305人	46%	
市街地区	28,650	44	25,192	70	53,842	54	
計	64,560人		35,587人		100,147人		

表4-13 飽和人口内訳(2010年)

地 域	チヨシーカ市		チャクラカヨ		計		備考
	人数	%	人数	%	人数	%	
ベエブロス ホベネス地区	55,370人	55%	15,770人	27%	71,140人	45%	
市街地区	46,030	45	42,640	73	88,670	55	
計	101,400人		58,410人		159,810人		

表4-14 計画目標年次人口内訳(1995年)

地 域	チョンシーカ市		チャクラカヨ		計
	%	人数	%	人数	
プエブロス ホベネス地区	55%	48,000人	28%	13,440人	61,440人
市街地区	45	40,000人	72	34,560人	74,560人
計		88,000人		48,000人	136,000人

(5) 計画下水量

下水道計画が対象とする汚水は、

一般家庭からの家庭汚水

工場排水(生物処理可能なもの)

畜舎排水

を対象とし、事務所や商店等の事業所からの営業汚水、その他の汚水は微少であるので本計画では無視する。

1) 家庭汚水量

家庭汚水量の算定には旧市街地と今後増々開発が予想されるプエブロ・ホーベン地区の2通りを考える。

旧市街地でも生活様式の非常に異なるクラブ及び別荘地は広大な敷地と芝生その他の植生を有し、水道消費量は1人1日当り1,000ℓ以上を記録しているが、その内生活污水として下水管きょに流入するものは一般住宅と同量と思われるのでここでは同一水量とみなす。尚、家庭汚水には次の水量も加算する。汚水以外に管渠の構造的な問題でやむを得ず流入してくるかんがい水や上水の漏水等が含まれる。これらの浸入量は管の継手及び施工法によって異なるが、経験的に1人1日最大汚水量の10~20%と言われており、当地区では20%を見込むことにする。

チョンシーカ市における水道使用計画(表4-5)は次のとおりである。

項 目	市街地区	プエブロス・ホベネス地区	
	各戸給水方式	各戸給水方式	共用水栓方式
一人一日平均使用水量(qo)	130ℓ	100ℓ	65ℓ

※ プエブロス・ホベネス地区にある共用水栓は将来、各戸給水方式に順次切り換わると思われるので、100ℓとする。

計画日平均汚水量は水道の日平均使用水量をもって算定する。

計画汚水量

計画汚水量 = 計画使用水量 + 不明水による浸入水

a) 日平均汚水量 (日平均使用水量とする)

市街地区域 130 ℓ/人/日

プエブロホーベン区域 100 ℓ/人/日

b) 日最大汚水量 (日平均汚水量の20%増とする)

市街地区域 $130 \times 1.2 \div 156 \text{ ℓ/人/日}$

プエブロホーベン区域 $100 \times 1.2 \div 120 \text{ \#}$

c) 時間最大汚水量 (日平均汚水量 $\times 2.1$ 倍とする)

市街地区域 $130 \times 2.1 \div 273 \text{ ℓ/人/日}$

プエブロホーベン区域 $100 \times 2.1 \div 210 \text{ \#}$

d) 不明水による浸入水 (日最大汚水量の20%とする)

市街地区域 $130 \times 1.2 \times 0.2 = 31 \text{ ℓ/人/日}$

プエブロホーベン区域 $100 \times 1.2 \times 0.2 = 24 \text{ \#}$

e) 計画汚水量は次の通りである。

	市街地区域	プエブロホーベン区域
日平均汚水量	$130 + 31 \div 160 \text{ ℓ/人/日}$	$100 + 24 \div 130 \text{ ℓ/人/日}$
日最大汚水量	$156 + 31 \div 190 \text{ ℓ/人/日}$	$120 + 24 \div 150 \text{ ℓ/人/日}$
時間最大汚水量	$273 + 31 \div 300 \text{ ℓ/人/日}$	$210 + 24 \div 230 \text{ ℓ/人/日}$

※ 2.1 倍の説明

	日平均汚水量	日最大汚水量	時間最大汚水量	備考
日本の基準	0.7~0.8	1	1.3~1.8	
	1	1.25~1.43	1.63~2.57	

$$\text{時間最大汚水量の平均値} = \frac{1.63 + 2.57}{2} = 2.1$$

を採用した。

2) 工場排水量

多量の工場排水を下水道施設に取り込むのは得策ではないが、リマック川の水質汚濁防止を早急に実現させるという観点から考え、生物処理で処理可能な工場排水を受け入れる方針とした。調査によると次のように工場があるが、ビール工場のみ処理する。

地 区	業 種	水量 (m ³ /日)	水質 (BOD)	備 考
チョンジーカ市	紙 工 場	4,000	150 ppm	
	靴 工 場	550	72	
チャクラカヨ	紙 工 場	4,500	125	
	テキスタイル工場	600	831	
	ビール工場	1,843	114	下水管に収容
	紙 工 場	3,200	98	

3) 畜舎排水

調査により畜舎排水として次の事業所がある。

地 区	事 業 所	水量 (m ³ /日)	水質 (BOD)	備 考
チョンジーカ	屠 殺 場	70	1,500 ppm	下水管に収容
	養 鶏 場	1,000	161	

屠殺場から血液混り排水を未処理のままリマック川へ排出しているが、美観上からとその排水量が微少であるので下水管に受け入れる方針とする。

4) 計画下水量

a) 全体計画

上記汚水量の集計は次表のとおりである。

表4-15 計画下水量(1995年)

(単位: m³/日)

		家庭汚水量		工場排水量	畜舎排水量	計	
計画一日平均汚水量	チヨシカ	P.J.	48,000人×0.13 m ³ /人/日	6,240	—	100	12,740
		u.r.b	40,000人×0.16 m ³ /人/日	6,400			
	チラヤカクヨ	P.J.	13,440×0.13	1,750	4,000	—	11,280
		u.r.b	34,560×0.16	5,530			
	計			19,920	4,000	100	24,000
計画一日最大汚水量	チヨシカ	P.J.	48,000×0.15	7,200	—	100	16,270
		u.r.b	40,000×0.19	8,970			
	チラヤカクヨ	P.J.	13,440×0.15	2,020	4,000	—	12,590
		u.r.b	34,560×0.19	6,570			
	計			24,760	4,000	100	28,860
計画時間最大汚水量	チヨシカ	P.J.	48,000×0.21	10,080	—	※2 (25 m ³ /時)	
		u.r.b	40,000×0.30	12,000			
	チラヤカクヨ	P.J.	13,440×0.21	2,820	※1 (980 m ³ /時)	—	
		u.r.b	34,560×0.30	10,370			
	計			35,270 (1,470 m ³ /時)	(980)	(25)	59,400 (2,475)

※1 1995年における排水量を4,000 m³/日とする。

$$\text{工場排水量} = 4,000 \times \frac{1}{8.2 \text{時間}} \times 2 \text{倍} = 980 \text{ m}^3/\text{時間}$$

※2 1995年における排水量を100 m³/日とする。

$$\text{畜舎排水量} = 100 \times 1/8 \times 2 \text{倍} = 25 \text{ m}^3/\text{時間}$$

b) 今回計画

i) 上水道使用水量より推計した家庭汚水量の現況と将来予測

① チョシーカ市水道の1人1日平均使用水量

Don Bosco, Santa Maria 及び La Cantuta の水道1人1日平均使用水量を推算すると次表の如くなる。

表4-16 チョシーカ市水道の1人1日平均使用水量推定

地 区	給水量 (m^3 /日)	有効率	使用水量 (m^3 /日)	給水人口 (人)	1人1日平均 使用水量(l /人日)
	(A)	(B)	(C)=(A)×(B)	(D)	(E)=(C)÷(D)× 10^3
Don Bosco	4,090 ^{※1}	0.65	2,660	27,675 ^{※2}	96
Santa Maria	1,400	0.65×0.5 0.33 ^{※3}	460	2,800	164
La Cantuta	420	0.65×0.9 0.59	245	1,850	133

※1 (Report P3-24より)

Filter Gallery : $2,770m^3$ /日 × 0.95 (有効率) = $2,630m^3$ /日

Well : $1,560 \times \frac{22.5 \text{ Hr}}{24}$ (ポンプ稼働率) = $1,460m^3$ /日

計 $4,090m^3$ /日

※2 (Report P3-14, 15より)

右岸	20,770人	} 合計 27,675人
左岸	5,170	
“ 共用水栓	$2,460 \times 1/2$	

※3 (Report P3-25より)

当地区水道の1人1日当り給水量は $0.42 \sim 0.64m^3$ /日と推定されるが、庭の散水、プール用水等に多量の水が使用されていると予想されるので、家事用水使用率を0.5とする。なお、配水中の漏水率を35%とする。

② 上水道給水量より推定したチョシーカ市の家庭汚水量

チョシーカ市の家庭汚水量を上水道の給水量を基に現在及び1990年について推定すれば表-2(次頁)のようになる。

ここで、1990年における新規の下水道拡張を、現在の下水道計画区域内人口の5%とした場合を Case 1. 20%とみた場合を Case 2 として試算してある。

表 4-17 上水道給水量より推定したチヨシカー市の家庭汚水量

区 域	1984 年における汚水量				現状で水道改善の場合			1990 年における汚水量		
	計画区域内 人口 (人)	1 人 1 日 汚水量 (ℓ/人日)	汚水量 (m ³ /日)	1 人 1 日 汚水量 (ℓ/人日)	1 人 1 日 汚水量 (ℓ/人日)	汚水量 (m ³ /日)	計画区域内 人口 (人)	1 人 1 日 汚水量 (ℓ/人日)	汚水量 (m ³ /日)	
	(F)	(G) = (F) × $\frac{160}{130}$ ※2	(H) = (F) × (G) × 10 ⁻³	(I)	(J) = (F) × (I) × 10 ⁻³	(K) = (F) × 7 ※4	(L) = (I)	(M) = (K) × (L) × 10 ⁻³		
DON BOSCO	13,225	96 × $\frac{160}{130}$ ※3 = 118	1,560	160	2,120	14,650	160	2,340		
SANTA MARIA	2,800	164 × $\frac{160}{130}$ = 200	560	200	560	3,050	200	610		
LA CANTUTA Y OSWALDO	1,525	133 × $\frac{160}{130}$ = 164	250	164	250	1,740	164	290		
LIMA SUR Y SUN MIGUAL	1,450	80 × $\frac{160}{130}$ = 98	140	160	230	2,710	160	430		
新規下水普及 Case1: Chosicana Case2: (Chosicana San Antonio)						980 4,320	160 160	160 690		
合 計	19,000		2,510		3,160	23,130 26,470		3,830 4,350		

※1：チャシーカ市における下水道使用推計人口

地 区	現在人口×使用率	下水道使用 推計人口
1) Moyopanpa	4,250 × 0.1 =	425人 (DON BOSCO 水道)
2) Zena Urbana	9,270 × 0.9 =	8,340 "
3) Liberted	1,100 × 0.8 =	880 "
4) 28 De Julic	500 × 0.5 =	250 "
5) Lima Sur Y Sus Transverales	1,500 × 0.8 =	1,200 "
6) Sun Migual	1,250 × 0.2 =	250 "
7) Santa Maria	2,800 × 1.0 =	2,800 (SANTA MARIA水道)
8) Pedregal Bajo	1,450 × 0.9 =	1,305 (DON BOSCO水道)
9) Sun Ferunando	2,250 × 0.9 =	2,025 "
10) Oswaldo Burgo	350 × 0.5 =	175 (LA CANTUTA水道)
11) La Cantuta	1,500 × 0.9 =	1,350 "
計		19,000人

※2：上記のうちDON BOSCO系水道より給水サービスを受けている人口は13,225人と推定する。

※3：水道の1人1日平均使用水量は130ℓ/日で、漏水等の無効水量を含め1人1日平均給水量は200ℓ/日である。

これに対し下水道設計の基準とする1人1日平均汚水量は160ℓ/日であるため、現在の汚水量原単位の推算(G)は

$$G = (\text{現在の1人1日平均使用水量}) \times \frac{\text{計画1人1日平均汚水量 (160)}}{\text{計画1人1日平均使用水量 (130)}}$$

※4：人口伸び率

③チャクラカヨの予想家庭汚水量

— 1984年次におけるチャクラカヨの予想家庭汚水量

(U. B 地区)

	人	m ³ /人・日	普及率	m ³ /日
Los Condroyes	2,520 × 0.16		× 0.5 =	202
El Abanico	13,340 × 0.16		× 0.7 =	1,494
Zarumilla	450 × 0.16		× 0.8 =	58
Niagara	540 × 0.16		× 0.8 =	69
計				1,823 m ³ /日

(P. J 地区)

無視した。

— 1990年次における予想家庭汚水量

1990年におけるチャクラカヨの人口増加及び普及人口(P3-21参照)

$$\frac{\text{飽和人口}}{\text{1990年人口}} = \frac{59,000 \text{人}}{42,000 \text{人}} = 1.40$$

(U.B地区)	人	普及率
Los Condros	$2,520 \times 1.3 \times 8/6 \times 1/1.40 \times 0.6 =$	1,872人
El Abanico	$13,340 \times 1.1 \times 7/5 \times 1/1.40 \times 0.9 =$	13,207
Zarumilla	$450 \times 1.1 \times 7/5 \times 1/1.40 \times 0.8 =$	396
Los Halcones (新規)	$900 \times 1.3 \times 7/5 \times 1/1.40 \times 0.3 =$	351
Niagara	$540 \times 1.3 \times 7/5 \times 1/1.40 \times 0.8 =$	561
Alfonso Coblan (新規)	$1,440 \times 1.1 \times 7/5 \times 1/1.40 \times 0.3 =$	475
La Floresta (新規)	$3,752 \times 1.2 \times 8/6 \times 1/1.40 \times 0.3 =$	1,286
計		18,148人

(P.J地区)

現況人口の10%程度とする。

$$10,395人 \times 0.1 = 1,040人$$

よって計画原単位に基づく予想家庭汚水量は

$$(U.B地区) \quad 18,148人 \times 0.16 \text{ m}^3/\text{人}\cdot\text{日} = 2,904 \text{ m}^3/\text{日}$$

$$(P.J地区) \quad 1,040人 \times 0.13 \text{ m}^3/\text{人}\cdot\text{日} = 135 \text{ m}^3/\text{日}$$

$$\text{計} \quad 3,039 \text{ m}^3/\text{日}$$

以上の上水給水量および計画1人1日平均汚水量に基づく日平均汚水量をまとめると、表4-18のようになる。

表4-18 現況(1984年)と1990年における汚水量の予測

(単位 m³/日)

	1984年	1990年	伸び率
チョシーカ市	2,510	Case.1 3,830 Case.2 4,350	Case.1 1.53 Case.2 1.73
チャクラカヨ	1,822	3,039	1.67
工場排水等	1,920	1,920	1.0
計	6,252	Case.1 8,789 Case.2 9,309	Case.1 1.41 Case.2 1.49

ii) 今回実施する処理場施設計画規模

処理場の今回計画処理能力は、下記理由により、1日平均汚水量12,000m³/日とする。

①本プロジェクトが実施された場合の施設完成は1987年末が予定される。

従って、表4-18に示す如く1990年における汚水量は約8,800~9,300 m³/日 が予想されるので、現在のペルー国の下水道建設事情等を勘案すれば、今回実施される施設は少なくとも9,000 m³/日以上処理能力を持つ施設が要求される。

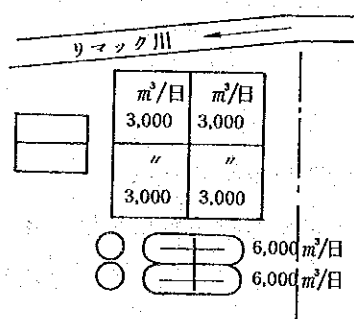
②チョンカー市及びチャクラカヨの市街地域における下水道の普及率は高く、下水道施設の整備状況も良好である。

これより、下水幹線の整備によって今後同地区の下水管まの拡張は予想以上に早くなる事が想定されることから、処理能力に余裕ある施設計画とする必要がある。

③下水処理場の施設規模は、流入汚水量に見合っ、段階的に建設することが投資効果が良くまた、効率良い運転コストで処理することが出来る。

従って、施設完成後の維持・管理を考慮すれば過大施設は必ずしも好ましいものではないが、(1)本計画で採用している曝気式ラグーンは、池内水位の調整又はエアレータの周期的な運転調節によって動力調整が可能であり、流入汚水量に見合った経済的な運転が出来ること、(2)建設予定用地の関係上基本設計では全体計画汚水量の1/2をオキシデーション・ディッチで配置計画を行っているが、運転コストの小さい曝気式ラグーンによる処理規模を出来るだけ大きくしておくことが、全体計画としても好ましい、(3)1池当り3,000 m³/日処理能力のラグーン4池のうち、3池のみを段階的建設とした場合、2系列直列運転が出来ない。

(全体計画配置図)



以上の理由により、今回実施する処理場施設規模は12,000 m³/日とする。

5) 処理水放流口と計画外水位

カラボンゴ下水処理場はリマック川に近接しており、現在地盤は標高+500~+508mである。リマック川の現在河床は+493m、本川の水位変動は激しく、流量も最大150 m³/sec から最少1.5 m³/sec迄変化する暴れ川である。一晩で1~2mの河床の洗掘、護岸の流失等恐ろしい破壊力を持つことから十分な護岸を計画しなければならない。又、吐出水位は、計画洪水位を考慮した計画水位とする。処理場附近の断面図と水位を次の様に決定する。