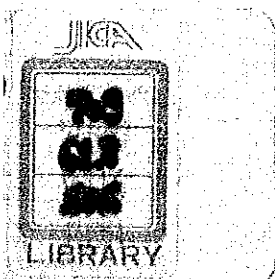


ペルー国ベンタニーリヤ
飲料水開発計画
事前調査報告書

昭和55年8月

国際協力事業団



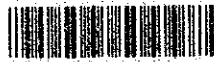
は し が き

日本国政府はペルー国政府の要請に応え、同国の生活用水供給にかかわる調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこれを実施することとなった。

今回の調査は、ペルー国における生活用水の供給に関する計画の概要、地下水開発の可能性、技術レベル、資機材調達の可能性を調査し、無償金協力の対象地域と協力の内容を検討した。

調査の実施にあたり、多大の御協力をいただいた、ペルー政府、在リマ日本大使館ならびに関係機関に対し御礼申し上げる次第である。

JICA LIBRARY



1035039[5]

国 際 協 力 事 業 団

理 事 中 澤 弼 仁

国際協力事業団	
受入 期 5848.29	709
登録No. 02294	618
	SDS

目 次

は し が き

第 1 章 総 論	1
1-1 プロジェクトの背景と経緯	1
1-2 調査団の構成	1
1-3 調査団の日程及び面会者リスト	2
1-4 調査結果の総括	3
1-5 プロジェクトへの提言	4
第 2 章 各 論	5
2-1 VENTANILLAの概要	5
2-2 VENTANILLAの自然条件	5
2-2-1 気 象	5
2-2-2 地 形	10
2-2-3 地 質	10
2-2-4 水利及び水埋地質	15
2-2-5 地下水水質	18
2-3 VENTANILLAの水道整備計画	18
2-3-1 経 過	18
2-3-2 施設整備の状況	20
2-3-3 施設整備計画	28
2-3-4 計画案に対する技術計画	32
2-3-5 概算工事費の見直し	58

第 1 章 総 論

1-1 プロジェクトの背景と経緯

本調査は、先年ペルー國の首都リマ市の衛生都市 VENTANILLA に住む地域住民の生活用水供給に対するペルー國からの無償援助要請を受けて、その要請背景及び現地の実情を把握するため、調査団派遣が決定され、事前調査を行うこととなった。

調査対象となった VENTANILLA は首都リマに隣接する CALLAO 市の北方 20 Km に位置し、都市化現象の進む首都リマの衛生都市として立脚させ、集中した都市人口を分散させる施策の一環として計画されたニュータウンで計画人口は 40,000 人となっている。このニュータウン市には、工業用地、商業用地、市役所、学校等の公共用地も含まれ、また、地区の北西数 Km の地点に計画される漁業基地に勤務する人々の居住地としての役割も考慮された転住近接の魅力ある都市機能を有すべく画策されたものである。

この都市は遠く 1961 年に立案されたもので、その後 1969 年に見直し作業が行われ現在に至っているが、何よりも地域住民への生活用水が極度に不足していて、その為都市計画に基づく都市の開発が思うように進展せず、既住人口も未だ 25,000 人程度でこれらの人々も日々生活水の確保に苦勞していて、一部にリマへの U ターン現象が生じている有様である。

このような現況下において、本地域への生活水の供給は都市計画の推進を早める上での起爆剤となりうるもので、商工業の発展を促し、住民の生活レベルを向上させる上で非常に重要な問題であり、かつ深刻な問題であることから、ペルー政府も放置できずわが國に対する援助要請に繋がったものと思われる。

1-2 調査団の構成

氏 名	担 当	所 属
美谷島 克彦	団 長	J I C A 社会開発協力部
小 西 泰次郎	技術総括	梶谷調査工事株式会社
小 川 敏彦	地質、水源	株式会社 協和コンサルタンツ
阪 口 亨	施設・工事	"

1-3 調査日程及び面会者リスト

調査日程

7 / 3 (木)	AM 7 : 0 0	L I M A 到着 (午前中休息)
	PM 1 : 0 0 ↓ 3 : 0 0	J I C A 岩浪所長, 館所員等との 意見交換
	4 : 0 0 ↓ 5 : 0 0	大使館表敬訪問 内田書記官との協議
	5 : 3 0 ↓ 7 : 0 0	J I C A ベルー事務所にて 7 / 4 日の 住宅建設省での合同会議に備え ての事前協議
7 / 4 (金)	AM 1 0 : 0 0 ↓ 1 2 : 0 0	ペルー政府 (住宅建設省) との合 同会議: VENTANILLA 市の計 画概要及び現況の問題点等の説明, 質疑応答, 必要資料の要求につ いて会議を持つ。
	PM 2 : 0 0 ↓ 5 : 0 0	VENTANILLA 市現地踏査, 既 存施設調査, Proposed Intake setc 踏査を行う。
7 / 5 (土)	AM 8 : 0 0 ↓ 1 0 : 3 0	L I M A 市内の浄水場 (処理規模 864,000m ³ /日) 見学
	PM 1 2 : 3 0 ↓ 5 : 3 0	VENTANILLA 市再訪問: 既設 水源のチェック, 既設導水管ルー トのチェック, 計画水源地域の再 踏査を行う
7 / 6 (日)	(休日)	ホテル内にて資料整理
7 / 7 (月)	[美谷島・小西] AM 9 : 0 0 ↓ PM 4 : 0 0	地質関係, 建設資材 etc. 資料収集 その後 ESAL に合流
	[小川・阪口] AM 9 : 0 0 ↓ 2 : 0 0 ↓ 6 : 0 0	団員の意見調整, 収集資料の整理 ESAL (LIMA 首都圏水導公社) 訪問: 総裁はじめ主要スタッフと 水道施設全般に対する技術的な会 議を持つ。
7 / 8 (火)	AM 9 : 0 0 ↓ 1 1 : 0 0	調査結果のまとめ 意見調整
	PM 2 : 0 0 ↓ 3 : 3 0	住宅建設省にて日・ペルー両側の 会議: 調整結果の概要説明, 今後 のスケジュール説明, Minute の 交換
7 / 9 (水)	(移動日)	L I M A → F I J I

面会者リスト

住宅建設省	次官
〃	公衆衛生局長
〃	公衆衛生局員
リマ上下水道公社 (ESAL)	総裁
〃	計画課長
農業省	水資源係長
漁業省	基盤整備係長
国立工科大学	教授

日本大使館	内田二等書記官
JICA	岩浪所長
(ペルー事務所)	館所員

1-4. 調査結果の総括

今回の事前調査は休日を含む6日間の短期間なものであったが、ペルー政府の良き協力を得て密度の濃い調査であった。これら現地調査及び国内作業の結果を要約し総括すれば以下の如くである。

- 1) VENTANILLAの生活用水の枯渇は深刻であり、住民はトラック輸送の売水に依る等々の手段で日々を過ごしている実情から、経済的負担はもちろんのこと公衆衛生上も放置できないことで、早急な対策とその実行が望まれる。
- 2) VENTANILLAには取水、導水(送水)、配水といった一連の水導施設の整備は不十分ではあるが一応整っているといえ、水さえあれば住民の生活環境は飛躍的に改常されると思われる。従ってその元凶は水源にあると断原できよう。現在の水源は VENTANILLAの北東約3 Km地点の ZAPALLALに求めているが、主力井戸2井のうち1井がポンプの故障が原因となって放置された状態になっていて、より一層水事情を悪くしている。また、近年附近の地下水位の低下が顕しく現在移動中の井戸も年々その揚水量を下げ、この水源地区を採来に対する VENTANILLAの水源として期待することは無理であり、他にその活路を見出す必要がある。
- 3) 新期水源地域としては、CHILLON川右岸の深層地下水にその水源を求め、1井当り揚水量50 l / 秒の深井戸6井を設置する計画案が本調査期間中に提示されたが、調査団員の行った水源地域に対する Preliminary Study の結果は、この揚水量に疑問を投げかけ、取水地点をCHILLON川に近づけてもその揚水量は30~40 l / 秒程度で考

えた方が妥当であると提言し、再調査によるより明確な水量把握と取水地点選定の必要性を指摘している。

- 4) 既存施設のうち、取水施設以外のものは現在の水需要に何とか対応できうぬものと判断するが、水手立が為されればVENTANILLAは再起し、人口も急激に増加するという情報もあるので、将来の水需要を勘案した。施設容量の見直しもこの際必要であろうESAL(リマ上下水道公社)からの提出資料によれば、新規水源地域からの送水計画更には配水地の増設計画を目論んでいるが、これらは漁業省の漁業基地への送水計画を参考にしたもので、自ら積上げた資料を基に計画されたものではない。

それ故、送水方式、施設容量等に改善の余地が見出され、再調査による施設計画の実現が望まれよう。

これらの結果から、VENTANILLAの水不足解消の決め手は、水源開発であり、その水を既存施設に連絡する送水施設の設置を含めて、最も優先されなければならない事柄であり、引続いて将来の水需要に対応する施設整備(貯水槽、配水管等)を実施すべきであろう。

1-5. プロジェクトに対する提言

- 1) 本計画は水源問題、施設計画面で不明確な部分が多いので再度の調査団派遣を提言する。

調査期間 : 現地 6～8週間

国内 6週間

調査人員 : 総括 1名

水文地質 1名

水道計画 1名

工事、資材 1名

- 2) 再調査を実施するに当ってはVENTANILLAの水不足の実情に鑑み、先ず既住の人々の生活改善を第1とする計画実施のステージングを考えるべきであり、必要に応じEMERGENCY PLANの作成も必要かと思われる。
- 3) 井戸の掘削技術及び施設の運転管理技術を習得するための研修生を招へいする必要がある。
- 4) ボーリング機械が不足していることから、地下水調査が遅々としているため、本計画を実現させるに当っては、ボーリング機械の供与を含めて考えるべきである。

第 2 章 各 論

2-1 VENTANILLAの概要

VENTANILLAは、Peru国の首都Limaおよびそれに隣接するCallaoの北方約2.0~3.0 Kmにあり、その位置は南緯 $11^{\circ}51'20''$ 、西経 $77^{\circ}4'25'' \sim 77^{\circ}12'$ にあり、南北に風そ6 Km、東西に風そ1.5 Km、面積は約9.0 Km²である。(図2-1)

VENTANILLAは、1961年1月27日までは、PUENTO PIEDRA地区に属していたが、現在はCALLAO県に属している。

スペイン語で“VENTANILLA”とは小窓(壁の小さい穴)を意味し、これはCerro Salliuasから続いている海賊の宝探しに由来するといわれ、今日でも尚海に臨んだ場所に、穴のあいた岩1個と、洞穴3個がある。そこでこの海岸を“VENTANILLA”と名付けた。

VENTANILLAにLimaおよびCallaoから通ずる道は2つある。一つは海岸に沿う道路、いま一つはCARRETERA PANAMERICANA(パンアメリカンハイウェイ・以下ハイウェイと略す)から入る道路でこの両道は、Hda. San Martin付近で交っている。(図2-1参照)

海岸に沿う道路は、リマ市内を東西に流れ、Callao市で海に注ぐRimac川を、河口から約1.5 Km上流で渡り、国際空港の西側を通り、海岸からは500~800 m東側を走り上してChillon川を渡る。

この両河川の間隔は凡そ10.1 Kmである。Chillon川を過ぎてからは、Senal Cerro Chillon(5345.6 m)の西側山裾を通り、Chillon川より約7 KmほどでVENTANILLA市街地に達する。この道路は、VENTANILLA市街地に入ってから道を北東に転じ、Hda. San Martin付近において、ハイウェイに直交している。

南アメリカの太平洋岸を走るハイウェイは、VENTANILLA北方にあるAncón市から道を南東方向に転じ、Chillon川右岸の平地に出て、平野の西方を限る山裾、則ち、Senal Vela(4267.8 m)および前述のSenal Cerro Chillonの両山塊に沿って南下し、Lima市の旧市街地へと通じている。

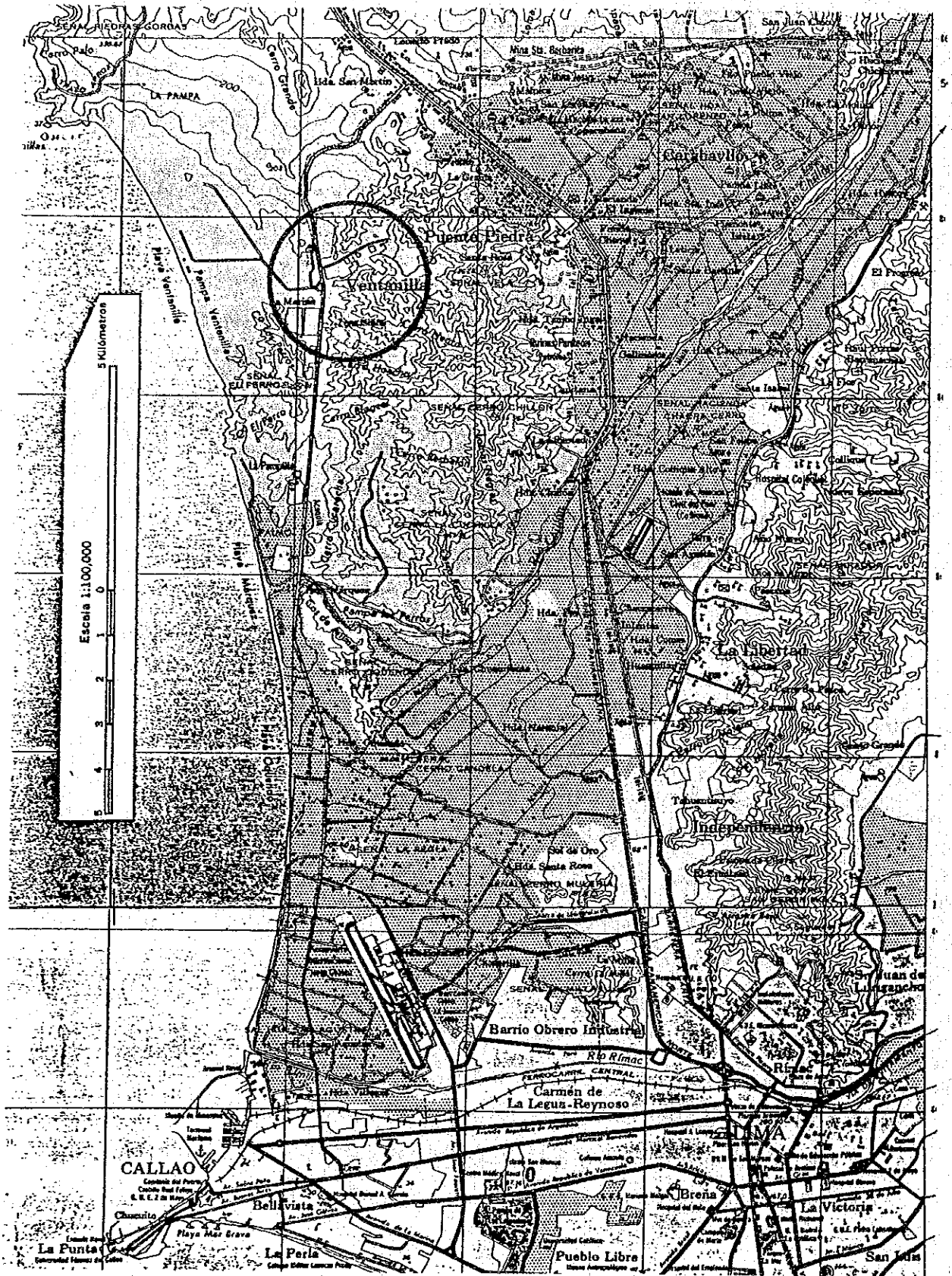
2-2 VENTANILLAの自然条件

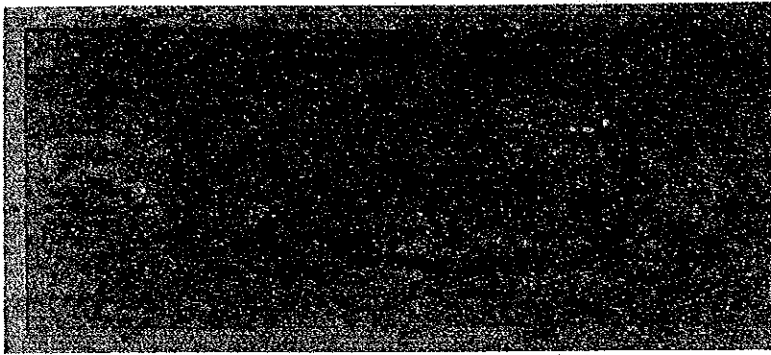
2-2-1 気 象

VENTANILLAは、南緯 $11^{\circ} \sim 12^{\circ}$ にあり亜熱帯地域に属しているが、気候は雨が極度に少なく、また気温は高くなく暖和な気候を呈している。

この地方の気象条件を制約するものは、ペルー海流(フンボルト海流)と呼ばれる寒流と、太平洋に迫って走る標高6,000 mをこえるアンデス山脈である。

図 2 - 1 VENTANILLA の位置





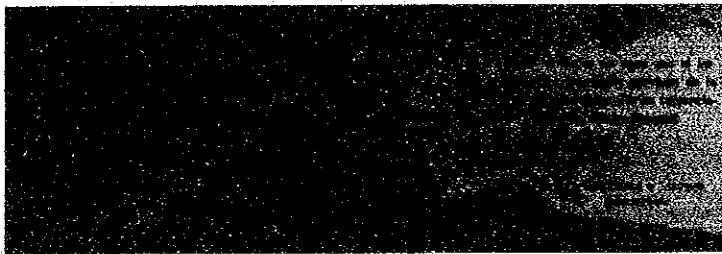
環太平洋の潮流の大観を左図に示す。

すなわち、太西洋側からの風はアンデス山脈により、その東側は多雨地帯となり、その西側は乾燥地帯となるのである。

この状態を下図に示す。

西側乾燥地帯

東側多雨地帯



気象に関する情報は、CALLAO市の北、Rimac川右岸河口に近いところにある国際空港「Jorge Chávez」に近いところで観測されている。

2-2-1-1 降水

降水に関しては、最近15年間(1960~1975)の降雨日数は348日、総降水量は122.7mmで、年平均8.2mmで、雨はほとんど無いといっても差支ない程の降水量である。また季節変動は、夏に較べて、冬季(6,7,8,9月)は、降水日数、降水量とも若干多い。表2-1に降水表を示す。

表2-1 PRECIPITACION PLUVIAL 降水

1960-1975

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
1 日降水量	16	10	12	2	19	44	55	82	67	24	8	9	348
最大	8.2	1.2	1.9	0.3	0.9	2.3	5.0	5.5	0.7	0.9	0.1	1.3	
最小	0.83	0.23	0.29	0.04	0.22	0.40	0.72	0.86	0.27	0.18	0.03	0.27	
平均	1.69	4.70	6.90	6.60	4.90	1.44	2.05	2.93	1.49	4.30	1.00	4.30	122.7
年平均	1.13	0.31	0.46	0.04	0.33	1.03	1.46	2.09	1.06	0.31	0.07	0.29	8.20

2-2-1-2 気 温

気温は、夏季においては最高気温は30℃に達するが一日平均は20℃ないし22℃で、また冬季においても最低10℃前後、一日平均16℃ないし17℃で、月平均16℃ないし20℃で年間を通じて温度差は少ない。1961～1975年間の資料によると、月平均最高気温30.8℃、最低気温は8℃である。統計によると、高温の最大差は約8℃、低温の最大差は約7℃である。

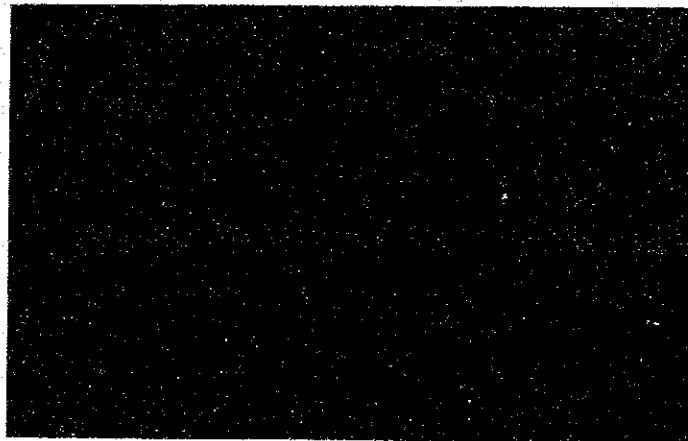
1961～1975の気温表は、表2-2である。

表 2 - 2 TEMPERATURA 気温

1961-1975

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
最 高	30.8	30.2	29.2	28.5	27.1	25.0	25.4	24.5	22.2	25.0	27.0	27.8	26.8
最 低	15.0	15.0	10.0	11.4	9.7	8.0	9.0	9.7	11.8	12.5	10.0	12.5	11.2
平均最高	25.7	26.3	25.7	24.1	21.7	19.5	18.5	10.4	18.7	19.8	21.7	25.7	22.0
平均最低	18.	19.1	10.0	17.2	14.7	15.0	14.6	14.4	14.5	15.1	16.1	17.5	16.3
一日平均	21.6	22.2	21.7	20.1	18.4	16.9	16.2	10.0	16.1	16.9	16.3	20.5	18.7

このような気温となる要因は、さきに述べたペルー寒流とアンデス山脈にあり、これを図示したものが下図で、雲の上方は24℃あっても雲の下の平地部は18.2℃となっている。(下図)



2-2-1-3 湿度および気圧

湿度は平均82～85%で、季節により変動する。気圧は、年間を通じて大きな変化は認められず、その変動巾は、わずかに4mb位である。

湿度および気圧の表は、表2-3である。

表 2-3 HUMEDAD & PRESION ATMOSFERICA 湿度と気圧

1968-1974

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
湿度	83.4	82.0	83.1	85.3	84.0	84.7	84.3	84.9	85.3	83.4	82.3	82.0	83.7
気圧	985.6	984.6	986.2	957.2	987.4	988.4	987.8	988.4	988.4	988.7	988.5	987.0	987.3

2-2-1-4 霧および、もや

一年間の大部分は、図7のように霧によって海面近くまで雲に覆われている。この霧のため冬は視界が妨げられて、船の航行もむづかしくなる。

2-2-1-5 風

国際空港 "Jorge Chávez" の観測によると、1960~1975年の間で南風が年間で卓越している。

表2-1, 表2-2はそれぞれ風向, 風速および1960~1975年の年平均指数を示している。この表から、平均風速5m/s, 最大風速9~10m/sであることがわかる。また台風のような熱帯低気圧は発生せず、この地域の気象状態は安定している。

表2-1(風向), 表2-2(風速)および図2-1(風向のダイヤグラム)を資料としてのせた。

2-2-1-6 地震

Peru国のAndes山系は、環太平洋火山帯に属し、隣国のChileなどと共に地震国として有名である。

表2-4は、1913~1963年の間に、マグニチュード7.5以上の地震の表である。

表 2-4 CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS TERREMOTOS DE LA MAGNITUD DE 7.5 MAS

Ano	Fecha	HORA			Lot. S.	Loog. W.	Mog.	Prof. Km
		GMT						
		Hr	Min	Seg				
1913	06-08-13	12	14	04	17.0	74.0	7.75	30
1921	18-12-21	15	29	35	2.5	71.0	7.60	650
1928	17-01-28	03	50	33	2.5	71.0	7.60	650
1940	24-05-40	16	33	57	10.4	77.2	8.00	60
1942	24-08-42	22	51		15.1	75.0	8.10	30
1947	01-11-47	14	58	54	10.5	74.9	7.50	70
1948	11-05-48	08	55	42	17.5	70.25	7.50	70
1952	26-02-52	11	31	03	14.1	69.9	7.51	190
1952	12-12-52	17	31	25	3.4	03.0	7.75	30
1958	26-07-58	17	37	09	13.5	69.0	7.50	650
1960	13-01-60	15	40	34	16.0	72.0	7.50	200
1961	31-08-61	01	57	08	10.5	70.7	7.50	629

2-2-2 地 形

VENTANILLAの地形は、背面を丘陵に囲まれ、南西を海の方に向けた緩斜面の扇形の地形を呈している。市街地は概ね0~200mに位置し、緩かに北東方に上っている。

当地区は北方をSanta Rosa市背後の山地、すなわちCerro Palb(330.87m)およびCerro Orra(483.0m)に、北東から東方にかけては、Cero Grande(300~500m)の山地に、また南東方はSenal Vela付近の高さ426.78mの山地およびCERROLA CHILLON(347.21m)の山地に囲まれ、南西方は海に開いた地形である。

VENTANILLA市街地およびその付近の緩斜面の傾斜は、北方では4kmにつき250mの上りで、6.25%というやや急斜面であるが、市街地の勾配は概ね1~1.5%の緩斜面である。

VENTANILLAの新しい水源地候補地は、市の北東方の山地を越えてChillon川右岸に広がる沖積平地を予定している。

この平地は、北方をCerro San Diego(1430m)を中心とする山塊に限られ、西方はSENAL CERRO CHILLON(534.56m)を中心とする山地および北東から南西に向って流れるChillon川に限られた川の右岸平地である。

この平地は、Chillon川のでつくれた沖積扇状地で、その扇頂はHda La Molina付近で、標高は250m+、また扇端はハイウェイがChillon川を越える付近の標高100mくらいのところである。

しかしこの扇状地は、扇頂のHda La Mollina付近に、Chillon川右岸に白亜紀の火山性堆積物が張り出しているため、扇状地らしい形態は、現Chillon川付近およびその右岸に残っているに過ぎず、また後述の地下水の賦存ならびにその涵養にも大きな影響を及ぼしている。地形図を図中にのせた。

2-2-3 地 質

Chillon川の下流域およびVENTANILLA付近の地質は、平地には第四紀沖積世に属する地層が分布している。

この地域の基盤を構成する地層はジュラ紀~白亜紀のPuente Piedra層群が最下部層群で、それに続いて白亜紀中部の地層が、下位から、Herradura層、Marcavilca層、Pamplona層、Atocongo層、Piadrasgordas層が分布する。これらの地層のうち、Puente Piedra層群およびPiadrasgordas層は堆積岩と、その間に火山岩を挟有する地層であるが、その他の地層は堆積岩である。また白亜紀上部および第三紀に属する貫入岩が分布する。

平地部に分布する第四紀層は、沖積層、海浜堆積層および風成碎屑層堆積層に分けられる。

地質地区を大別して4区分する。即ち、Ⅰ) VENTANILLA地区、Ⅱ) 北部山地、Ⅲ) 南部山地、Ⅳ) Chillon川右岸沖積地

S. Perez
 NELSON S. PEREZ IORENO
 INGENIERO AGRICOLA
 No. 44 Colegio de Ingenieros No. 9911

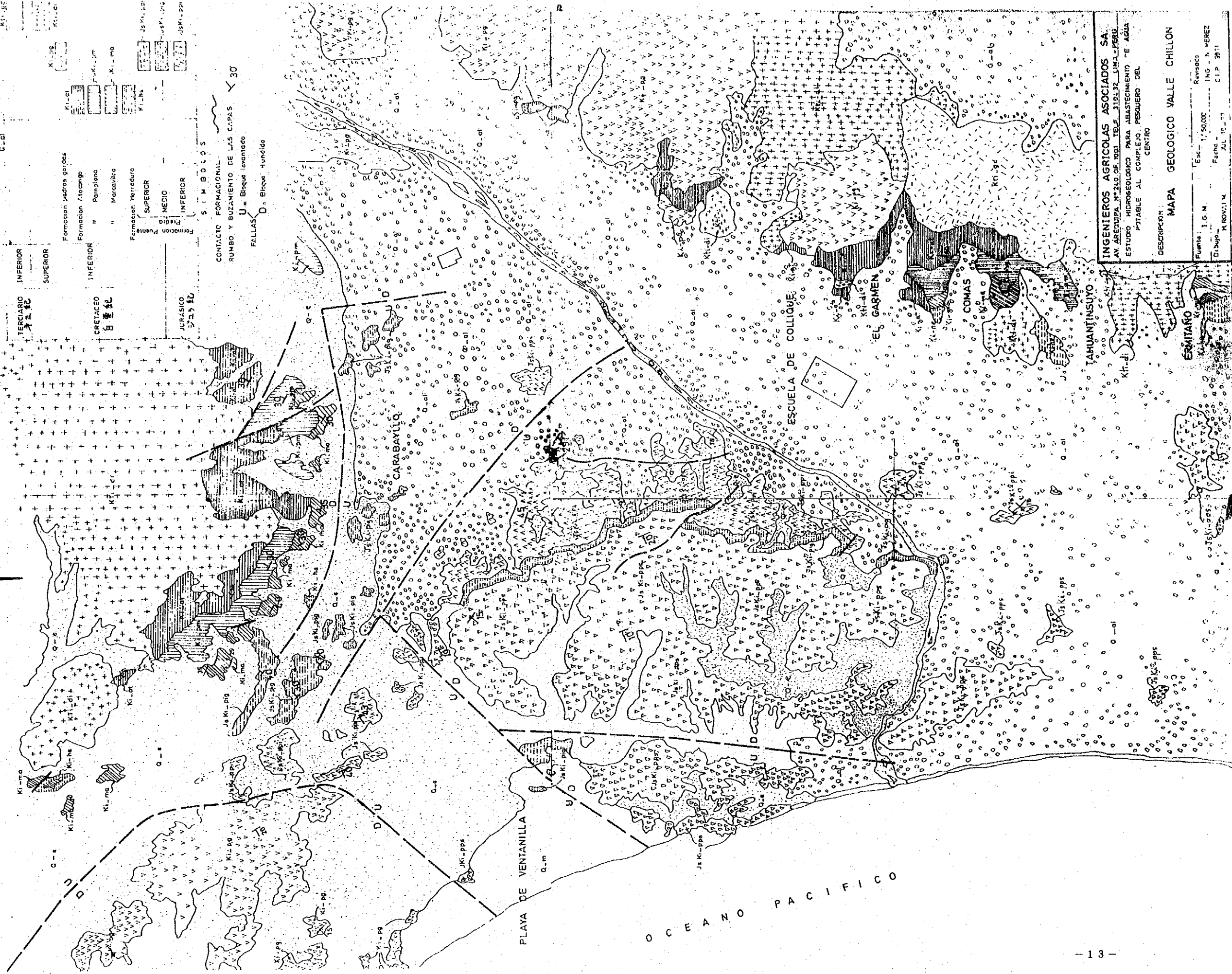
LEYENDA

SISTEMA	SEÑAL	UNIDADES
CUATERNARIO INFERIOR	+	Sedimentos
TERCIARIO INFERIOR	□	Arco
SUPERIOR	□	Consolidados
CRETACEO INFERIOR	□	Formacion Andes
JURASICO	□	Formacion Andes

DEP. EDIFICOS: Q-z, Q-m, Q-gi
 DEP. DE PLAYAS: Q-p
 DEP. ALUVIALES: Q-a

Formacion Piedra: SUPERIOR, MEDIO, INFERIOR
 Formacion Piedra: SUPERIOR, MEDIO, INFERIOR
 Formacion Piedra: SUPERIOR, MEDIO, INFERIOR

SIMBOLOS:
 CONTACTO FORMACIONAL: ∇ 30
 RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS CAPAS: ∇ 30
 U = Bloque levantado
 D = Bloque hundido



DESCRIPCION:
 MAPA GEOLOGICO VALLE CHILLON

INGENIEROS AGRICOLAS ASOCIADOS SA.
 AV. AERONAUTA N.º 150 DE 2001 TELE. 310432 JUMA - PERU
 ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA
 POTABLE AL COMPLEJO PESQUERO DEL CENTRO

Fuente: I.G.M. Escala: 1:50,000
 Fecha: ING. A. PEREZ
 Dibujo: H. ROVILLIN JUL 10, 77 C.I.P. 9911

2-2-3-1 VENTANILLA地区

VENTANILLA地区は緩傾斜の地形をなし、海岸寄りには砂および砂丘よりなり、砂、砂利、貝を含む海浜堆積層よりなり、また内陸部は風成砕屑堆積層（風力により運搬された砂等および風の吹送する砂塵により削剝された小岩片などから成る堆積物）より成る。

2-2-3-2 北部山地

北部山地は、Cerro San Diego (1,430 m)を中心に、Cerro Paredas (823.08 m)を中心とした山地で、標高600 m以上は急峻な地貌を呈し、主として白亜紀後期の貫入岩が分布する。

またこの急峻な山地の山森に当る緩傾斜地帯には、白亜紀中期に属する堆積岩（Herradura層、Marcavilca層、Pamplona層、Atocongo層）の各地層が分布する。

2-2-3-3 南部山地

南部山地は、VENTANILLA地区とChillon川右岸平地南方に横わる山地で北部にSENAL VELA (426.78 m)、中部にSENAL CERRO CHILLON (534.56 m)があるが、北部山地に較べて可なり開析を受けている。地質はジュラ紀～白亜紀に属するPuente Piedra層群で、下位層がChillon川右岸平地の南西限に接する山地に、北西-南東の走向をもって分布し、西方および南西方に向い上位層が順次分布する。

これらの地層は火山性堆積物で、各種岩層よりなり、またその後の地殻変動を受けて断層、褶曲などが可なり発達している。

2-2-3-4 Chillon川右岸平地

この地区は北東から南に向う緩傾斜地区で、Chillon川がつくった扇状地性沖積堆積層の分布地域である。

この平野には、処々に基盤岩の突出部がみられ、基盤岩の下底は可なり不規則な凹突を示すものと思われ、また地質図には多くの推定断層が引かれているが、これが基盤形状にどのような影響を与えているのかは不明である。

沖積層は、粘度、砂、砂礫、礫、円礫などよりなるが、地質断面図によると、横方向の層相の変化は可なり大きく、わづかの間隔のさく井柱状図さえ対比は困難である。また柱状図によれば、全体として礫ないしは粗砂、粗砂混り礫、砂利などは少なく、礫交り砂、

混り粘土などの地層も多く、あまり透水性のすぐれた地層の連続とは思われない。また何枚かの粘土層も介在しているようである。ボーリング柱状図において、明らかに基盤に達したという記録はなく、ボーリングによる基盤の形状は把握されていないようである。

地質図は図2-3である。

2-2-4 水利および水理地質

Chillon川はAnde山系にその源を発し、多くの支派川を併せて北東から南西方向に流下

する。その流域の上，中流部に分布する岩石は概ね堅硬で，谷巾は狭く，兩岸は急峻な地形を呈している。

Chillon 川は，スペイン時代は "Carabayllo" と呼ばれていた。この川の流域面積は 2,224 Km² (日本の河川では，大淀川・2,230 Km²，四万十川・2,270 Km²)，流路延長 118 Km (大淀川・107 Km，四万十川・196 Km) で，このうち常に雨のかかる場所は 1,800 Km² である。

川巾は Qne badas では 300 m，河口において 500 m である。

また年間の使える水は 171,554,000 m³ で，海に流失する水量は 96,597,000 m³ で，日本と較べて，総河川水量に対して利用される水量の比率は極めて多く，また下流において地下に伏設し，そのために河口から海に流出する水量は少ないものと思われる。

この川の谷全体の巾は Chillon 川右岸平野に入る前においては約 2 Km にすぎないが，ここから下流においては広くなる。しかしこの平野の南端において，平地の南側の山地および左岸山地のために狭窄部が形成され，川巾は 3.5 Km にせばめられる。

Chillon 川右岸平地の入口から約 30 Km 上流の Yangas 町付近の Magdalena 橋における流量は 1965 年に 180.13 m³/s を算し最低流量は 1960 年の 0.30 m³/s である。

今回の調査時点における Chillon 川の流れは，Callao から Ventanilla へ向う海岸道路が Chillon 川を渡るところにおいては，流量は殆んど認められなかった。

Chillon 川は平野に入ると多くの水路に分流し，また伏設するものと思われるので，平野に入る前と，南方の狭窄部との間の水収支を行えば，その伏設状態の概況が把握されるものと考えられる。



Chillon 川下流
海岸道路橋上より望む

Chillon 川の表流水は多くの町々で農業用水に用いられ 12,000 ha の農地のかんがいを行っている。このうち綿に 49%，牧草 16%，野菜 0.8%，花その他に 2.7% がそれぞれ使われている。

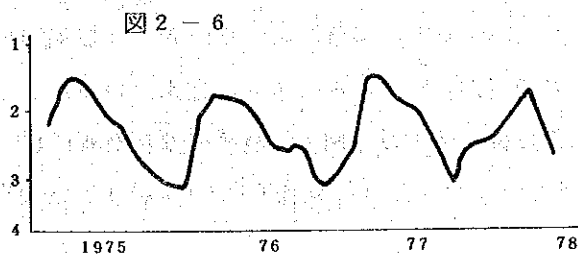
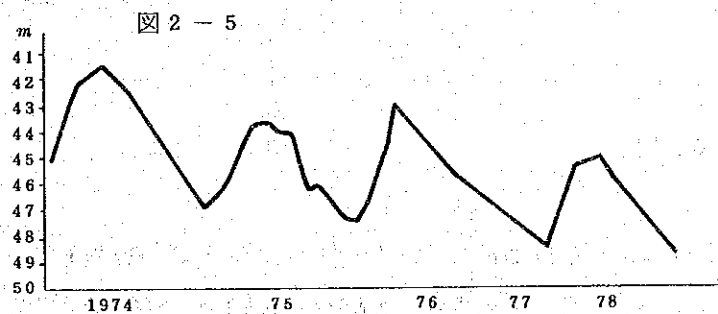
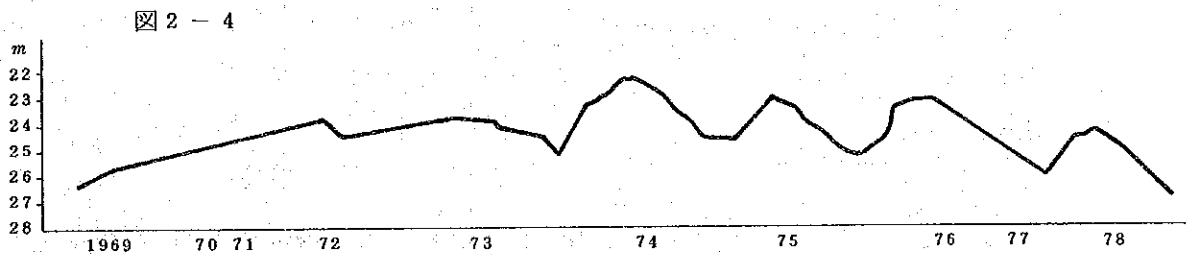
VENTANILLA市は、水道水源としてハイウェーと海岸道路とが交る地点付近において3本の井戸を掘り上水道として供給している。しかし、現在送水可能な井戸は1井のみで、市民への給水は1日4時間である。この井戸のあるPuente Piedra地区からは、現在より以上の揚水はむずかしく、新たな水源をChillon川右岸平地に求めようとするものである。現在使用中の1号井は、静水位10~12m、揚水量60ℓ/sとのことである。

Chillon川流域の地下調査により、1972年にまとめたところによれば、地下水使用量は年間約40,000,000m³(1日約1.1万m³)に上っている。

水理地質図として1枚にまとめたものはないが、水理地質、地下水調査に関する報告は多いが主なものは次の通りである。

地下水位の通年ならびに経年変動については資料1にあったものを次にあげると、図2-4および図2-5は、それぞれ使用中の深度27mおよび83mの管井で、1974年以降、水位は徐々に下降している傾向をみることができる。

図2-6は深度12mの開放型浅井戸であるから、深井戸とは若干別の水位変動の様相をとるのではないかと考えられる。



2-2-5 地下水水質

地下水の水質は、上水道に使用されるに当っては、各国ならびにWHOにおいてそれぞれの規準を設けている。

さきに水理地質の頂において、Chillon川右岸の平地において、等PH曲線および等塩分濃度曲線を与えている。そしてこの曲線は、Chillon川とほぼ平行して、川から離れるに従い、PHは高くなり塩分濃度は上っていく傾向を示している。

資料1)による化学分析結果表を表カにあげたが、このうち井戸番号5, 21, 23, 60は50~87mの深井戸, 153, 166, 182, 185は6~20mの浅井戸であるが、その分析値にはあまり大きな変化は見られない。

この分析値にある表示方法は、日本の分析表示法(mg/l表示)には無い方法で、アニオンとカチオンのバランスをとる表示法である。

これによればCa²⁺の値は115~260mg/l, Cl⁻の値は40~80mg/l といどとなっている。

今回の調査において、VENTANILLA水源1号井および平野中央の農業用水を採水して分析した結果によると次の通りである。

	Cl ⁻	Ca ²⁺	PH
1号井	50.3	177.0	
農業用水	56.8	202.0	
Lima 上水道 (参考)	27.1	103.0	

Cl⁻, Ca²⁺とも、このくらいの値が丁度中程度の値を示している。なおこの試料は現在分析中で、近く全分析(p, PH, T, H°, Cl⁻, SO₄²⁻, SiO₂, NH₄⁺, Na⁺, K⁺, Ca²⁺, 全鉄)が終了する予定である。

2-3 VENTANILLAへの水道整備計画

2-3-1 施設整備の経過

VENTANILLAの水道施設は、当初の都市計画に沿い、1961年に勸業省(MINISTERIO DE FOMENTO)の手によって計画、実施され、ZAPALLALに深井戸2井(総揚水量Q=120l/秒)、VENTANILLAにNo.1貯水槽(1,000m³)、それらを結ぶ送水管の建設を手初めに、引き続いてNo.2貯水槽(1,000m³)、都市計画区域“A”の住宅団地及び工業地域、商業地域に対する配水管等の整備が為され、取水、送水、配水といった水道事業が成立する一連の施設を整えと共に、その後、都市の南側に位置する都市計画区域“D”のMIGUEL GRAU団地への給水を目的として、No.3貯水槽(2,000m³)の建設及びその地域への配水管布設を実現している。

表 2 - 5 CUADRO N° 5 RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS 化学分析結果表

井戸番号 N° IRHS	井戸名称 NOMBRE DEL POZO	Dureza Total ° th F	C.E. mmhos/cm. 25° C.	CATIONES (meq/lit)					ANIONES (meq/lit)					Familia Hidrogeo Química	Potabilidad (Norma Francesa)	井戸 深度 m	
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺⁺	K ⁺	Suma	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	HCO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻	CO ₃ ⁼				Suma
15/01/05-5	CAP. La Molina-Molino Alto	84	1.84	262.92 13.12	3.42	3.0	0.09	1.963	81.56 2.3	1.047	3.40	2.5	0.0	1.967	Sulfatada Cálcica	Mediocre	81.2
21	Pueblo Viejo	82	2.13	262.12 13.08	3.32	2.0	0.06	1.846	65.6 1.85	1.274	3.89	0.0	0.0	1.849	Sulfatada Cálcica	Mediocre	49.0
23	CAP. Mariátegui-Agua Bendita	62	1.50	189.97 9.48	2.84	1.95	0.07	1.434	65.6 1.85	8.0	2.9	1.3	0.0	1.405	Sulfatada Cálcica	Mediocre	47.2
15/01/16-60	Baltazar Centeno León	55	1.21	172.34 8.6	2.32	1.80	0.1	1.282	63.47 1.79	7.5	2.95	0.0	0.0	12.24	Sulfatada Cálcica	Mediocre	52.0
153	Genaro Iguchi-Haras 33	52	1.36	155.51 7.76	2.72	1.50	0.06	1.204	59.09 1.3	6.4	2.9	1.0	0.0	1.160	Sulfatada Cálcica	Mediocre	86.8
166	José Balbuena B; Sn. Alejandro	67	1.96	210.02 10.48	3.04	3.40	0.10	1.702	63.47 1.79	13.70	4.05	0.0	0.0	1.954	Sulfatada Cálcica	Mediocre	67.2
182	Pancha Paula-2	62	1.38	196.39 9.8	2.6	2.1	0.08	1.458	67.37 1.9	7.8	3.6	1.3	0.0	1.460	Sulfatada Cálcica	Mediocre	20.0
185	CAP. Gallinazos	37	1.10	114.62 5.72	1.80	1.20	0.07	8.79	39.01 1.1	4.9	2.0	0.6	0.0	8.60	Sulfatada Cálcica	Pasable	12.0

上段はmg/l

上段はmg/l

以降、1970年になって住宅省(MINISTERIO DE VIVIENDA)による増設計画が実施され、ZAPALLALに深井戸1井、更には取水施設より3つの貯水槽への送水管の増設が為され、現在に至っているが、水源地域であるZAPALLALの地下水水位の低下や取水施設のトラブル等によってVENTANILLAの水需要に適う十分な取水量を確保できず、既住の人々は生活を維持する上で最も重要な飲料水の不足に悩まされる一方、この水不足は都市の開発を完全に行詰らせる結果となっている。

このような経過を沿う過程において、住宅省は住宅・建設省(MINISTERIO DE VIVIENDA Y CONSTRUCCION)と改変されVENTANILLAの水不足を解消するため、地下水水利権を管轄する農業省の助力を得て新しい水源開発調査を行い、それらの結果からVENTANILLAの東方約6 KmにあるPUENTE PIEDRA市から更に約3 Km北東に位置する地域(CHILLON川の右岸域)に新規水源を求め、それを基にした取水、送水計画を立案している。

しかしながら、この計画も資金難や井戸掘機の不足等の理由でその実現は延び延びとなり、今回の調査に繋がる結果となっている。

尚、本年8月1日をもってVENTANILLAの上・下水道関連事業の管轄は、住宅・建設省の手を離れ、リマ上下水道公社(略称、ESAL)に移管され、この水道整備プロジェクトはESALによって遂行されることとなり、今回の調査においても我々調査団とのコンタクトは、主としてESALが窓口となり、現況及び将来に対する水需要を表2-6の如く定め、それらを計画の基本値として水道施設の整備・拡張を目指している。

表2-6 VENTANILLAの水需要量

	人口 (人)	水 需 要 量		備 考
		日平均量(m^3 /日)	日最大量(m^3 /日)	
Present	25,000	10,540 (122 ℓ /秒)	13,740 (159 ℓ /秒)	工業用水等含む
Future	40,000	16,850 (195 ℓ /秒)	21,950 (254 ℓ /秒)	工業用水等含む

2-3-2 施設整備の状況

1) 水源及び取水施設

VENTANILLA市の水道水源は、都市区域内に水源はなく、都市の中心部から北東約4 Km離れた位置にあるZAPALLALの地下水に求めている(図2-7)。

現在、この水源地域には図2-4に示した如く、3本の管井があるが、それらの規模等は表2-7の通りである。

表記のとおり、深井戸3井のうち当初の予定水量を確保しているのが№1の井戸のみで、

表 2 - 7 既存井戸の稼働状況

井戸 No	建設年次 (年)	井戸深 (m)	計画揚水量 (ℓ/秒)	実揚水量 (ℓ/秒)	運転時間 (時間/日)	備 考
1	1961	80	60	70	連続	
2	1961	80	60	故障のため 使用不能	—	1976年モーター 故障
3	1970	80	60	20ℓ/秒	13	

この井戸から汲み上げられた水は VENTANILLA 市のみならず、水源地域の人々の生活用水及び家畜用水として使用されているので全量 VENTANILLA 市に送水されているわけではない。

また、No 3 の井戸は建設当初は揚水量があまりにも少ないことから使用されていなかったが、No 2 井戸の故障、更には現況の逼迫した水需要を勘案して、本年 5 月から再び稼働が開始され現在に至っているが、モーター等の故障が多く十分にその機能を発揮していない。

このような運転状況下において、既存の取水施設から VENTANILLA 市に 1 日当たりどの程度の水が供給され、それらの量が VENTANILLA 市の現在の水需要に対してどの程度の給水率を示すのかといった点については、既存の取水施設に計量メータ類がないため定かでないが、表 2 - 7 に示す No 1 井戸及び No 3 井戸の実揚水量の値から、日量にして $(70 \text{ ℓ/秒} + 20 \text{ ℓ/秒} \times 13/24) \times 86,400 \text{ 秒/日} \div 7,000 \text{ m}^3/\text{日}$ 程度の揚水量のあることが推定でき、そのうち、既述した如く水源地域への給水(約 200 世帯、約 1,000 人分の生活用水及び家畜用水)を $500 \text{ m}^3/\text{日}$ 程度と考えると、残りの $6,500 \text{ m}^3/\text{日}$ の水が VENTANILLA 市に送水されていることになり、この値は表 2 - 7 の現在の VENTANILLA 市の水需要量のうち日最大要求量 159 ℓ/秒 ($13,740 \text{ m}^3/\text{日}$) の約 47% を満たすことになる。

一方、現地の手資料によれば、現在の需要量に対するその給水率は 15% 程度で、住民はトラック輸送等による高価な買水に依存しているとされており、上記の試算値とかなりの差異が認められ、その理由としては種々推測できるが、それらのうち主なものとして、No 1 井戸の揚水量 ($Q = 70 \text{ ℓ/秒}$) がベルー側の推測値よりもかなり下回っていることや、漏水問題、更には工場団地への供給量の偏りがあって住民サイドにより以上の飲料水不足現象を生ぜしめているといったこと等考えられる。いずれにしても既存の取水施設から VENTANILLA 市への水の供給量の絶対値が不足していることは紛れもない事実である。

また、現地踏査結果から、近年 ZAPALLAL (水源地域) の地下水位の低下は図 2 - 8 に示すように顕著なものがあり、地下水利用に関する管理権をもつ農業省は、この地域の地

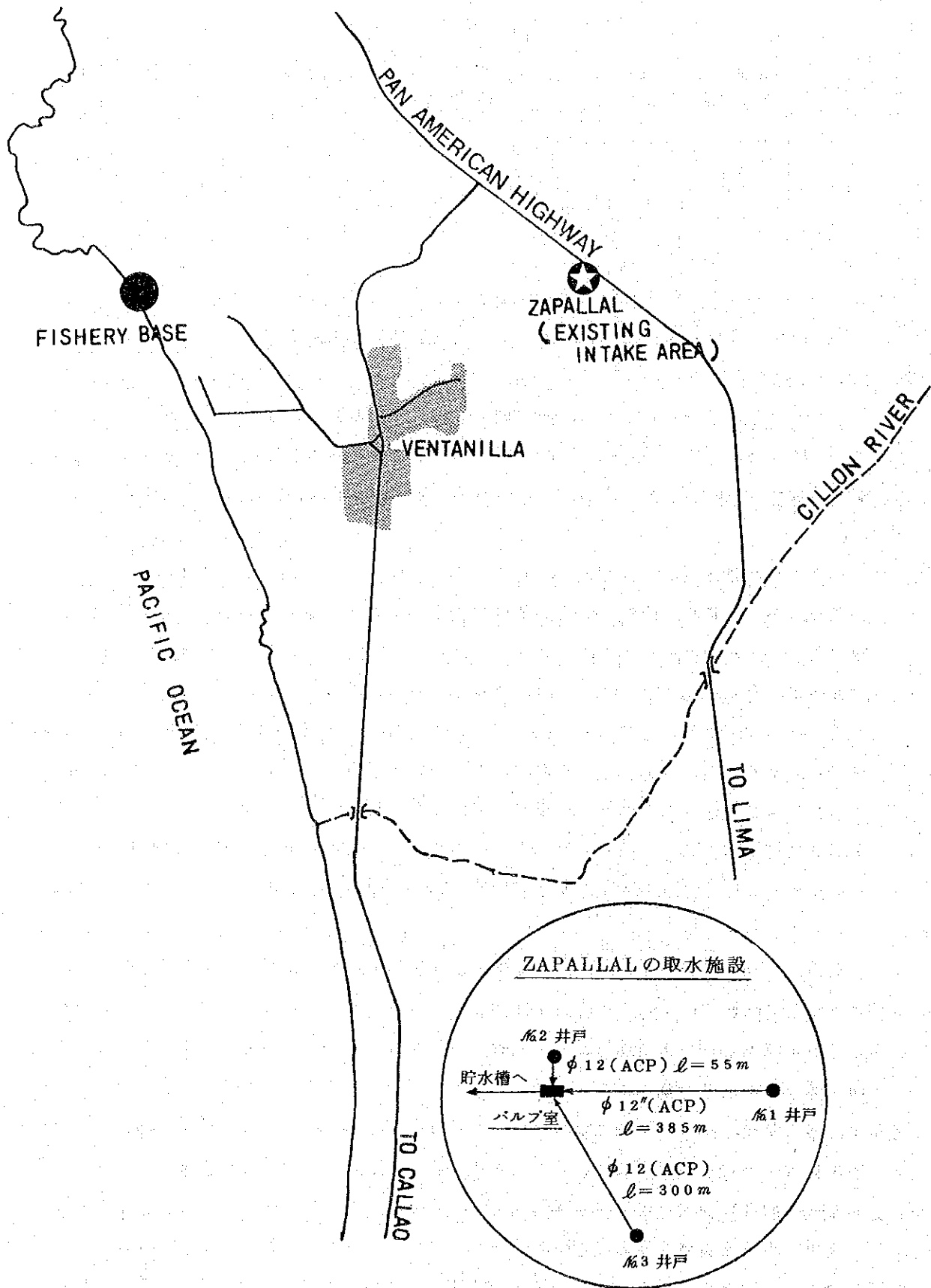


図 2 - 7 VENTANILLA の水源地域

表 2 - 8 既存井戸の水質の現況

EMPRESA DE SANEAMIENTO DE LIMA
 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA
 "GUSTAVO LAURIE SOLIS"
 Nº 172-80/VC-8413.20

LABORATORIO FISICO - QUIMICO

AGUA PROCEDENTE DE : ~~XXXXXXXXXX~~ POZOS DE VENTANILLA Y ANCON
 FECHA DE EXTRACCION : ABRIL 20 DE 1980.

SUPERINTENDENCIA DE AGUA
 DEL CALLAO

	RESULTADO DEL ANALISIS QUIMICO			UNIDAD
	(CONTROL)			
	Nº 1	Nº 2	Nº 3	POZOS: VENTANILLA
TEMPERATURA	24.50	24.50	23.00	°C
TURBIEDAD	0.34	0.40	0.38	Unid.
COLOR VERDADERO				Unid.
CONDUCTACIA ESPECIFICA	1,312.00	2,610.00	1,869.00	Micro-mhos/cm
SOLIDOS DISUELTOS (Filtrables)				P.p.m.
ANHIDRIDO CARBONICO CO ₂	14.00	16.00	14.00	"
ALCALINIDAD TOTAL Ca CO ₃	194.00	188.00	196.00	"
DUREZA TOTAL Ca CO ₃	480.00	544.00	532.00	"
DUREZA CALCICA Ca CO ₃	226.00	436.00	480.00	"
CLORUROS Cl	66.00	201.00	82.00	"
SULFATOS SO ₄	195.80	243.84	213.10	"
SILICE Si ₂	25.00	23.00	25.00	"
FLUORUROS				"
FENÓLICOS SOLIDOS TOTALES	1,228.00	1,878.00	1,522.00	"
OXIGENO DISUELTO				"
NITRATOS NO ₃	NO HAY REACTIVOS			"
OXIGENO CONSUMIDO O (10)	1.40	2.50	1.00	"
D.O.O.				"
DETERGENTES				"
CIANUROS				"
FOSFATOS				"
FIERRO Fe	TRAZAS	0.01	TRAZAS	"
COBRE Cu				"
ZINC Zn				"
CROMO Cr				"
BARIO Ba				"
ARSENICO As				"
MANGANESO Mn				"
CADRIO Cd				"
SODIO Na				"
POTASIO K				"
PH	7.3	7.4	7.2	"

OBSERVACIONES: El resultado de los Analisis Fisico-Químicos efectuados en las muestras de agua nos indica: a) LAS ACLAS SON BUENAS.

Lima, Abril 25 de 1980.

ING° FRANCISCO MENESES C.
 Oco. Responsable

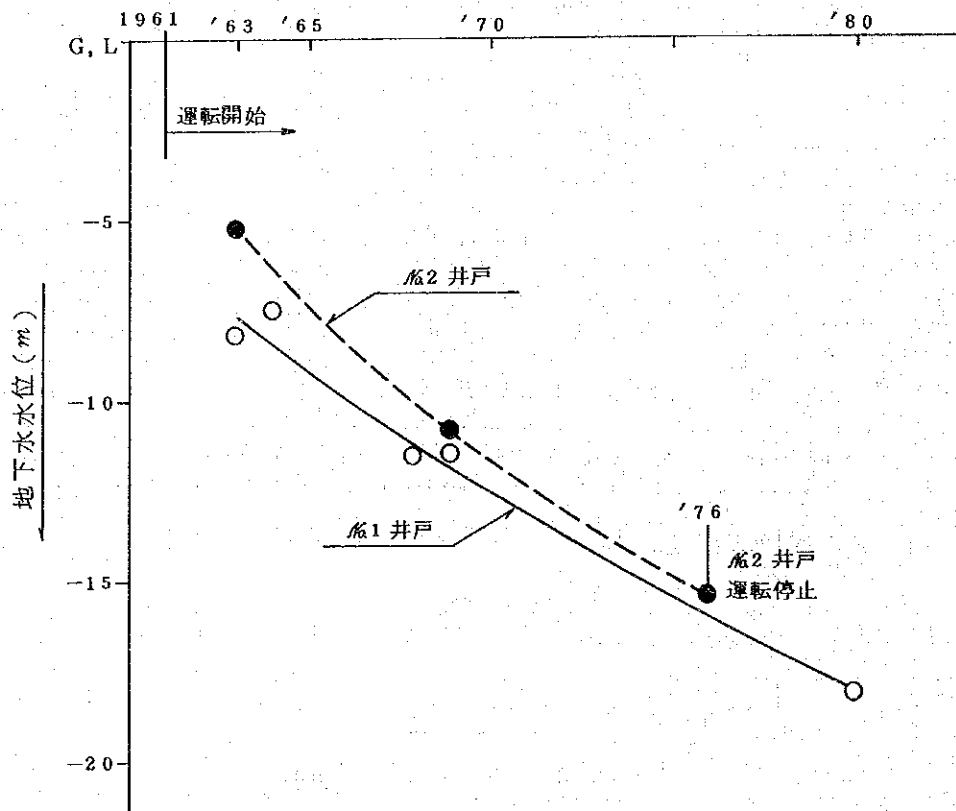
ING° FELIX DESTEFANO C.
 JEFE OPTO. LABORATORIOS E INVESTIGACION

:MCC
 c.c.: SGP/Arch.(2)

下水開発を禁止するに至っているといったこと等、VENTANILLA市の水源地域として悲観的な材料がそろっていて、早急に水源対策を講ずる必要性に迫られている。

尚、No. 1～No. 3井戸の水質についての入手データ表2-8であるが、No. 2井戸の水質項目中の硬度、塩素イオンの値が高いことが指摘できよう。

図2-8 地下水水位の経年推移



2) 送水施設

VENTANILLAに対する送水は、図2-9に送・配水を一括して系統図として示してあるが、No. 1～No. 3井戸（No. 2運転停止中）で取水された水は、図2-7に既に示した如くバルブ室で接続され、ZAPALLAL（水源地域）とVENTANILLA（給水区域）との境を横切る山の屋根に設置してある接続井（図2-10）まで圧送された後、自然流下でNo. 1貯水槽に流入するようになっていて、送水管は図2-6中の送水管の一覧表に記した如く2系列の管布設が為されている。

このルートにおいて、現在のところ接続井への流入量に対して、自然流下域での流下能力が大きく接続井の水位が流出管底から $D/2$ 程度であった。これらの技術的なチェックは後述する。

導水管一覧表

No	管種	管径 (インチ)	管長 (m)	備考
1	ACP	16	1,030	
2	"	12	"	
3	"	12	1,740	
4	RCP	10	492	No.2 減圧槽まで
5	"	12	1,248	
6	ACP	10	350	
7	"	8	1,060	
8	"	10	105	
9	"	8	1,260	
10	"	8	550	

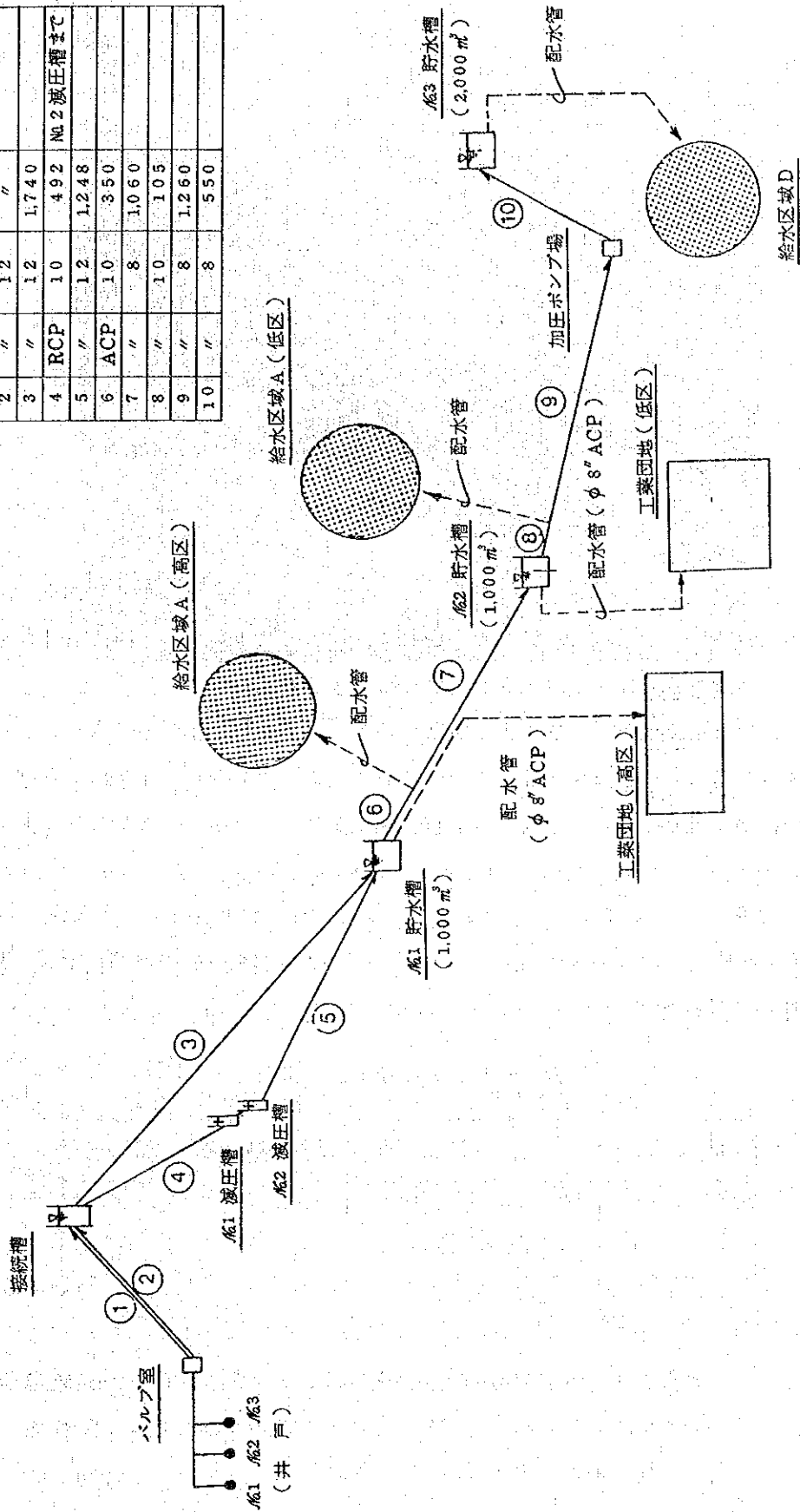


図 2-1-9 取水施設から貯水槽までの送・配水系統図

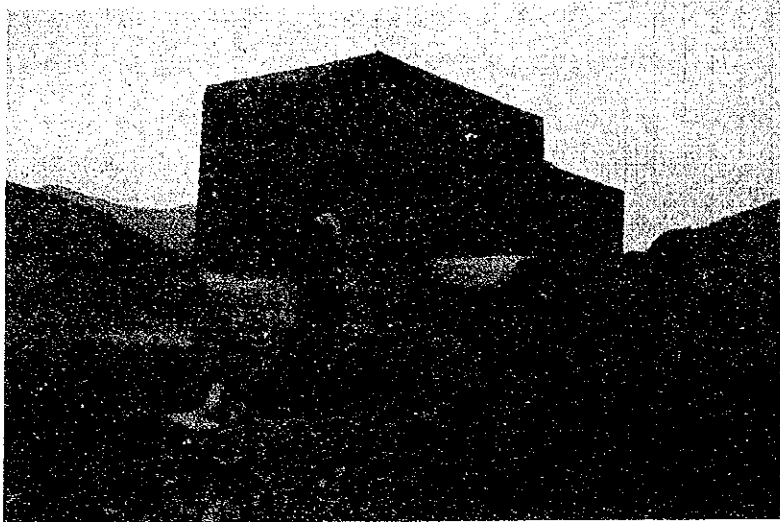


図 2-10 接続井の外観

No. 1 貯水槽に送られた水は、自然流下にて都市計画区域「A」のうち高区の LOS PROCERES への給水を兼ねながら、No. 2 貯水槽へ送水される。また、No. 1 貯水槽からは上記の送・配水管と別系統で工業地区の高区へも給水されている。

次に、No. 2 貯水槽は、工業地区の低区への給水と、都市計画区域「A」の低区に給水しながら No. 3 貯水槽へ送水する役目を果して、それぞれ自然流下方式の原則が貫かれているが、No. 3 貯水槽への送水については、途中加圧ポンプ場にて水頭不足を補う方法が採られている。

3) 貯水施設

現在、VENTANILLA には 3 槽の貯水施設があり、それぞれの容量、形状、構造は表 2-9 の通りである。

表 2-9 既設貯水槽の概要

貯水槽 No.	容量 (m^3)	形状	構造
1	1,000	円形	ポストテンジョン・コンクリート
2	1,000	//	
3	2,000	//	

従って、総容量が $4,000 m^3$ であり、入手資料による現在の計画一日最大給水量 $13,740 (159 l/秒 \times 86,400)$ の約 7 時間分に相当し、わが国の水道施設規準の 8 ~ 12 時間分と比較して、容量不足の状況下にある。

各貯水槽ともバルブ等が故障していて改修を必要とし、ESALでは、これらの改修予定を立てているとのことである。図2-11はNo.1貯水槽の配水側のバルブの漏水部を示したもので、唯でさえも水不足な状況下にある中で早急の改修が望まれるところである。



図2-11 No.1貯水槽バルブからの漏水

4) 配水システム

VENTANILLAの配水システムは、計画区域内の地形状況に応じ、それぞれ配水区域を区分けし、既述した3ヶ所の貯水槽から自然流下で各利用者に給水する方式を採っている。

尚、供給される水は深井戸取水であるという理由から塩素滅菌は為されていない。

各配水区域の配水管は管網を形成し、整備状況はよいとされており、その管種は全てA.C.P.、管径は8"、6"、4"、3"の各種が布設され、必要部分に制水弁、消火栓が設置されている。

また、配水管より各家庭へ水を供給するための分水栓の数は、現在約2900栓あるとされ、水の使用量を知るための計量メーターは備わっていないとのことである。このうち、No.3貯水槽が受け持つ配水区域"D"のMIGUEL GRAU団地は土壤に塩分が多いため、分水栓の腐食が顕著で、その部分からの漏水がかなりあると報告されている。

5) 水道料金

水道料金については下記に示す資料を得ている。これらは上記した如く使用量を知るための設備がないため、給水栓の口径をベースにした毎月の利用者からの1栓当りの徴収料金である。

一般家庭(ソールス/月) : 250~370

商 業(ソールス/月) : 420

工 場(#) : 1000~31,000

[※1 ソールス ≒ 0.8 円]

尚、首都LIMAにおいては各給水栓には計量器が設置されていて、使用量に対する料金徴収を実施している。

2-3-3 施設整備計画

1) 計画の優先位

現在 VENTANILLA の水道施設の整備状況をみる範囲においては、既に存在する住宅地域、商工業地域に対する配水管の整備はある程度行き届いていることから、ZAPALLAL に代わる新規水源地域からの地下水を既存施設に連絡することによって、現況の水問題は大幅に改善されることにならうことから、この点に対する施設の整備は急務であろう。

唯、水不足が原因で立遅れている都市開発が、水の手立が為されることによって、俄かに活気を呈し、急速な人口増や商工業の進出等が予想されるので、これらに対する将来水需要に対しても十分に対応できる構想をもって、これからの水道施設整備を計画する必要がある。

これらのことから、VENTANILLA の今後の水道施設整備を考える場合その計画の概要は次の如くであろう。

- (1) 将来の水需要を見越した水源の開発及び取水施設計画
- (2) 新規の水源地域から既存の施設に接続するまでの送水施設計画
- (3) 現在の水需要量と水利用形態を勘案した上での貯水施設の増設及び将来の水需要量に対応する貯水槽の建設計画
- (4) 都市開発の進展に伴い、それに応じた配水管布設計画

上記のうち、まず現況の水不足を解決するために緊急を要する施設整備は、現在の水需要に対する取水施設の建設及び取水施設から VENTANILLA の既存の送・配水施設に連絡する送水施設の建設であって、これによって当座の水不足は解消するものと思われる。

さて、このような実情下でペルー政府は VENTANILLA に対する水道施設の整備計画として、これから紹介する内容のものを画策しており、これらの建設資金に対する資金援助をわが国に求めている。以下に述べるのは今回の調査期間中に得たペルー政府側の VENTANILLA に対する水道施設整備計画の概要である。

2) 計画給水量

水道施設の規模を決定する計画給水量については、既に算出されていてそれらは現在の水需要、将来の水需要に対して求められている。

表 2-10 はペルー側から提出された計画給水量であるが、量の標示方法として (ℓ/秒)

の単位が用いられていたため、それらを ($m^3/日$) に換算して表記した。生活用水 $> 5,000$ 人
 390 $l/k/日$ (113 l/sec)
 工業用水 46 l/sec

表 2-10 計画給水量

人 口	計画給水量 ($l/秒, m^3/日$)					
	日 平 均		日 最 大		時 間 最 大	
(現在) 25,000	$l/秒$ 122	$m^3/日$ 10,540	$l/秒$ (159)	$m^3/日$ (13,740)	$l/秒$ 318	$m^3/日$ 27,480
(将来) 40,000	195	16,850	254	21,950	508	43,900

(注) 計画給水量の中には、商・工業用水、公共施設等への給水量も含まれる。

これらの算出は、1人1日当り平均給水量を 300 $l/c \cdot d$ とし、日最大量は 1.3 倍、時間最大は日最大の 2 倍という値を採っている。この値はわが国の如く、都市の特性を考慮してその都市個有の使用量を分析し、将来需要を予測する方式と異なり、LIMA 及びその周辺都市に対して一率に定められた値で、現在、未来の区別なくこの値を採用していることである。わが国のごとく、水道計画時にかなりの時間を水需要予測に費し、その割には的中率の少ないことを考慮すれば、現在ペルーの採っている方法もそれなりに合理的であると判断できよう。

3) 水源地域

VENTANILLA に対する今後の水源としては、図 2-12 に示すように PAN-AMERICAN 高速道路に沿った既成都市 PUENTE PIEDRA の北東約 3 Km 地点の周域に求めている。

この地域は、CHILLON 川の右岸の沖積層からなる平野部であって、この沖積層に賦存する被圧地下水にその水源を求める予定となっているが、既に地質水理的調査を終え、VENTANILLA に供給する飲料水用の水利権の他に VENTANILLA の西方の海岸域に計画される漁業基地に対して 3 本、水源地域近隣の空軍基地に 2 本の深井戸の設置が認められている。これらの水利的優先位は VENTANILLA に対する飲料用水が最も優先されるとのことである。

ESAL (LIMA 上下水道公社) の計画資料によれば、この地域において深井戸 1 井当りの揚水量が 50 $l/秒$ 期待でき、VENTANILLA への供給水量 (日最大給水量 254 $l/秒$) を確保するために、余裕を見込んで計 6 本の深井戸を建設し、総揚水量は最大 300 $l/秒$ 必要としている。

4) 施設計画の内容

ペルー政府から提出された今後の水道施設に対する計画の概要は、既にペルーの日本大使館を通じて外務省に送付された公文書の内容と同じであり、それらに対する詳細な設計等はまだ為されていない。

従って、施設計画に関しては口答で得た情報及び一枚の送水計画図、更には漁業省が計画する同水源地域から漁業基地（将来建設予定）への送水計画図がVENTANILLAへの水道用水送ルートと同じであることからその資料を取得したのみである。

これらより、新規の水源地域に深井戸6井（ $Q=50\text{ l/秒}\cdot\#$ ）を建設し、そこからVENTANILLAへの送水計画は概略図2-13のルートを通ることになり、ZAPALLAL VENTANILLAの都市区域“A”を通って、商業地域まで延びている。また、将来の水需要増加に対して、既存の総貯水容量（ $4,000\text{ m}^3$ ）に加え3槽の貯水槽（ $3,000\text{ m}^3/\text{槽}$ ）の建設をも併せて計画している。

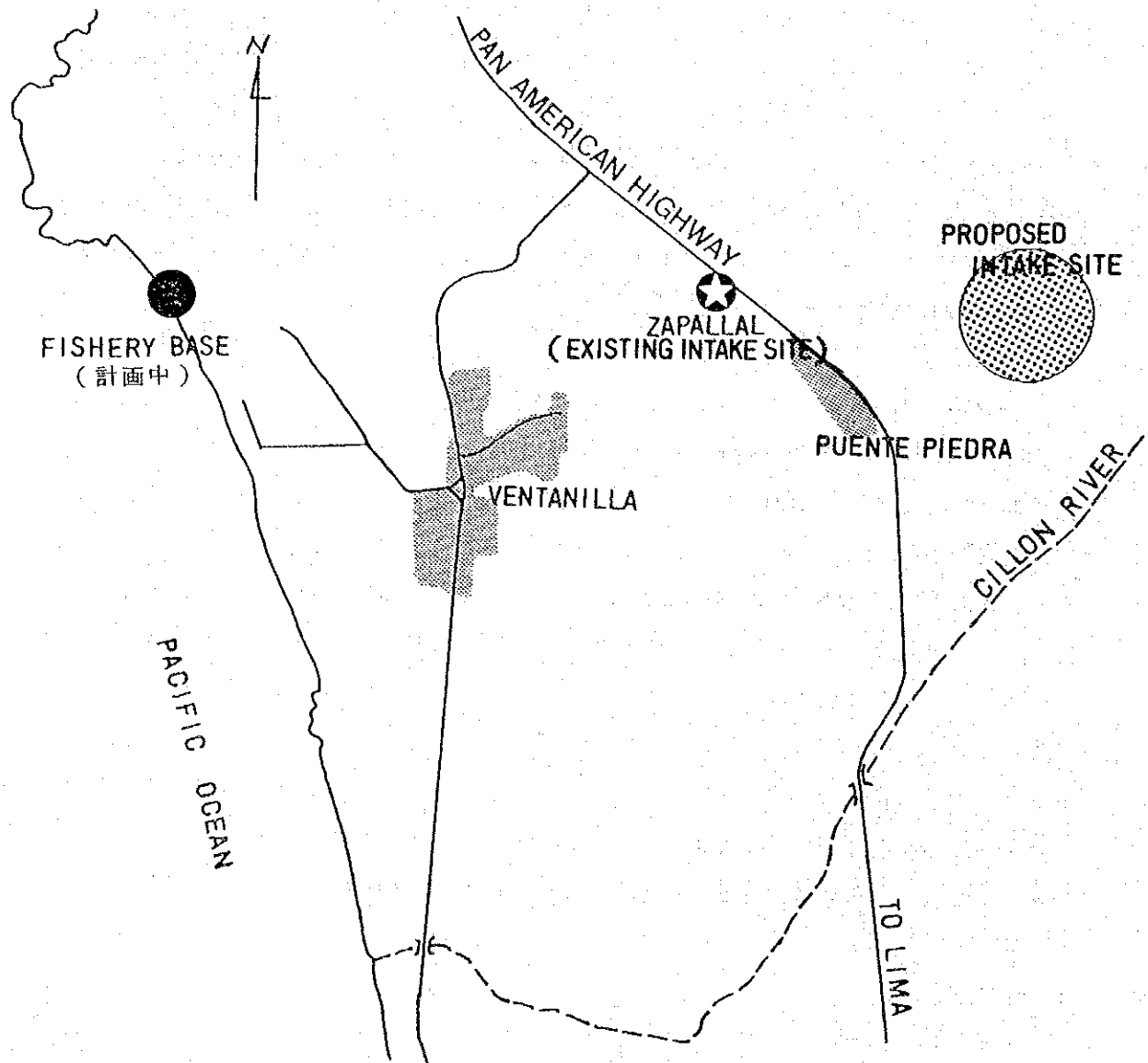


図 2-12 新規水源の開発予定地域

図 2-1-3 計画中の送水ルート

