

第V章 洪水災害対策

目次

	頁
1. 概要	V-1
2. 流域の分割	V-1
3. 分割地区の概要	V-1
3.1 概要	V-1
3.2 Rimac川上流域(Matucanaより上流)	V-1
3.3 Rimac川中流域上流部(Matucana - Santa Eulalia川合流点)	V-2
3.4 Rimac川中流域下流部(Santa Eulalia川合流点 - Atarjea堰)	V-2
3.5 Rimac川下流域(Atarjea堰 - 河口間)	V-2
3.6 Santa Eulalia川	V-3
3.7 Jicamarca川	V-3
4. 分割地区の分類	V-3
5. 施設計画(グループA)	V-4
5.1 概要	V-4
5.2 代替案	V-4
5.2.1 Rimac川河道部(河口 - Santa Eulalia川合流点)	V-4
5.2.2 Jicamarca川下流域	V-5
5.2.3 代替案のまとめ	V-6
6. 確率洪水被害額	V-6
6.1 概要	V-6
6.2 確率洪水流量及び洪水位	V-7
6.2.1 Rimac川(河口 - Santa Eulalia川合流点)	V-7
6.2.2 Rimac川(Santa Eulalia川合流点 - Matucena)	V-7
6.3 浸水面積および浸水深	V-7
6.4 被害額	V-7
7. 代替案の評価及び選定	V-8
7.1 経済評価	V-8
7.1.1 概要	V-8
7.1.2 建設費	V-8

7.1.3	プロジェクト便益	V-9
7.1.4	内部収益率(EIRR)	V-9
7.2	技術的・社会的評価	V-10
7.2.1	Rimac川本川上流域	V-10
7.2.2	Rimac川本川中流域	V-11
7.2.3	Rimac川本川下流域	V-12
7.3	代替案の選定	V-12
8.	施設計画(グループB)	V-13
8.1	概要	V-13
8.2	施設計画	V-14
8.3	経済評価	V-15

附 表

V-6-1	確率洪水位 (1/2 ~ 2/2)
V-6-2	想定洪水被害額
V-7-1	各代替案に対する建設費比較
V-7-2	年平均洪水被害額(現況) (1/2 ~ 2/2)
V-7-3	年平均洪水被害額(改修後) (1/2 ~ 2/2)
V-7-4	Jicamarca川下流部年平均洪水被害額(現況及び改修後)
V-7-5	経済建設費投資計画(代替案(1))
V-7-6	経済建設費投資計画(代替案(2))
V-7-7	経済建設費投資計画(代替案(3))
V-7-8	経済建設費投資計画(代替案(4))
V-7-9	経済建設費投資計画(代替案(5))
V-7-10	経済建設費投資計画(代替案(6))
V-7-11	経済建設費投資計画(代替案(7))
V-7-12	経済建設費投資計画(代替案(8))

附 図

- V-4-1 想定洪水氾濫域
- V-5-1 100年確率洪水流量(660m³/sec)以下の流下能力を有する河道
- V-5-2 計画高水流量配分図(確率年1/100)
- V-5-3 施設計画代替案
- V-5-4 Rimac川本川上流部施設計画代替案
- V-5-5 Rimac川本川中流部施設計画代替案
- V-5-6 Rimac川本川下流部施設計画代替案
- V-6-1 Chosica 水位観測所地点確率洪水流量ハイドログラフ
- V-6-2 確率洪水位 (1/3 ~ 3/3)
- V-6-3 10年確率洪水浸水深図
- V-6-4 50年確率洪水浸水深図
- V-6-5 100年確率洪水浸水深図
- V-7-1 計画河道平面図(1/8 ~ 8/8)
- V-8-1 グループBに対する施設計画平面図

第V章 洪水災害対策

1. 概要

Rimac川は首都Limaを貫流しており、その周辺地域は広範囲に開発が進んでいるため、一度洪水氾濫が発生すると大災害を引き起こす可能性がある。一方、Rimac川の河道沿いには洪水に対し種々の問題点が存在するため、抜本的改修が望まれる。

本章では、上記の問題点に対処するため代替案を設定し、これらに対し社会、経済、及び技術的観点から比較検討を行い、洪水災害防止対策を策定した。

2. 流域の分割

Rimac川流域内の河道沿いの地域においては、洪水に対する危険度及び人口・資産等の集中度は地域的に大きく異なる。洪水災害対策計画を効率的に策定するため地域の分割及び検討レベルの分類を実施するものとした。

人口・資産の集中度及び危険度に応じて、次の様な地域の分割を行った。

(1) Rimac川

- (a) 上流域(Matucana より上流)
- (b) 上・中流域(Matucana - Santa Eulalia 川合流点間)
- (c) 下・中流域(Santa Eulalia 川合流点 - Atarjea 堰間)
- (d) 下流域(Atarjea 堰 - 河口間)

(2) Santa Eulalia 川

- (a) 上流域(Autisha ダム上流)
- (b) 下流域(Autisha ダム - Rimac 川合流点間)

(3) Jicamarca 川

- (a) 上流域
- (b) 下流域(河口より4km上流地点まで)

3. 分割地域の概要

3.1 概要

各分割地域の状況は、以下に述べられる通りである。

3.2 Rimac川上流域(Matucana より上流)

この地域の大半は山地部斜面から成っており、農耕地として利用されている。平坦部は河道沿いにわずかに分布している程度である。最上流部においては、牛の放牧が行われている高原地域を除き殆ど未利用地となっている。河道沿いには、家屋が点在し、また

道路が建設されている。この地域においては、河道沿いの家屋等の標高は洪水位より可成り高くなっているため、洪水災害は発生していない。

上記より、この地域の危険度及び人口・資産等の集中度は非常に低い地域と考えられる。

3.3 Rimac川中流域上流部(Matucana - Santa Eulalia川合流点間)

この地域の河道は深いV字谷を形成し、河床部には沖積堆積物が厚く覆っている。谷斜面は非常に急勾配となっており、多くの地点では絶壁になっている。河道沿いには、家屋が点在し、また農耕地も存在している。

この地域において洪水から守られるべきものとしては、Matucanaで数百人、Tornamesaで数十人の人口、及び主要幹線となっている鉄道・道路があげられる。

この地域での洪水発生の主因としては、Rimac川へ流入する各溪流からの土石流の本川堰上げによる洪水流の氾濫である。

3.4 Rimac川下中流域下流部(Santa Eulalia川合流点 - Atarjea堰間)

Chosicaの町がSanta Eulalia川合流点下流に位置し、多くの家屋が河岸際まで建てられており、この部分の河幅を狭くしている。この区間約12kmは、河川敷地内に人家等が侵入し人工的に著しく河幅が縮小されている。河幅は平均で約20mとなっているが、一般的には最低50~60mの河幅が必要であり、洪水に対して極めて危険な状況にある。

Atarjea堰上流部では、河幅は約300~400mあり、この部分での土砂及び礫の堆積、河道の乱れが著しい。この乱れはしばしば堤防欠壊の原因となり、これにより下流域の人口集中地区において洪水災害を引き起こしている。

上記より、この地域は洪水災害に対する危険度及び人口・資産等の集中度が、非常に高い地域と考えられる。

3.5 Rimac川下流域(Atarjea堰 - 河口間)

この地域においてRimac川はLima首都圏を貫流する。河幅は平均約60mであるが、河口より9~10.5kmの区間に河幅15~20mの狭窄部が存在する。この区間は高さ約20~30mの狭い峡谷となっている。

この地域には既にコンクリートパラペットウォールもしくは堤防が設置されているが、50~100年の洪水には対処し得ないものと判断される。この地域は低地部も多く非常に開発が進んだ地域となっており、一度洪水が発生すれば大災害を引き起こす可能性がある。

さらに、前述の狭窄部の河岸沿いには家屋が密集しており、洪水による河岸浸食のため河岸崩壊の危険性もある。

上記より、この地域における洪水災害に対する危険度及び人口・資産の集中度は非常に高く、洪水災害防止対策の策定は緊急を要するものと考えられる。

3.6 Santa Eulalia 川

Santa Eulalia 川流域の河道は、Rimac 川上流部と同様に深いV字谷を形成している。

この地域の土地利用は、大半が河岸及び丘陵部での農耕地からなっている。家屋及び道路が右岸部に位置しているが、その標高は河道より可成り高くなっており洪水に対しては安全であると判断される。部分的には洪水にさらされる可能性のある農耕地もあるが、被害は非常に小さいものと判断されるため、特に洪水防御施設を必要としないものと考えられる。

3.7 Jicamarca 川

Jicamarca 川上流部ではほとんど土地利用は行われておらず、洪水から守られるべき人口・資産も非常に少ない地域となっている。

下流部においては、Rimac 川との合流点に設けられている道路用暗渠の通水容量の不足から幾度か洪水が発生している。この周辺は殆どが農耕地となっているが、この部分で氾濫した洪水は下流の住宅及び種々の施設が設置されている地区に流入する事となる。このような状況は、流域で同様の降雨があれば再び繰り返される事となるものと考えられる。

4. 分割地域の分類

前述の如く、各分割地域の洪水災害に対する危険度及び人口・資産の集中度が大きく異なる事から、効率的マスタープラン策定のため各分割地域を次の3段階の検討レベル分類している。

グループ A : 危険度及び緊急性が高いため、代替案の比較検討を通して計画を策定する。

グループ B : 危険度及び緊急度が比較的低いため、特に代替案の比較検討は行わず、水理解析結果に基づき必要箇所に適切な対策を提案する。

グループ C : 危険度及び緊急度が非常に低いため、本調査では特に検討は行わない。

分割地域に対する分類の結果は、図 V-4-1 及び以下に示される通りである。

流域区分	位置	分類
(1) Rimac川		
(a) 上流域	Matucanaより上流	C
(b) 上・中流域	MatucanaからSta.Eulalia川との合流点まで	B
(c) 中・上流域	合流点からAtarjea Weirまで	A
(d) 下流域	Atarjea Weirより下流	A
(2) Sta.Eulalia川		
(a) 上流域	Autishaより上流	C
(b) 下流域	Autishaより合流点まで	C
(3) Jicamarca川		
(a) 上流域	Jicamarca川河口より4km地点より上流	C
(b) 下流域	Jicamarca川河口より4km地点まで	A

5. 施設計画(グループA)

5.1 概要

グループAに分類された地域は、(i) Santa Eulalia川との合流点 - 河口部間のRimac川沿河道部、及び(ii) Jicamarca川下流部であり、この地域に対しては詳細検討を行っている。

施設計画の策定においては、計画規模を100年確率洪水を対象とし、代替案の設定及びこれらに対する比較検討を技術的・経済的及び社会的観点より行うものとする。計画高水流量 $660\text{m}^3/\text{sec}$ 以下の流下能力を有する河道部及び流量配分図を図 V-5-1、V-5-2 に示す。

5.2 代替案

5.2.1 Rimac川河道部(Santa Eulalia川合流点 - 河口部間)

(A) Santa Eulalia川合流点 - Huampani橋区間

Santa Eulalia川合流点下流の約12kmの区間は、河川敷地内に人家等が侵入し人工的に著しく河幅が縮小されている。河幅は平均で約20mとなっているが、計画高水流量 $660\text{m}^3/\text{sec}$ に対しては50~60mが必要河幅と考えられる。このため洪水に対して極めて危険な状況となっている。対策法として次の2方法が考えられるのでその比較検討を行っている。

ケースA-1 : 現況の河道の拡幅は行わず、コンクリートパラペットウォールまたは堤防で保護する。この場合不適當な河道線形や設計が改善されずに残されてしまう事になるが、既存家屋・施設の移転などが少なくなるメリットがある。

ケースA-2 : 河道拡幅及び線形の改善のため、全面回収を行う。この場合には大規模な改修工事と共に家屋・施設の移転も多くなるが、首都圏を貫流する重要河川として必要かつ望ましい方策である。

上記2案の概要は、図 V-5-4に示されている。

(B) Huampani橋 - 堰間

この区間は著しく河幅が広がっている。洪水に対する遊水効果と共に土砂及び礫が下流域に流下するのを防ぐ長所もあるが、一方この区間で河道が乱れ堤防等の欠陥を引き起こしている短所もあり、この区間の望ましい河幅の検討が必要である。このため、次の代替案を設定し比較検討を行った。

ケースB-1：現状の遊水効果を考慮し、現状河幅を維持しつつ必要な河川改修を行う。

ケースB-2：通常の河幅に改修する。

上記2案の概要は、図 V-5-5 に示されている。

(C) Atarjea 堰 - 河口部間

河口より約9~10.5km区間に狭窄部があり、洪水により洗掘され易い状況となっているため、この両岸の人家密集地区は、河岸の崩壊に対して極めて危険な状態にあり、この狭窄部の改修が必要である。代替案として次の2方法が考えられるのでその比較検討を行った。

ケースC-1：現状の河道に沿って必要な河幅に改修する。

ケースC-2：捷水路により河道線形を改善し、全面改修を実施する。

上記2案の概要は、図 V-5-6 に示されている。

(D) 洪水放水路案

洪水災害対策として一般に洪水放水路の新設が考えられる。しかし著しく開発の進んだ地域での新設である事から、放水路ルート上住民の移転、補償問題及び莫大な建設費を考慮すると、実際的な方策ではないと判断される。そのため代替案として取り上げない事とした。

(E) 洪水調節ダム

一般の方策として洪水調節ダムの建設も考えられる。提案されるダム地点としては Santa Eulalia 川及び Rimac 川上流部の2ヶ所が考えられ、これらについての検討結果は以下に示される通りである。(詳細は付属報告書Ⅲ、付録 X I に示されている。)

- (i) 流域の状況から、流送土砂量は莫大なものと考えられ、このためダムを建設したとしても短期間の中に、貯水池はこれらの土砂により埋められてしまうものと考えられる。さらに、堆砂後は洪水吐天端から堆砂は上流に向かい、最終的には現況河道とほぼ同様の河況を呈する事となるものと判断される。
- (ii) 洪水吐ゲートは、技術的に20mが最大可能である事から、15mを仮定した。
- (iii) 上記より、洪水調節容量は2ダムで合計733千 m^3 程度であると算定された。
- (iv) 洪水調節ダムにより、計画高水流量660 m^3/sec は、550 m^3/sec まで調節が可能となる。
- (v) 上記洪水調節により河川改修工事費用は10~20百万US\$減少する事となるが、ダム建設費用として86百万US\$増加するため、経済的に大きく不利になってしまう。

上記検討結果から洪水調節ダム案も有利な案となり得ない事が判明したので、代替案として取り上げない事とした。

5.2.2 Jicamarca 川下流域

Jicamarca 川で起こる洪水災害は Jicamarca 川自体の通水能力の不足によるためではなく、Rimac 川との合流点に設けられている道路用暗渠の通水能力が不足しているために生じているものと考えられる。このためこの暗渠の改善が唯一の対策であり、特に検討すべき代替案はない。

5.2.3 代替案のまとめ

以下に検討してきた代替案のまとめを行っている。各流域で考えられる代替案の全組合せは次の8ケースとなり、これらの比較検討を行い最適案を選定した。

グループ(A) の流域	代替案の組合せ							
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1. Rimac 川								
・合流点・Huampani Bridge 間	A-1	A-1	A-1	A-1	A-2	A-2	A-2	A-2
・Humpani Bridge・Atarjea Weir 間	B-1	B-1	B-2	B-2	B-1	B-1	B-2	B-2
・Atarjea Weir・河口間	C-1	C-2	C-1	C-2	C-1	C-2	C-1	C-1
2. Jicamarca 川下流域	本川合流点に放置される暗渠の改修のみ(代替案なし)							

注): (i) ごみの除去、河床浚渫、護岸、水制工等必要な方策はすべての代替案に考慮されている。

(ii) ケース A-1、A-2等は5.2.1節参照。

6. 想定洪水被害額

6.1 概要

施設計画の経済評価を行う為、提案される施設により軽減される被害額の算定を行っている。

軽減被害額算定は、通常洪水被害額頻度曲線を過去の実績に基づき作成し行われるが、Rimac 川流域においては資料が乏しいため以下の方法によりその算定を行っている。

- 地形条件、水文解析結果及び不等流解析に基づく洪水位より確率洪水流量に対する浸水地区の推定を行う。
- 浸水地区内の土地利用状況等の把握のため、浸水地区内を500m×500m(25ha)のメッシュに分割する。
- 各メッシュ内資産を土地利用状況調査に基づき算定する。各資産の価格レベルは、1987年6月価格とする。

確率洪水流量に対する水位、浸水深、浸水面積及び被害額は次節以下に示される通りである。

6.2 確率洪水流量及び洪水位

6.2.1 Rimac川(河口 - Santa Eulalia川合流点間)

図 V-6-1にChosica地点の確率洪水流量波形を示す。確率洪水流量ごとの水位を上記区間の河道横断面図及び不等流解析に基づき算定した結果は、表 V-6-1 及び図 V-6-2 に示されている。(河道横断面図及びその位置は、資料集に添付されている。)

6.2.2 Rimac川(Santa Eulalia川合流点 - Matucana間)

1983年P&V Ingenierosが作成した河道横断面図を基に、この区間の河道の流下能力の検討を等流計算により行った。この結果、現況河道の流下能力は100年確率洪水流量を流し得るという事が判明した。(付属報告書 I、付録 IV 参照)

6.3 浸水面積及び浸水深

浸水面積及び各メッシュの浸水深は、不等流計算に基づき推定されている。この結果を基に各メッシュの浸水深を次の6段階に分類し、これらの各段階に応じて決定される被害率を被害額算定に適用するものとした。

段階	浸水深 (m)
0	0.0
1	0.0 - 0.5
2	0.5 - 1.0
3	1.0 - 2.0
4	2.0 - 3.0
5	3.0以上

10年、50年及び100年確率流水流量に対する浸水域及び浸水深は図 V-6-3かV-6-5に示される通りである。

6.4 被害額

被害額は、各メッシュ内資産に浸水深より決定される被害率を乗じ算定される。被害率としては、日本の建設省が確立している次の浸水深 - 被害率の関係を適用した。

資産項目	浸水深					
	0m	0-0.5m	0.5-1.0m	1.0-2.0m	2.0-3.0m	3.0m以上
一般家屋	0	0.124	0.210	0.308	0.439	0.572
家庭用品	0	0.086	0.191	0.331	0.499	0.690
公共施設	0	0.154	0.295	0.399	0.509	0.597
農作物	0	0.270	0.350	0.510	0.510	0.510

各確率洪水に対する各資産項目ごとの被害額は、表 V-6-2 に示されている。また各流域の総被害額は、次の通りである。

単位：千US\$

流域	確率年					
	2	5	10	25	50	100
1. Rimac 川合流点 -						
Huampani 橋間	0	9,760	11,757	13,577	17,520	19,653
Huampani 橋 -						
Atarjea 堰間	0	4,280	5,550	7,377	10,897	11,720
Atarjea 堰 - 河口部間	0	9,187	10,960	16,360	27,957	43,263
小計	0	23,227	28,267	37,314	56,383	74,636
2. 合流点 - Matucana 間	0	0	0	0	0	0
計	0	23,227	28,267	37,314	56,383	74,636

7. 代替案の評価及び選定

7.1 経済評価

7.1.1 概要

代替案選定の1つの指標として、各代替案の経済評価を行っている。即ち、建設費、プロジェクト便益を基に内部収益率(EIRR)を算定し経済分析を行った。

本節では、経済分析及び評価結果の概要を述べる。また詳細は付属報告書Ⅲ、付属 XI に述べられている。

7.1.2 建設費

経済評価のため、建設費は経済費用の観点から算定されている。表 V-7-1 は各代替案に対する建設費を示しているが、各代替案の組み合わせに対する建設費は次の通りである。

単位：10³ US\$

グループ(A) の流域	各区間の 代替案	計画代替案の組合せ							
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1. Rimac 川									
- 合流点・Huampani Bridge 間	A-1	13,643	13,643	13,643	13,643				
	A-2					16,920	16,920	16,920	16,920
- Huampani Bridge・ Atarjea Weir 間	B-1	12,547	12,547			12,547	12,547		
	B-2			46,572	46,572			46,572	46,572
- Atarjea Weir・河口間	C-1	17,166		17,166		17,166		17,166	
	C-2		24,369		24,369		24,369		24,369
2. Jicamarca 川下流域		599	599	599	599	599	599	599	599
計		43,955	51,158	77,980	85,183	47,232	54,435	81,257	88,460

また、経済評価においては、維持管理費を他の類似プロジェクトを参照して直接工事費の0.5%と仮定し上記建設費に加えるものとする。

7.1.3 プロジェクト便益

プロジェクト便益は、施設計画の実施による被害軽減額と定義されている。即ち、現況での被害額より施設建設後の被害額を差し引いた額として算定される。

現況での被害額は、洪水氾濫解析結果に基づき推定される。表 V-7-2からV-7-4は、各々現況及び施設建設後の年平均洪水被害額、並びにJicamarca川下流域における現況及び施設建設後の年平均洪水被害額を示している。

上記の中、施設建設後の年平均洪水被害額は、便宜上次の様に考えて算出されている。即ち、100年規模について計画されている事から100年確率洪水以下の洪水に対しては被害は発生せず、100年確率洪水を上回る規模の洪水が発生した場合には堤防等の施設は全壊し現況と同様の災害状況を呈するものと仮定し算定されている。

以下に現況、施設建設後の年平均洪水被害額及びプロジェクト便益を示す。

流域区分	単位：千US\$		
	現況での年平均被害額	施設建設後の年平均被害額	年平均便益
1. Rimac川			
- 合流点・Huampani橋間	3,980	187	3,793
- Huampani橋・Atarjea堰間	1,953	113	1,840
- Atarjea河口間	4,480	420	4,060
2. Jicamarca川下流域	713	73	640
計	11,126	793	10,333

7.1.4 内部収益率(EIRR)

内部収益率(EIRR)は、各対象流域の代替案の組合せに対して算定されている。結果は表 V-7-5からV-7-12に示されており、解析は以下の仮定に基づき行われている。

- 建設工事期間は、7年とする。
- 建設工事は、下流から上流に向かって実施されるものとする。
- 年間投資額は、年央に発生するものとする。
- 維持管理費及び便益は各工事区間の建設工事完了後にその区間に対して発生する。
- 経済寿命は、50年とする。
- 更新費用はないものとする。

各代替案の組み合わせに対する内部収益率は、次の通りである。

代替案の組み合わせ	E.I.R.R.(%)
(1) (A-1,B-1,C-1)	16.6
(2) (A-1,B-1,C-2)	15.9
(3) (A-1,B-2,C-1)	10.5
(4) (A-1,B-2,C-2)	9.5
(5) (A-2,B-1,C-1)	15.9
(6) (A-2,B-1,C-2)	13.8
(7) (A-2,B-2,C-1)	10.1
(8) (A-2,B-2,C-2)	9.2

7.2 技術的・社会的評価

7.2.1 Rimac川本川上流域

この区間に対する代替案として、次の2方法が取り上げられている。

ケースA-1： 現状の河道の拡幅は行わずに、コンクリート壁または堤防で保護する。

ケースA-2： 河道の拡幅及び線形改善のため、全面改修を行う。

上記に対する技術的・社会的評価結果は次の通りである。

(1) ケースA-1

ケースA-1において、計画流量660m³/secに対する流速及びその水深は、河道幅20m、河床勾配1/60と仮定し、各々7m/sec、約5mとなる。

例えコンクリートパラペットウォールもしくは堤防により守られたとしても、計画高水位以下の地域は、上記の如く激しい洪水流のため小さい欠陥部より災害につながる高い危険性が残る。さらに堤防等の防御施設が洪水流による洗掘・衝撃により被害を受け易い。特に、ケースA-1の場合に河道部に残る屈曲部ではこの影響は大きいものと考えられる。

各施設に対する維持管理の面でも、上記の如く激しい洪水流にさらされるため作業量は増えるものと考えられる。また工事実施の面でも、ケースA-1は機械化施工が難しくA-2と比べ施工性に欠けている。

社会的観点からは、沿川に存在する家屋・施設等の多少の移転は避けられないものの、社会的制約はケースA-2に比べ相当に少なくなるメリットがある。

(2) ケースA-2

ケースA-2においては、河幅は40~50mに各幅される。さらに河道線形は安全に洪水流を処理する様改善される。この計画河幅での計画洪水流量660m³/secに対する水深及び流速は各々約2.5m、5.0m/secとなり、ケースA-1と比べて安全度は著しく高いものとなる。

参考として、設計流量に対する標準河幅を以下に示す。

設計洪水流量(m ³ /sec)	標準河幅(m)
300	40 - 60
500	60 - 80
1,000	90 - 120
2,000	160 - 220
5,000	350 - 450

河床勾配	流速(m/sec)
緩勾配河川	2.0 - 3.0
急勾配河川	3.0 - 5.0

上記は洪水に対して必要な安全度を確保するため設定されている。上記と本計画とを比べると、計画河幅40~50mはまだ若干小さいと考えられるが、社会的制約を最小限にする事を考慮し40~50mの河幅を計画しているものである。各施設の耐久性及び維持管理の面でもケースA-1と比べ優れていると考えられるが、ケースA-2の問題点としては、沿川の家屋・施設等の移転がケースA-1に比べ増加することである。しかしこの問題は、災害に関する住民の教育と代替地の準備等十分行う事によって解決可能と考えられる。

防災上安全性の確保が最も重要であるという観点からケースA-2の選択が望ましく推奨されるべき案である。

7.2.2 Rimac川本川中流域

この区間に対する代替案として、次の2案が取り上げられている。

ケースB-1： 現状の遊水効果を考慮し、現状の河幅を維持しつつ必要な河川改修を行う。

ケースB-2： 通常の河幅に改修する。

上記に対する技術的・社会的評価結果は次の通りである。

(1) ケースB-1

この区間の河道は著しく河幅が広がっており、洪水に対して遊水効果を持ち下流域の洪水流量の低減に寄与している。

遊水効果に対する検討結果によれば、Chosica地点での設計洪水流量660m³/secは、540m³/secに減少される。この遊水効果は、首都圏を含む下流域の安全度を著しく高めているものと考えられる。さらに、この区間の河道は土砂及び礫の下流への流送を防ぎ下流での災害の発生を防止する効果を併せ持っている。このような自然状況を人工的に変えた場合、予期せぬ種々の問題を引き起こす可能性もある。従って、安全性を低減させぬようこの区間の河幅を維持する事が望ましい。

反面、河幅が著しく広がっている事から、流れを乱している事も短所としてあげられる。このため、河岸の浸食、堤防の欠壊を招いている。しかし、これらの問題点は、水制工及び護岸工等の設置により解決されるものと考えられる。また、堆積

物の除去等の河道の維持に係わる工事は、洪水を安全に処理するために必要である。

社会的制約については、この区間には移転が必要となる家屋・施設は殆どないため、特に問題となる事はないものと考えられる。

(2) ケースB-2

ケースB-2においては、ケースB-1で述べた様に人工的に自然条件を変えた場合、予期せぬ種々の問題を引き起こす可能性がある。この様な技術的不確定要素を含む案は避けるべきであろう。

7.2.3 Rimac川本川下流域

この区間の代替案として、つぎの2案が取り上げられている。

ケースC-1： 現状の河道に沿って必要な拡幅に改修する。

ケースC-2： 捷水路により河道線形を改善し、全面改修を実施する。

上記に対する技術的・社会的評価は次の通りである。

技術的には、ケースC-2が不自然な河道線形に起因する種々の問題及び危険をより完全に取り除く事が可能であるため望ましいと考えられる。

しかし、捷水路ルート上は家屋密集地帯となっており、ケースC-2が実施に移された場合、住居の移転・補償等の社会的制約の増加が極めて大きいものとなる。

一方、ケースC-1においては発生する社会的制約は可成り緩和される事となり、この事からケースC-1の実施は比較的容易になると判断される。さらに、ケースC-1による改善はケースC-2のそれ程完全なものではないが、河幅の拡幅により問題点はほぼ解決されるものである。従って、ケースC-2の技術的メリットはその社会的制約の増加を押し立てても実施する程大きいものではないという結論に達した。

上記の如く技術的・社会的観点からケースC-1が推奨される。

7.3 代替案の選定

前述の様に、技術的・社会的観点からは、上流域A-2、中流域B-1、下流域C-1の各代替案が提案されている。

経済評価結果によれば、(A-1,B-1,C-1)の代替案の組み合わせが最も高い内部収益率を示すが、上記の(A-2,B-1,C-1)の組み合わせも第2番目に高い内部収益率となっており、技術的・社会的及び経済的観点から総合的に判断し、Rimac川本川河道に対する施設計画として(A-2,B-1,C-1)の代替案の組み合わせを選定する事とした。即ち、洪水災害防止対策は次の基本指針に基づき策定する事とした。

- (1) 上流域の河道は、40~50mの河幅に拡幅する。
- (2) 中流域においては原則的に現況の河幅を維持する。
- (3) 下流域の狭窄部は、現河道沿いに拡幅する。

上記の施設計画は、図V-7-1に示される。尚、示されている施設計画については、マスタープラン・スタディの段階で予備的に作成されたものであるため、実際の実施に当たってはさらに詳細な調査・検討をを通して調整されるべきものである事を注記する。

上記施設計画を過去の洪水災害と対比して、技術的な考察を行った。結果は以下の通りである。

上流域

1983年2月に現在の狭い河幅に起因する洪水氾濫がChosicaにおいて発生している。洪水流量は280~250m³/secと推定される。この洪水の氾濫によりELECTROLIMAの発電用破水施設及び周辺地域で冠水しているが、本施設計画では、河道拡幅及びこれによる洪水位の低下を計るため、前述の様な洪水氾濫を防止できるものと考えられる。

中流域

Campoy-Huachipa地域の河道部は堤防の欠陥、不十分な護岸あるいは通水能力の不足した構造物などに起因する洪水がしばしば発生している。本施設計画では、堤防欠陥部の修復、護岸工による堤防の補強、構造物の改修を行い、前述の様な災害発生を防止する計画となっており、上述の様な氾濫は発生しなくなるものと考えられる。

下流域

狭搾部の下流域では、堆積土砂によりその流下能力は減少しており、これに起因する洪水氾濫が重要軍事施設が設置されているCallao地区で1984年2月記録されている。本施設計画では、下流域河床掘削及び狭搾部の拡幅を提案しており、これらにより堆積土砂を減少させると共に前述の様な洪水災害の発生を防止する事が可能であると考えられる。

8. 施設計画(グループB)

8.1 概要

Santa Eulalia川との合流点とMatucana間のRimac川本川の河道は、グループBに分類されるが、次の理由からこの区間に対する代替案の比較検討は行っていない。

Matucana-合流点間の河道沿いには、守られるべき資産も存在し、また過去に洪水氾濫発生記録もある。しかし、この地域で発生する洪水氾濫は通常とは異なり、土砂流の堆積による堰上げによるものであるため土石流対策によって解決されるものである。さらに、この区間の河道部では人口的に河幅を狭める行為もなされていないし、また流れを乱す様な極端に広い河幅を持つ区間も存在しない。このため現況河道の改修等基本的事項の検討を要しないものと判断される。従って、水理解析結果を基に、堤防及びコンクリートパラペットウォールの嵩上げ並びに護岸工等の施設を必要な箇所に配置し、施設計画を提案する事とした。

8.2 施設計画

グループBの地域の幾地点かで洪水が発生した事が報告されている。災害記録及び現地調査に基づき確認されたこれらの地区は付属報告書Ⅲ、付録XI、図XI-6-3に示されている。

Matucana - 合流点間の河道について現況河道横断面図を基に水理解析を行った結果、同区間の河道は100年確率洪水 $310\text{m}^3/\text{sec}$ に対しては安全に流下させ得る容量を持っている事が判明した。これは同区間で河川改修が実施されているためと考えられる。

上記より、この区間に対して施設計画の策定は不要と考えられる。しかし、現地調査結果から同区間内にも部分的に安全性を高める必要があると考えられる箇所がある。特に、Corcona及びTona Mesa地区は、洪水に対して被害発生の可能性のあるものと考えられる。このため同地区に対しては以下の方策が提案されている。

(A) Corcona

CorconaはSanta Eulalia川との合流点上流11kmの地点に位置する。1983年、この地区左岸部で洪水氾濫が発生し、国道20号線がこの地区の河床部の標高と同程度の高さにあるため冠水している。

洪水後、緊急対策としてCorcona及び国道を洪水から守るため、堤防建設が実施され、堤防高4~5m、区間1kmに亘り堤防が建設されてはいるが、この部分での洪水流は河床勾配が急勾配を示しているため、非常に激しい流れとなる事から、現況施設では不十分な面もある。即ち、現堤防は護岸がなされておらず洗掘に対し弱いため堤防欠壊の危険性がある。

このため、堤防延長工事及び護岸工の設置が提案されている。またこの地区の右岸部は山地斜面のふもとに当たるため防御施設は不要である。同地区の河川改修の概要を図V-8-1に示す。

(B) Torna Mesa

この地区は、本川左岸部にあるRio Seco溪流との合流点から1km上流に位置する。この地区の上流端では河幅が比較的広く、このため流送された礫がこの部分に著しく堆積している。洪水時において、洪水流はこの礫のため二分され、この流れが左岸部を襲い、この部分の河岸低部より同地区内に侵入する可能性がある。主要な資産としては、20件程度の家屋、国道及び鉄道があげられる。このため、河床の浚渫が提案されている。河道横断面形状としては現河幅が20mであることから3m程度の河深は必要なものと考えられる。さらに、両岸部での護岸をTorna Mesa地区沿いの2kmの区間に対し洗掘防止のために計画する。また、Rio Seco溪流が流出する土石流堆積物を常時処理する事が河床の維持のため必要と考えられる。同地区の河川改修の概要を図V-8-1に示す。

グループBの地区に対する河川改修計画の建設費は次に示されている。

地区	工事項目	区間長(m)	建設費(千US\$)
Carcona	堤防建設及び護岸工	1,000	1,230
Torna Masa	河床浚渫及び護岸工	2,000	850

8.3 経済評価

上記グループBの施設計画に対する総建設費は、2,080千US\$となる。しかし、便益に関しては現状の状態で被害が発生しないためにゼロとなり、従って経済的指標としてはE.I.R.Rがマイナスになってしまう結果になっている。

しかし、グループBの施設計画に対する建設費は比較的安価であり、グループAを含めた全体の経済的実施可能性に対しほとんど影響を与えないものである。一方、技術的・社会的見地から安全性を高める事が望ましく提案した施設計画は必要かつ妥当なものと考えられる。

附 表

表 V-6-1 確率洪水位 (1/2)

Elevation of bankfull (m)					Elevation of bankfull (m)					Unit : EL.m	
Sec.No.	Return Period		Return Period			Sec.No.	Return Period		Return Period		
	Left	Right	10	50	100		Left	Right	10	50	100
1	13.0	13.0	9.8	10.7	11.0	51	154.3	154.3	148.7	149.4	149.6
2	13.0	12.3	12.2	13.0	13.3	52	153.3	153.3	150.7	151.3	151.4
3	16.2	16.2	13.6	14.4	14.6	53	158.7	158.7	156.6	157.2	157.4
4	16.5	18.7	16.4	16.9	17.1	54	164.8	164.8	158.1	158.8	159.1
5	22.2	19.0	17.8	18.3	18.4	55	162.0	164.6	161.3	162.0	162.3
6	22.5	19.9	20.2	21.2	21.6	56	168.2	168.2	163.1	163.9	164.3
7	21.3	26.2	22.3	23.7	24.2	57	165.8	165.7	163.5	164.1	164.3
8	25.4	24.2	23.7	24.6	24.9	58	168.3	173.8	166.2	166.4	166.5
9	26.0	25.8	26.1	27.1	27.5	59	172.4	178.1	170.4	170.9	171.1
10	28.8	27.0	26.8	27.5	27.8	60	179.0	179.0	174.8	175.4	175.6
11	31.1	30.2	28.3	28.4	28.5	61	184.1	189.2	182.1	182.6	182.7
12	35.5	33.0	31.6	32.3	32.4	62	188.8	188.3	185.8	186.2	186.3
13	38.3	36.3	35.3	35.7	35.8	63	194.1	196.7	192.3	192.7	192.9
14	40.1	41.2	37.7	38.2	38.4	64	198.5	200.2	196.4	196.9	197.1
15	43.4	42.0	39.5	39.9	40.1	65	202.9	202.9	199.6	200.1	200.3
16	47.4	43.1	42.3	43.0	43.3	66	210.5	208.6	203.8	204.1	204.2
17	44.7	44.7	45.2	45.6	45.8	67	213.6	214.2	208.9	209.5	209.7
18	47.4	47.4	45.0	45.4	45.5	68	212.7	215.0	210.7	211.2	211.3
19	49.5	45.8	47.0	47.6	47.9	69	220.0	225.0	214.8	215.5	215.7
20	51.3	52.4	49.1	49.9	50.2	70	225.4	226.7	219.5	220.1	220.3
21	56.0	53.1	50.8	51.5	51.8	71	230.0	231.4	224.1	224.6	224.7
22	55.6	55.7	53.8	54.4	54.6	72	237.0	236.0	229.4	229.9	230.1
23	61.3	59.0	57.3	58.3	58.5	73	240.0	238.8	234.9	235.5	235.6
24	64.0	62.0	59.2	59.9	60.1	74	242.0	244.5	238.3	238.8	238.9
25	67.7	69.7	63.1	64.1	64.5	75	249.0	249.0	244.2	244.5	244.6
26	67.0	67.8	65.2	66.2	66.5	76	248.4	249.0	245.3	245.6	245.7
27	70.6	70.6	66.8	67.7	68.0	77	249.4	249.1	245.9	246.4	246.6
28	71.7	71.1	69.0	69.8	70.1	78	260.7	252.4	247.8	248.2	248.3
29	77.2	75.5	71.3	72.3	72.6	79	262.0	252.2	248.7	249.0	249.1
30	80.5	80.7	73.8	74.6	74.9	80	257.2	254.8	249.1	249.4	249.6
31	83.6	84.0	78.0	78.5	78.6	81	258.0	254.8	250.6	251.0	251.2
32	87.9	88.7	80.9	81.8	83.2	82	261.0	258.0	252.9	253.2	253.3
33	90.7	90.7	86.0	87.3	88.1	83	264.6	264.6	259.7	260.3	260.5
34	98.1	94.1	88.4	89.0	89.2	84	265.0	265.4	260.6	261.3	261.5
35	99.5	100.2	96.0	98.6	99.6	85	265.8	264.0	262.4	262.7	262.8
36	108.0	103.2	100.6	103.2	104.2	86	275.1	269.5	269.3	269.5	269.6
37	105.7	107.4	101.2	103.6	104.2	87	283.6	277.8	276.0	276.2	276.2
38	108.5	109.2	101.2	103.6	104.2	88	285.0	285.2	284.1	284.4	284.6
39	114.8	114.8	102.8	105.8	106.8	89	291.2	292.0	290.2	290.4	290.5
40	115.3	115.3	105.0	106.8	107.5	90	302.0	301.8	299.9	300.1	300.1
41	126.8	126.8	109.9	112.4	113.3	91	312.0	308.4	306.6	306.8	306.9
42	124.4	124.4	109.7	112.4	113.3	92	323.1	318.2	315.9	316.0	316.1
43	127.8	127.8	124.8	125.5	125.7	93	330.1	326.1	323.9	324.1	324.1
44	131.6	127.6	128.8	129.9	130.2	94	338.9	331.7	331.5	331.7	331.8
45	131.4	131.0	131.3	132.0	132.2	95	341.0	340.2	340.0	340.2	340.3
46	135.7	133.6	134.5	135.6	135.9	96	350.0	348.8	349.4	349.5	349.6
47	143.3	143.8	138.2	139.3	139.5	97	361.0	360.0	360.4	360.6	360.7
48	140.8	144.4	140.1	141.0	141.3	98	368.5	368.5	368.2	368.6	368.7
49	141.4	147.2	142.2	143.4	143.9	99	379.0	375.0	274.6	374.9	375.1
						100	384.0	383.8	381.9	382.4	383.0

Note : Sec.No.50 is not available.

表 V-6-1 確率洪水位 (2/2)

Sec.No.	Elevation of bankfull (m)		Return Period			Sec.No.	Elevation of bankfull (m)		Return Period			Unit : EL.m
	Left	Right	10	50	100		Left	Right	10	50	100	
101	393.0	392.4	390.4	390.9	391.1	151	731.0	731.3	734.2	735.0	735.4	
102	404.5	399.5	399.3	399.5	399.6	152	734.8	734.9	736.6	738.0	738.5	
103	410.5	407.3	408.5	408.7	408.7	153	737.2	737.2	736.5	737.3	737.6	
104	419.7	418.2	417.0	417.3	417.4	154	738.3	739.1	742.0	743.6	744.1	
105	426.5	426.0	424.6	424.8	424.9	155	745.4	748.0	744.0	744.4	744.5	
106	439.0	434.0	433.5	433.7	433.7	156	754.3	752.5	754.2	755.5	756.1	
107	447.8	444.0	442.7	442.9	443.0	157	756.6	756.6	757.6	758.3	758.5	
108	451.8	452.0	452.7	453.0	453.2	158	760.8	760.0	761.5	761.8	762.0	
109	463.1	460.0	459.3	459.7	459.8	159	762.5	762.8	762.5	763.0	763.2	
110	470.0	470.0	467.1	476.3	467.4	160	763.8	765.5	763.8	764.1	764.2	
111	480.0	476.9	476.7	476.9	477.0	161	765.8	766.0	765.6	766.1	766.3	
112	489.9	486.6	486.6	486.7	486.8	162	766.2	767.6	767.5	768.1	768.2	
113	495.9	495.9	495.9	496.1	496.2	163	767.0	767.6	768.2	768.7	768.9	
114	505.0	505.0	504.2	504.6	504.8	164	770.5	766.2	768.4	768.8	769.0	
115	510.0	510.0	509.9	510.2	510.3	165	769.1	770.6	768.6	769.1	769.3	
116	518.1	518.1	518.3	518.7	518.8	166	770.6	769.1	769.7	770.0	770.1	
117	525.0	524.9	525.6	525.9	526.0	167	772.0	771.0	771.0	771.4	771.5	
118	535.0	535.0	534.8	535.0	535.1	168	772.8	771.8	772.4	772.8	772.9	
119	544.7	544.6	544.3	544.6	544.7	169	772.8	772.8	773.0	773.3	773.4	
120	553.2	560.3	551.2	551.6	551.7	170	775.3	774.3	774.7	775.0	775.0	
121	561.1	562.9	560.4	560.6	560.7	171	776.7	775.5	775.8	776.1	776.2	
122	572.5	568.1	570.0	571.0	571.2	172	778.8	777.3	777.5	777.7	777.8	
123	584.4	587.6	583.5	583.9	584.0	173	780.4	780.7	779.0	779.3	779.4	
124	589.5	592.4	588.1	588.4	588.5	174	779.5	779.5	780.0	780.4	780.5	
125	590.7	595.7	591.2	591.5	591.7	175	781.8	789.6	780.8	781.2	781.3	
126	594.4	599.0	593.6	593.9	594.0	176	784.3	794.5	780.8	780.9	781.0	
127	597.2	602.0	596.8	597.1	597.2	177	785.8	785.2	782.1	782.4	782.5	
128	602.7	607.8	602.8	603.1	603.2	178	784.4	785.3	783.9	784.4	784.5	
129	605.5	609.5	605.4	605.8	605.9	179	789.5	786.1	785.8	786.3	786.5	
130	609.1	612.6	607.9	608.2	608.3	180	786.3	787.0	787.5	787.8	787.9	
131	614.5	615.2	613.7	614.0	614.1	181	788.4	787.7	787.5	788.0	788.2	
132	619.3	619.0	619.0	619.2	619.3	182	789.3	789.9	789.2	789.7	789.8	
133	623.7	622.8	623.6	623.9	624.1	183	789.4	788.7	789.6	790.4	790.6	
134	626.5	625.1	625.9	626.2	626.3	184	789.4	789.0	790.5	791.3	791.6	
135	629.9	628.2	629.1	629.2	629.3	185	792.4	793.7	790.2	790.7	790.9	
136	635.1	635.4	634.9	635.3	635.4	186	808.2	808.0	808.6	809.0	809.1	
137	642.5	642.5	643.7	644.0	644.1	187	816.6	818.4	815.4	815.6	815.7	
138	662.6	665.5	663.5	664.0	664.1	188	818.3	818.7	819.5	820.5	820.9	
139	666.3	663.1	664.4	664.8	665.1	189	822.1	822.7	822.4	823.4	823.7	
140	666.5	668.7	667.1	667.4	667.6	190	825.5	830.2	825.6	825.7	825.8	
141	667.2	668.0	668.8	669.3	669.5	191	830.6	830.9	830.1	830.6	830.7	
142	681.1	680.2	680.6	680.8	680.9	192	838.3	837.8	839.8	841.5	842.2	
143	690.0	680.1	690.8	691.1	691.2	193	849.0	845.9	848.1	849.9	850.4	
144	695.1	695.0	695.7	696.0	696.1	194	849.5	849.5	852.3	853.7	854.3	
145	699.5	698.0	699.0	699.3	699.4	195	854.9	853.5	855.7	857.2	857.7	
146	703.4	706.0	704.7	705.1	705.2	196	859.6	858.1	861.5	862.8	863.3	
147	710.5	710.4	710.4	710.7	710.8	197	862.6	863.8	868.9	870.1	870.5	
148	717.4	716.3	719.2	720.8	721.5	198	876.6	878.8	876.6	877.2	877.3	
149	722.4	722.4	723.8	724.2	724.3	199	887.6	886.4	886.1	886.6	886.7	
150	723.8	724.5	725.3	725.8	725.9							

表 V-6-2 想定洪水被害額

	Residential houses	Household effects	Public offices	Agricultural crops	Total
Unit : 10 ⁶ Intis (10 ³ US \$)					
<u>10 year</u>					
Upper reaches	282.8	24.2	45.6	0.1	352.7 (11756.7)
Middle reaches	133.5	10.2	21.8	1.1	166.5 (5550.0)
Lower reaches	275.2	21.8	31.7	0.1	328.8 (10960.0)
Total	691.4 (23046.7)	56.2 (1873.3)	99.1 (3303.3)	1.3 (43.3)	848.0 (28266.7)
<u>50 year</u>					
Upper reaches	421.0	40.3	64.4	0.1	525.9 (17530.0)
Middle reaches	264.1	21.3	40.2	1.4	326.9 (10896.7)
Lower reaches	688.7	60.0	88.8	1.2	838.7 (27956.7)
Total	1373.8 (45793.3)	121.7 (4056.7)	193.3 (6443.3)	2.7 (90.0)	1691.5 (56383.3)
<u>100 year</u>					
Upper reaches	471.4	47.4	70.6	0.1	589.6 (19653.3)
Middle reaches	283.6	22.9	43.5	1.5	351.6 (11720.0)
Lower reaches	1045.0	93.6	157.7	1.6	1297.9 (43263.3)
Total	1800.0 (60000.0)	164.0 (5466.7)	271.8 (9060.0)	3.3 (110.0)	2239.1 (74636.7)

表 V-7-1 各代替案に対する建設費比較

No.	Work Items	Unit	Unit Cost (US\$)	Upper Reaches			Middle Reaches			Lower Reaches					
				A-1		A-2		B-1		B-2		C-1		C-2	
				Qty	Amount	Qty	Amount	Qty	Amount	Qty	Amount	Qty	Amount	Qty	Amount
1	Preparatory works /1	L.S.	-	522	642	-	504	-	1,817	-	639	-	909		
2	Main Works			10,447	12,844		10,083		36,339		12,777		18,179		
	(1) Excavation														
	- Rock/boulders	cu.m	7.2	90,600	141,000	1,011	740	0	0	176,000	1,261	293,000	2,100		
	- Common	cu.m	3.7	93,900	344	150,000	550	1,236,000	4,532	1,582,000	5,801	2,636,100	9,666		
	(2) Embankment	cu.m	20.8	238,000	4,958	238,000	4,958	255,200	5,317	1,255,000	588	28,200	588		
	(3) Backfill														
	- Gravel	cu.m	7.2	46,900	46,900	68,300	68,300	72,500	72,500	72,500	72,500	72,500	72,500		
	- Random	cu.m	3.7	24,600	90	80,400	295	4,500	17	0	187,600	688	187,600		
	(4) Reinforced concrete	cu.m	100.0	20,500	2,820	28,200	14,900	1,490	0	0	11,900	1,190	14,200		
	(5) Gabion	pc.	20.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	(6) Revetment														
	- Wet masonry	sq.m	13.3	77,500	1,033	77,500	367	267,000	3,560	155,800	2,077	155,800	2,077		
	- Gabion mattress	sq.m	10.0	35,600	356	31,700	317	0	0	0	0	0	0		
	(7) Groynes														
	- Wet masonry	cu.m	40.7	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0		
	- Concrete	cu.m	83.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	(8) Ground sill	sq.m	130.0	3,600	488	0	780	0	0	1,125	146	1,125	146		
	(9) Bridge	sq.m	1,160.0	0	0	960	371*	320	371*	360	418	360	418		
	(10) Road	sq.m	22.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	(11) Gate	sq.m	8,010.0	0	12	96	0	0	0	0	0	0	0		
	(12) Miscellaneous (5%)	L.S.	-	497	612	-	480	-	1,730	-	608	-	866		
3	Compensation	Nos.	166.7	400	200	280	47	0	0	2,820	470	3,745	624		
4	Engineering service & governmental administration /2	L.S.	-	828	1,026	-	798	-	2,862	-	1,041	-	1,478		
5	Physical contingency /3	L.S.	-	1,780	2,207	-	1,715	-	6,153	-	2,239	-	3,179		
	Total			13,643	16,920		13,146		47,171		17,166		24,369		
							(599)		(599)						

Note : Plan A-1, Upper reach, heightening the existing river banks
A-2, - do - enlarging the existing river channel
B-1, Middle reach, keeping the existing river width with partial diking
B-2, - do - reducing the existing river width by dike
C-1, Lower reach, enlarging the width of narrow portion along the existing river course
C-2, - do - short-cutting and enlarging the width of narrow portion
*, Improvement work at the river mouth of Qda. Jicamarca river
(), Total improvement cost for outlet of Qda. Jicamarca
/1, 5% of item 2
/2, 7.5% of item 1 to 3
/3, 15% of item 1 to 4

表 V-7-2 年平均洪水被害額(現況)(1/2)

Return Period (Year)	Expected Frequency (Events/Year)	Damage Amount (10 ⁶ Intis)	Events per Year within Interval	Average Damage per Interval (10 ⁶ Intis)	Annual Average Damage (10 ⁶ Intis)
<u>Upper reaches of main stream</u>					
0.5	2.0	0			
1.0	1.0	0	1.0	0	0
2.0	0.5	0	0.5	0	0
5.0	0.2	292.8	0.3	146.4	43.9
10.0	0.1	352.7	0.1	322.8	32.3
30.0	0.033	420.0	0.067	386.4	25.9
50.0	0.020	525.9	0.013	473.0	6.1
100.0	0.010	589.6	0.010	557.8	5.6
200.0	0.005	620.0	0.005	604.8	3.0
500.0	0.002	655.0	0.003	637.5	1.9
1,000.0	0.001	670.0	0.001	662.5	0.7
				Total	119.4 (US\$3,980 x 10 ³)
<u>Middle reaches of main stream</u>					
0.5	2.0	0			
1.0	1.0	0	1.0	0	0
2.0	0.5	0	0.5	0	0
5.0	0.2	128.4	0.3	64.2	19.3
10.0	0.1	166.5	0.1	147.5	14.8
30.0	0.033	250.0	0.067	208.3	14.0
50.0	0.020	326.9	0.013	288.5	3.7
100.0	0.010	351.6	0.010	339.3	3.4
200.0	0.005	375.0	0.005	363.3	1.8
500.0	0.002	400.0	0.003	387.5	1.2
1,000.0	0.001	420.0	0.001	410.0	0.4
				Total	58.6 (US\$1,953 x 10 ³)

表 V-7-2 年平均洪水被害額(現況)(2/2)

Return Period (Year)	Expected Frequency (Events/Year)	Damage Amount (10 ⁶ Intis)	Events per Year within Interval	Average Damage per Interval (10 ⁶ Intis)	Annual Average Damage (10 ⁶ Intis)
<u>Lower reaches of main stream</u>					
0.5	2.0	0	1.0	0	0
1.0	1.0	0	0.5	0	0
2.0	0.5	0	0.3	137.8	41.3
5.0	0.2	275.6	0.1	302.2	30.2
10.0	0.1	328.8	0.067	454.4	30.4
30.0	0.033	580.0	0.013	709.4	9.2
50.0	0.020	838.7	0.010	1,068.3	10.7
100.0	0.010	1,297.9	0.005	1,364.0	6.8
200.0	0.005	1,430.0	0.003	1,440.0	4.3
500.0	0.002	1,450.0	0.001	1,475.0	1.5
1,000.0	0.001	1,500.0			
Total					134.4 (US\$4,480 x 10 ³)

表 V-7-3 年平均洪水被害額(改修後)(1/2)

Return Period (Year)	Expected Frequency (Events/Year)	Damage Amount (10 ⁶ Intis)	Events per Year within Interval	Average Damage per Interval (10 ⁶ Intis)	Annual Average Damage (10 ⁶ Intis)
<u>Upper reaches of main stream</u>					
0.5	2.0	0	1.0	0	0
1.0	1.0	0	0.5	0	0
2.0	0.5	0	0.3	0	0
5.0	0.2	0	0.1	0	0
10.0	0.1	0	0.067	0	0
30.0	0.033	0	0.013	0	0
50.0	0.020	0	0.010	0	0
100.0	0.010	589.6	0.005	604.8	3.0
200.0	0.005	620.0	0.003	637.5	1.9
500.0	0.002	655.0	0.001	662.5	0.7
1,000.0	0.001	670.0			
				Total	5.6 (US\$187 x 10 ³)
<u>Middle reaches of main stream</u>					
0.5	2.0	0	1.0	0	0
1.0	1.0	0	0.5	0	0
2.0	0.5	0	0.3	0	0
5.0	0.2	0	0.1	0	0
10.0	0.1	0	0.067	0	0
30.0	0.033	0	0.013	0	0
50.0	0.020	0	0.010	0	0
100.0	0.010	351.6	0.005	363.3	1.8
200.0	0.005	375.0	0.003	387.5	1.2
500.0	0.002	400.0	0.001	410.0	0.4
1,000.0	0.001	420.0			
				Total	3.4 (US\$113 x 10 ³)

表 V-7-3 年平均洪水被害額(改修後)(2/2)

Return Period (Year)	Expected Frequency (Events/Year)	Damage Amount (10 ⁶ Intis)	Events per Year within Interval	Average Damage per Interval (10 ⁶ Intis)	Annual Average Damage (10 ⁶ Intis)
<u>Lower reaches of main stream</u>					
0.5	2.0	0	1.0	0	0
1.0	1.0	0	0.5	0	0
2.0	0.5	0	0.3	0	0
5.0	0.2	0	0.1	0	0
10.0	0.1	0	0.067	0	0
30.0	0.033	0	0.013	0	0
50.0	0.020	0	0.010	0	0
100.0	0.010	1,297.9	0.005	1,364.0	6.8
200.0	0.005	1,430.0	0.003	1,440.0	4.3
500.0	0.002	1,450.0	0.001	1,475.0	1.5
1,000.0	0.001	1,500.0			
				Total	12.4 (US\$420 × 10 ³)

表 V-7-4 Jicamarca 川下流部年平均洪水被害額(現況及び改修後)

Return Period (Year)	Expected Frequency (Events/Year)	Damage Amount (10^6 Intis)	Events per Year within Interval	Average Damage per Interval (10^6 Intis)	Annual Average Damage (10^6 Intis)
<u>Without project</u>					
0.5	2.0	0			
1.0	1.0	0	1.0	0	0
2.0	0.5	0	0.5	0	0
5.0	0.2	0	0.3	0	0
10.0	0.1	0	0.1	0	0
10.0	0.1	201.2	0.067	209.6	14.0
30.0	0.033	218.0	0.013	220.7	2.9
50.0	0.020	223.3	0.010	229.6	2.3
100.0	0.010	235.8	0.005	238.4	1.2
200.0	0.005	241.0	0.003	244.5	0.7
500.0	0.002	248.0	0.001	250.0	0.3
1,000.0	0.001	252.0			
				Total	21.4 (US\$713 x 10^3)
<u>With project</u>					
0.5	2.0	0			
1.0	1.0	0	1.0	0	0
2.0	0.5	0	0.5	0	0
5.0	0.2	0	0.3	0	0
10.0	0.1	0	0.1	0	0
10.0	0.1	0	0.067	0	0
30.0	0.033	0	0.013	0	0
50.0	0.020	0	0.010	0	0
100.0	0.010	235.8	0.005	238.4	1.2
200.0	0.005	241.0	0.003	244.5	0.7
500.0	0.002	248.0	0.001	250.0	0.3
1,000.0	0.001	252.0			
				Total	2.2 (US\$73 x 10^3)

表 V-7-5 經濟建設費投資計畫(代替案(1))

EIRR =		Upper Reaches : A-1		Middle Reaches : B-1		Lower Reaches : C-1		Unit : US\$ 10 ³			
16.5819 %		C O S T		S T R E A M		B E N E F I T S T R E A M					
		Disbursement of Investment					Discounted		Discounted		Net
Year	Fiscal year	Upper Reaches	Middle Reaches	Lower Reaches	Jicamarca River	Annual O&M Cost	Cost Total	Total Cost	Annual Benefit	Total Benefit	Present Worth
1	1990/1991	10	-	3,433	-	-	3,443	2,953	0	0	(2,953)
2	1991/1992	15	-	6,866	-	-	6,881	5,063	0	0	(5,063)
3	1992/1993	15	-	6,866	-	-	6,881	4,343	0	0	(4,343)
4	1993/1994	15	6,274	-	599	66	6,954	3,764	1,447	783	(2,981)
5	1994/1995	2,718	6,274	-	-	66	9,057	4,206	1,447	672	(3,534)
6	1995/1996	5,435	-	-	-	115	5,550	2,211	2,687	1,070	(1,141)
7	1996/1997	5,435	-	-	-	115	5,550	1,896	2,687	918	(978)
8	1997/1998					130	130	38	10,333	3,028	2,990
9	1998/1999					130	130	33	10,333	2,597	2,565
10	1999/2000					130	130	28	10,333	2,228	2,200
11	2000/2001					130	130	24	10,333	1,911	1,887
12	2001/2002					130	130	21	10,333	1,639	1,619
13	2002/2003					130	130	18	10,333	1,406	1,388
14	2003/2004					130	130	15	10,333	1,206	1,191
15	2004/2005					130	130	13	10,333	1,035	1,022
16	2005/2006					130	130	11	10,333	887	876
17	2006/2007					130	130	10	10,333	761	752
18	2007/2008					130	130	8	10,333	653	645
19	2008/2009					130	130	7	10,333	560	553
20	2009/2010					130	130	6	10,333	480	474
21	2010/2011					130	130	5	10,333	412	407
22	2011/2012					130	130	4	10,333	353	349
23	2012/2013					130	130	4	10,333	303	299
24	2013/2014					130	130	3	10,333	260	257
25	2014/2015					130	130	3	10,333	223	220
26	2015/2016					130	130	2	10,333	191	189
27	2016/2017					130	130	2	10,333	164	162
28	2017/2018					130	130	2	10,333	141	139
29	2018/2019					130	130	2	10,333	121	119
30	2019/2020					130	130	1	10,333	104	102
31	2020/2021					130	130	1	10,333	89	88
32	2021/2022					130	130	1	10,333	76	75
33	2022/2023					130	130	1	10,333	65	65
34	2023/2024					130	130	1	10,333	56	55
35	2024/2025					130	130	1	10,333	48	47
36	2025/2026					130	130	1	10,333	41	41
37	2026/2027					130	130	0	10,333	35	35
38	2027/2028					130	130	0	10,333	30	30
39	2028/2029					130	130	0	10,333	26	26
40	2029/2030					130	130	0	10,333	22	22
41	2030/2031					130	130	0	10,333	19	19
42	2031/2032					130	130	0	10,333	16	16
43	2032/2033					130	130	0	10,333	14	14
44	2033/2034					130	130	0	10,333	12	12
45	2034/2035					130	130	0	10,333	10	10
46	2035/2036					130	130	0	10,333	9	9
47	2036/2037					130	130	0	10,333	8	8
48	2037/2038					130	130	0	10,333	7	6
49	2038/2039					130	130	0	10,333	6	6
50	2039/2040					130	130	0	10,333	5	5
Total		13,643	12,547	17,166	599	5,952	49,907	24,704	452,585	24,704	(0)

表 V-7-6 經濟建設費投資計畫(代替案(2))

EIRR =		Upper Reaches : A-1		Middle Reaches : B-1		Lower Reaches : C-2		Unit : US\$ 10 ³			
15.8801 %		COST		S T R E A M		BENEFIT STREAM					
Disbursement of Investment											
Year	Fiscal year	Upper Reaches	Middle Reaches	Lower Reaches	Jicamarca River	Annual O&M Cost	Discounted Cost		Discounted Benefit		Net Present Worth
							Total	Total	Annual Benefit	Total Benefit	
1	1990/1991	10	-	4,874	-	-	4,943	4,266	0	0	(4,266)
2	1991/1992	15	-	9,748	-	-	9,881	7,358	0	0	(7,358)
3	1992/1993	15	-	9,748	-	-	9,881	6,350	0	0	(6,350)
4	1993/1994	15	6,274	-	599	92	6,607	3,664	1,447	802	(2,862)
5	1994/1995	2,718	6,274	-	-	92	7,042	3,370	1,447	692	(2,678)
6	1995/1996	5,435	-	-	-	140	1,759	726	2,687	1,110	383
7	1996/1997	5,435	-	-	-	140	1,759	627	2,687	957	331
8	1997/1998					156	156	48	10,333	3,178	3,130
9	1998/1999					156	156	41	10,333	2,743	2,701
10	1999/2000					156	156	36	10,333	2,367	2,331
11	2000/2001					156	156	31	10,333	2,042	2,012
12	2001/2002					156	156	27	10,333	1,762	1,736
13	2002/2003					156	156	23	10,333	1,521	1,498
14	2003/2004					156	156	20	10,333	1,313	1,293
15	2004/2005					156	156	17	10,333	1,133	1,116
16	2005/2006					156	156	15	10,333	977	963
17	2006/2007					156	156	13	10,333	843	831
18	2007/2008					156	156	11	10,333	728	717
19	2008/2009					156	156	9	10,333	628	619
20	2009/2010					156	156	8	10,333	542	534
21	2010/2011					156	156	7	10,333	468	461
22	2011/2012					156	156	6	10,333	404	398
23	2012/2013					156	156	5	10,333	348	343
24	2013/2014					156	156	5	10,333	301	296
25	2014/2015					156	156	4	10,333	259	256
26	2015/2016					156	156	3	10,333	224	220
27	2016/2017					156	156	3	10,333	193	190
28	2017/2018					156	156	3	10,333	167	164
29	2018/2019					156	156	2	10,333	144	142
30	2019/2020					156	156	2	10,333	124	122
31	2020/2021					156	156	2	10,333	107	106
32	2021/2022					156	156	1	10,333	92	91
33	2022/2023					156	156	1	10,333	80	79
34	2023/2024					156	156	1	10,333	69	68
35	2024/2025					156	156	1	10,333	59	59
36	2025/2026					156	156	1	10,333	51	51
37	2026/2027					156	156	1	10,333	44	44
38	2027/2028					156	156	1	10,333	38	38
39	2028/2029					156	156	0	10,333	33	32
40	2029/2030					156	156	0	10,333	28	28
41	2030/2031					156	156	0	10,333	25	24
42	2031/2032					156	156	0	10,333	21	21
43	2032/2033					156	156	0	10,333	18	18
44	2033/2034					156	156	0	10,333	16	16
45	2034/2035					156	156	0	10,333	14	13
46	2035/2036					156	156	0	10,333	12	12
47	2036/2037					156	156	0	10,333	10	10
48	2037/2038					156	156	0	10,333	9	8
49	2038/2039					156	156	0	10,333	8	7
50	2039/2040					156	156	0	10,333	7	6
Total		13,643	12,547	24,369	599	7,172	48,580	26,711	452,585	26,711	0

表 V-7-7 經濟建設費投資計畫(代替案(3))

EIRR =		Upper Reaches : A-1	Middle Reaches : B-2	Lower Reaches : C-1	Unit : US\$ 10 ³						
		C O S T S T R E A M				B E N E F I T S T R E A M					
		Disbursement of Investment				Discounted		Discounted		Net	
Year	Fiscal year	Upper Reaches	Middle Reaches	Lower Reaches	Jicamarca River	Annual O&M Cost	Cost Total	Total Cost	Annual Benefit	Total Benefit	Present Worth
1	1990/1991	10	-	3,433	-	-	3,443	3,116	0	0	(3,116)
2	1991/1992	15	-	6,866	-	-	6,881	5,635	0	0	(5,635)
3	1992/1993	15	-	6,866	-	-	6,881	5,100	0	0	(5,100)
4	1993/1994	15	23,286	-	599	66	23,966	16,072	1,447	970	(15,102)
5	1994/1995	2,729	23,286	-	-	66	26,081	15,827	1,447	878	(14,950)
6	1995/1996	5,457	-	-	-	248	5,705	3,133	2,687	1,475	(1,658)
7	1996/1997	5,457	-	-	-	248	5,705	2,835	2,687	1,335	(1,500)
8	1997/1998					248	248	112	10,333	4,647	4,535
9	1998/1999					248	248	101	10,333	4,205	4,104
10	1999/2000					248	248	91	10,333	3,805	3,714
11	2000/2001					248	248	83	10,333	3,444	3,361
12	2001/2002					248	248	75	10,333	3,116	3,042
13	2002/2003					248	248	68	10,333	2,820	2,752
14	2003/2004					248	248	61	10,333	2,552	2,491
15	2004/2005					248	248	55	10,333	2,309	2,254
16	2005/2006					248	248	50	10,333	2,090	2,040
17	2006/2007					248	248	45	10,333	1,891	1,846
18	2007/2008					248	248	41	10,333	1,711	1,670
19	2008/2009					248	248	37	10,333	1,549	1,512
20	2009/2010					248	248	34	10,333	1,402	1,368
21	2010/2011					248	248	30	10,333	1,268	1,238
22	2011/2012					248	248	28	10,333	1,148	1,120
23	2012/2013					248	248	25	10,333	1,039	1,014
24	2013/2014					248	248	23	10,333	940	917
25	2014/2015					248	248	20	10,333	851	830
26	2015/2016					248	248	18	10,333	770	751
27	2016/2017					248	248	17	10,333	697	680
28	2017/2018					248	248	15	10,333	630	615
29	2018/2019					248	248	14	10,333	570	557
30	2019/2020					248	248	12	10,333	516	504
31	2020/2021					248	248	11	10,333	467	456
32	2021/2022					248	248	10	10,333	423	413
33	2022/2023					248	248	9	10,333	383	373
34	2023/2024					248	248	8	10,333	346	338
35	2024/2025					248	248	8	10,333	313	306
36	2025/2026					248	248	7	10,333	283	277
37	2026/2027					248	248	6	10,333	257	250
38	2027/2028					248	248	6	10,333	232	227
39	2028/2029					248	248	5	10,333	210	205
40	2029/2030					248	248	5	10,333	190	186
41	2030/2031					248	248	4	10,333	172	168
42	2031/2032					248	248	4	10,333	156	152
43	2032/2033					248	248	3	10,333	141	137
44	2033/2034					248	248	3	10,333	127	124
45	2034/2035					248	248	3	10,333	115	113
46	2035/2036					248	248	3	10,333	104	102
47	2036/2037					248	248	2	10,333	94	92
48	2037/2038					248	248	2	10,333	85	83
49	2038/2039					248	248	2	10,333	77	76
50	2039/2040					248	248	2	10,333	70	68
Total		13,643	46,572	17,166	599	11,202	89,327	52,876	452,585	52,876	0

表 V-7-8 經濟建設費投資計畫(代替案(4))

EIRR =		Upper Reaches : A-1	Middle Reaches : B-2	Lower Reaches : C-2	Unit : US\$ 10 ³					
		C O S T S T R E A M				B E N E F I T S T R E A M				
Disbursement of Investment										
Year Fisical year	Upper Reaches	Middle Reaches	Lower Reaches	Jicamarca River	Annual O&M Cost	Discounted		Discounted		Net Present Worth
						Cost Total	Total Cost	Annual Benefit	Total Benefit	
1 1990/1991	10	-	4,874	-	-	4,884	4,450	0	0	(4,459)
2 1991/1992	15	-	9,748	-	-	9,763	8,139	0	0	(8,139)
3 1992/1993	15	-	9,748	-	-	9,763	7,431	0	0	(7,431)
4 1993/1994	15	23,286	-	599	92	23,992	16,675	1,447	1,005	(15,670)
5 1994/1995	2,718	23,286	-	-	92	26,096	16,560	1,447	918	(15,642)
6 1995/1996	5,435	-	-	-	274	5,709	3,308	2,687	1,557	(1,751)
7 1996/1997	5,435	-	-	-	274	5,709	3,021	2,687	1,421	(1,599)
8 1997/1998					289	289	140	10,333	4,892	4,852
9 1998/1999					289	289	127	10,333	4,558	4,430
10 1999/2000					289	289	116	10,333	4,161	4,045
11 2000/2001					289	289	106	10,333	3,800	3,693
12 2001/2002					289	289	97	10,333	3,469	3,372
13 2002/2003					289	289	89	10,333	3,168	3,079
14 2003/2004					289	289	81	10,333	2,892	2,811
15 2004/2005					289	289	74	10,333	2,641	2,567
16 2005/2006					289	289	67	10,333	2,411	2,344
17 2006/2007					289	289	62	10,333	2,202	2,140
18 2007/2008					289	289	56	10,333	2,010	1,954
19 2008/2009					289	289	51	10,333	1,835	1,784
20 2009/2010					289	289	47	10,333	1,676	1,629
21 2010/2011					289	289	43	10,333	1,530	1,487
22 2011/2012					289	289	39	10,333	1,397	1,358
23 2012/2013					289	289	36	10,333	1,276	1,240
24 2013/2014					289	289	33	10,333	1,165	1,132
25 2014/2015					289	289	30	10,333	1,064	1,034
26 2015/2016					289	289	27	10,333	971	944
27 2016/2017					289	289	25	10,333	887	862
28 2017/2018					289	289	23	10,333	810	787
29 2018/2019					289	289	21	10,333	739	719
30 2019/2020					289	289	19	10,333	675	656
31 2020/2021					289	289	17	10,333	616	599
32 2021/2022					289	289	16	10,333	563	547
33 2022/2023					289	289	14	10,333	514	499
34 2023/2024					289	289	13	10,333	469	456
35 2024/2025					289	289	12	10,333	428	416
36 2025/2026					289	289	11	10,333	391	380
37 2026/2027					289	289	10	10,333	357	347
38 2027/2028					289	289	9	10,333	326	317
39 2028/2029					289	289	8	10,333	298	289
40 2029/2030					289	289	8	10,333	272	264
41 2030/2031					289	289	7	10,333	248	241
42 2031/2032					289	289	6	10,333	227	220
43 2032/2033					289	289	6	10,333	207	201
44 2033/2034					289	289	5	10,333	189	184
45 2034/2035					289	289	5	10,333	172	168
46 2035/2036					289	289	4	10,333	157	153
47 2036/2037					289	289	4	10,333	144	140
48 2037/2038					289	289	4	10,333	131	128
49 2038/2039					289	289	3	10,333	120	117
50 2039/2040					289	289	3	10,333	109	106
Total	13,643	46,572	24,369	599	13,159	98,342	61,167	452,585	61,167	0

表 V-7-9 經濟建設費投資計畫(代替案(5))

		Upper Reaches : A-2		Middle Reaches : B-1		Lower Reaches : C-1		Unit : US\$ 10 ³			
EIRR =		15.8812 %		C O S T		S T R E A M		B E N E F I T S T R E A M			
		Disbursement of Investment					Discounted		Discounted		Net
Year	Fiscal year	Upper Reaches	Middle Reaches	Lower Reaches	Jicamarca River	Annual O&M Cost	Cost Total	Total Cost	Annual Benefit	Total Benefit	Present Worth
1	1990/1991	20	-	3,433	-	-	3,453	2,980	0	0	(2,980)
2	1991/1992	45	-	6,866	-	-	6,911	5,147	0	0	(5,147)
3	1992/1993	45	-	6,866	-	-	6,911	4,441	0	0	(4,441)
4	1993/1994	45	6,274	-	599	66	6,984	3,873	1,447	802	(3,071)
5	1994/1995	3,353	6,274	-	-	66	9,693	4,638	1,447	692	(3,946)
6	1995/1996	6,706	-	-	-	115	6,821	2,817	2,667	1,109	(1,707)
7	1996/1997	6,706	-	-	-	115	6,821	2,431	2,667	957	(1,473)
8	1997/1998					170	170	52	10,333	3,178	3,126
9	1998/1999					170	170	45	10,333	2,742	2,697
10	1999/2000					170	170	39	10,333	2,366	2,328
11	2000/2001					170	170	34	10,333	2,042	2,009
12	2001/2002					170	170	29	10,333	1,762	1,733
13	2002/2003					170	170	25	10,333	1,521	1,486
14	2003/2004					170	170	22	10,333	1,312	1,291
15	2004/2005					170	170	19	10,333	1,132	1,114
16	2005/2006					170	170	16	10,333	977	961
17	2006/2007					170	170	14	10,333	843	829
18	2007/2008					170	170	12	10,333	729	716
19	2008/2009					170	170	10	10,333	628	618
20	2009/2010					170	170	9	10,333	542	533
21	2010/2011					170	170	8	10,333	468	460
22	2011/2012					170	170	7	10,333	404	397
23	2012/2013					170	170	6	10,333	348	343
24	2013/2014					170	170	5	10,333	301	286
25	2014/2015					170	170	4	10,333	259	255
26	2015/2016					170	170	4	10,333	224	220
27	2016/2017					170	170	3	10,333	193	190
28	2017/2018					170	170	3	10,333	167	164
29	2018/2019					170	170	2	10,333	144	141
30	2019/2020					170	170	2	10,333	124	122
31	2020/2021					170	170	2	10,333	107	105
32	2021/2022					170	170	2	10,333	92	91
33	2022/2023					170	170	1	10,333	80	78
34	2023/2024					170	170	1	10,333	69	68
35	2024/2025					170	170	1	10,333	59	58
36	2025/2026					170	170	1	10,333	51	50
37	2026/2027					170	170	1	10,333	44	44
38	2027/2028					170	170	1	10,333	38	36
39	2028/2029					170	170	1	10,333	33	32
40	2029/2030					170	170	0	10,333	28	28
41	2030/2031					170	170	0	10,333	25	24
42	2031/2032					170	170	0	10,333	21	21
43	2032/2033					170	170	0	10,333	18	18
44	2033/2034					170	170	0	10,333	16	16
45	2034/2035					170	170	0	10,333	14	13
46	2035/2036					170	170	0	10,333	12	12
47	2036/2037					170	170	0	10,333	10	10
48	2037/2038					170	170	0	10,333	9	9
49	2038/2039					170	170	0	10,333	8	7
50	2039/2040					170	170	0	10,333	7	6
Total		18,920	12,547	17,166	599	7,672	54,904	26,708	452,585	26,708	(0)

表 V-7-10 經濟建設投資計畫(代替案(6))

EIRR =		Upper Reaches : A-2		Middle Reaches : B-1		Lower Reaches : C-2		Unit : US\$ 10 ³			
13.7510 %		C O S T		S T R E A M		B E N E F I T		S T R E A M			
Disbursement of Investment											
Year Fisical year	Upper Reaches	Middle Reaches	Lower Reaches	Jicamarca River	Annual O&M Cost	Cost Total	Discounted		Discounted		Net Present Worth
							Total Cost	Total Cost	Annual Benefit	Total Benefit	
1 1990/1991	20	-	4,874	-	-	4,884	4,302	0	0	(4,302)	
2 1991/1992	45	-	9,748	-	-	9,793	7,568	0	0	(7,568)	
3 1992/1993	45	-	9,748	-	-	9,793	6,653	0	0	(6,653)	
4 1993/1994	45	6,274	-	599	92	7,010	4,187	1,447	864	(3,323)	
5 1994/1995	3,353	6,274	-	-	92	9,719	5,103	1,447	760	(4,343)	
6 1995/1996	6,706	-	-	-	140	6,846	3,160	2,687	1,240	(1,920)	
7 1996/1997	6,706	-	-	-	140	6,846	2,778	2,687	1,090	(1,688)	
8 1997/1998					196	196	70	10,333	3,886	3,616	
9 1998/1999					196	196	61	10,333	3,241	3,179	
10 1999/2000					196	196	54	10,333	2,849	2,795	
11 2000/2001					196	196	48	10,333	2,504	2,457	
12 2001/2002					196	196	42	10,333	2,202	2,160	
13 2002/2003					196	196	37	10,333	1,936	1,898	
14 2003/2004					196	196	32	10,333	1,702	1,669	
15 2004/2005					196	196	28	10,333	1,496	1,468	
16 2005/2006					196	196	25	10,333	1,315	1,290	
17 2006/2007					196	196	22	10,333	1,156	1,134	
18 2007/2008					196	196	19	10,333	1,016	997	
19 2008/2009					196	196	17	10,333	893	877	
20 2009/2010					196	196	15	10,333	785	771	
21 2010/2011					196	196	13	10,333	691	677	
22 2011/2012					196	196	12	10,333	607	596	
23 2012/2013					196	196	10	10,333	534	524	
24 2013/2014					196	196	9	10,333	469	460	
25 2014/2015					196	196	8	10,333	412	405	
26 2015/2016					196	196	7	10,333	363	356	
27 2016/2017					196	196	6	10,333	319	313	
28 2017/2018					196	196	5	10,333	280	275	
29 2018/2019					196	196	5	10,333	246	242	
30 2019/2020					196	196	4	10,333	217	212	
31 2020/2021					196	196	4	10,333	190	187	
32 2021/2022					196	196	3	10,333	167	164	
33 2022/2023					196	196	3	10,333	147	144	
34 2023/2024					196	196	2	10,333	129	127	
35 2024/2025					196	196	2	10,333	114	112	
36 2025/2026					196	196	2	10,333	100	98	
37 2026/2027					196	196	2	10,333	88	86	
38 2027/2028					196	196	1	10,333	77	76	
39 2028/2029					196	196	1	10,333	68	67	
40 2029/2030					196	196	1	10,333	60	59	
41 2030/2031					196	196	1	10,333	52	51	
42 2031/2032					196	196	1	10,333	46	45	
43 2032/2033					196	196	1	10,333	41	40	
44 2033/2034					196	196	1	10,333	36	35	
45 2034/2035					196	196	1	10,333	31	31	
46 2035/2036					196	196	1	10,333	28	27	
47 2036/2037					196	196	0	10,333	24	24	
48 2037/2038					196	196	0	10,333	21	21	
49 2038/2039					196	196	0	10,333	19	18	
50 2039/2040					196	196	0	10,333	16	16	
Total	16,920	12,547	24,369	599	8,892	63,327	34,328	452,585	34,328	0	

表 V-7-11 經濟建設費投資計畫(代替案(7))

		Upper Reaches : A-2		Middle Reaches : B-2		Lower Reaches : C-1		Unit : US\$ 10 ³			
EIRR =		10.1475 %		C O S T		S T R E A M		B E N E F I T S T R E A M			
Disbursement of Investment											
Year Fiscal	year	Upper Reaches	Middle Reaches	Lower Reaches	Jicamarca River	Annual O&M Cost	Cost Total	Discounted		Net Present Worth	
								Annual Cost	Total Cost		Annual Benefit
1	1990/1991	20	-	3,433	-	-	3,433	3,135	0	0	(3,135)
2	1991/1992	45	-	6,866	-	-	6,911	5,697	0	0	(5,697)
3	1992/1993	45	-	6,866	-	-	6,911	5,172	0	0	(5,172)
4	1993/1994	45	23,286	-	599	66	23,986	16,302	1,447	983	(15,318)
5	1994/1995	3,353	23,286	-	-	66	26,705	16,471	1,447	892	(15,578)
6	1995/1996	6,706	-	-	-	248	6,954	3,894	2,687	1,504	(2,390)
7	1996/1997	6,706	-	-	-	248	6,954	3,535	2,687	1,366	(2,169)
8	1997/1998					303	303	140	10,333	4,769	4,629
9	1998/1999					303	303	127	10,333	4,330	4,203
10	1999/2000					303	303	115	10,333	3,931	3,816
11	2000/2001					303	303	105	10,333	3,569	3,464
12	2001/2002					303	303	95	10,333	3,240	3,145
13	2002/2003					303	303	86	10,333	2,941	2,855
14	2003/2004					303	303	78	10,333	2,670	2,592
15	2004/2005					303	303	71	10,333	2,424	2,353
16	2005/2006					303	303	65	10,333	2,201	2,137
17	2006/2007					303	303	59	10,333	1,998	1,940
18	2007/2008					303	303	53	10,333	1,814	1,761
19	2008/2009					303	303	48	10,333	1,647	1,599
20	2009/2010					303	303	44	10,333	1,495	1,451
21	2010/2011					303	303	40	10,333	1,358	1,318
22	2011/2012					303	303	36	10,333	1,232	1,196
23	2012/2013					303	303	33	10,333	1,119	1,086
24	2013/2014					303	303	30	10,333	1,016	986
25	2014/2015					303	303	27	10,333	922	895
26	2015/2016					303	303	25	10,333	837	813
27	2016/2017					303	303	22	10,333	760	738
28	2017/2018					303	303	20	10,333	690	670
29	2018/2019					303	303	18	10,333	627	608
30	2019/2020					303	303	17	10,333	569	552
31	2020/2021					303	303	15	10,333	516	501
32	2021/2022					303	303	14	10,333	469	455
33	2022/2023					303	303	12	10,333	426	413
34	2023/2024					303	303	11	10,333	386	375
35	2024/2025					303	303	10	10,333	351	341
36	2025/2026					303	303	9	10,333	319	309
37	2026/2027					303	303	8	10,333	289	281
38	2027/2028					303	303	8	10,333	263	255
39	2028/2029					303	303	7	10,333	238	231
40	2029/2030					303	303	6	10,333	216	210
41	2030/2031					303	303	6	10,333	196	191
42	2031/2032					303	303	5	10,333	178	173
43	2032/2033					303	303	5	10,333	162	157
44	2033/2034					303	303	4	10,333	147	143
45	2034/2035					303	303	4	10,333	133	130
46	2035/2036					303	303	4	10,333	121	118
47	2036/2037					303	303	3	10,333	110	107
48	2037/2038					303	303	3	10,333	100	97
49	2038/2039					303	303	3	10,333	91	88
50	2039/2040					303	303	2	10,333	82	80
Total		16,920	46,572	17,166	599	13,657	94,914	55,700	452,585	55,700	0

表 V-7-12 經濟建設費投資計畫(代替案(8))

		Upper Reaches : A-2		Middle Reaches : B-2		Lower Reaches : C-2		Unit : US\$ 10 ³			
EIRR =		9.2228 %		C O S T		S T R E A M		B E N E F I T			
		Disbursement of Investment					Discounted		Discounted		Net
Year	Fiscal year	Upper Reaches	Middle Reaches	Lower Reaches	Jicamarca River	Annual O&M Cost	Cost Total	Total Cost	Annual Benefit	Total Benefit	Present Worth
1	1990/1991	20	-	4,874	-	-	4,894	4,481	0	0	(4,481)
2	1991/1992	45	-	9,748	-	-	9,793	8,209	0	0	(8,209)
3	1992/1993	45	-	9,748	-	-	9,793	7,516	0	0	(7,516)
4	1993/1994	45	23,286	-	599	92	24,022	18,879	1,447	1,016	(15,863)
5	1994/1995	3,353	23,286	-	-	92	26,731	17,197	1,447	931	(16,266)
6	1995/1996	6,706	-	-	-	274	6,980	4,111	2,687	1,582	(2,529)
7	1996/1997	6,706	-	-	-	274	6,980	3,764	2,687	1,449	(2,315)
8	1997/1998					329	329	162	10,333	5,102	4,939
9	1998/1999					329	329	149	10,333	4,671	4,522
10	1999/2000					329	329	136	10,333	4,277	4,140
11	2000/2001					329	329	125	10,333	3,915	3,791
12	2001/2002					329	329	114	10,333	3,585	3,471
13	2002/2003					329	329	105	10,333	3,282	3,178
14	2003/2004					329	329	96	10,333	3,005	2,909
15	2004/2005					329	329	88	10,333	2,751	2,664
16	2005/2006					329	329	80	10,333	2,519	2,439
17	2006/2007					329	329	73	10,333	2,306	2,233
18	2007/2008					329	329	67	10,333	2,111	2,044
19	2008/2009					329	329	62	10,333	1,933	1,872
20	2009/2010					329	329	56	10,333	1,770	1,714
21	2010/2011					329	329	52	10,333	1,621	1,569
22	2011/2012					329	329	47	10,333	1,484	1,436
23	2012/2013					329	329	43	10,333	1,358	1,315
24	2013/2014					329	329	40	10,333	1,244	1,204
25	2014/2015					329	329	36	10,333	1,139	1,102
26	2015/2016					329	329	33	10,333	1,043	1,009
27	2016/2017					329	329	30	10,333	954	924
28	2017/2018					329	329	28	10,333	874	846
29	2018/2019					329	329	25	10,333	800	775
30	2019/2020					329	329	23	10,333	733	709
31	2020/2021					329	329	21	10,333	671	649
32	2021/2022					329	329	20	10,333	614	595
33	2022/2023					329	329	18	10,333	562	544
34	2023/2024					329	329	16	10,333	515	498
35	2024/2025					329	329	15	10,333	471	456
36	2025/2026					329	329	14	10,333	431	418
37	2026/2027					329	329	13	10,333	395	382
38	2027/2028					329	329	12	10,333	362	350
39	2028/2029					329	329	11	10,333	331	321
40	2029/2030					329	329	10	10,333	303	294
41	2030/2031					329	329	9	10,333	278	269
42	2031/2032					329	329	8	10,333	254	246
43	2032/2033					329	329	7	10,333	233	225
44	2033/2034					329	329	7	10,333	213	206
45	2034/2035					329	329	6	10,333	195	189
46	2035/2036					329	329	6	10,333	178	173
47	2036/2037					329	329	5	10,333	163	158
48	2037/2038					329	329	5	10,333	150	145
49	2038/2039					329	329	4	10,333	137	133
50	2039/2040					329	329	4	10,333	125	121
Total		16,920	46,572	24,369	599	14,879	103,339	64,037	452,585	64,037	0

附 圖

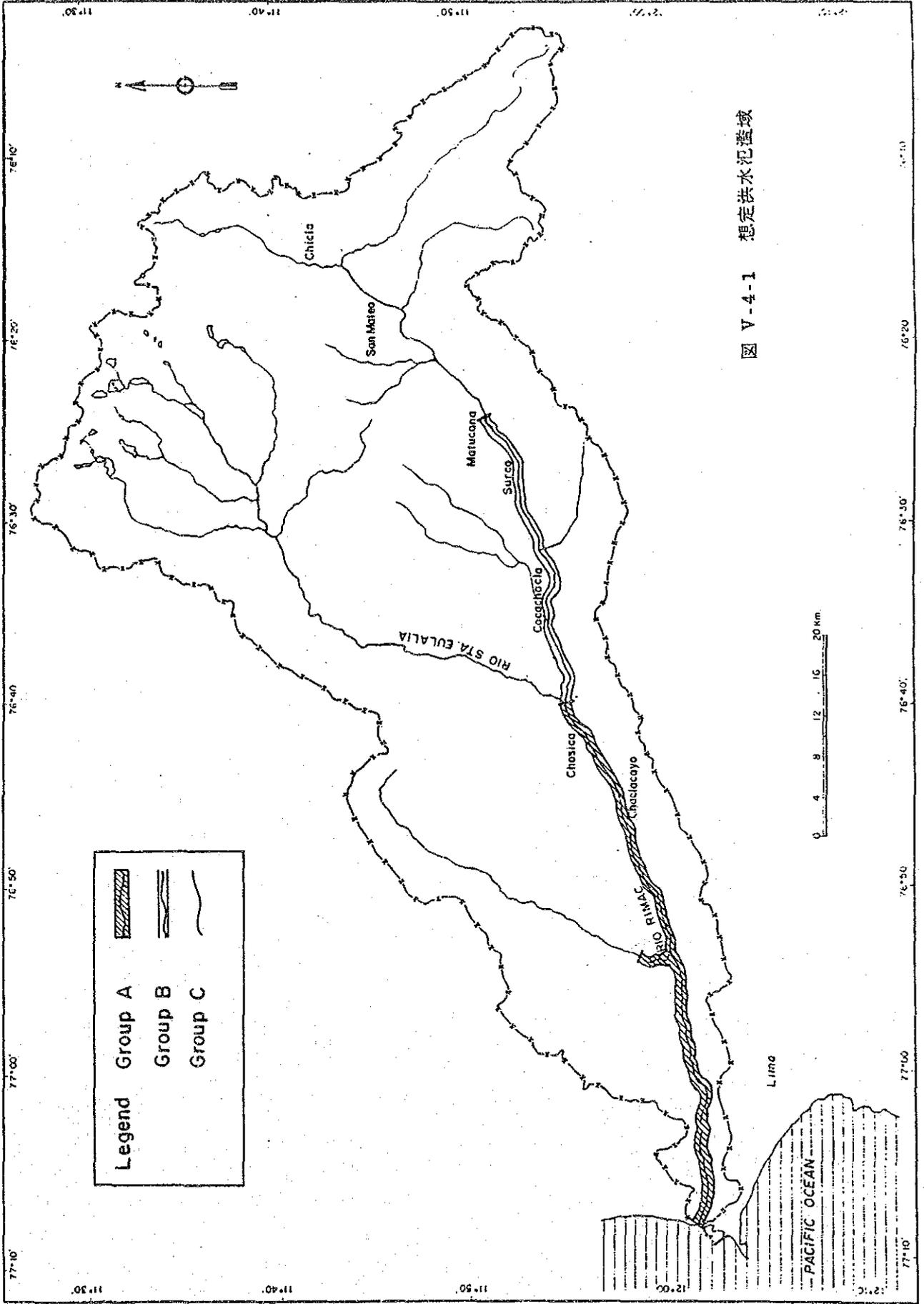
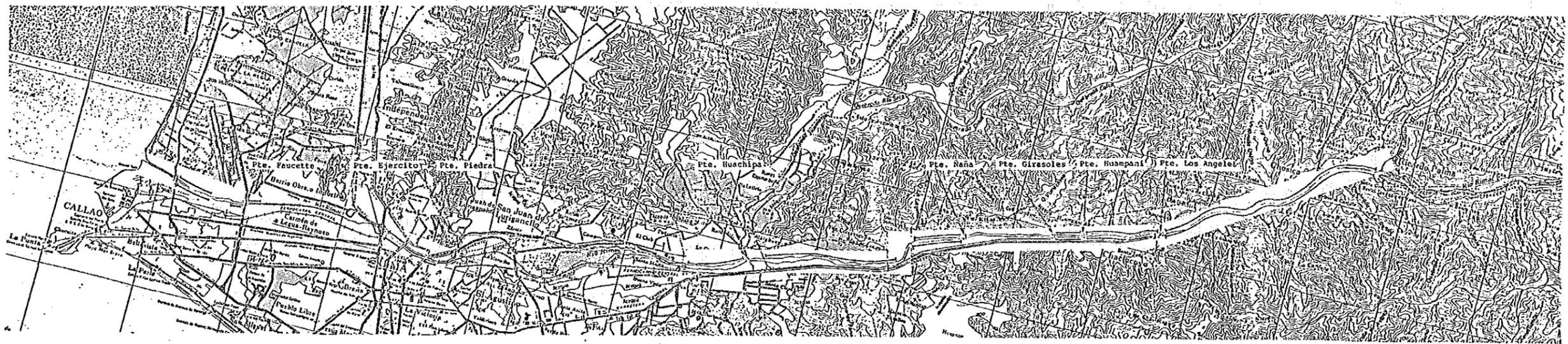


图 V-4-1 想定洪水氾濫域



Remarks: , River stretch having capacity less than 660 m³/sec

図 V-5-1 100年確率洪水流量(660m³/sec)以下の流下能力を有する河道

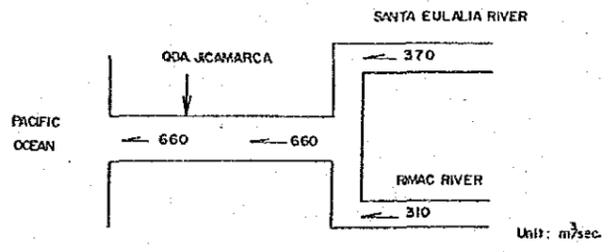


図 V-5-2 計画高水流量配分図(確率年1/100)

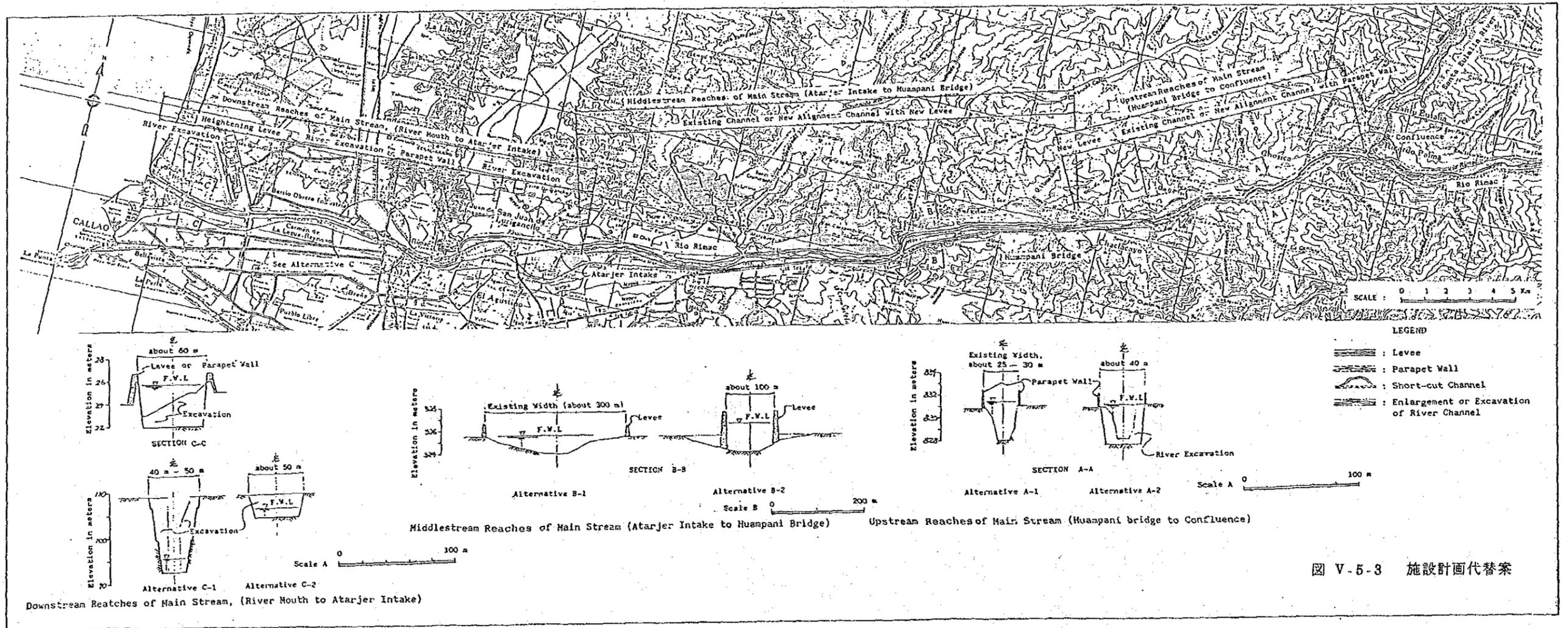


图 V-5-3 施设计画代替案

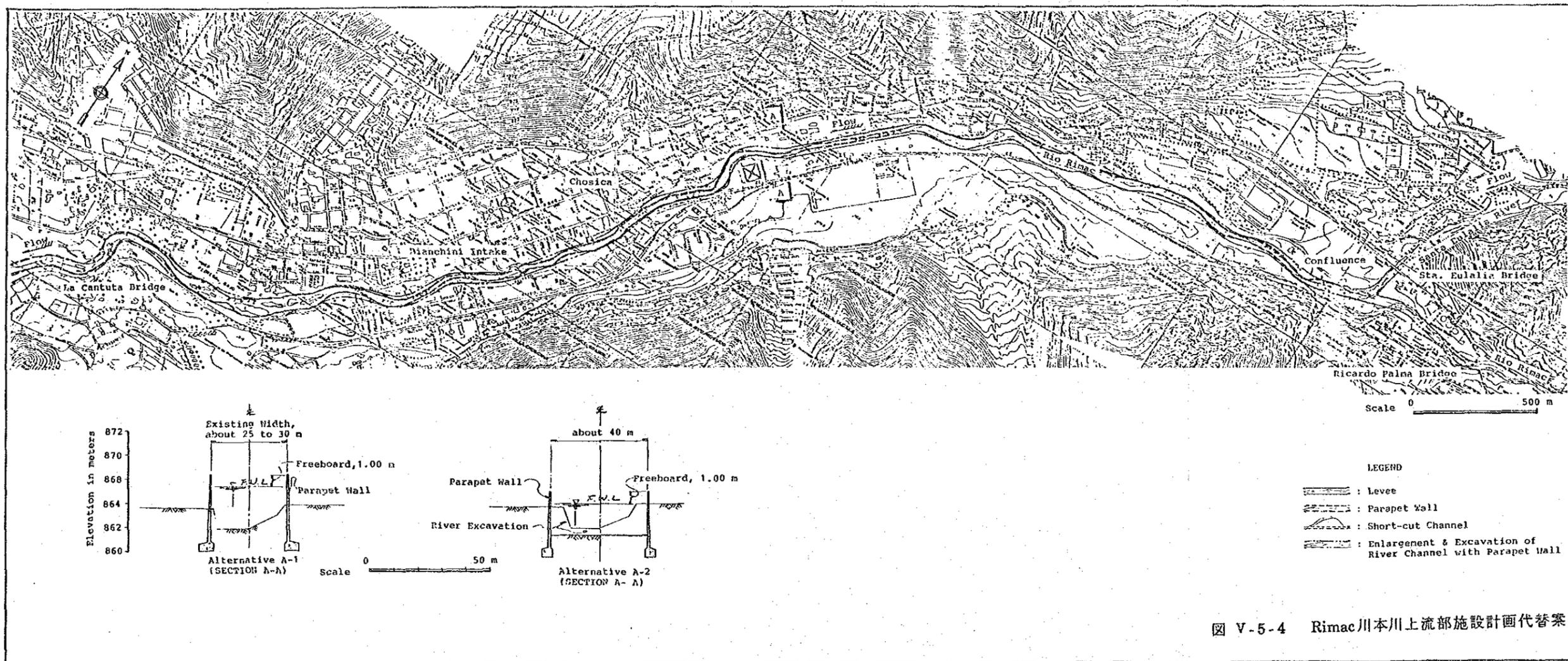


图 V-5-4 Rimac川本川上流部施設計画代替案

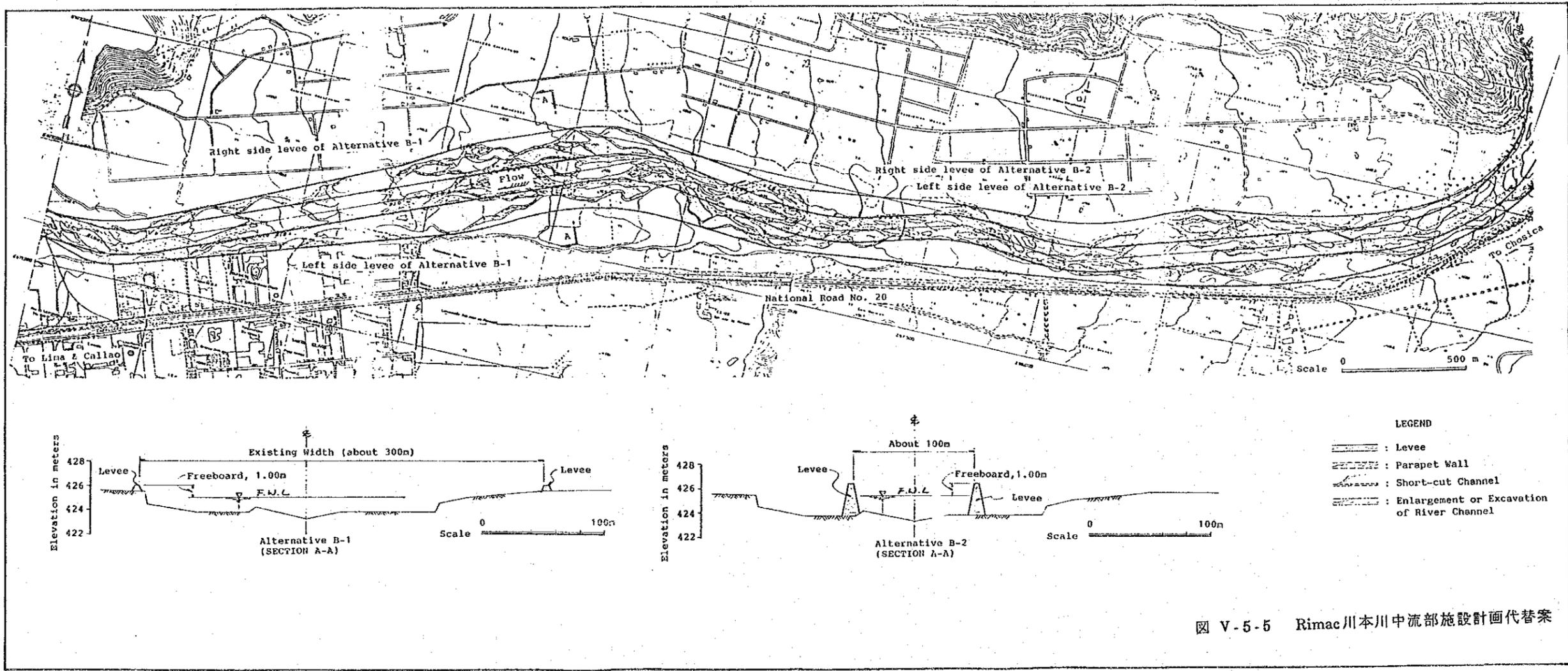


図 V-5-5 Rimac川本川中流部施設計画代替案

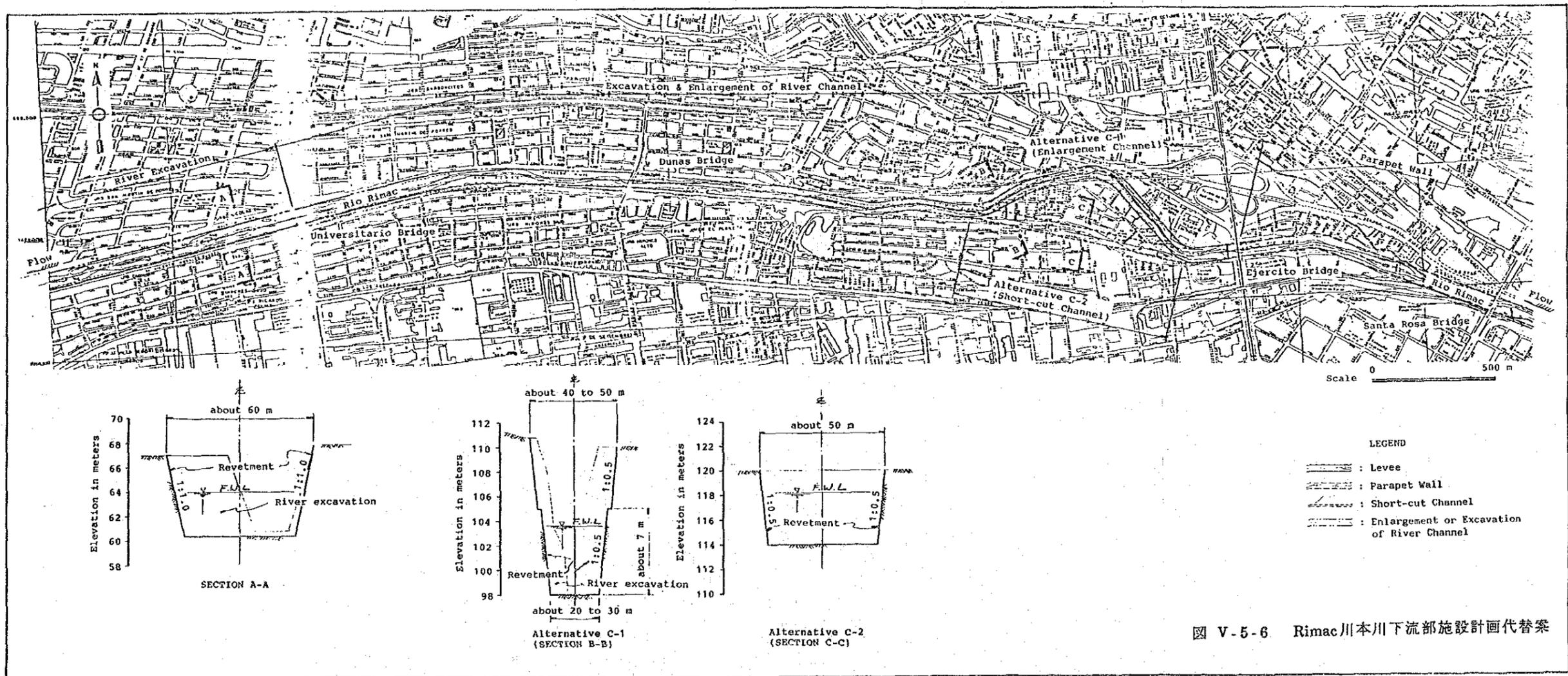


图 V-5-6 Rimac川本川下流部施設設計画代替案

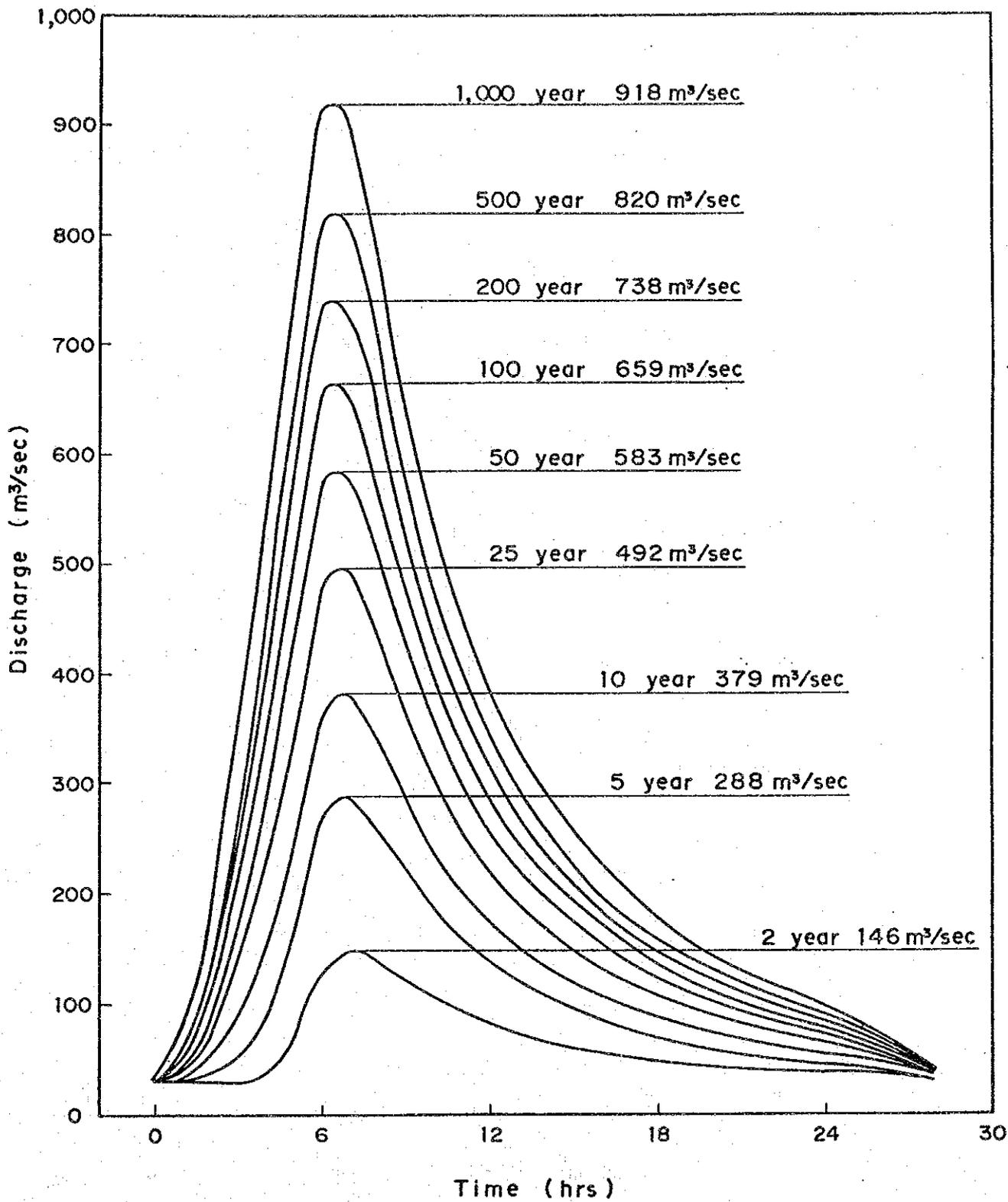


図 V-6-1 Chosica 水位観測所地点確率洪水流量ハイドログラフ

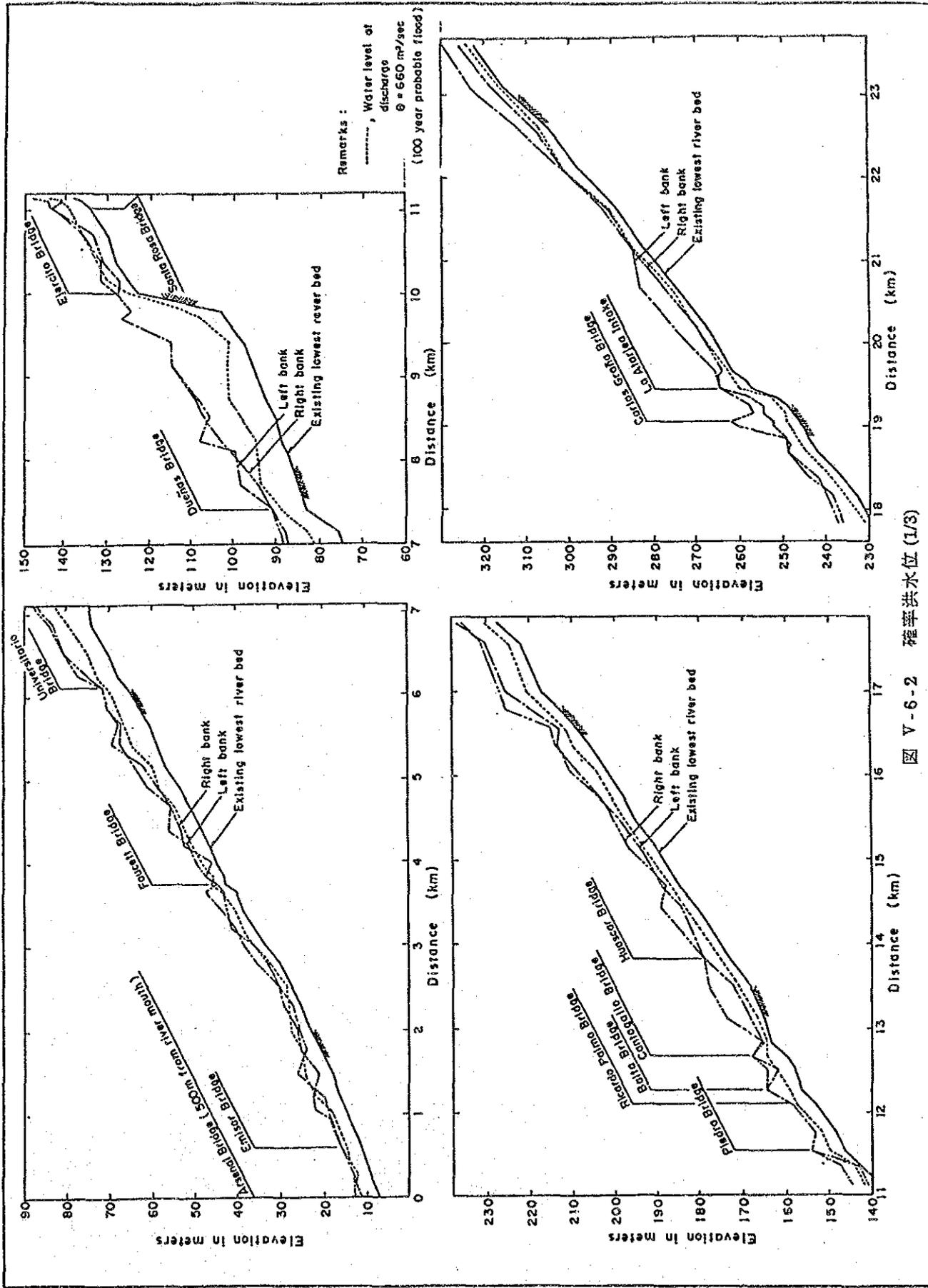
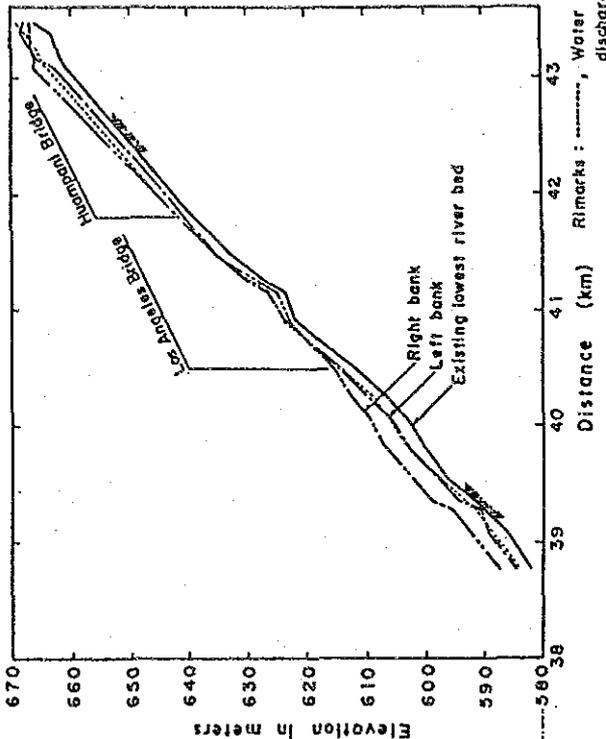
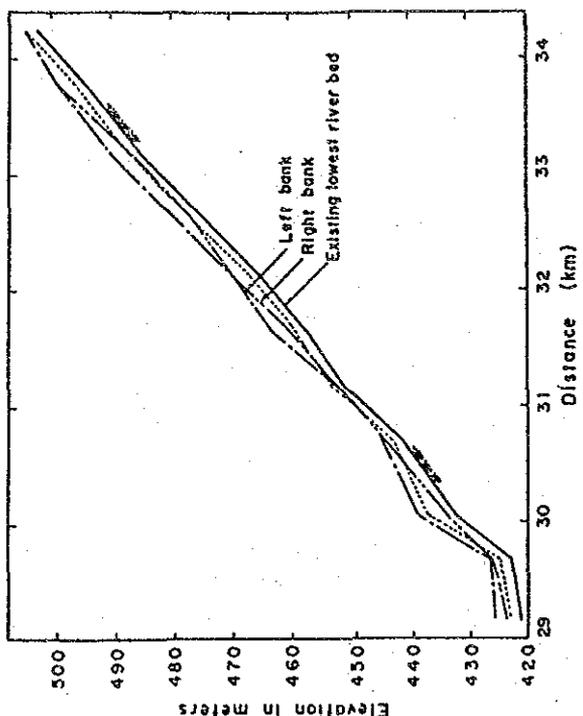
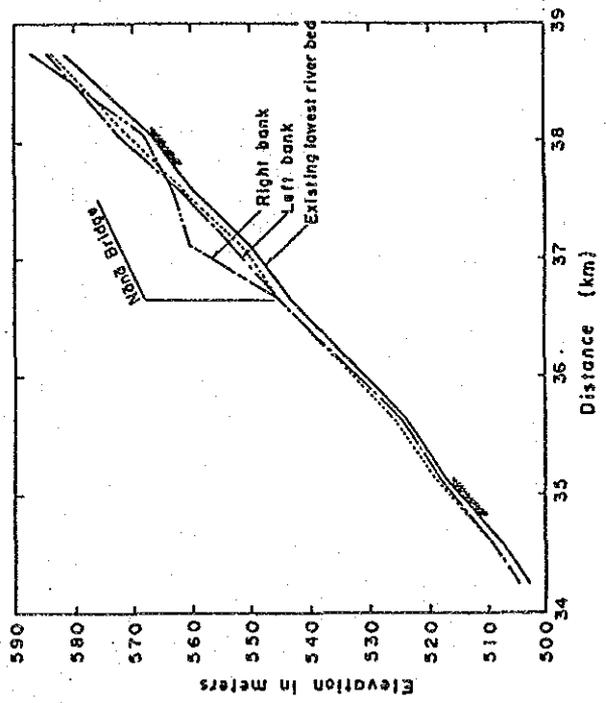
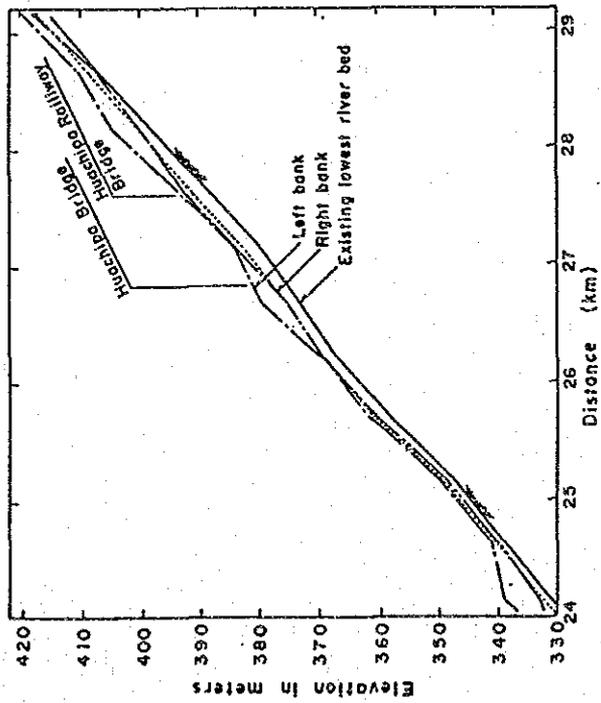
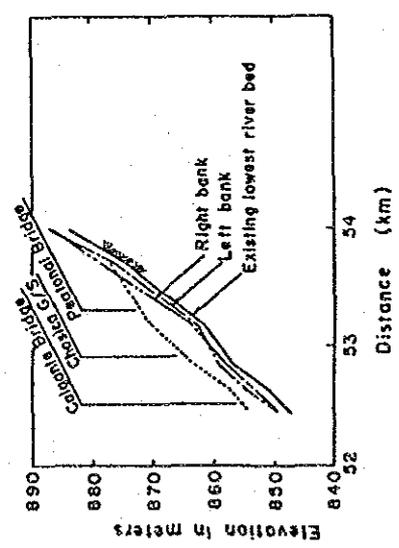
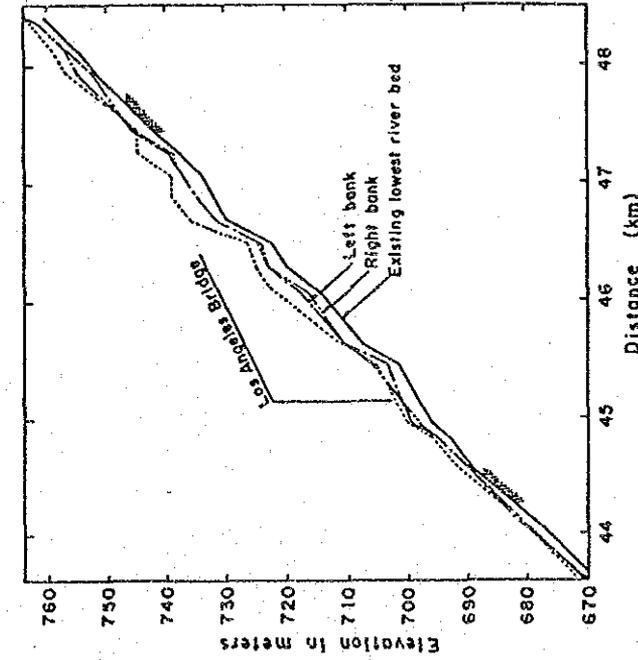
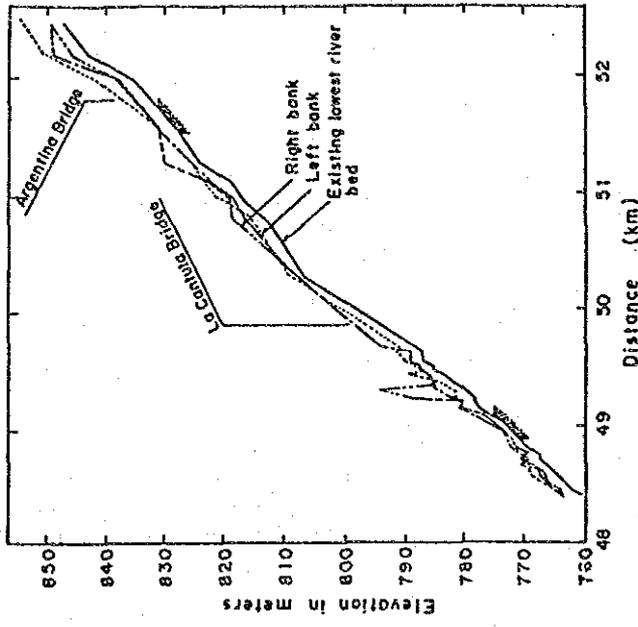


图 V-6-2 確率洪水水位 (1/3)



Remarks: -----, Water level at discharge $Q = 660 \text{ m}^3/\text{sec}$ (100 year probable flood)

图 V-6-2 确率洪水水位 (2/3)



Remarks : -----, Water level at discharge $Q = 660 \text{ m}^3/\text{sec}$
 (100 year probable flood)

图 V-6-2 確率洪水位 (3/3)

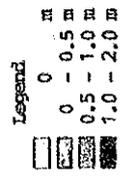
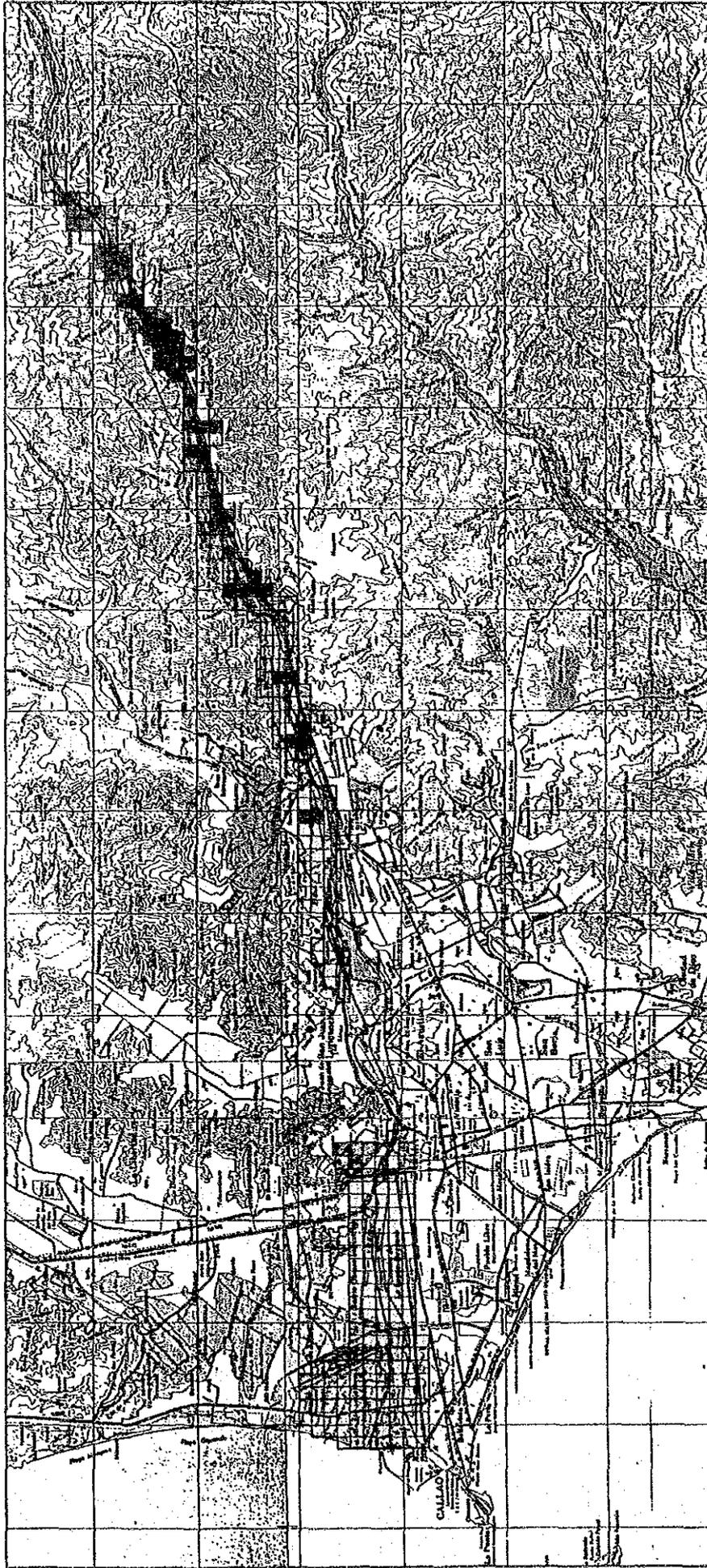


图 V-6-3 10年確率洪水浸水深図



Legend
 0 m
 0 - 0.5 m
 0.5 - 1.0 m
 1.0 - 2.0 m

图 V-6-4 50年频率洪水浸水深图

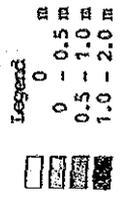
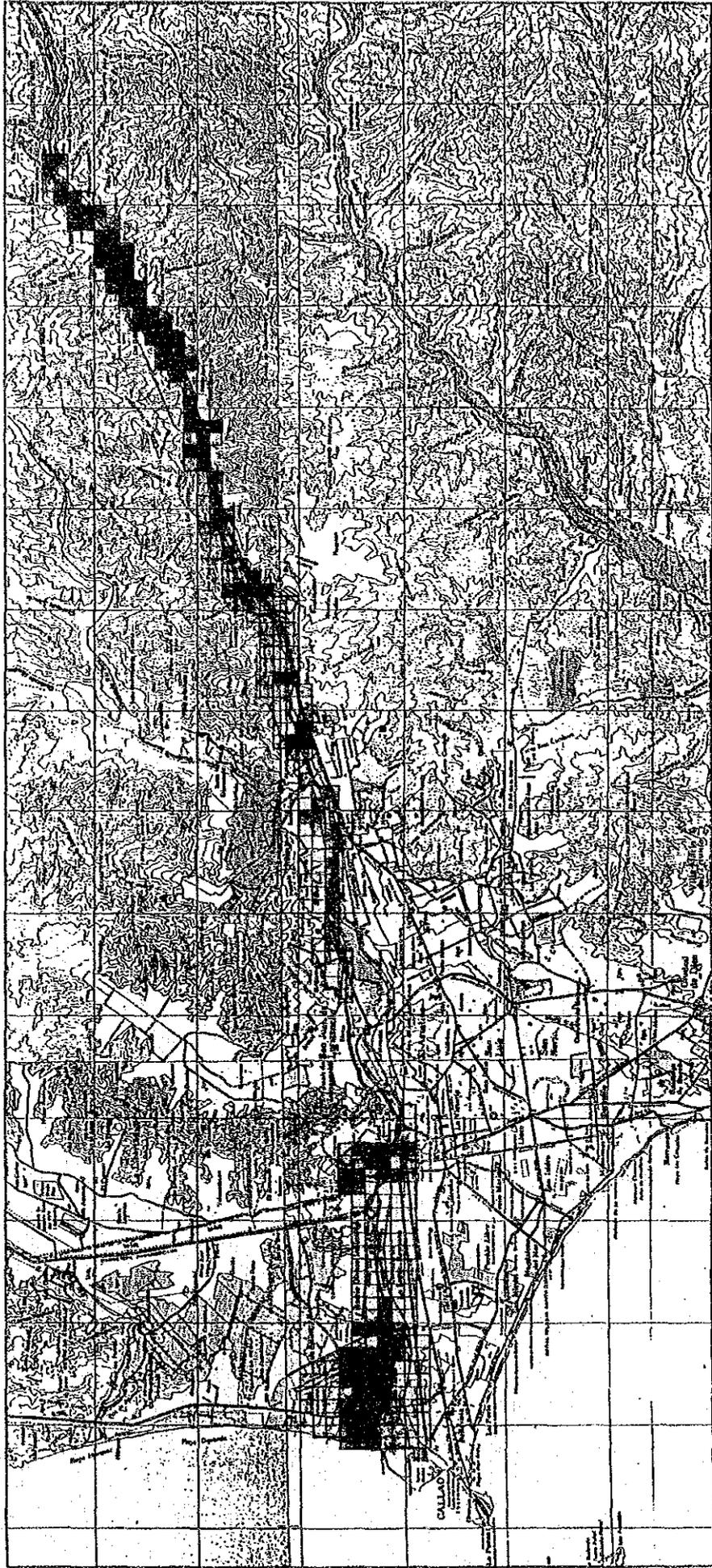
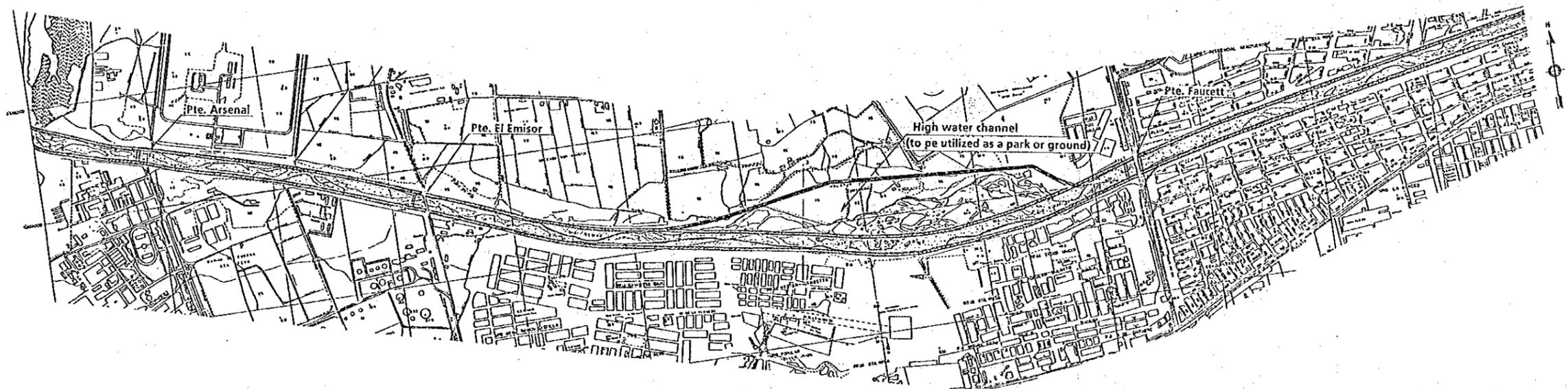
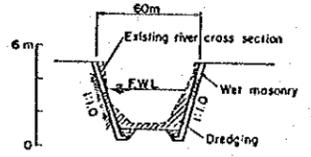


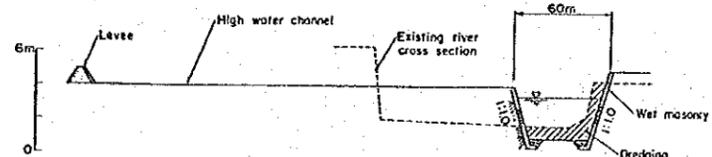
图 V-6-5 100年確率洪水浸水深図



LEGEND	
Proposed	Measure / Structure
	River dredging
	Enlargement of river channel
	Levee construction
	Concrete parapet wall
	Revetment (Wet masonry)
	Revetment (Gabion)
	Revetment (Frame work)
	Groynes
	Ground sill
Existing	
	Levee
	Parapet wall



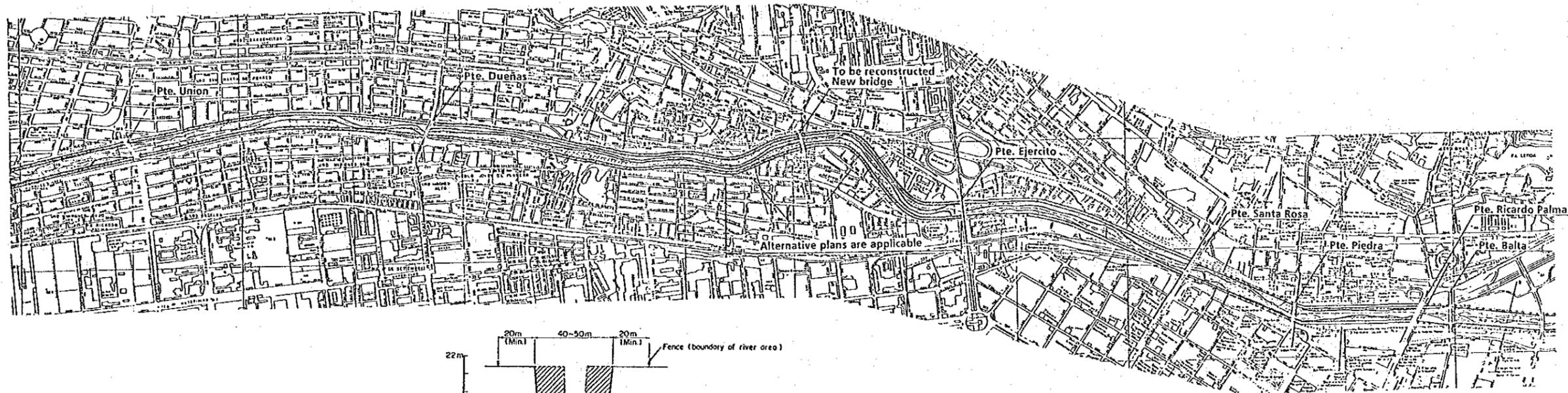
Typical Section
(River mouth - Pte. La Union)



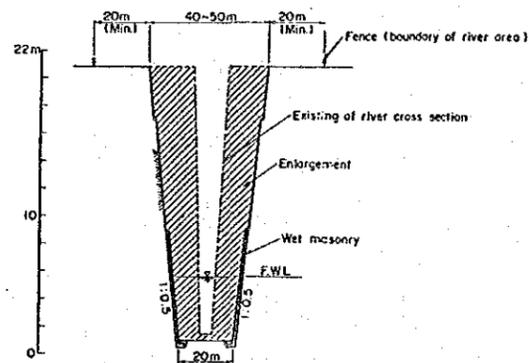
Typical Section of River Stretch having High Water Channel
(down stream of Pte. Faucett, L=1.8km)

Note: This improvement plan is just prepared preliminarily at this master plan study stage, requiring further re-examinations on the basis of more detailed investigation and study.

图 V-7-1 計画河道平面图 (1/8)



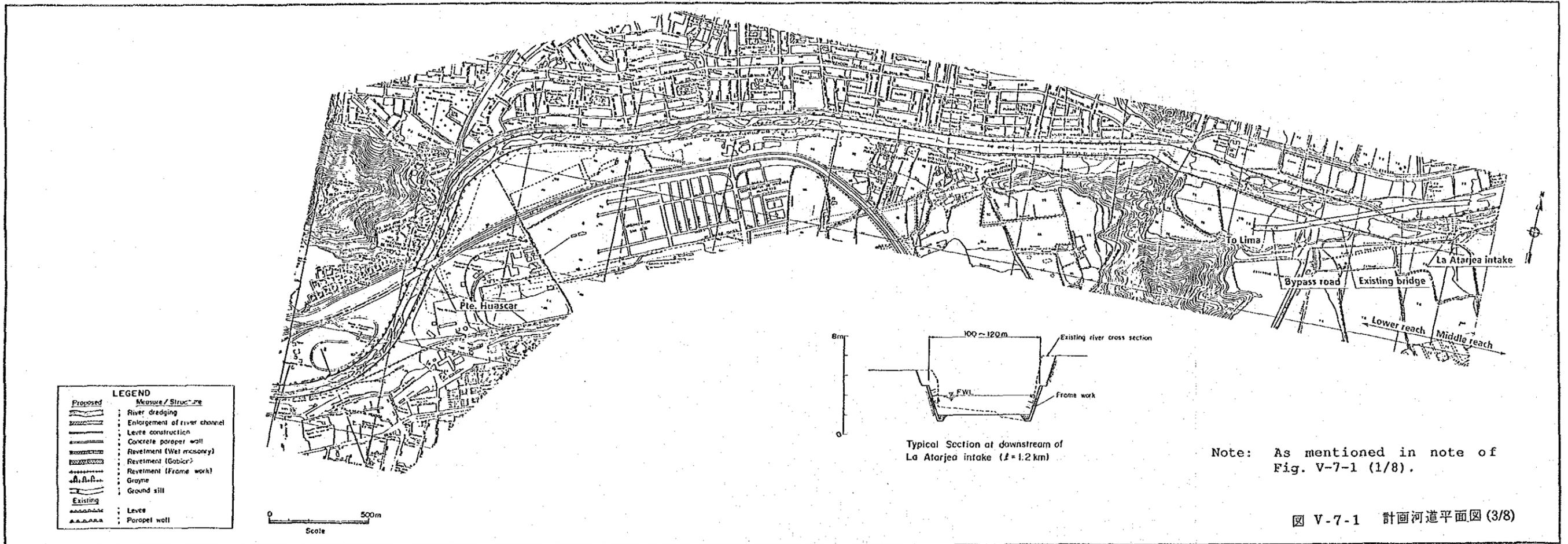
LEGEND	
Proposed	Measure / Structure
	River dredging
	Enlargement of river channel
	Levee construction
	Concrete parapet wall
	Revetment (Wet masonry)
	Revetment (Gabion)
	Revetment (Frame work)
	Groyne
	Ground sill
Existing	
	Levee
	Parapet wall



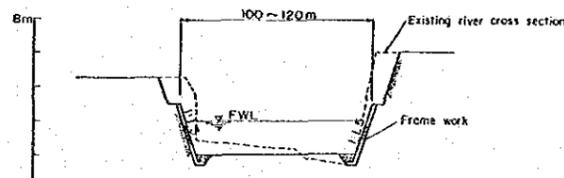
Typical Section of Narrow Portion
(Pte. Dueñas - Pte. Ejercito)

Note: As mentioned in note of Fig. V-7-1 (1/8).

图 V-7-1 計画河道平面图 (2/8)



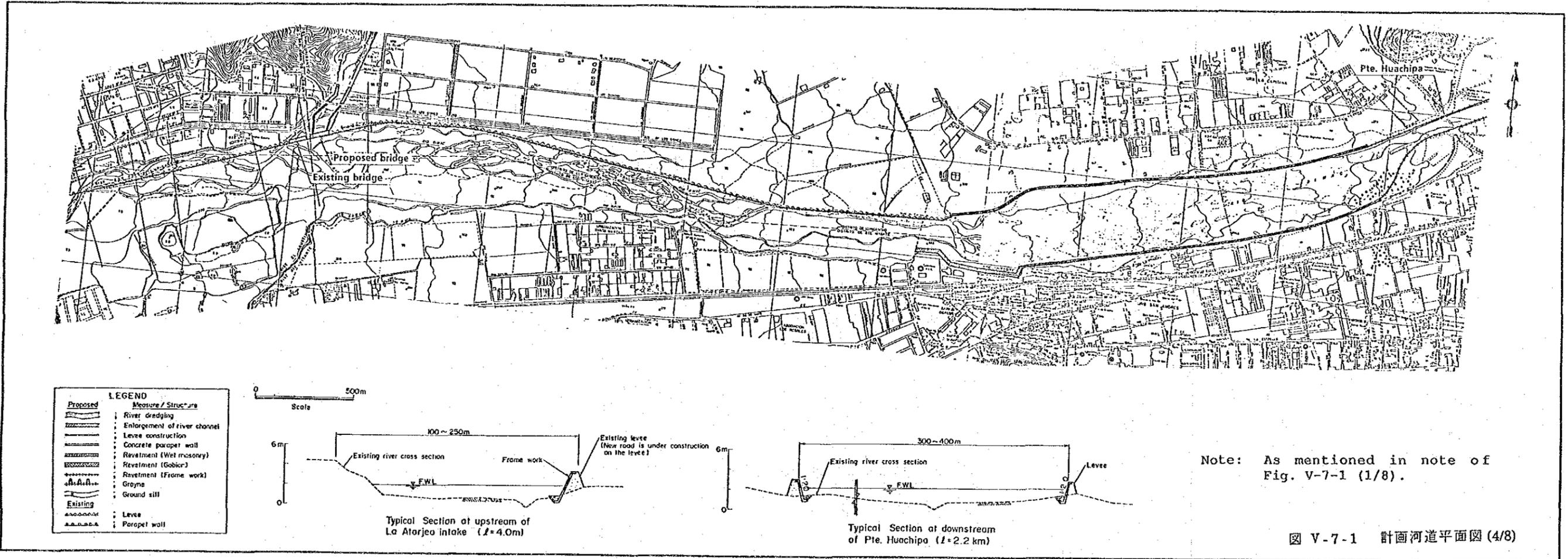
Proposed	Measure / Structure
—	River dredging
—	Enlargement of river channel
—	Levee construction
—	Concrete parapet wall
—	Revetment (Wet masonry)
—	Revetment (Gabion)
—	Revetment (Frame work)
—	Graysie
—	Ground sill
—	Existing
—	Levee
—	Parapet wall



Typical Section at downstream of La Atarjea intake (L=1.2 km)

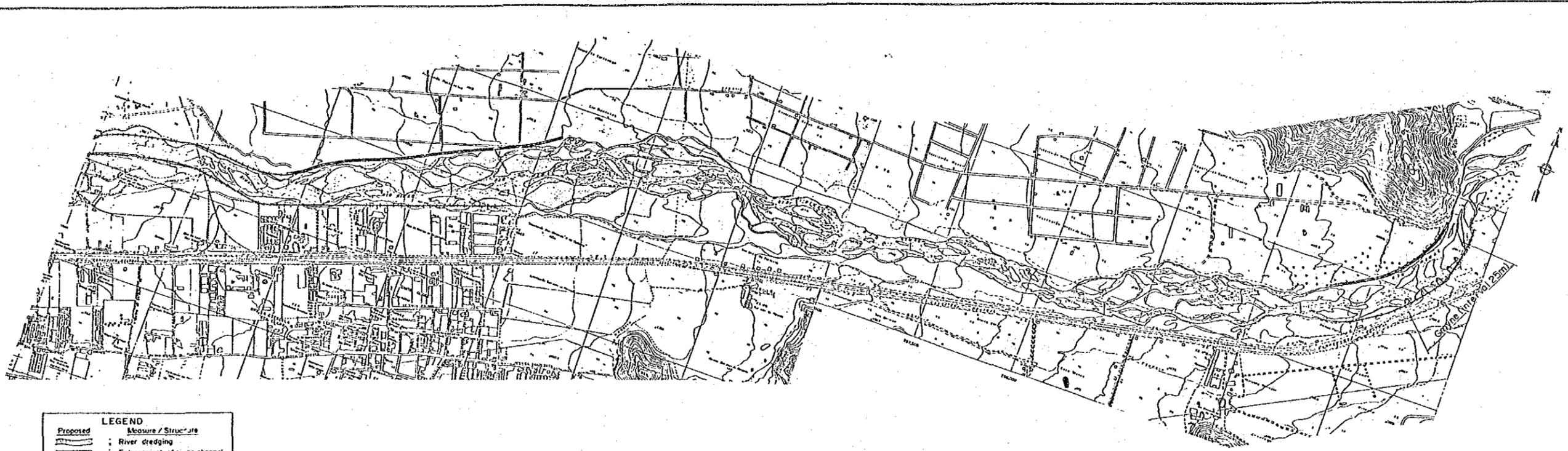
Note: As mentioned in note of Fig. V-7-1 (1/8).

圖 V-7-1 計画河道平面图 (3/8)



Note: As mentioned in note of Fig. V-7-1 (1/8).

图 V-7-1 計画河道平面图 (4/8)

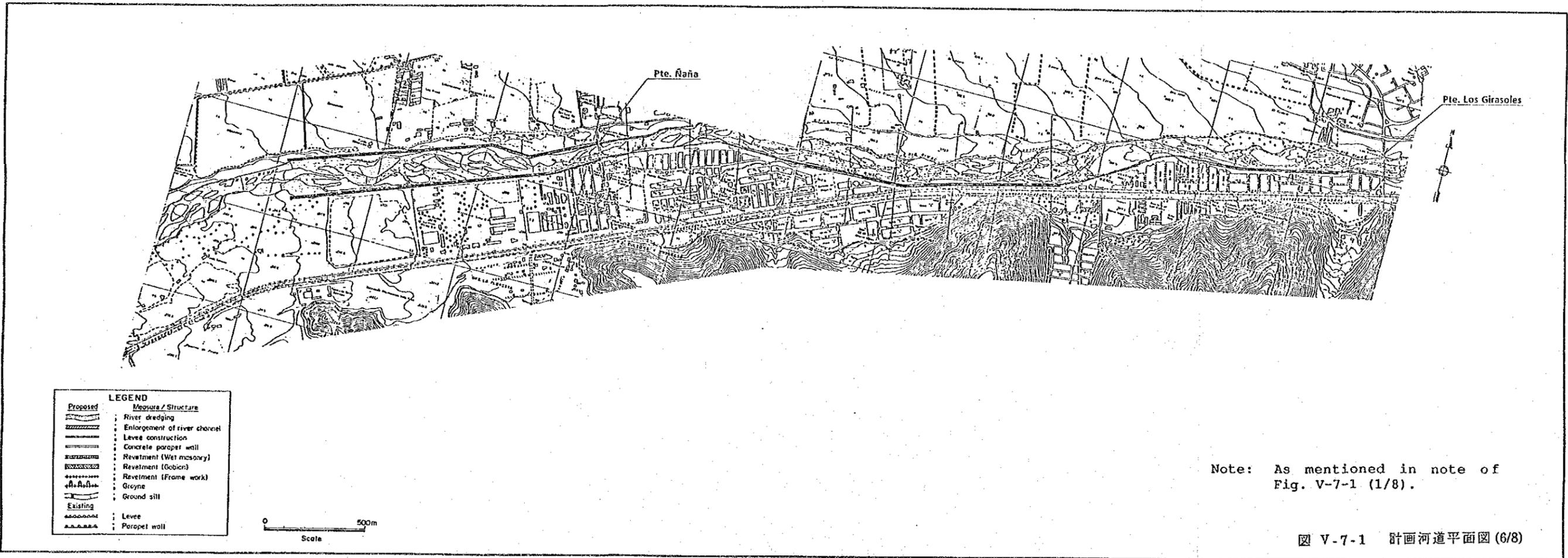


LEGEND	
Proposed	Measure / Structures
	River dredging
	Enlargement of river channel
	Levee construction
	Concrete parapet wall
	Revetment (Wet masonry)
	Revetment (Gabion)
	Revetment (Frame work)
	Groyne
	Ground sill
Existing	
	Levee
	Parapet wall

0 500m
Scale

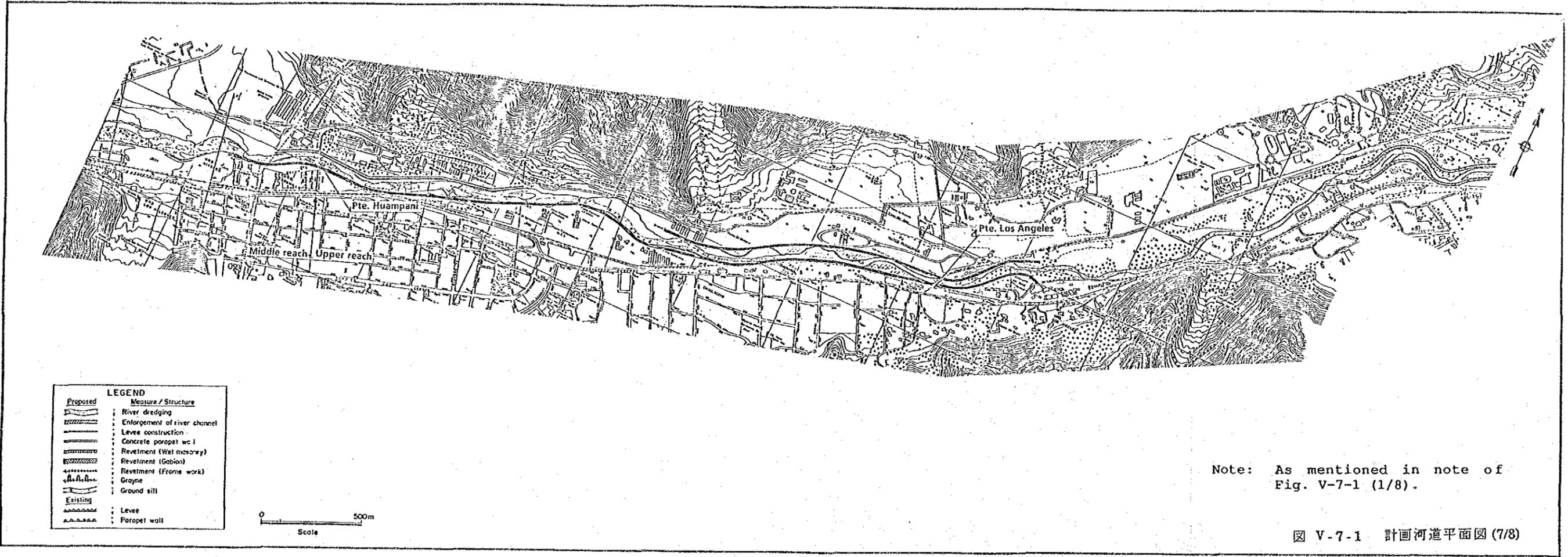
Note: As mentioned in note of Fig. V-7-1 (1/8).

图 V-7-1 計画河道平面図 (5/8)



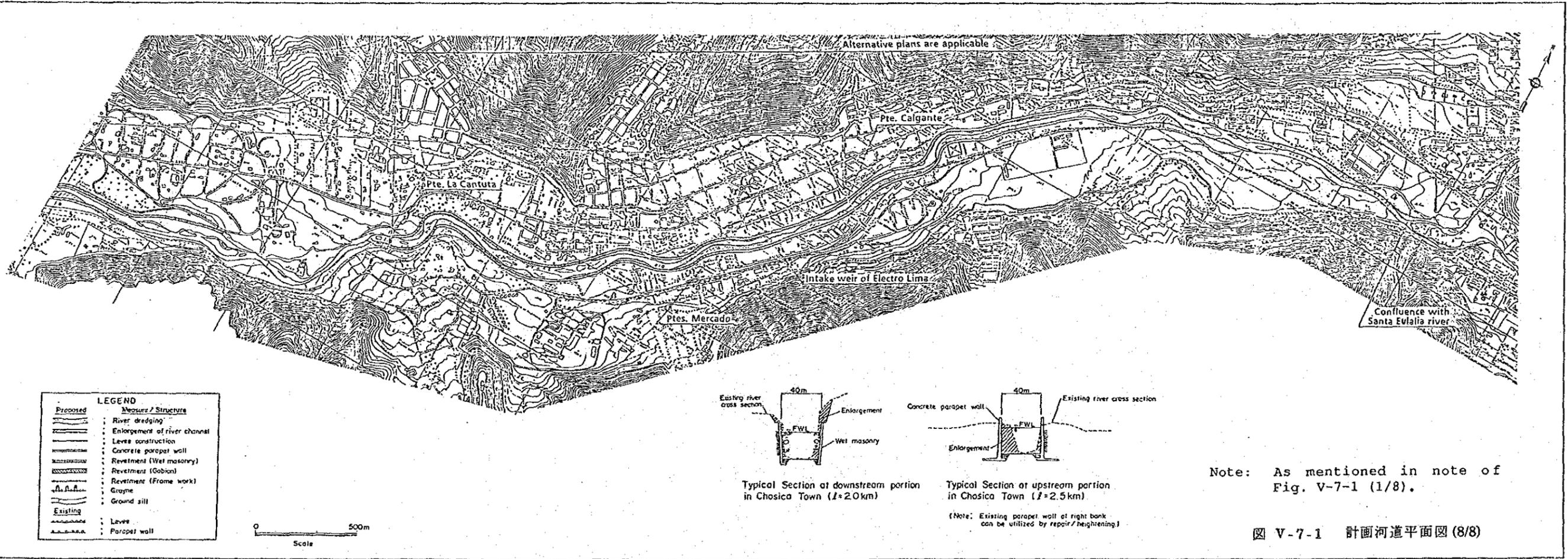
Note: As mentioned in note of Fig. V-7-1 (1/8).

图 V-7-1 計画河道平面図 (6/8)



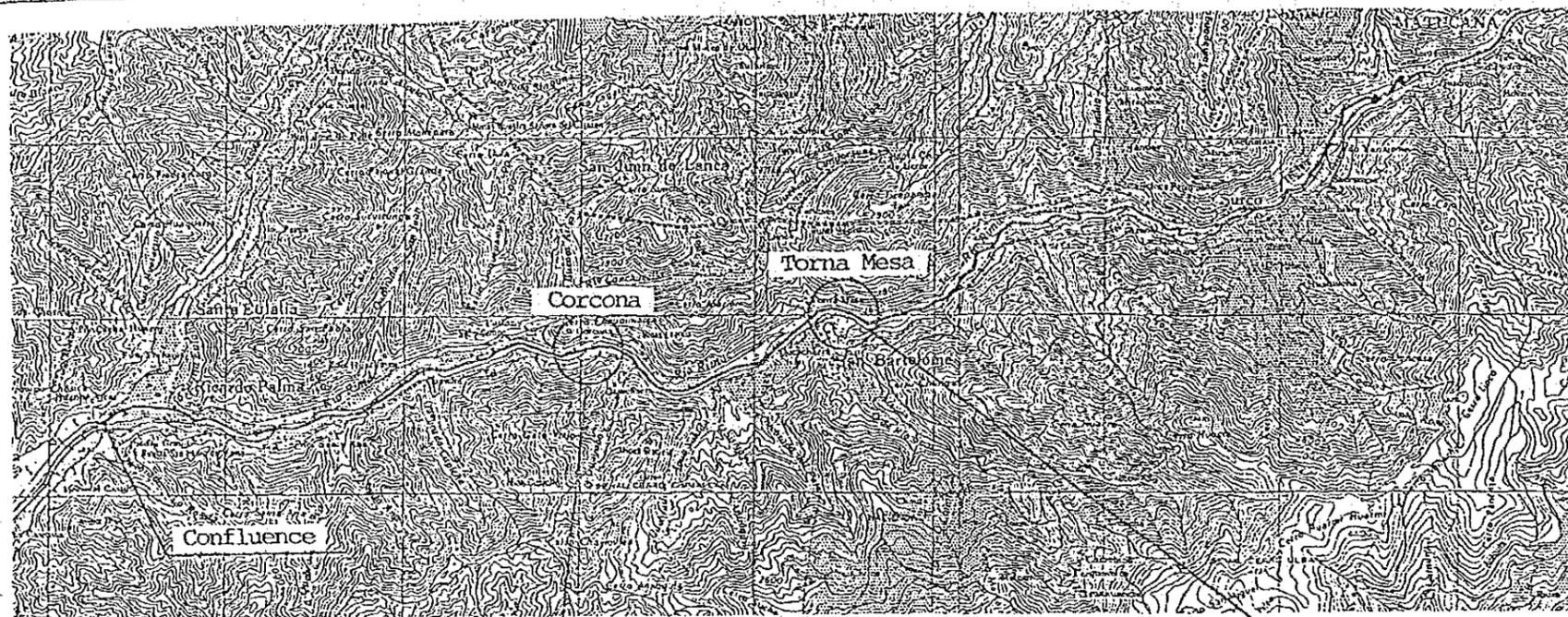
Note: As mentioned in note of Fig. V-7-1 (1/8).

图 V-7-1 計画河道平面図 (7/8)



Note: As mentioned in note of Fig. V-7-1 (1/8).

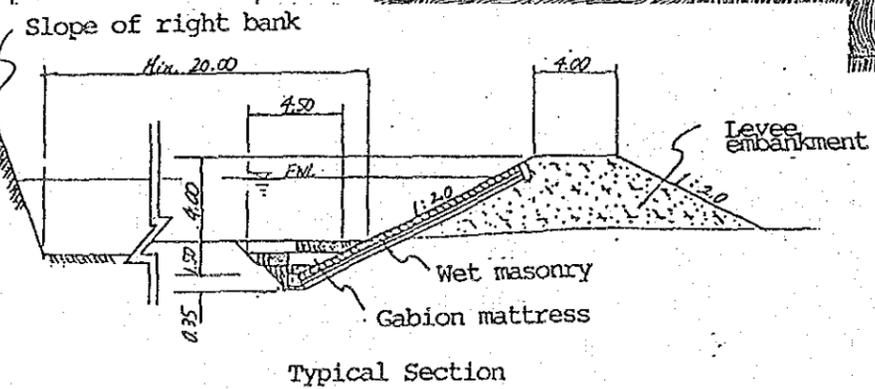
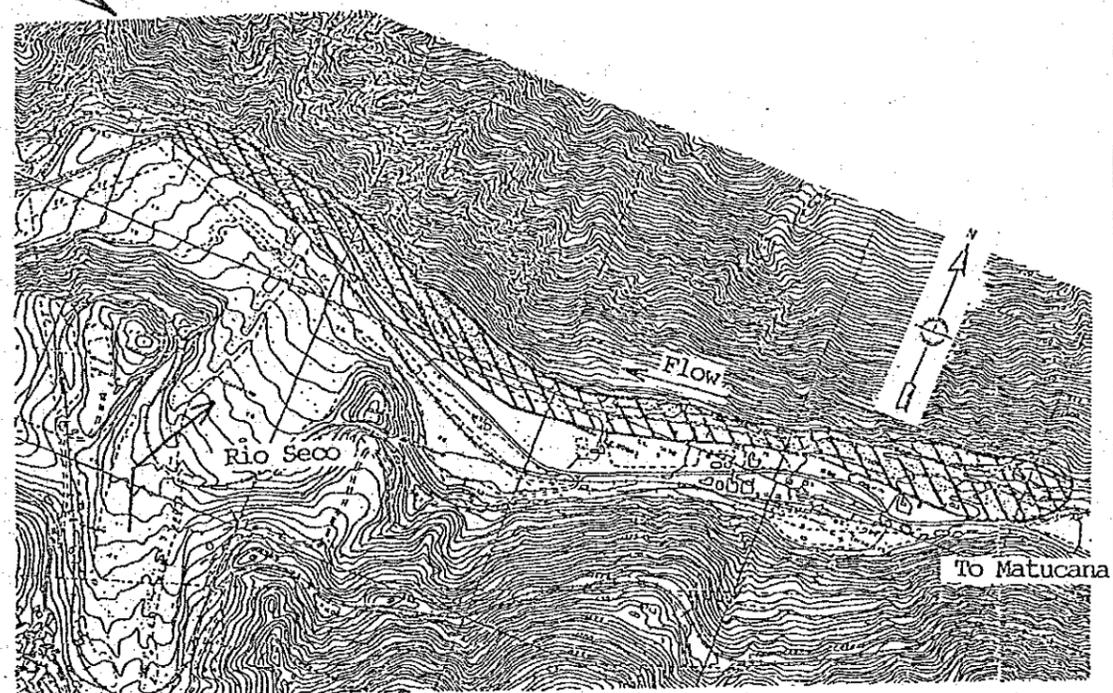
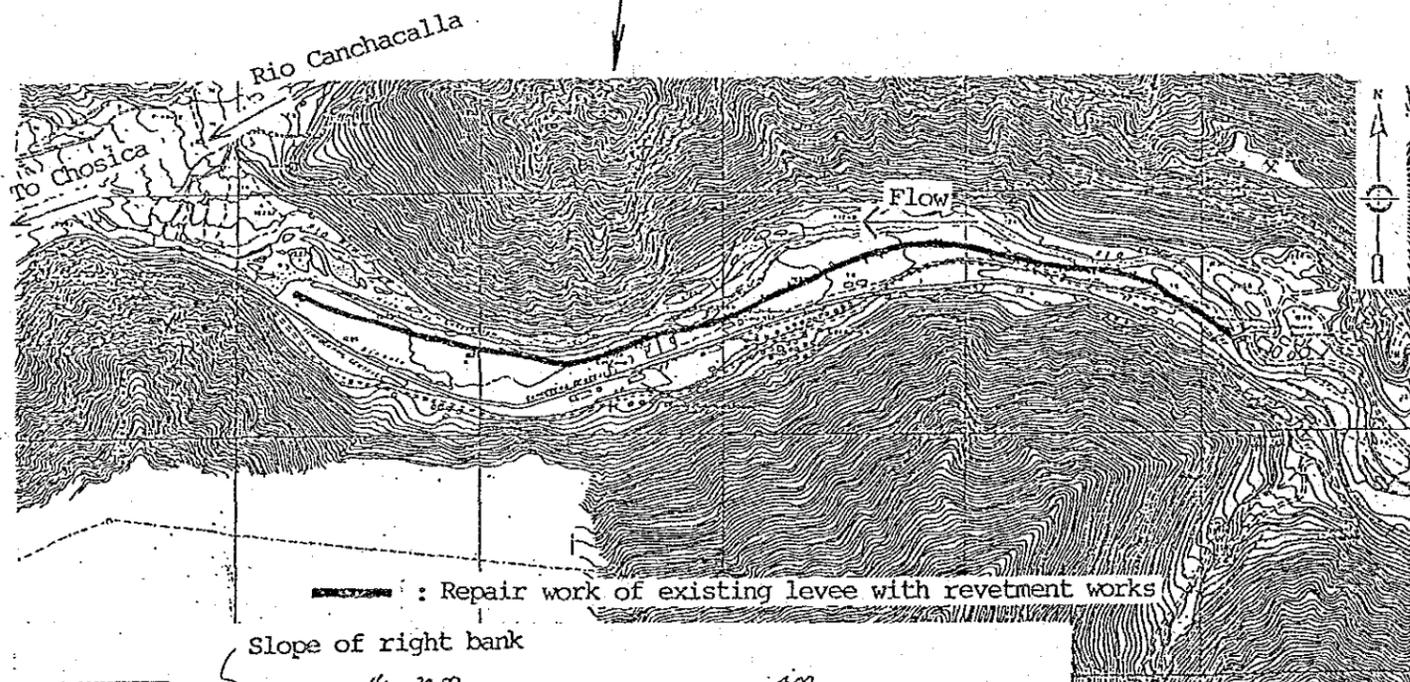
图 V-7-1 計画河道平面図 (8/8)



General Map 0 8km scale

Approximate Work Quantity

- 1. Corcona area
 - Embankment : 48,000m³ (Repair work)
 - Revetment : 1,000m
- 2. Torna Mesa area
 - Dredging & Revetment : 2,000m



0 500m scale

図 V-8-1 グループBに対する施設計画平面図

第VI章 非施設の方策

	目次	頁
1.	非施設の方策の必要性	VI - 1
2.	非施設の方策	VI - 1
2.1	概要	VI - 1
2.2	危険地域に対する土地利用規制	VI - 2
2.3	河川管理の強化	VI - 3
2.4	災害に対する備え	VI - 4
2.5	施設の計画を一貫して組織的に実施していくための 責任ある機関の設立	VI - 6
2.6	河川関連施設管理体制の確立	VI - 6
2.7	技術者の養成	VI - 6

附 図

- VI-2-1 土地利用規制及び河川管理実施体制組織図(例)
- VI-2-2 日本における緊急災害対策・実施機関組織図
- VI-2-3 緊急災害対策・実施機関組織図

第VI章 非施設の方策

1. 非施設の方策の必要性

被害ポテンシャルの増大に伴い災害規模が大きくなるため、災害に見舞われる可能性を有する人口・資産等を増大させない様にする事は災害防御の観点から非常に重要な事である。

非施設の方策の実施は、施設の方策と比較して経費も少額でありまた時間的にも短時間で済むことから上記の目的を達成するためには有効な手段であると考えられる。

次の事項は当流域の非施設の方策の必要性及び有効性を強く指摘しているものである。

- 河川管理に係わる法律もしくは組織の不十分さ、また土地利用規制の欠如は、河川敷地内の危険地への侵入を加速し、ひいては被害の増大を招く結果となっている。
- 河川管理の不徹底は、河道内へのゴミ等の投棄或るいは洪水災害発生の可能性を高める様な行為、即ち土砂及び礫を流送させるため設置されている堤防の掘削等を許す結果となっている。
- 警報避難システムの確立及び住民に対する災害教育は人命損失を救うものとなる。
- 道路及び鉄道用橋梁もしくはトンネル等の種々の施設が土石流及び洪水対策として設置されているが、これらは各関連機関相互の連絡の不十分さから災害に対して不適当なものとなっている。
- 過去の例からも、災害に対する十分な備え及び組織を確立する事により、災害発生時の被害減少に役立つ事を実証している。
- 非施設の方策及び施設の方策の双方が適用された場合には、非施設の方策は施設の方策実施に要する費用の節約にもつながる事となる。

2. 非施設の方策

2.1 概要

流域管理の現況及び災害に対する備えの不十分さを考慮し、次の非施設の方策が提案されている。

- (1) 危険地の土地利用規制の確立とその実施。
- (2) 流域全体を一貫して統合管理するための管理組織の確立及びその実施。
- (3) 次のような災害に対する準備体制の確立
 - 災害通報システムの確立
 - 警報・避難システムの確立
 - 緊急時必要物資の準備

- 各地域ごとの緊急時防災組織の確立
 - 気象・水文観測システムの確立
 - 国家規模での災害救助システムの確立
- (4) 施設の計画を一貫した考え方で実施していく責任ある機関の確立
 - (5) 河川及び河川施設を一貫して維持・管理する機関の設立
 - (6) 技術者の養成

以下に提案した非施設の方策の必要性を述べる。

2.2 危険地域に対する土地利用規制

危険地域に対する土地利用規制の不徹底さは、流域内危険地域への住民の不法侵入を増加させる結果となり、このため災害発生時の被害を著しく増大させる結果となっている。

この証明として、1987年3月にChosica地区近郊で土石流が発生したが、同地区は非常に開発された地区であった事からその被害は甚大なものであった。しかし、1925年にも同地区内で1987年災害と同規模の土石流が発生した事が記録されているにもかかわらず、被害はそれ程大きなものではなかったという事実がある。

上記の様な状況から、危険地域を指定、この危険地域は農業生産や娯楽の目的で使用に限定して住居や施設の設立は禁止するよう提案している。この規制に関してはUNDROも提唱し、また日本の他さまざまな国々で実施されており、被害の減少に効果的である。特に、土石流災害発生地域に対し必要である。

ペルー国においては、現在河川沿いの地区に対する土地利用規制法、またスラム地区改善の為に法律が存在している。しかし危険地域への不法侵入は既に著しく、この様に上記の法律は実際には有効に機能していないものと考えられる。その理由として、次の事項があげられる。

- Lim市が危険地での土地利用の規制を担当している。しかし市は十分な権限及び責任を有しておらず、このため規制を強力に推進する十分な機能を持っていない。
- 法律そのものが危険地域や規制もしくは禁止されるべき項目を明確に提示していない。
- 危険である事が十分に住民に対して通知されていない。

法律を完備する他、制定された法律を厳格に施行する事が非常に重要であるため、次の事項についてその実施が望まれる。

- (1) 危険地域内住民の移転及び今後のこの地域への不法侵入を禁止する規制法の新規作成が必要である。この法律には、危険地域の指定、規制及び禁止される行為等に関する詳細かつ明確な記述、及び認可手続等を記載する必要がある。
- (2) 上記の法律を厳格に施行するため十分な機能を持たせると共に権限及び責任の所在を明確にする。

- (3) 最重要事項として認可については完全な基準を設け厳格に施行し、いかなる例外をも許さない事である。一度例外を許した場合には、その他幾つもの例外を許す結果となるものと考えられる。

2.3 河川管理の強化

現在、流域内においては、河川敷地内での道路及び鉄道の建設、道路・鉄道及び発電水路の建設に伴う著しい斜面の掘削、橋梁及びトンネル等の建設に伴う自然環境の破壊あるいは鉱山の開発、鉱屑の投棄等に見られる様にさまざまな乱開発が行われている。この様な自然環境の破壊は種々の問題を引き起こすと伴に流域内の災害を増大せしめている。さらに、河川敷地内での住居の建設、河川へのゴミの投棄及び土砂・礫を運搬するための堤防の掘削等の不法行為も管理されておらず、その結果災害に対して高い危険にさらされている。

上記の様な防災対策上望ましくない行為が行われるのは次の理由によるものと考えられる。

- 流域全体を一貫して管理する機能を有していないため、河川関連各機関は個々に計画を実施し、洪水災害に対し著しく危険性を増大させるという結果を招いている。
- 農業省により管理されている現在の水法は、土地所有権、土地及び水利用の限度、河床、河岸及びその境界を定めており、また必要な自然環境の保全並びに保全されるべき地域の指定を行っている。しかし、この法律は実施するための十分な機能を有していない事から、効果的には働いていない。
- 加えて、上記の法律は治水対策としては不十分であるため治水対策としての新規の法律が必要である。

上記に対し、次の事項の実施が必要である。

- (1) 洪水を安全に流下させるために必要な容量を確保し、また環境の保全を行うため流域全体を一貫して管理する責任ある機関の設立が必須である。
- (2) 現在の法律では治水に対しては十分ではないため、これに対処するための法律を新たに作成する必要がある。

この法律には、危険地域の指定、規制及び禁止される行為等に関する詳細かつ明確な記述及び許認可手続等を記載する必要がある。

- (3) 許認可については完全な基準を設け厳格に施行し、いかなる例外をも許さない事が重要である。治水行政においては一度例外を許した場合その例外に引きずられる傾向があるので注意する必要がある。

Rimac川はLima首都圏を流れる重要河川であるため、特に河川管理にあたっては前述の法律及び規制の実施は厳格に行う必要がある。新規の河川法制定において、日本の例が参考になると思われるので、附属報告書Ⅳ、付録ⅩⅡに日本の河川法の概要を示している。

流域管理システムに対する組織図の一例を参考のため図Ⅵ-2-1に示す。

2.4 災害に対する備え

災害に対する備えは、災害発生時の被害を緩和するためには不可欠のものである。このため災害に対する備えとして次の点の強化を提案している。

- 災害通報システムの確立
- 警報・避難システムの確立
- 各地域ごとの緊急時防災組織の強化
- 緊急時必要物資の準備
- 気象・水文観測システムの強化
- 国家規模での災害救助システムの確立

上記それぞれの必要性とその効果は以下に記述する通りである。

(1) 災害通報システムの確立

災害を未然に防ぐため、国家防災庁、気象庁及び河川管理事務所等に対し災害の情報を迅速に報告するシステムの確立が必要である。

この通報システムにおいては、各地域生活共同体が担当機関に対して、土石流の発生、河川水位の異常な上昇、堤防欠壊による洪水氾濫の発生等の通報を行う義務を持たせる必要がある。各機関はこの情報から即時に警報を危険地域に発する事により、災害による被害を大きく減少させる事ができる。

ペルーにおいては、既に災害の状況を通報するためのシステムが存在する。しかし、完全に目的を達成するためにはシステムの改善が必要である。また緊急時の通信回線の整備もまた必要と考えられる。

(2) 警報・避難システムの確立

土石流発生の前兆として、異常気象、豪雨発生前の厚い雲の動き、豪雨発生後の異常な振動音等の災害発生の前兆候はすべての土石流災害発生可能地域でみることが出来る。(これら前兆候の詳細は附属報告書Ⅲ、付録X Iに示されている。)

土石流は上記の振動音が30分位続いた後発生する。このことから警報・避難システムの確立は可能であると考えられ、実施も比較的容易である事から積極的に促進されるべきである。

警報・避難システムを確立するための具体的方策は下記の通りである。

- 異常気象の発生を気象庁から通報するシステムの確立
- 豪雨発生前の気象状況、豪雨発生後の異常な騒音等に十分注意する様住民に教育する事
- 溪流上流部で土石流のエネルギーが蓄積されている間にこれを察知すると共に自動的に住民に警報を発する施設を設置する事
- 避難場所の指定及び避難訓練の実施
- 上流部河道での水位上昇を察知し下流域に対し自動的に警報を発する等の洪水警報施設の設置

(3) 各地域ごとの緊急時防災組織の強化

過去の災害発生の際に見る通り、大規模災害の発生時には被災地は孤立させられてしまう。このため緊急時の防災組織を各地域ごとに確立することが重要である。この様な組織の確立は他の国の例でもわかる様に被害の抑制に非常に有効である。

(4) 緊急時必要物資の準備

前述の様に、被災地は孤立する可能性があるため緊急時に備えて、食料、水、衣類、医薬品、テント、救助及び復旧に対し必要な機械等の必要物資を確保しておくべきである。

(5) 気象・水文観測システムの強化

気象現象が土石流・洪水災害の主因であり、気象状況を精度良く予知する事がその地域を甚大な被害から救うという事は言うまでもない。精度良く気象状況を予知するためには、十分な観測システムの設置及び資料及び情報の蓄積に基づく研究が必要である。

一方、現況の気象・水文観測システムは、大半が破損し使用されていないという不十分な状況にある。この様な状況から資料の蓄積の他観測及び調査・研究のためのシステムの強化が提案されている。

システムを強化する上で、豪雨に関する有効な情報を入手する事が可能なレーダー雨量計の導入を考える事を推奨する。現在日本においては、地域的に発生する豪雨でさえ精度良く予知する事がレーダー雨量計の導入により可能となっている。

参考のためRimac川流域に関して、地形的特性、豪雨特性及び前述のレーダー雨量計の機能を考慮しその必要性と可能性の検討を行った。この結果レーダー雨量計により豪雨の発生を予知する事は、十分に可能でありまたその必要性は非常に高いと判断されている。(検討結果は、補足説明に添付されている)

(6) 国家規模での災害救助システムの確立

現在、国家規模での災害救助システムは確立されておらず、緊急時での迅速な支援活動を困難にしている。1987年3月災害時には臨時に災害救助システムが組織されたが、組織するために時間を費やし被災地に対して迅速な支援はなされなかった。

上記の様な状況から、被害を最小限に押さえるための緊急時災害救助システムを国家的規模で確立しておく事が必要と考えられる。

参考のためペルーと同様の災害が発生し易い日本における災害に対する備えの概要を附属報告書Ⅲ、付録XⅡに示す。また図VI-2-2は日本における緊急時災害救助システムを参考のため示したものである。

日本の例及びペルー国政府の現在の行政組織を考慮して作成されたペルー国緊急時災害救助システムの一例を図VI-2-3に示す。

2.5 施設の計画を一貫して組織的に実施していくための責任ある機関の設立

日本他種々の国においては、建設省や地方公共事業体の管理下にある機関によって一連の災害防御プロジェクトが実施されている。

現在ペルーにおいてはそのような組織がなく、この様な組織無しに防災対策計画を現実のものとする事は不可能であるため、本マスタープランに基づき防災対策を実施に移すための権限を有しかつ責任ある機関を設立する事が望まれる。

防災対策の実施に当たっては、流域全体で一貫した総合防災対策計画の下で行う事が重要である。このため、防災対策の実施は流域全体に対し、一つの機関の管理下で行われなければならない。日本の他種々の国で採用されている様に、Rimac川流域に対してもRimac川防災委員会の様な機関の管理下で各地域ごとに実施事務所を設置する事が有効である。参考として、図VI-2-1に上記の機能を有する機関の組織図の一例を示す。

2.6 河川及び河川施設を一貫して維持・管理する機関の設立

河川は種々の地点にまた不規則に土砂や礫を流送し堆積させ、流況を阻害する。阻害された洪水流は河岸を襲い、破壊し、周辺地域に洪水災害をもたらす。このため、河道を維持するための工事が継続的に必要となる。

河道内には種々の構造物が存在した将来においても建設される事となるため、これら施設に対する維持・管理も必要となる。

これを怠れば、災害はそのような欠陥部から発生する事となる。また構造物の耐久性は著しく減少する事となる。現在の維持・管理作業は一貫しては成されておらず各々の団体、もしくは個人で個々に行われている。そのような作業は、例えある箇所では改良がなされたとしても他の箇所に対し悪影響を及ぼすという様な結果を招く。このため、流域全体を一貫して維持管理を行うための機関の設置が必要である。

2.7 技術者の養成

防災対策に関し、計画、設計及び施工に携わる技術者の養成も不可欠である。現在ペルーにおける技術者の現況は次の通りである。

大卒技術者の数は年間200~300人であり、これらの技術者の多くは運輸、建築、上下水、及び発電部門に従事している。このため、災害防御に関する技術者は殆ど養成されていない。

ペルーにおいては上記の様に、技術者が不足している事から、技術者養成の必要性が高い。十分な経験を有する講師を置く技術者訓練センターを設立する事が有効な方法と考えられるためその設立を提案している。

附 函

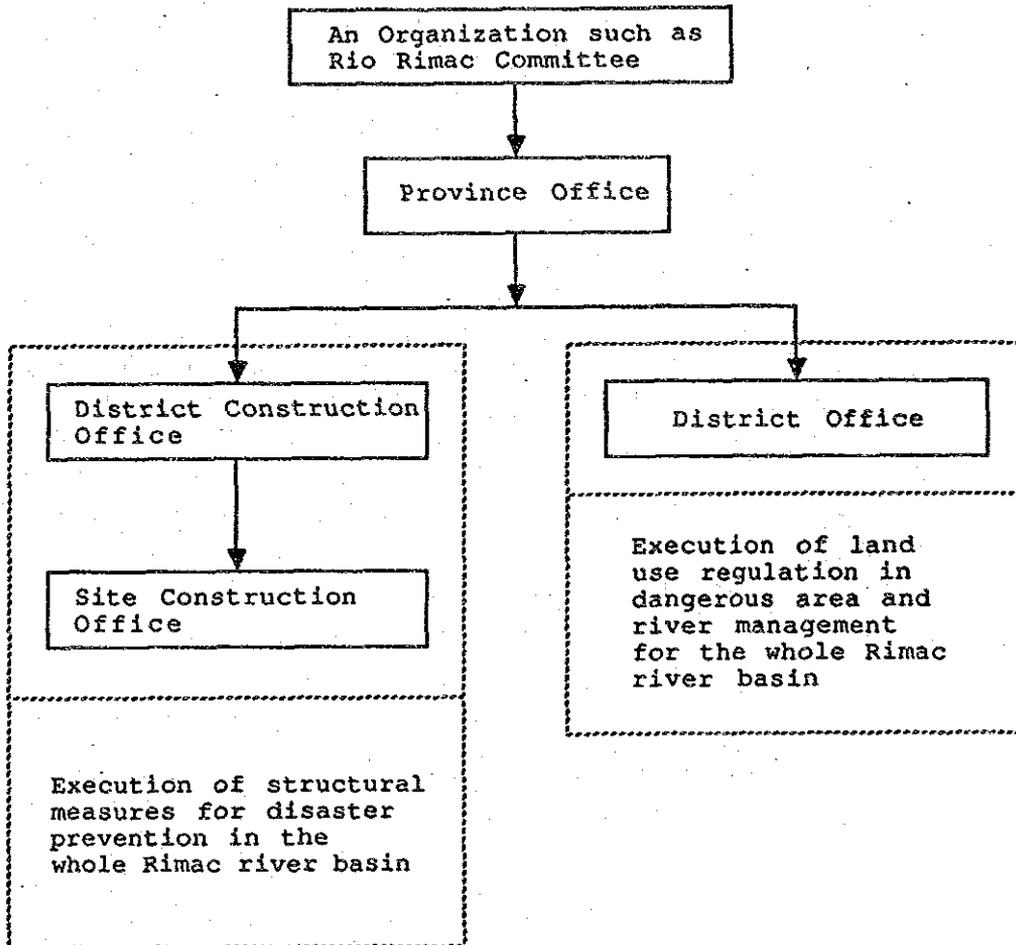


図 VI-2-1 土地利用規制及び河川管理実施体制組織図(例)

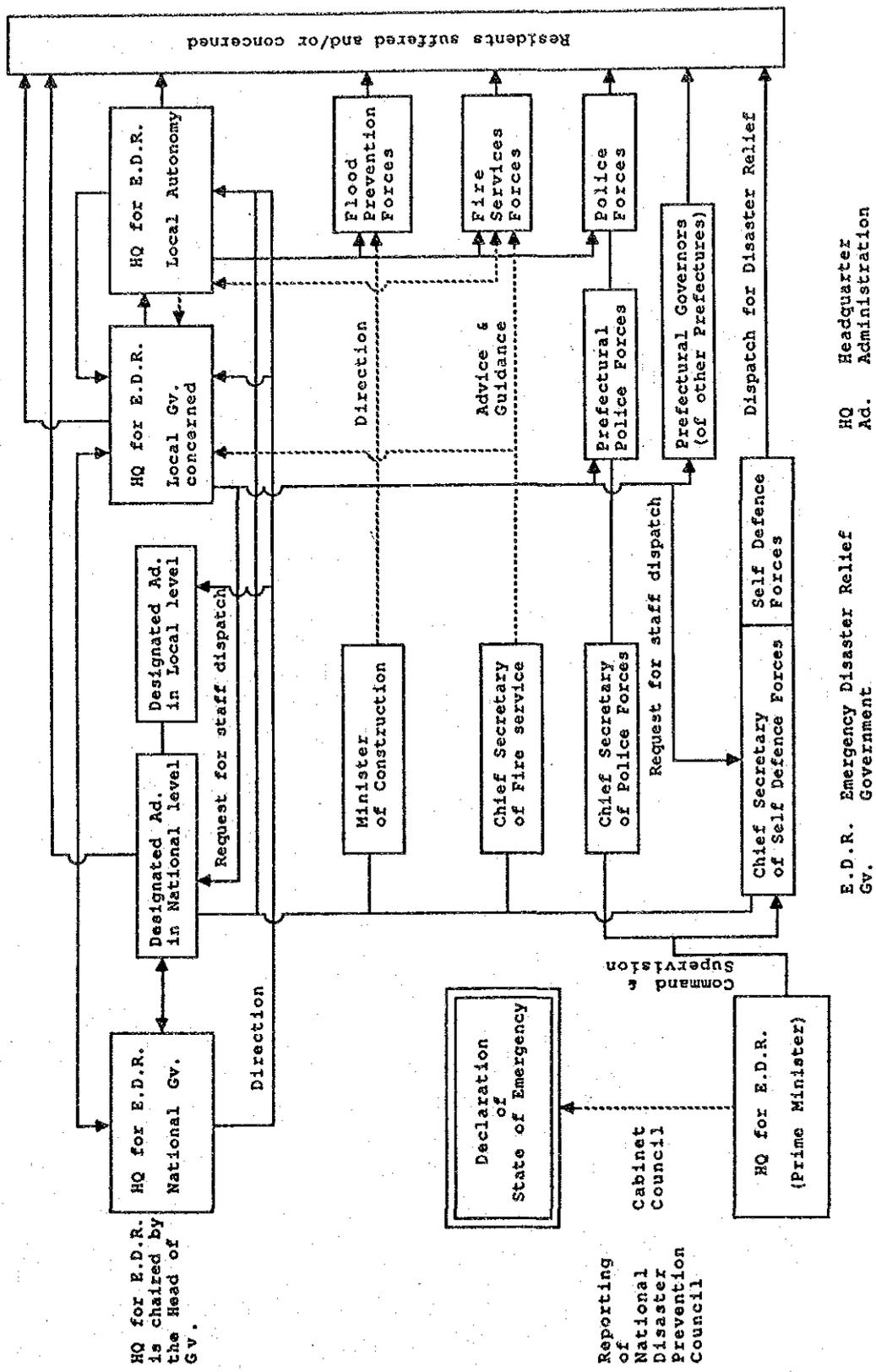


図 VI-2-2 日本における緊急災害対策・実施機関組織図

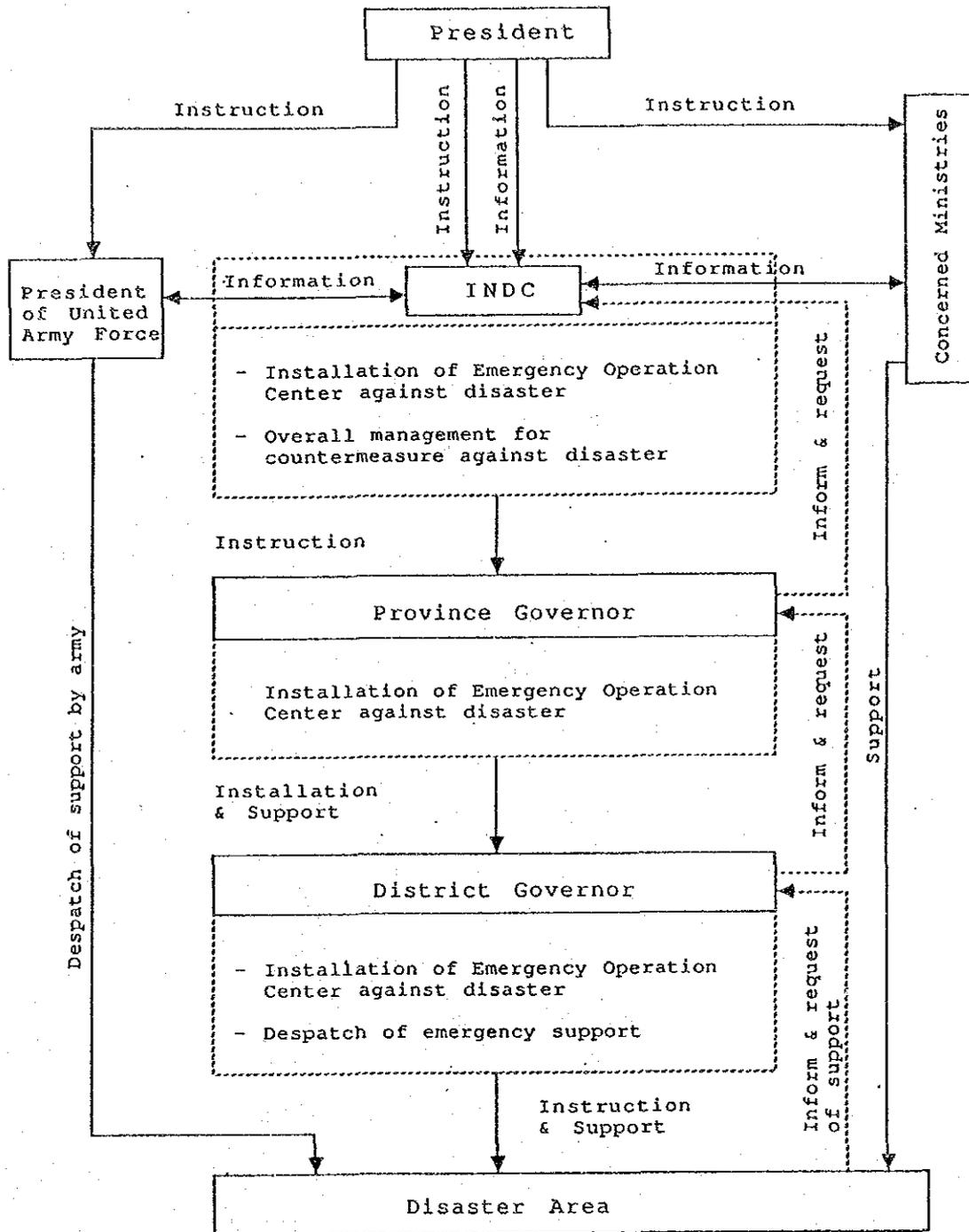


図 VI-2-3 緊急災害対策・実施機関組織図

第VII章 Rimac川防災対策マスタープランのまとめ

	目次	頁
1.	マスタープラン	VII-1
2.	マスタープランの評価	VII-1

附 表

VII-1-1	土石流・斜面崩壊対策に対する経済評価結果
VII-1-2	河川改修計画に対する経済評価結果
VII-1-3	非施設の方策
VII-2-1	防災対策実施計画に対する経済評価

附 図

VII-1-1	溪流地区に対する施設計画
VII-1-2	溪流地区に対する土石流防止対策の型式及び構造物
VII-1-3	斜面地区に対する斜面崩壊防止対策の型式及び構造物
VII-1-4	河川改修計画
VII-1-5	河川改修に伴う河川構造物

第VII章 Rimac川防災対策マスタープランのまとめ

1. マスタープラン

Rimac川防災対策マスタープランは、施設の及び非施設の方策の観点から検討され策定されているが、本章では策定されたマスタープランのまとめを行っている。

表VII-1-1は、土石流・斜面崩壊災害対策として各溪流及び斜面地区に対して策定された施設計画、経済建設費及び内部収益率を示している。また、表VII-1-2に洪水災害対策として策定された河川改修計画を示している。表VII-1-3には提案される非施設の方策の要約が示されている。

図VII-1-1は、各溪流地区に対する施設計画の型式を示している。図VII-1-2は、各施設計画の型式に対する構造物の配置を示す。図VII-1-2-3は、斜面地区に計画される各施設を示している。図VII-1-2-4はRimac川本川沿いに洪水災害対策として計画される河川改修計画を示している。また、図VII-1-2-5は河川改修計画において提案される各構造物を示している。

2. マスタープランの評価

このマスタープランについて経済分析を行った結果は、表VII-2-1に示されている。また、土石流・斜面崩壊対策及び洪水災害対策並びに全体計画に対する内部収益率は次の通りである。

	内部収益率(%)
土石流・斜面崩壊対策	5.4
洪水災害対策	15.5
全体	8.6

上記に示される通り、土石流・斜面崩壊対策の内部収益率は5.4%と少し低いですが、洪水災害対策も含めた全体計画の内部収益率としては経済性の限界値である8.0%よりも高い8.6%という値を示しており、提案した総合防災計画は経済的にも妥当であるといえる。(下記注記参照)さらに、上記経済評価の中に含まれていないところの人命損失の防止と民生の安定という極めて大きい社会的メリットが含まれていることを考え合わせるならば当防災計画は十分な妥当性を持っているといえる。

注記) ベルギー国の資本の機会費用(Opportunity Cost of Capital)を、世界銀行等が定めている基準に基づき8%とした。

資本の機会費用とは各々の国の資本の投資に対する収益性と定義され、具体的には、国の資本が収益性の高いプロジェクトから順に分配されていったとき最後に分配を受けたプロジェクトの収益性のことである。

世界銀行等が上記資本の機会費用を各々の国の経済状態によって定めており、プロジェクトの内部収益率(E.I.R.R)がこの資本の機会費用以上あれば経済的に妥当であると評価されるものである。

附表

表 VII-1-1 土石流・斜面崩壊対策に対する経済評価結果

Description of Project Areas	Type of Stru. Plan	Proposed Main Structures						Economic Project Cost (x10 US\$)	EIRR (%)
		Dam (No.)	Channel Works (km)	Dike (km)	Bridge (No.)	Tunnel (No.)	Retaining Wall (km)		
(A) Group A (First Priority)									
(a) Qda Area : 7 areas									
R-6	Q. Quirio	A1	2	1.8	-	2	-	8,623.4	5.25
R-7	Q. Pedregal	A1	3	1.9	-	2	-	11,649.4	5.65
R-8	Q. Carosio	A2	1	0.3	-	1	-	1,432.7	9.85
R-9	Q. Corrales	A2	2	0.2	-	-	1	3,054.5	6.02
R-19	Q. Rio Seco	B1	-	-	1.5	2	2	3,145.9	10.12
R-32	Q. Paihua	C	2	-	0.5	-	-	6,442.1	5.09
S-1	Q. Cashahuacra	B2	1	0.4	12.5	1	-	3,057.4	4.15
(b) Spe Area : None									
(B) Group B (Second Priority)									
(a) Qda Area : 23 areas									
R-1	Q. Chacracayo	A1	3	3.3	-	-	-	9,448.2	8.99
R-2	Q. Chacrasana	A1	1	1.1	-	-	-	4,534.0	3.19
R-3	Q. California	A1	1	1.3	-	-	-	8,101.6	4.79
R-4	Q. Santa Maria	A1	1	1.0	-	-	-	4,436.3	3.39
R-5	Q. La Cantuta	A1	3	1.2	-	-	-	14,465.5	-0.24
R-10	Q. La Ronda	A1	4	1.3	-	-	-	8,677.1	2.31
R-11	Q. Santa Ana	B1	-	0.4	0.6	1	-	2,071.4	11.54
R-13	Q. Cupiche	B1	-	0.4	0.5	1	-	1,427.8	12.79
R-15	Q. Canchacalla	C	5	0.5	0.5	-	-	27,160.9	-2.09
R-16	Q. Guayabo	B2	2	0.4	-	1	-	1,101.2	14.94
R-17	Q. Agua Salada	B1	-	0.5	0.5	1	-	1,760.4	10.90
R-18	Q. Esperanza	B1	-	-	0.4	1	-	1,184.8	14.30
R-23	Q. Huacre	B1	-	0.5	0.5	-	-	575.6	3.75
R-24	Q. Matata	B1	-	0.5	0.5	1	-	1,135.1	3.71
R-25	Q. Cuchimachay	A1	2	1.1	-	1	-	2,946.7	2.90
R-31	Q. Chucumayo	B2	1	0.7	1.6	1	-	2,818.1	8.45
R-33	Q. Chacahuaro	B2	1	0.3	-	-	-	428.6	17.90
R-34	Q. Pancha	C	3	0.5	-	-	-	7,976.9	-1.07
R-35	Q. Viso	C	2	0.5	-	-	-	2,404.1	3.96
R-37	Q. Parac	C	3	0.3	-	-	-	15,033.6	-0.89
S-2	Q. Redonda	B2	1	1.3	1.3	1	-	1,959.7	4.12
S-3	Q. Infiernilla	B1	-	0.4	0.4	-	-	1,028.2	5.07
S-5	Q. Lucuma	B1	-	0.9	0.9	1	-	1,093.0	4.73
(b) Spe Area : 24 areas									
R--/0	River mouth - Jicamarca	-	-	-	-	-	15.00	15,535.0	0.68
R--/1	River mouth - Chacracayo	-	-	-	-	-	18.00	19,077.0	-0.04
R-0/2	Jicamarca - Chacrasana	-	-	-	-	-	2.00	2,453.0	-
R-1/3	Chacracayo - California	-	-	-	-	-	0.55	52.0	13.67
R-4/6	Santa Maria - Ronda	-	-	-	-	-	0.11	114.0	-2.42
R-6/7	Quirio - Pedregal	-	-	-	-	-	1.50	1,558.0	-4.06
R-7/8	Pedregal - Carosio	-	-	-	-	-	0.68	706.0	0.15
R-8/9	Carosio - Corrales	-	-	-	-	-	0.20	207.0	2.29
R-9/-	Corrales - Confluence	-	-	-	-	-	0.20	207.0	0.45
R-10/-	La Ronda - Confluence	-	-	-	-	-	0.04	41.0	6.68
R--/11	Confluence - Santa Ana	-	-	-	-	-	0.32	333.0	6.23
R--/12	Confluence - San Juan	-	-	-	1	3	0.08	83.0	10.64
R-11/13	Santa Ana - Cupiche	-	-	-	-	7	0.00	3,319.0	5.22
R-13/16	Cupiche - Guayabo	-	-	-	-	2	0.66	4,049.0	3.64
R-16/17	Guayabo - Agua Salada	-	-	-	2	8	0.00	2,157.0	3.46
R-19/20	Rio Seco - Esperanza	-	-	-	2	13	0.05	5,723.0	4.39
R-20/21	Esperanza - Verrugas	-	-	-	2	8	0.01	6,373.0	4.50
R-21/23	Verrugas - Huacre	-	-	-	1	2	0.08	4,863.0	4.76
R-22/27	Linday - Yamajune	-	-	-	-	7	0.04	5,077.0	4.47
R-26/29	Chacamaza - Barranco	-	-	-	-	3	0.04	482.0	1.02
R-31/33	Chucumayo - Chacahuaro	-	-	-	4	4	0.90	1,124.0	3.50
R-37/40	Parac - Rio Blanco	-	-	-	-	-	1.12	2,340.0	8.92
S--/4	Confluence - Alcula	-	-	-	-	-	0.11	114.0	9.30
S-1/2	Cashajuscra - Redonda	-	-	-	1	5	0.11	429.0	3.02
S-2/3	Redonda - Infiernilla	-	-	-	-	4	0.09	345.0	2.86

* including S--/1 Confluence - Cashahuacra

表 VII-1-2 河川改修計画に対する経済評価結果

Division of River Stretch	Levee (m)	Parapet Wall (m)	Revetment				Groyne (Nos)	Ground Sill (Nos)	Bridge (Nos)	Economic Project Cost (US\$10 ³)	EIRR (%)
			Gabion (m)	Wet Masonry Wall (m)	Frame Work (m)						
(A) Group A (First priority)											15.5*
1. Main Stream											
- Upper reaches (A-2)	7,200	3,600	-	5,100	-	-	-	4	16,920		
- Middle reaches (B-1)	11,900	200	500	11,900	7,700	20	6	-	12,547		
- Lower Reaches (C-1)	1,600	3,000	-	23,100	-	-	5	2**	17,166		
2. Tributary											
- Lower reaches of Qda Jicarmica	400	-	-	200	-	-	-	1	599		
(B) Group B (Second priority)											
1. Main stream											
- Upper reaches	-	-	-	4,000	-	-	-	-	850		
- Lower reaches	1,000	-	-	1,000	-	-	-	-	1,230		

Remarks: * EIRR of selected implementation plan of Groups (A) and (B)

** Including repair works for Pte. Ejercito.

表 VII-1-3 非施設の方策

- (1) Establishment of the regulation in land use of the dangerous area through the preparation of sound law and its execution,
- (2) Reinforcement of river management through the preparation of sound river law and its execution,
- (3) Sufficient preparedness for the disaster such as;
 - the establishment of information system of disaster,
 - the establishment of warning and evacuation system,
 - the reinforcement of organization for the disaster in each regional area,
 - the preparation of materials and equipment for the occurrence of disaster,
 - the reinforcement of meteo-hydrological observation system, and
 - the establishment of nationwide organization at emergency.
- (4) Establishment of an authorized and responsible organization to put into execution the structural measures for disaster prevention.
- (5) Establishment an organization for operation and maintenance of river and facilities.
- (6) Training of engineers

表 VII-2-1 防災対策実施計画に対する経済評価

FIRR= 8.574%

RIVER TREATMENT : Accelerated Schedule

DEBRIS PREVENTION: Normal schedule

Unit : US\$ 10³

Year Fisical year	Cost Stream		Benefit Stream		Net Present Worth
	Cost Total	Discounted Cost	Annual Benefit	Discounted Benefit	
1 1990/1991	14,636	14,636	0	0	(14,636)
2 1991/1992	21,185	19,512	0	0	(19,512)
3 1992/1993	21,882	18,562	2,030	1,722	(16,840)
4 1993/1994	19,866	15,521	5,524	4,316	(11,205)
5 1994/1995	21,119	15,198	9,986	7,186	(8,011)
6 1995/1996	5,511	3,653	11,829	7,906	4,253
7 1996/1997	5,514	3,366	11,976	7,311	3,945
8 1997/1998	6,480	3,644	13,111	7,371	3,726
9 1998/1999	11,998	6,213	13,194	6,832	618
10 1999/2000	6,128	2,923	13,280	6,334	3,411
11 2000/2001	6,128	2,692	13,368	5,873	3,180
12 2001/2002	8,520	3,447	13,993	5,662	2,214
13 2002/2003	14,225	5,301	14,103	5,255	(46)
14 2003/2004	10,801	3,707	14,247	4,890	1,183
15 2004/2005	15,790	4,992	14,837	4,680	(301)
16 2005/2006	11,943	3,477	15,220	4,432	954
17 2006/2007	10,135	2,718	15,767	4,228	1,511
18 2007/2008	10,111	2,497	17,169	4,241	1,743
19 2008/2009	11,083	2,521	17,475	3,975	1,454
20 2009/2010	5,449	1,142	18,243	3,822	2,681
21 2010/2011	9,318	1,798	19,130	3,692	1,894
22 2011/2012	18,430	3,276	19,619	3,487	211
23 2012/2013	17,343	2,839	19,897	3,257	418
24 2013/2014	13,422	2,024	20,184	3,043	1,020
25 2014/2015	5,974	830	21,331	2,962	2,133
26 2015/2016	1,425	182	22,072	2,823	2,641
27 2016/2017	1,425	168	22,425	2,642	2,474
28 2017/2018	1,425	155	22,787	2,473	2,318
29 2018/2019	1,425	142	23,161	2,315	2,172
30 2019/2020	1,425	131	23,546	2,167	2,036
31 2020/2021	1,425	121	23,942	2,030	1,909
32 2021/2022	1,425	111	24,350	1,801	1,790
33 2022/2023	1,425	102	24,771	1,781	1,679
34 2023/2024	1,425	94	25,204	1,669	1,575
35 2024/2025	1,425	87	25,650	1,565	1,478
36 2025/2026	1,425	80	26,110	1,467	1,387
37 2026/2027	1,425	74	26,583	1,376	1,302
38 2027/2028	1,425	68	27,071	1,290	1,222
39 2028/2029	1,425	63	27,573	1,210	1,148
40 2029/2030	1,425	58	28,090	1,136	1,078
41 2030/2031	1,425	53	28,623	1,066	1,013
42 2031/2032	1,425	49	29,171	1,001	952
43 2032/2033	1,425	45	29,736	939	894
44 2033/2034	1,425	41	30,319	882	841
45 2034/2035	1,425	38	30,918	829	790
46 2035/2036	1,425	35	31,536	778	743
47 2036/2037	1,425	32	32,172	731	699
48 2037/2038	1,425	30	32,827	687	658
49 2038/2039	1,425	27	33,502	646	619
50 2039/2040	1,425	25	34,197	607	582
Total	338,617	148,503	1,021,947	148,503	(0)

附 圖

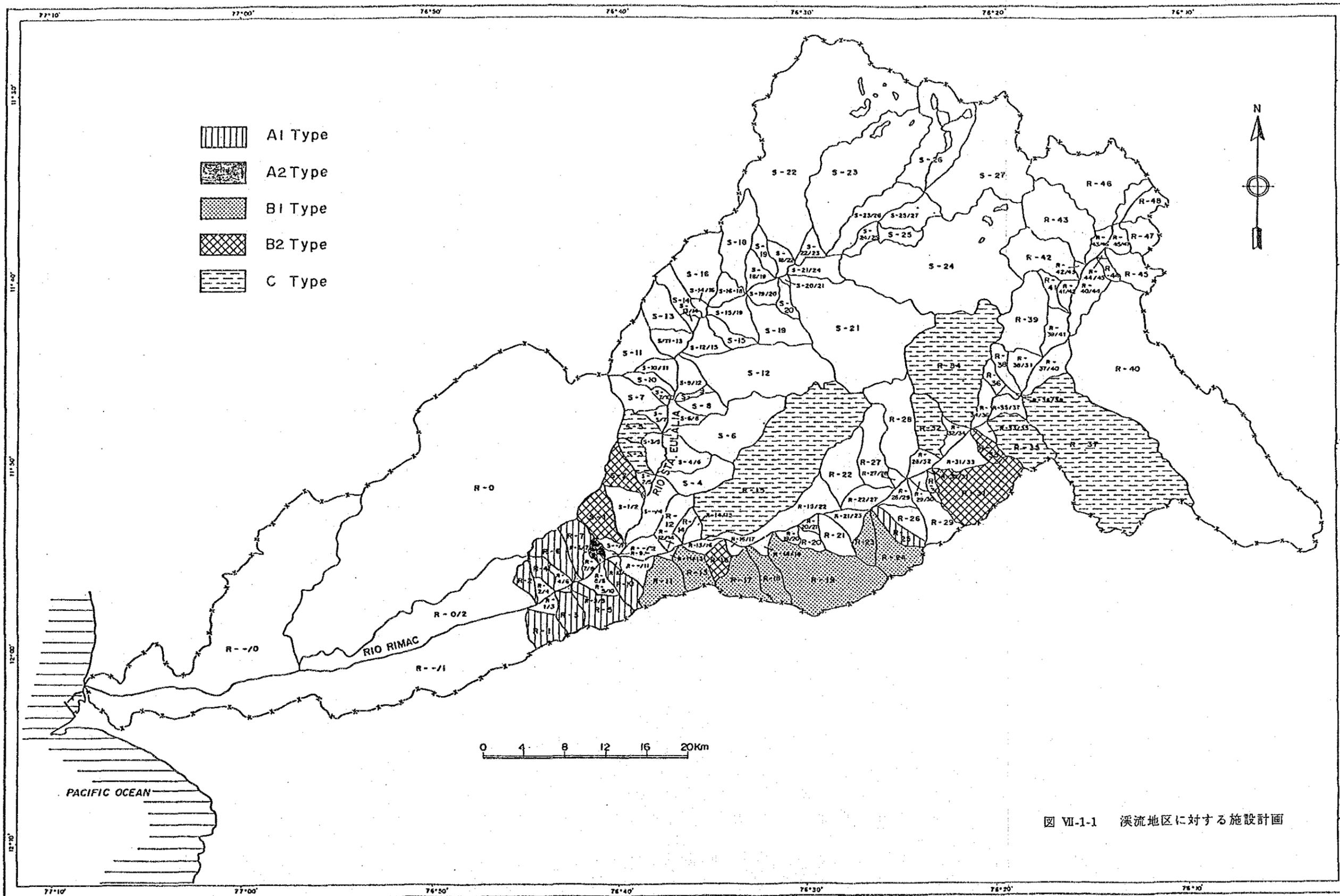
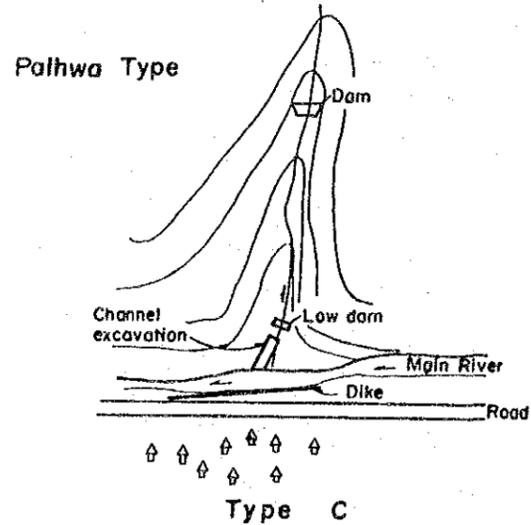
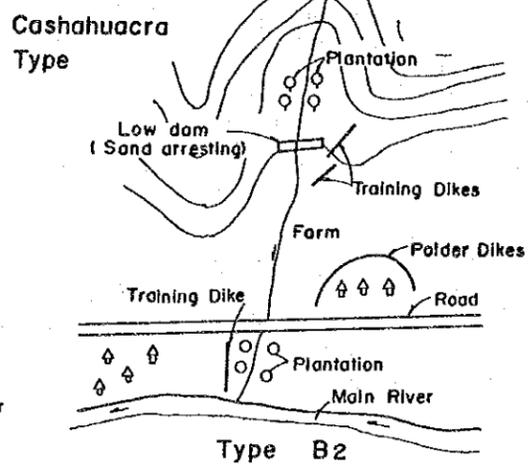
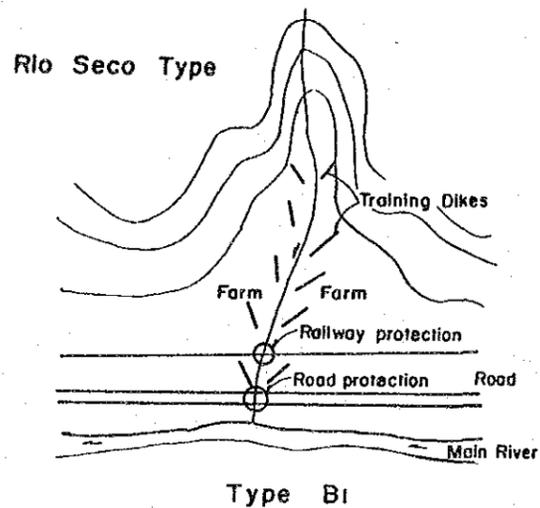
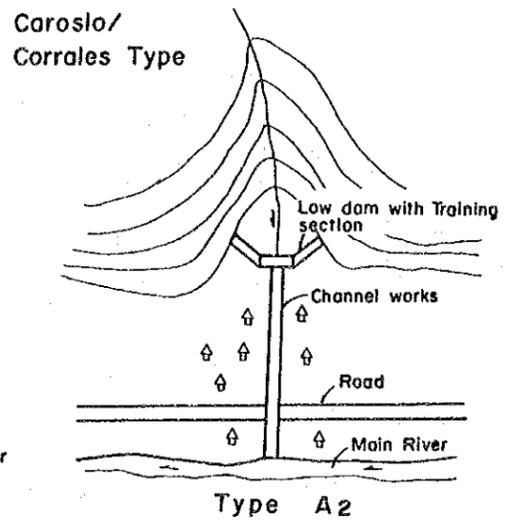
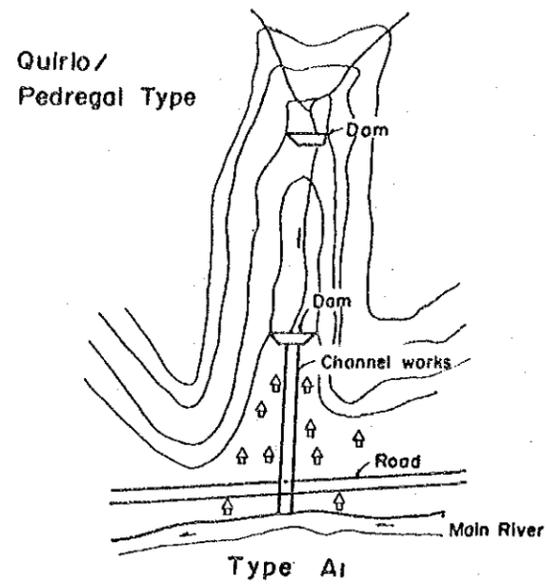
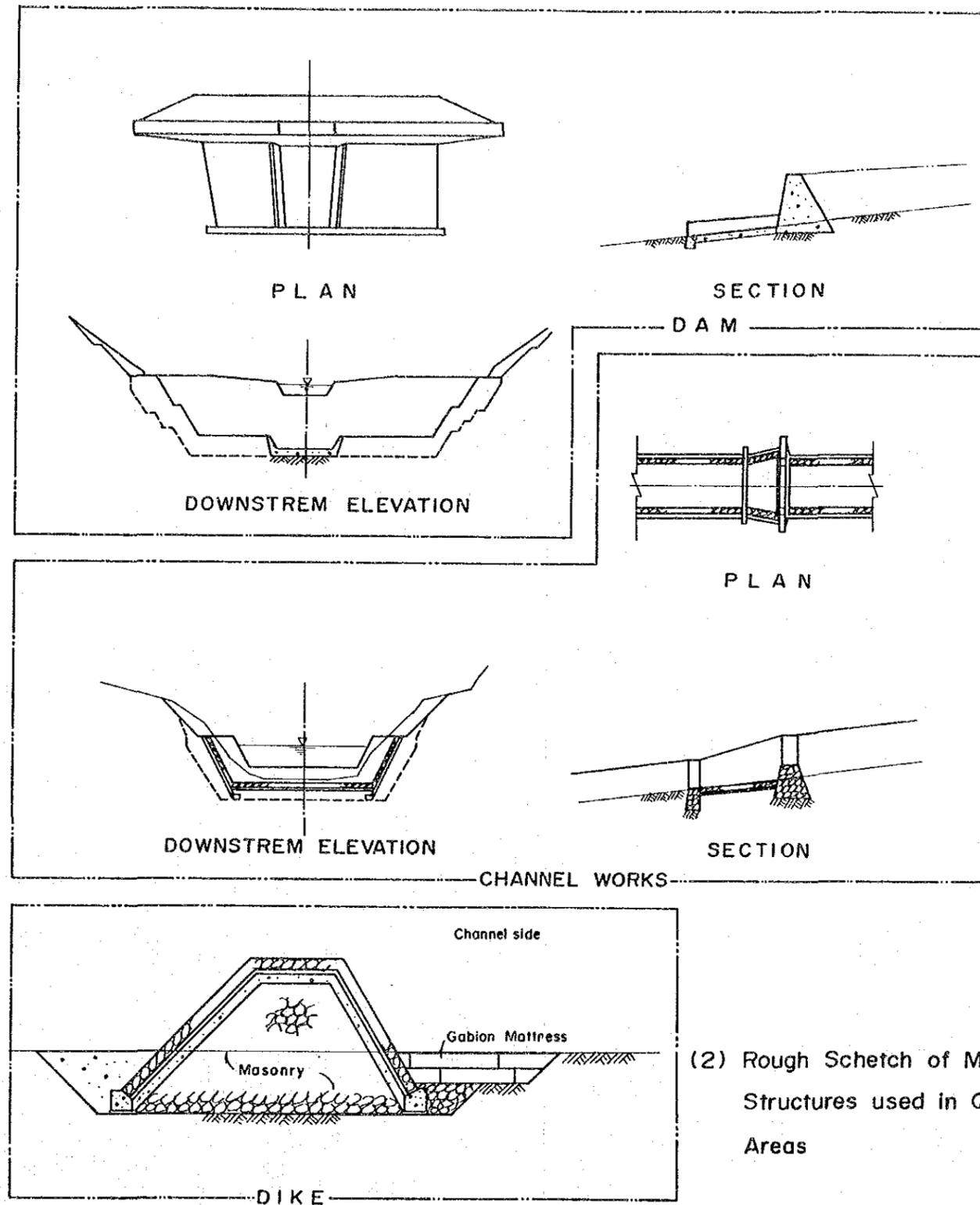


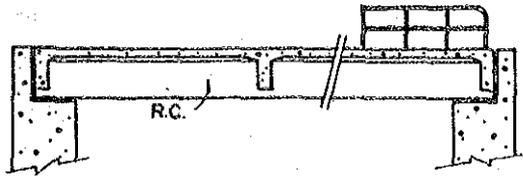
図 VII-1-1 溪流地区に対する施設計画



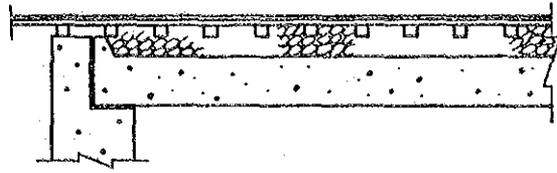
(1) Schematical Feature of 5 Types
of Structural plan in Quebrada



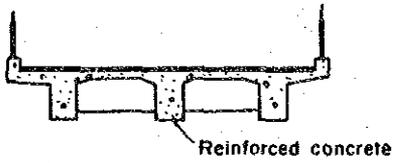
(2) Rough Schetch of Main
Structures used in Qda
Areas



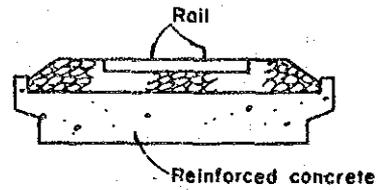
Profile



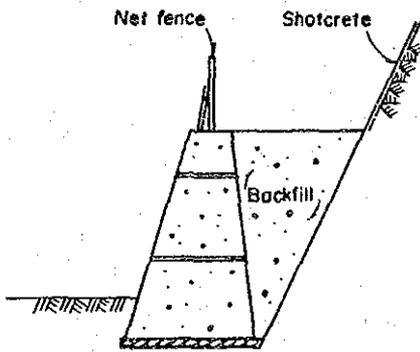
Profile



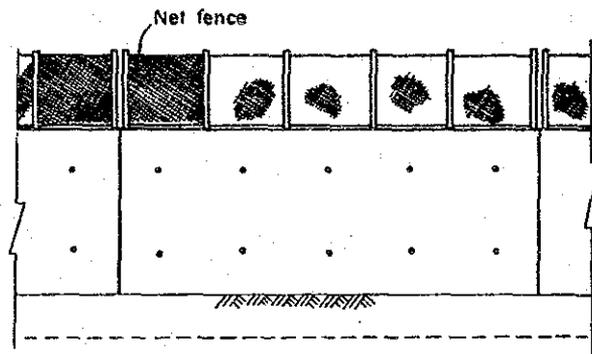
Section
Bridge (Road)



Section
Bridge (Railway)

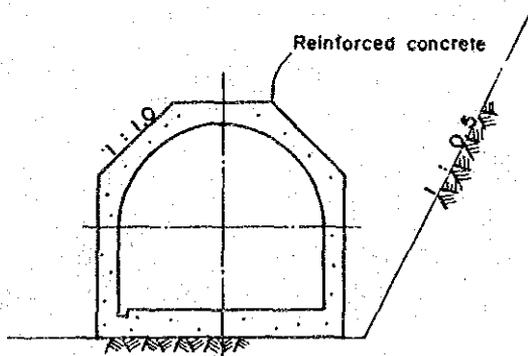


Section



Elevation

Retaining wall



Rockshed Tunnel

図 VI-1-3 斜面地区に対する斜面崩壊防止対策の型式及び構造物

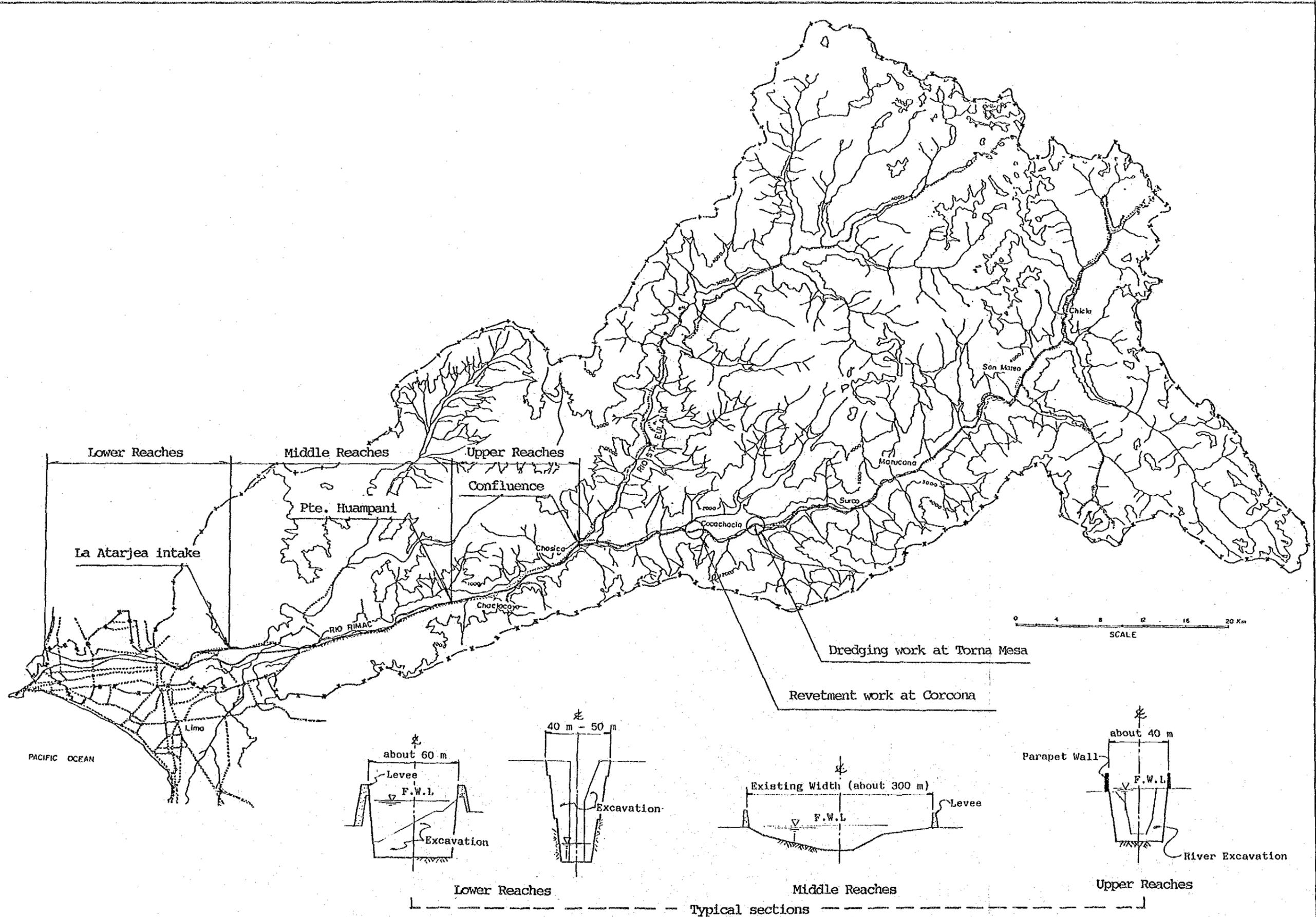


图 VI-1-4 河川改修計画

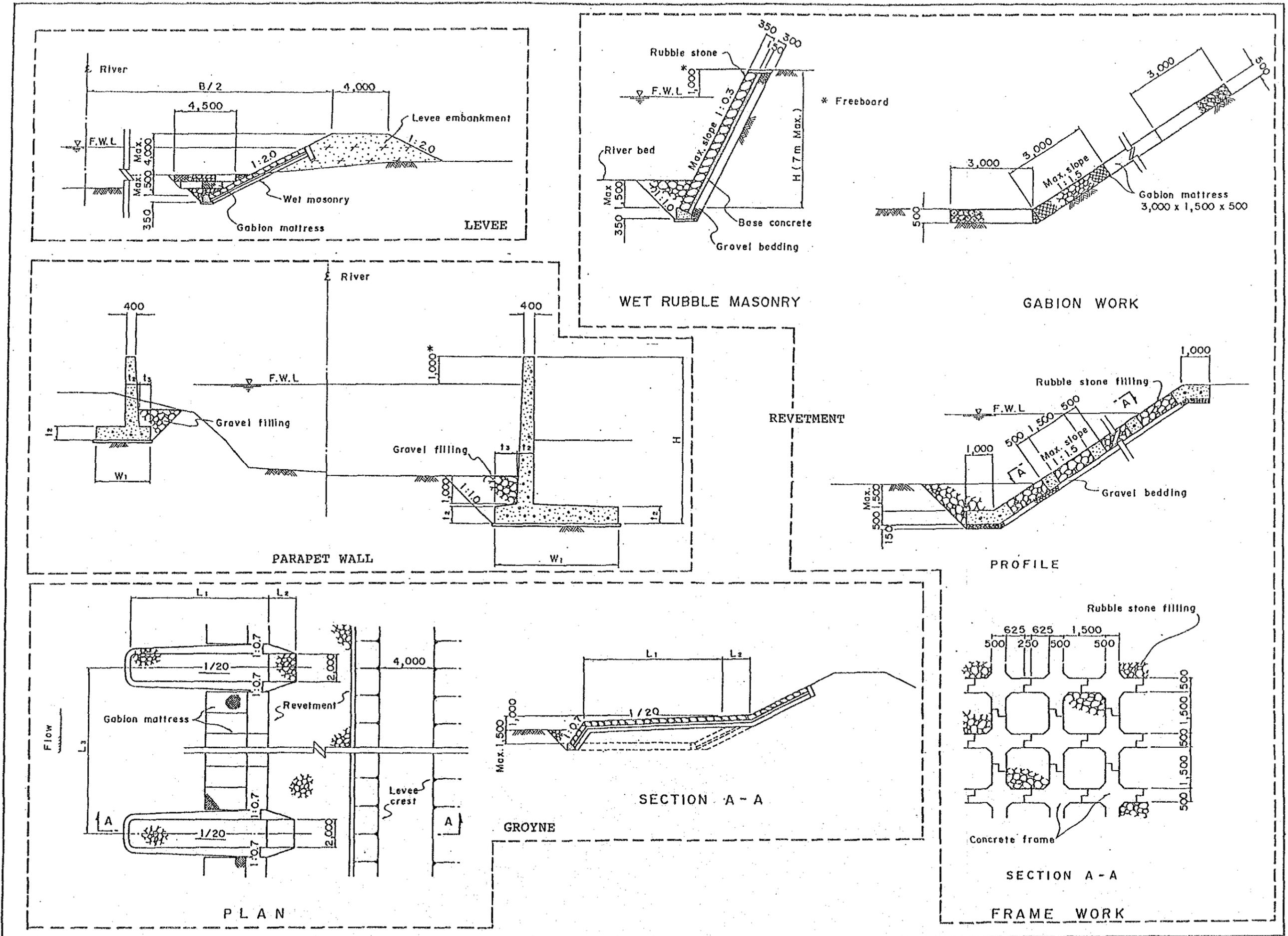


图 VII-1-5 河川改修に伴う河川構造物

