

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m³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 660m³/sec は、550m³/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310m³/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 | Unit : 10 ⁶ Intis (10 ³ US \$) Total |
|-----------------|-----------------------|----------------------|-------------------|-----------------------|--|
| <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 | Q'ty | Amount | Q'ty | Amount |
| 1 | Preparatory works /1 | L.S. | - | - | 522 | - | 642 | - | 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 | 649 | 141,000 | 1,011 | 103,200 | 740 | 0 | 176,000 | 1,261 | 293,000 |
| | - Common | cu.m | 3.7 | 93,900 | 344 | 150,000 | 550 | 44,900 | 165 | 1,236,000 | 4,532 | 1,582,000 | 5,801 |
| | (2) Embankment | cu.m | 20.8 | 238,000 | 4,958 | 238,000 | 4,958 | 255,200 | 5,317 | 1,255,000 | 28,200 | 588 | 28,200 |
| | (3) Backfill | | | | | | | | | | | | |
| | - Gravel | cu.m | 7.2 | 46,900 | 0 | 46,900 | 0 | 68,300 | 0 | 72,500 | 0 | 72,500 | 0 |
| | - 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 | 2,050 | 28,200 | 2,820 | 14,900 | 1,490 | 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 | 1,033 | 27,500 | 367 | 267,000 | 3,560 | 155,800 | 2,077 |
| | - Gabion mattress | sq.m | 10.0 | 35,600 | 356 | 35,600 | 356 | 31,700 | 317 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | (7) Groynes | | | | | | | | | | | | |
| | - Wet masonry | cu.m | 40.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 990 | 40 | 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 | 0 | 6,000 | 780 | 0 | 1,125 | 146 | 1,125 |
| | (9) Bridge | sq.m | 1,160.0 | 0 | 0 | 960 | 1,114 | 320 | 371* | 320 | 371* | 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 | 0 | 12 | 96 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | (12) Miscellaneous (5%) | L.S. | - | 497 | - | 612 | - | - | 480 | - | 1,730 | - | 608 |
| 3 | Compensation | Nos. | 166.7 | 400 | 67 | 1,200 | 200 | 280 | 47 | 0 | 2,820 | 470 | 3,745 |
| 4 | Engineering service & governmental administration /2 | L.S. | - | - | 828 | - | 1,026 | - | 798 | - | 2,862 | - | 1,478 |
| 5 | Physical contingency /3 | L.S. | - | - | 1,780 | - | 2,207 | - | 1,715 | - | 6,153 | - | 2,239 |
| | Total | | | 13,643 | 16,920 | 13,146 | 47,171 | 17,166 | 24,369 | | | | |

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 | 0 | 0 |
| 1.0 | 1.0 | 0 | | | |
| | | | 0.5 | 0 | 0 |
| 2.0 | 0.5 | 0 | | | |
| | | | 0.3 | 146.4 | 43.9 |
| 5.0 | 0.2 | 292.8 | | | |
| | | | 0.1 | 322.8 | 32.3 |
| 10.0 | 0.1 | 352.7 | | | |
| | | | 0.067 | 386.4 | 25.9 |
| 30.0 | 0.033 | 420.0 | | | |
| | | | 0.013 | 473.0 | 6.1 |
| 50.0 | 0.020 | 525.9 | | | |
| | | | 0.010 | 557.8 | 5.6 |
| 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 | 119.4 (US\$3,980 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 | 64.2 | 19.3 |
| 5.0 | 0.2 | 128.4 | | | |
| | | | 0.1 | 147.5 | 14.8 |
| 10.0 | 0.1 | 166.5 | | | |
| | | | 0.067 | 208.3 | 14.0 |
| 30.0 | 0.033 | 250.0 | | | |
| | | | 0.013 | 288.5 | 3.7 |
| 50.0 | 0.020 | 326.9 | | | |
| | | | 0.010 | 339.3 | 3.4 |
| 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 | 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 |
| 100.0 | 0.01 | 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 |
| 100.0 | 0.01 | 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))

| | | Upper Reaches : A-1 | | Middle Reaches : B-1 | | Lower Reaches : C-1 | | Unit : US\$ 10 ³ | | | |
|--------|-------------|----------------------------|----------------|----------------------|-----------------|---------------------|------------|-----------------------------|----------------|---------------|---------------|
| EIRR = | | 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 % | | 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 | 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 | 2,080 | 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 | Cost Total | Discounted | | Discounted | | Net Present Worth |
| | | | | | | | 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 | |
| | | | | | | | | Total Cost | Annual Benefit | | Total 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))

| EIRR = | | Upper Reaches : A-2 | Middle Reaches : B-2 | Lower Reaches : C-2 | Unit : US\$ 10 ³ | | | | | | |
|--------|-----------|----------------------------|----------------------|---------------------|-----------------------------|------------|---------|------------|---------|---------|----------|
| | | C O S T | | | B E N E F I T | | | | | | |
| | | S T R E A M | | | S T R E A M | | | | | | |
| | | Disbursement of Investment | | | | Discounted | | Discounted | | Net | |
| Year | Fiscal | Upper | Middle | Lower | Jicamarca | Annual | Cost | Total | Annual | Total | Present |
| year | year | Reaches | Reaches | Reaches | River | O&M Cost | Total | Cost | Benefit | Benefit | 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

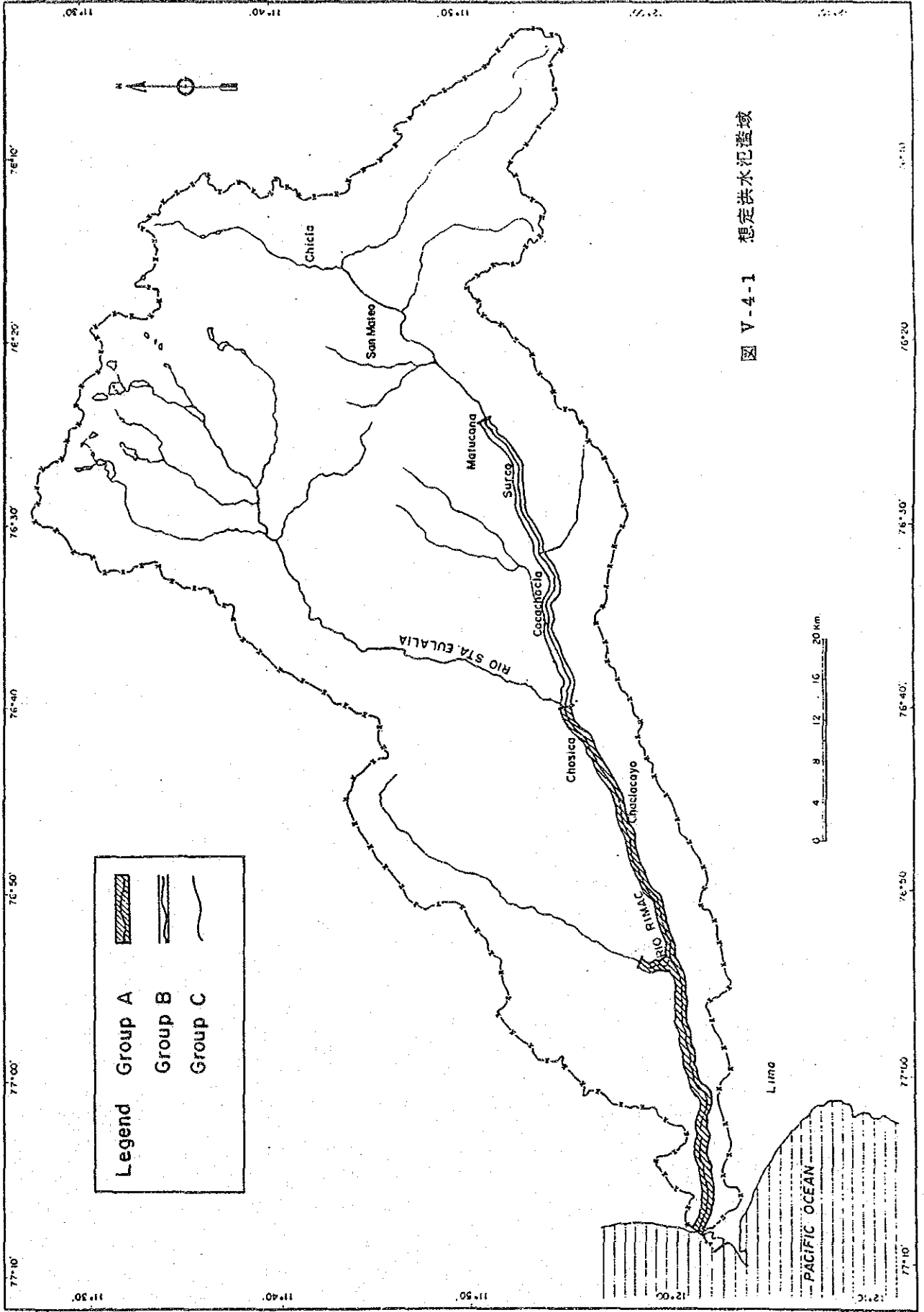


图 V-4-1 想定洪水氾濫域

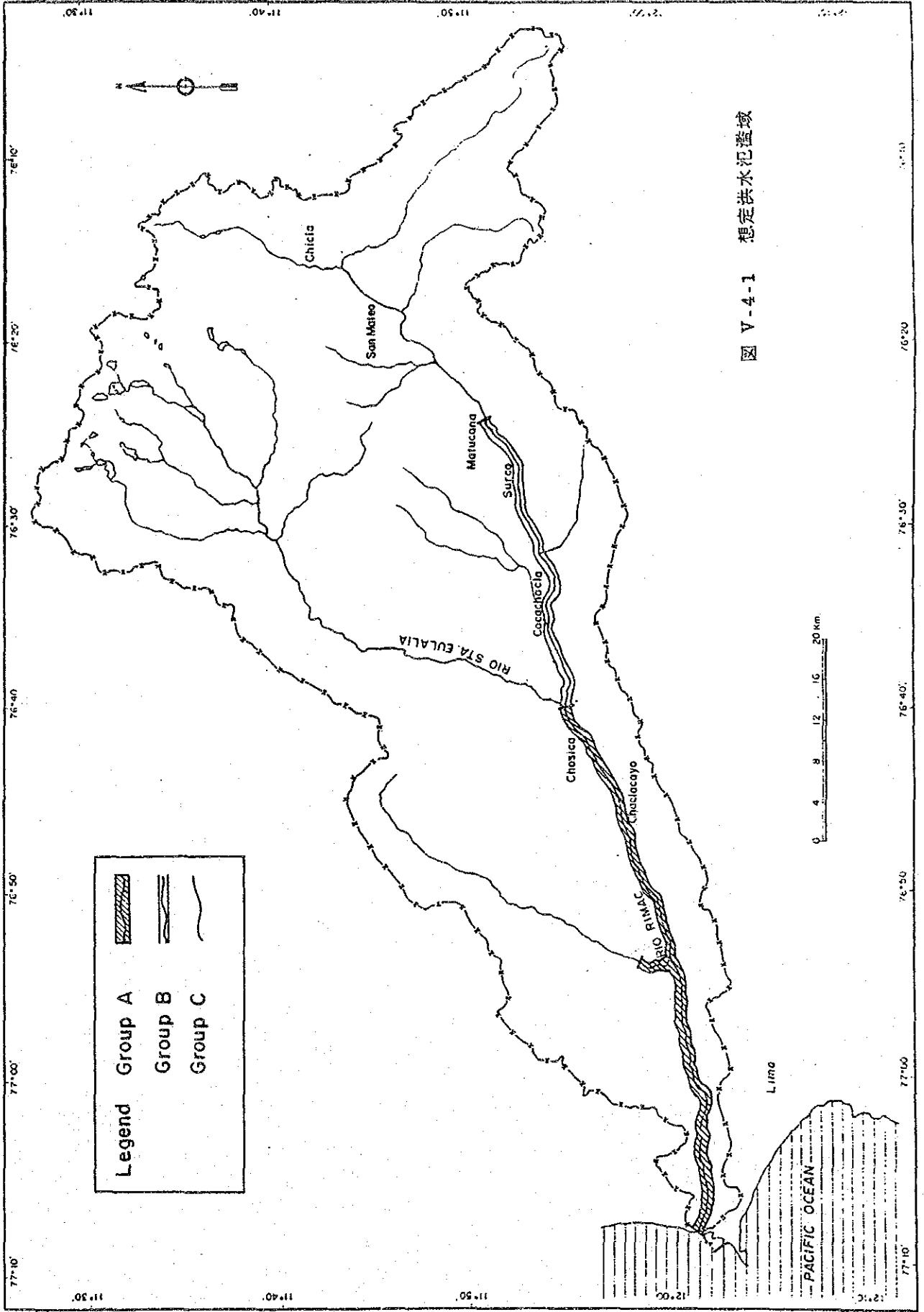
Legend

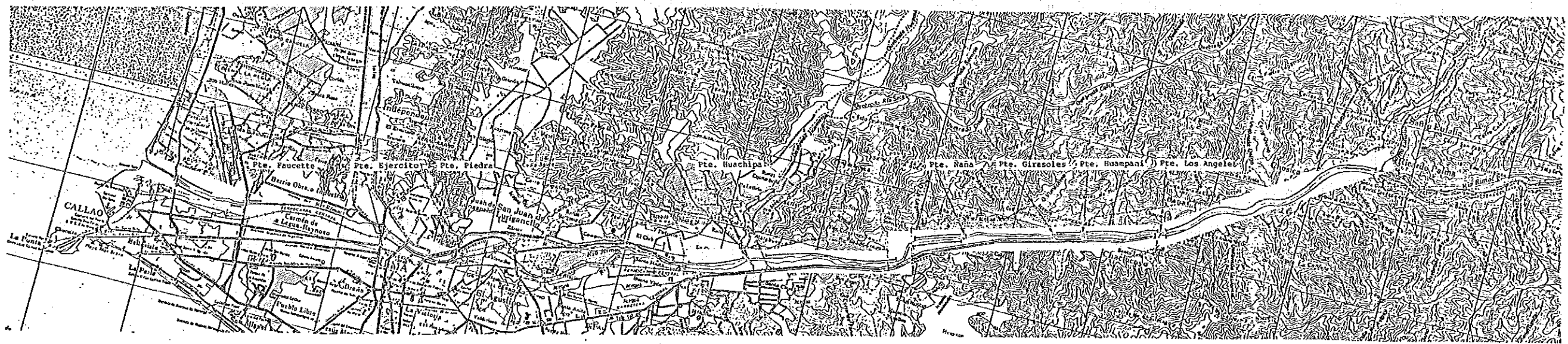
| | |
|--|---------|
| | Group A |
| | Group B |
| | Group C |

0 4 8 12 16 20 km

Lima

PACIFIC OCEAN






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

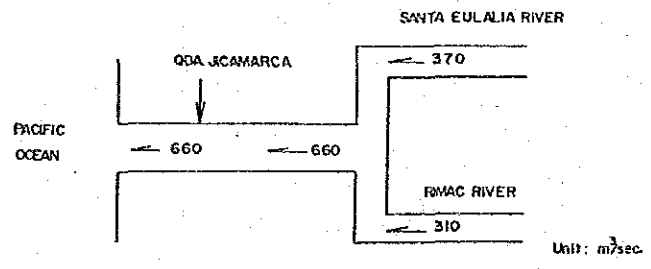


図 V-5-2 計画高水流量配分図(確率年1/100)

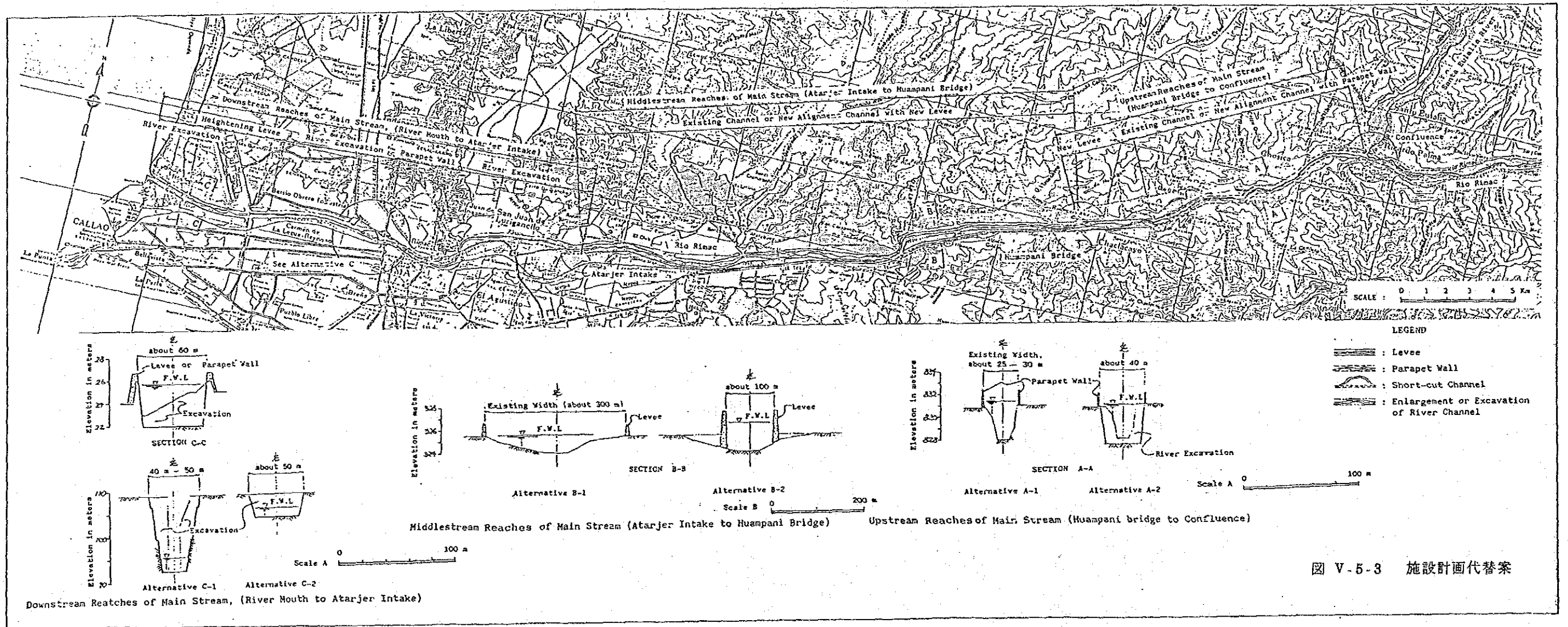
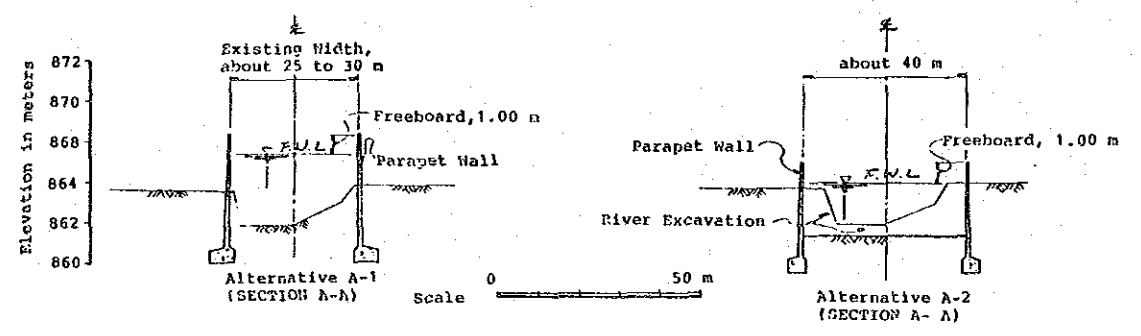
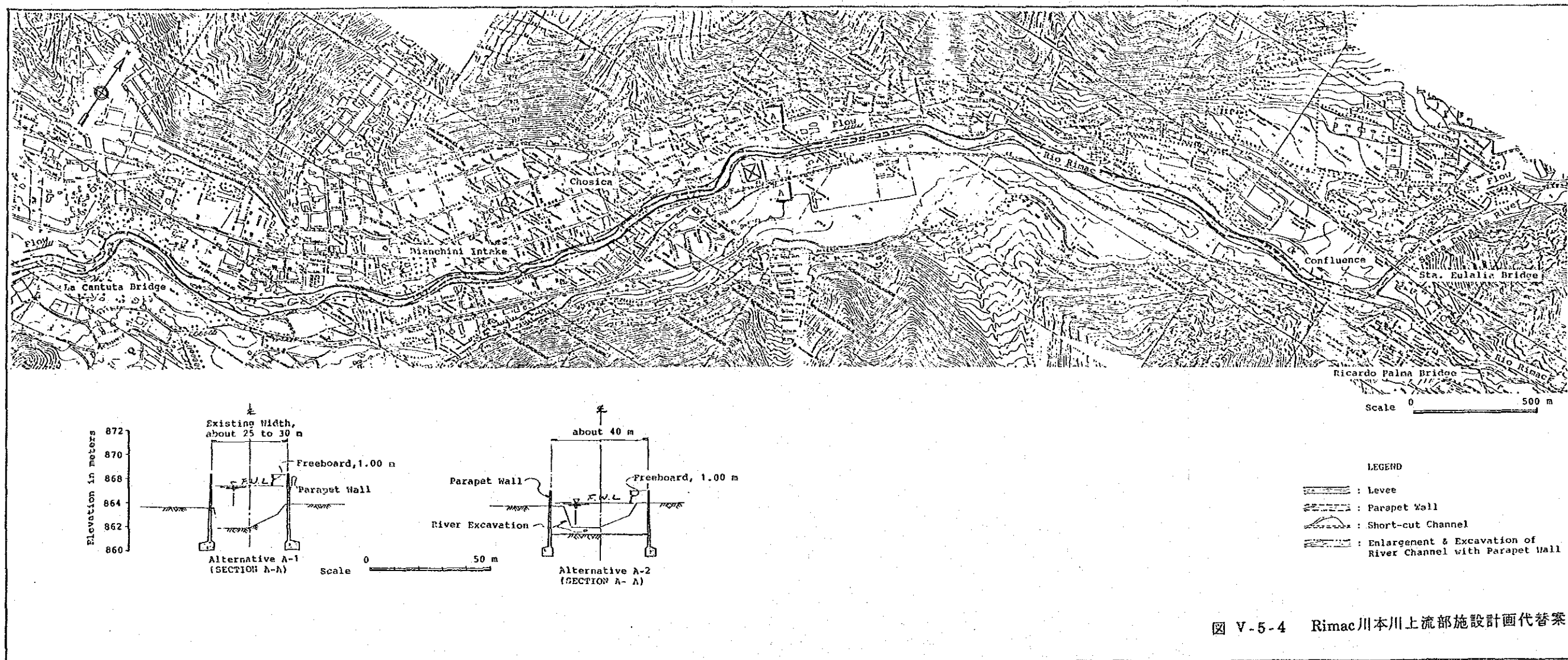


图 V-5-3 施设计画代替案



- LEGEND
- : Levee
 - : Parapet Wall
 - : Short-cut Channel
 - : Enlargement & Excavation of River Channel with Parapet Wall

图 V-5-4 Rimac川本川上流部施設計画代替案

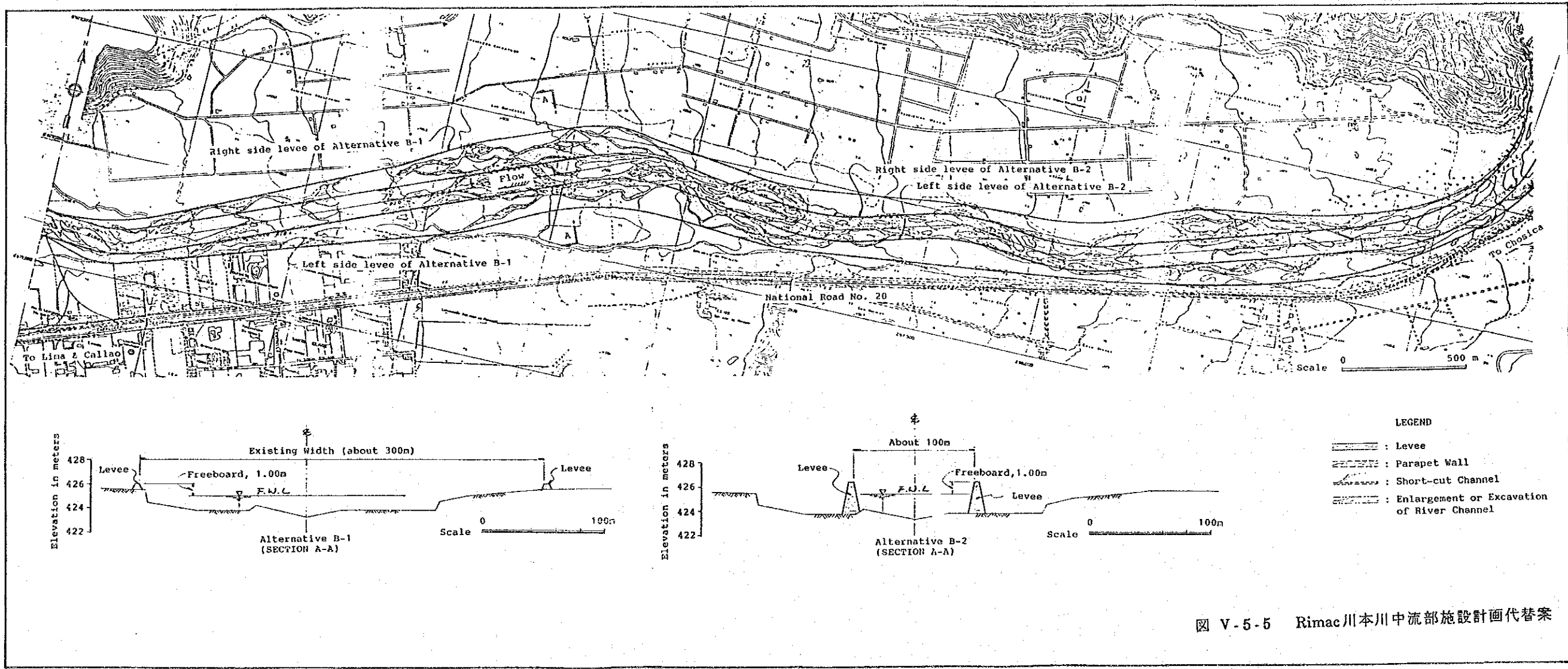


図 V-5-5 Rimac川本川中流部施設計画代替案

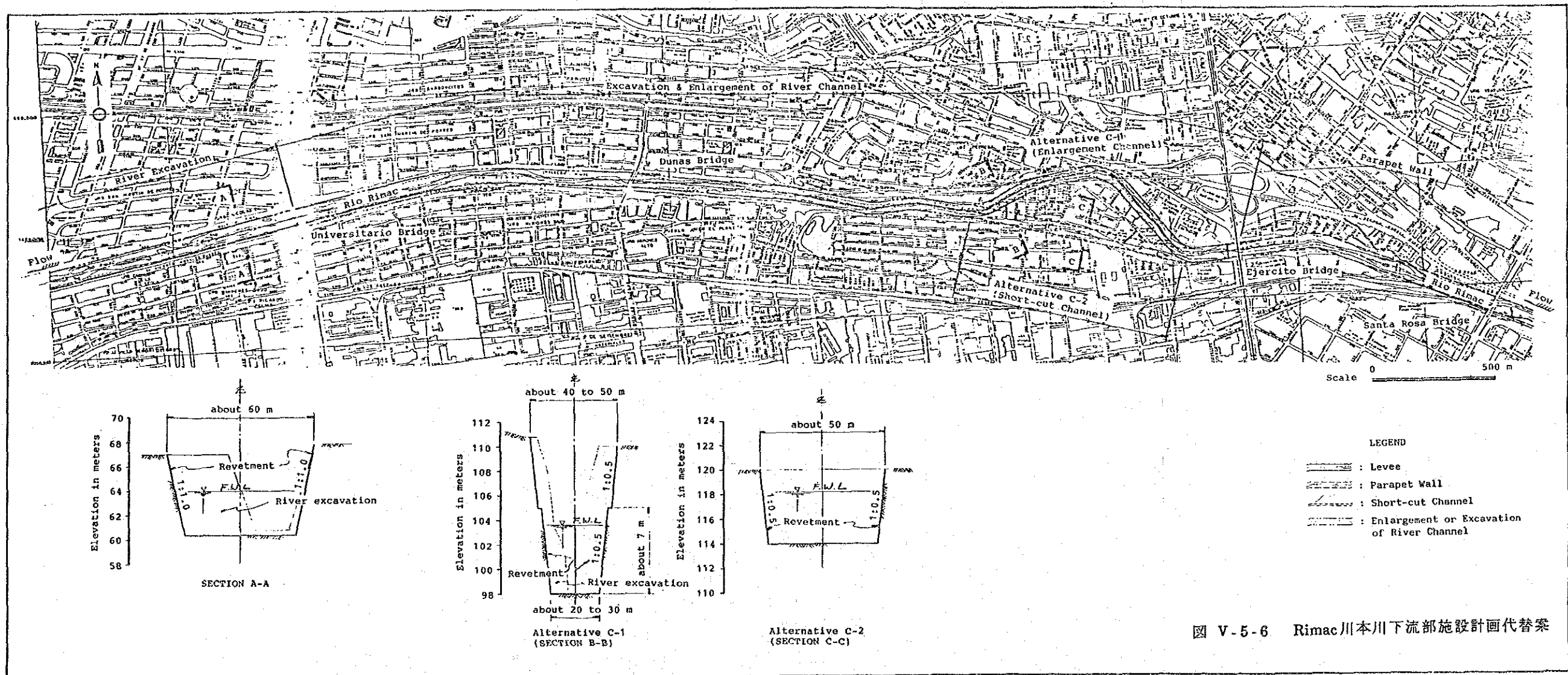


图 V-5-6 Rimac川本川下流部施設設計画代替案

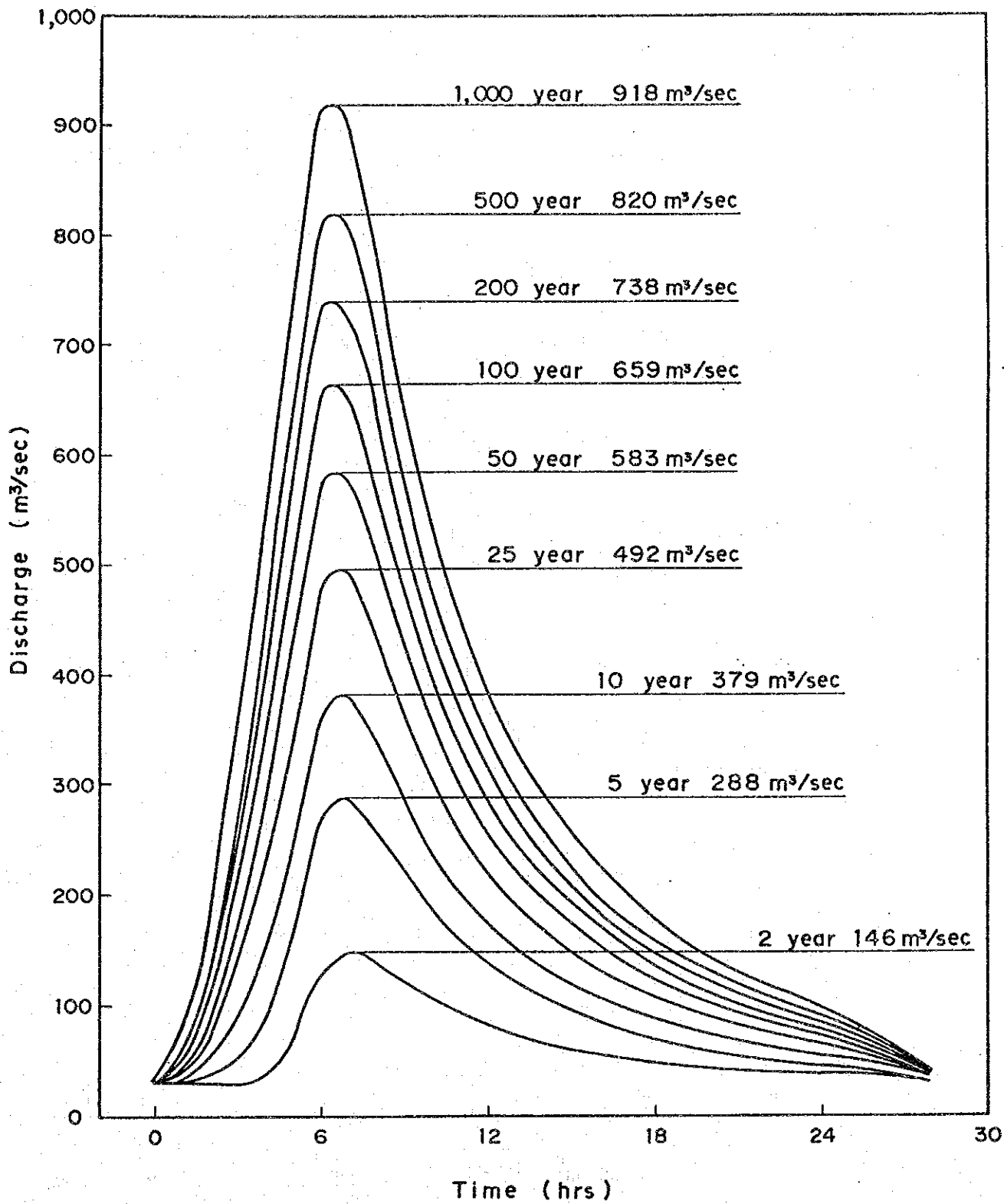


図 V-6-1 Chosica 水位観測所地点確率洪水流量ハイドログラフ

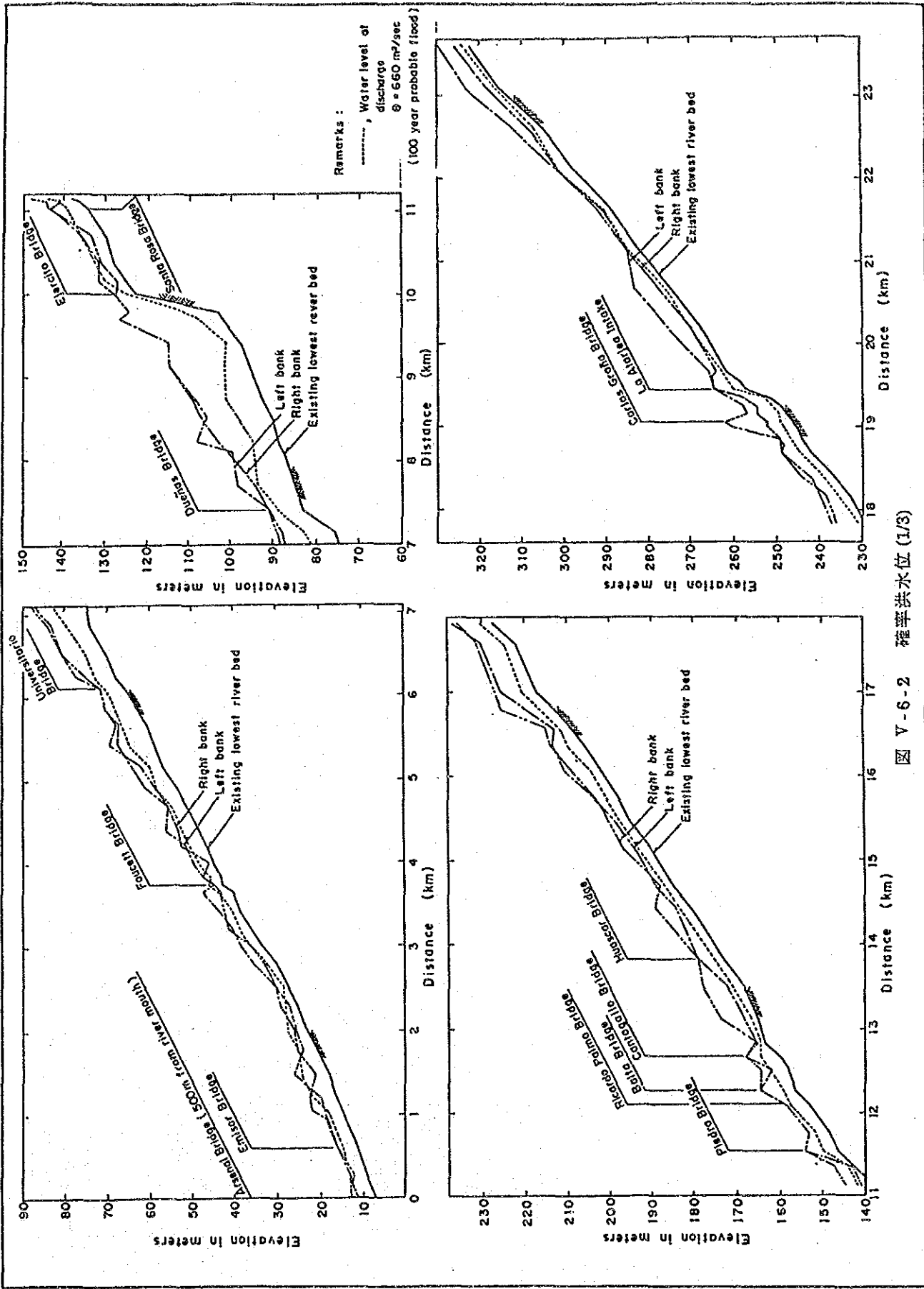
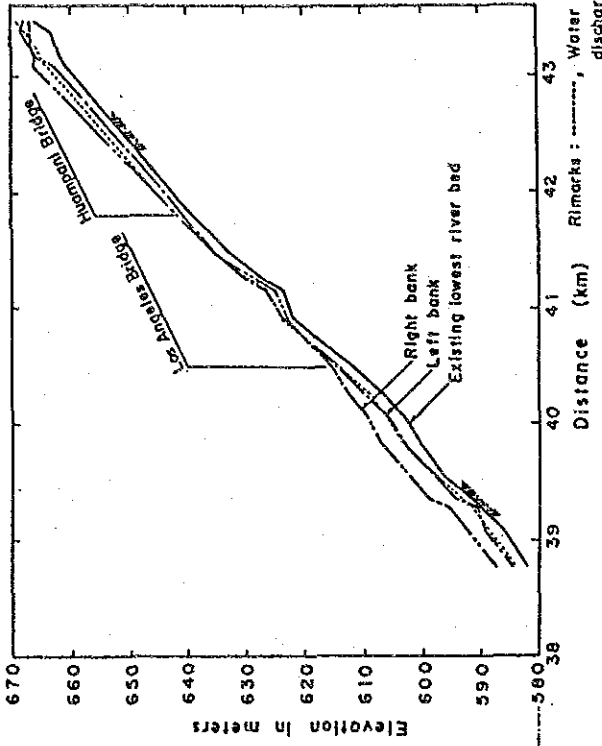
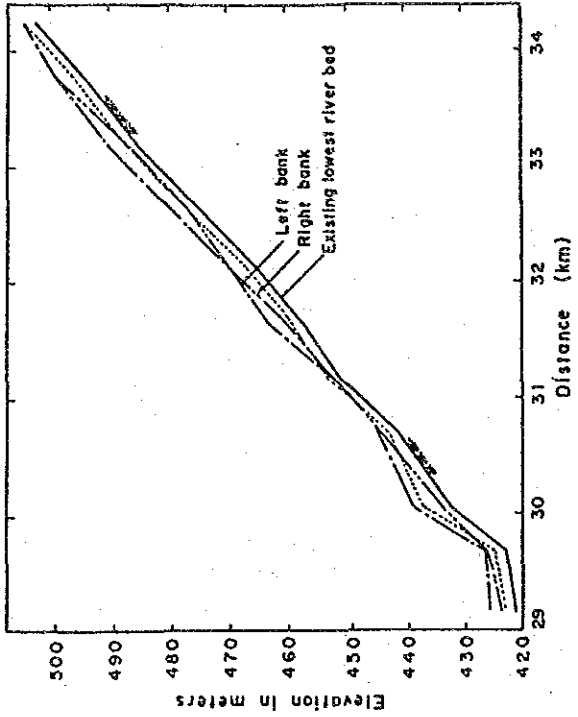
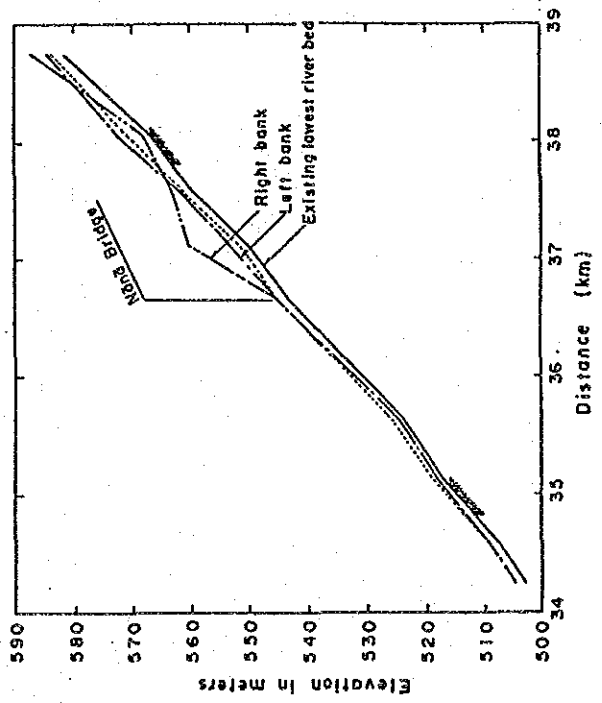
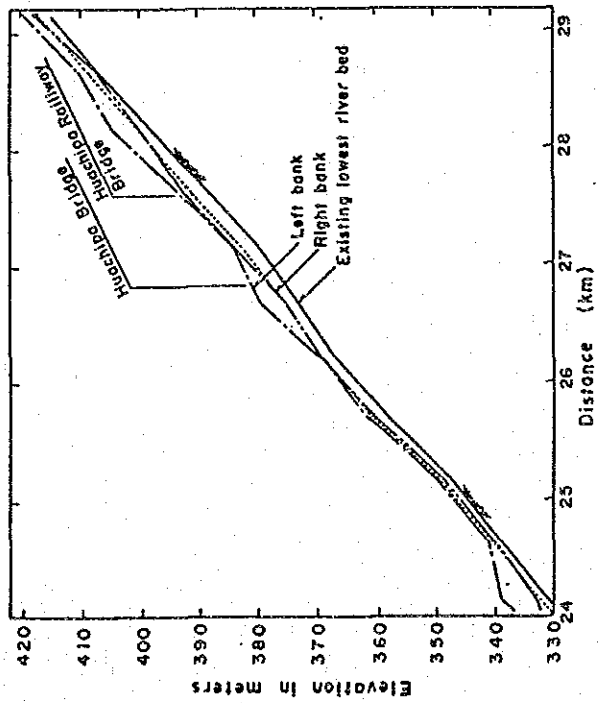
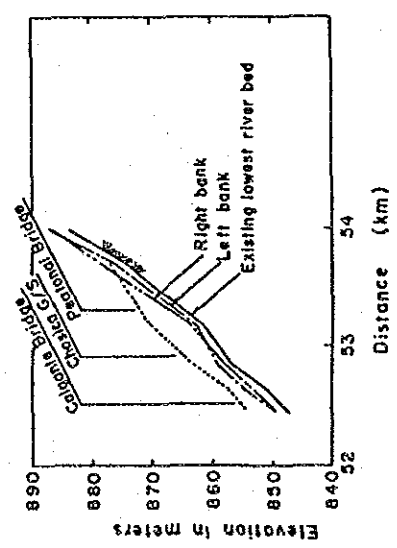
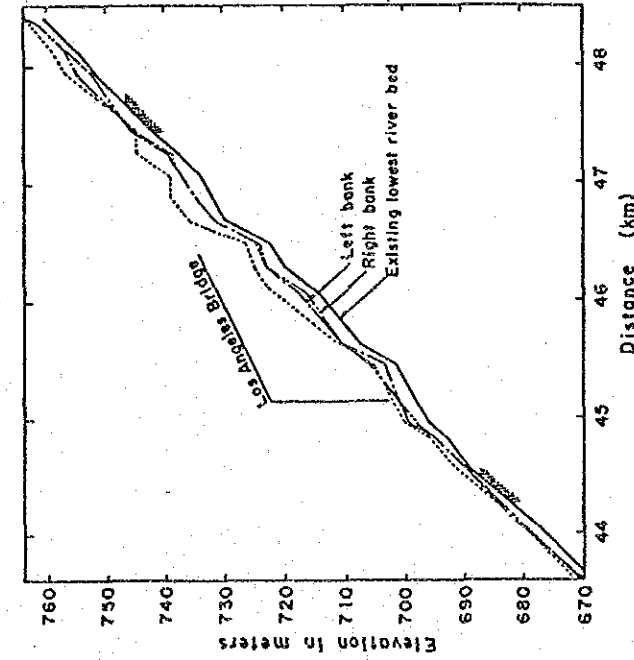
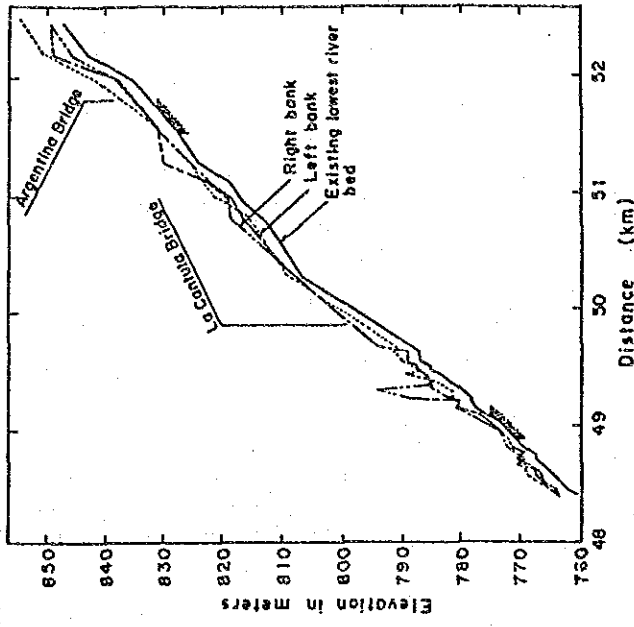


图 V-6-2 確率洪水水位 (1/3)



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)

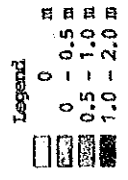
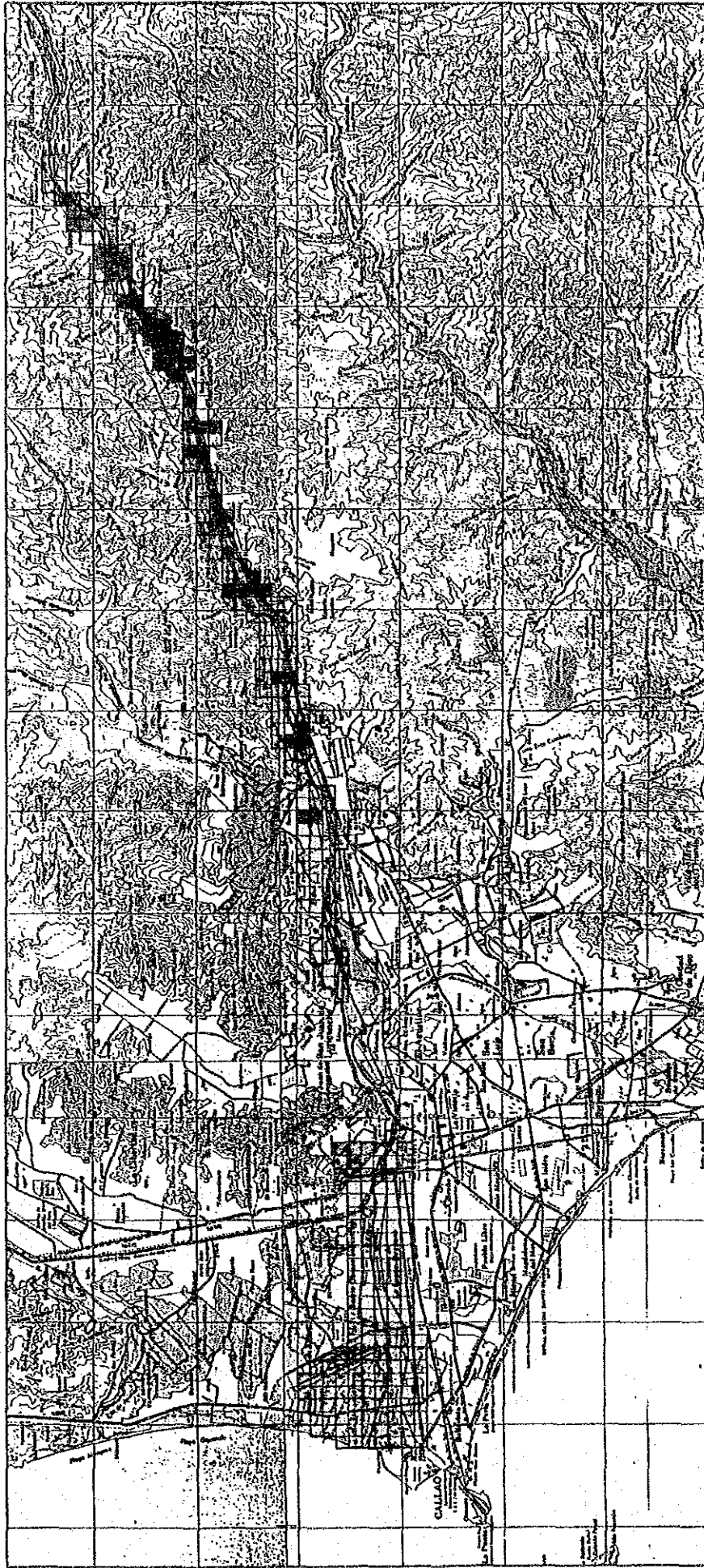


图 V-6-3 10年確率洪水水深图

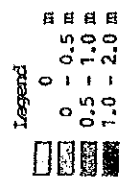
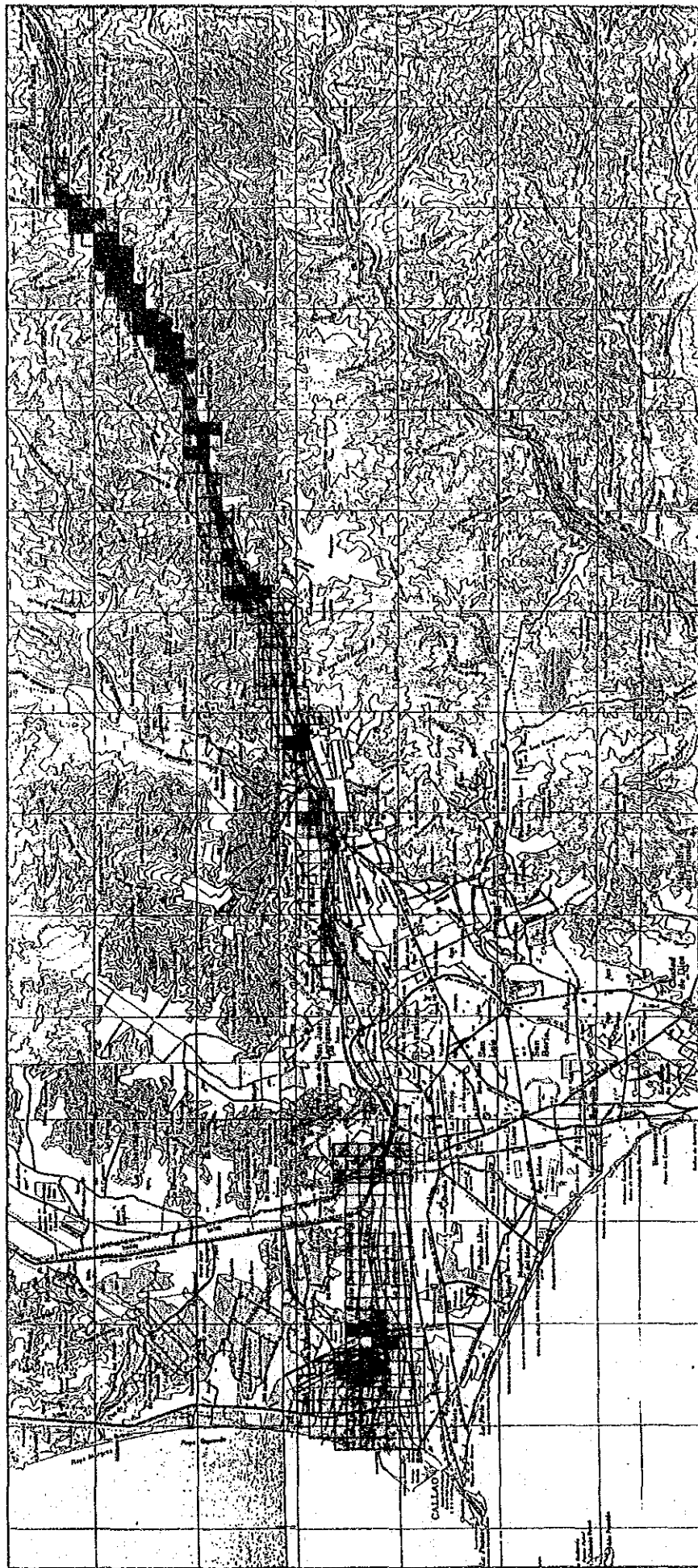


图 V-6-4 50年频率洪水浸水深图

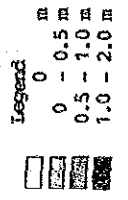
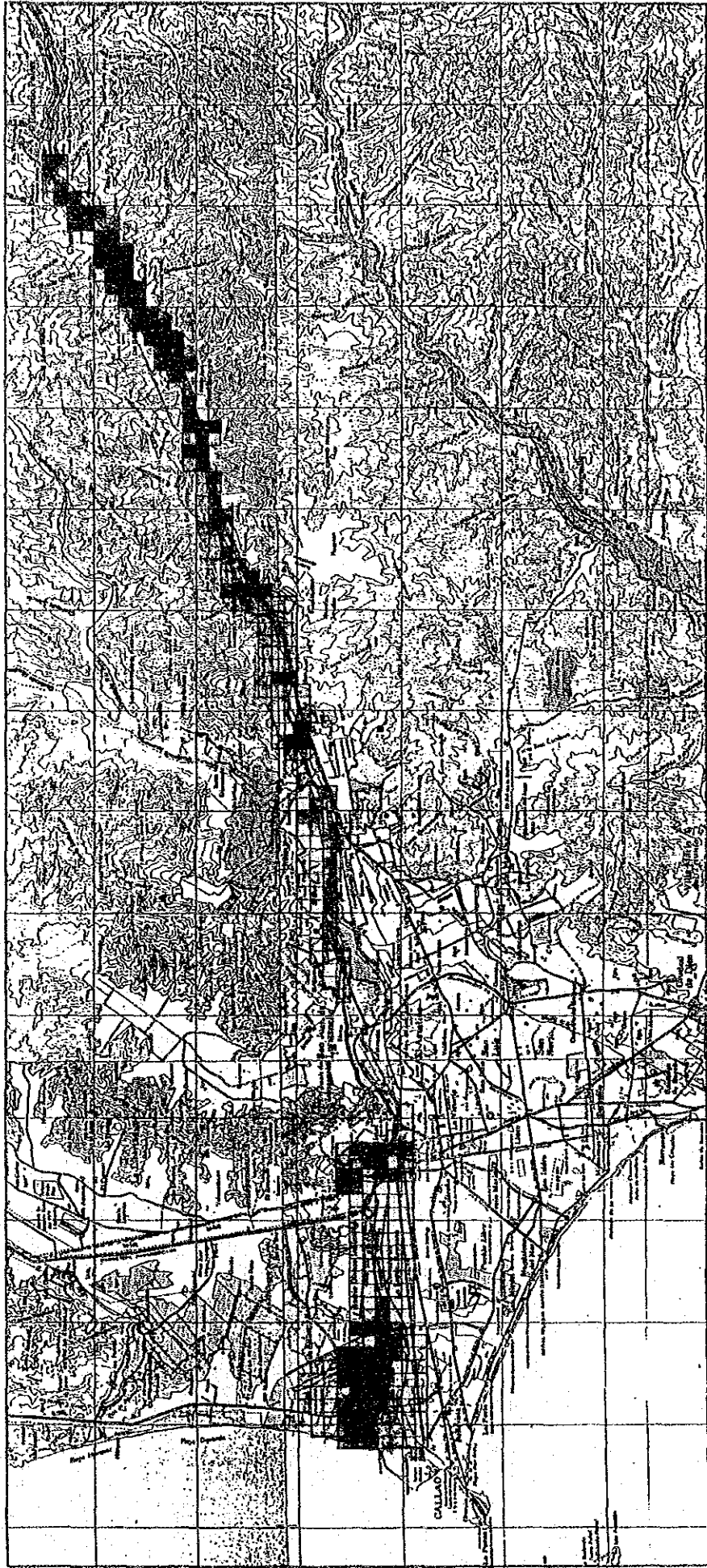
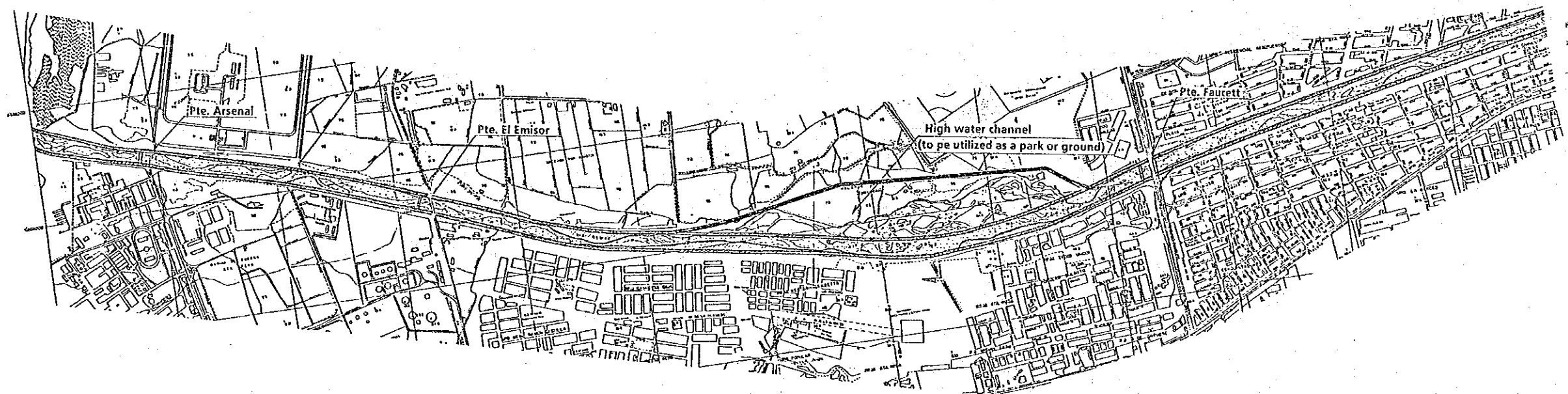
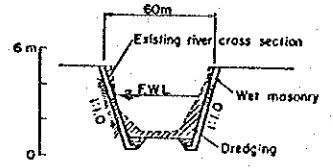
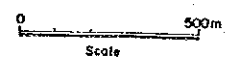


图 V-6-5 100年確率洪水浸水深図

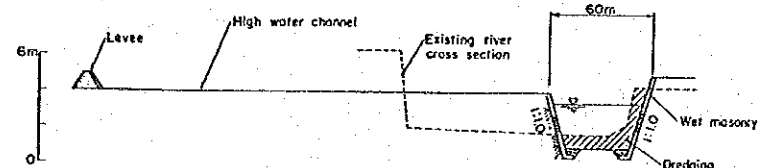


LEGEND

| 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 |



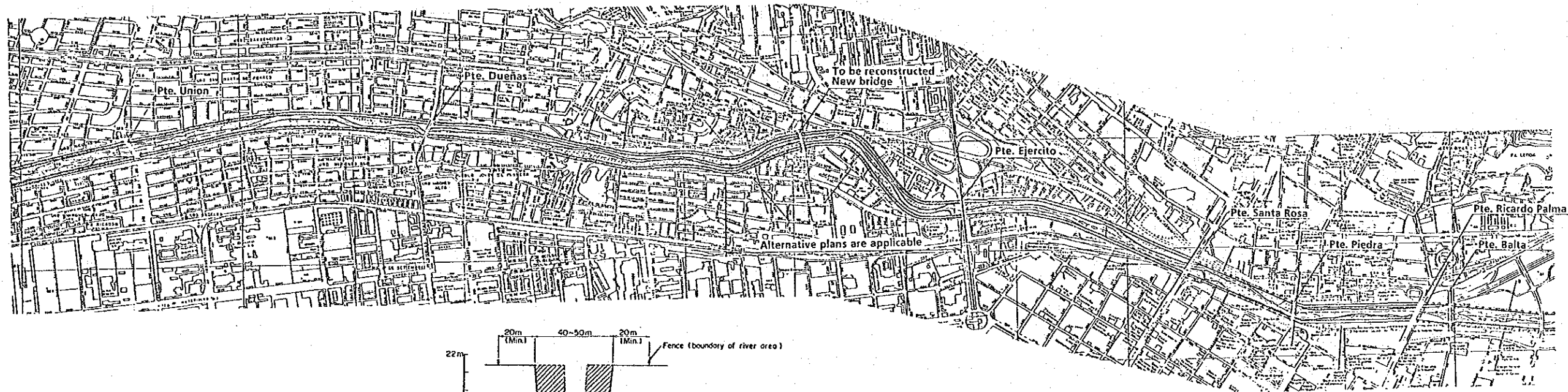
Typical Section
(River mouth - Pte. La Union)



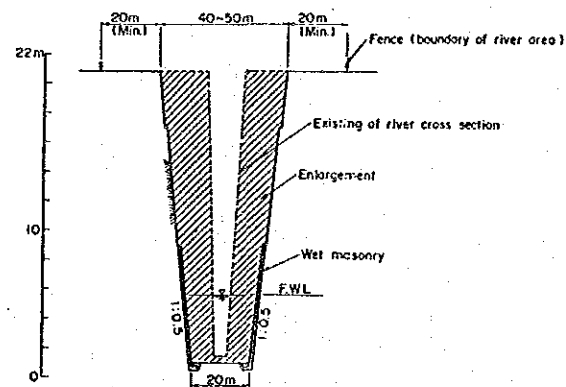
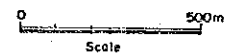
Typical Section of River Stretch having High Water Channel
(down stream of Pte. Faucett, L=1.8km)

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 計画河道平面図 (1/8)



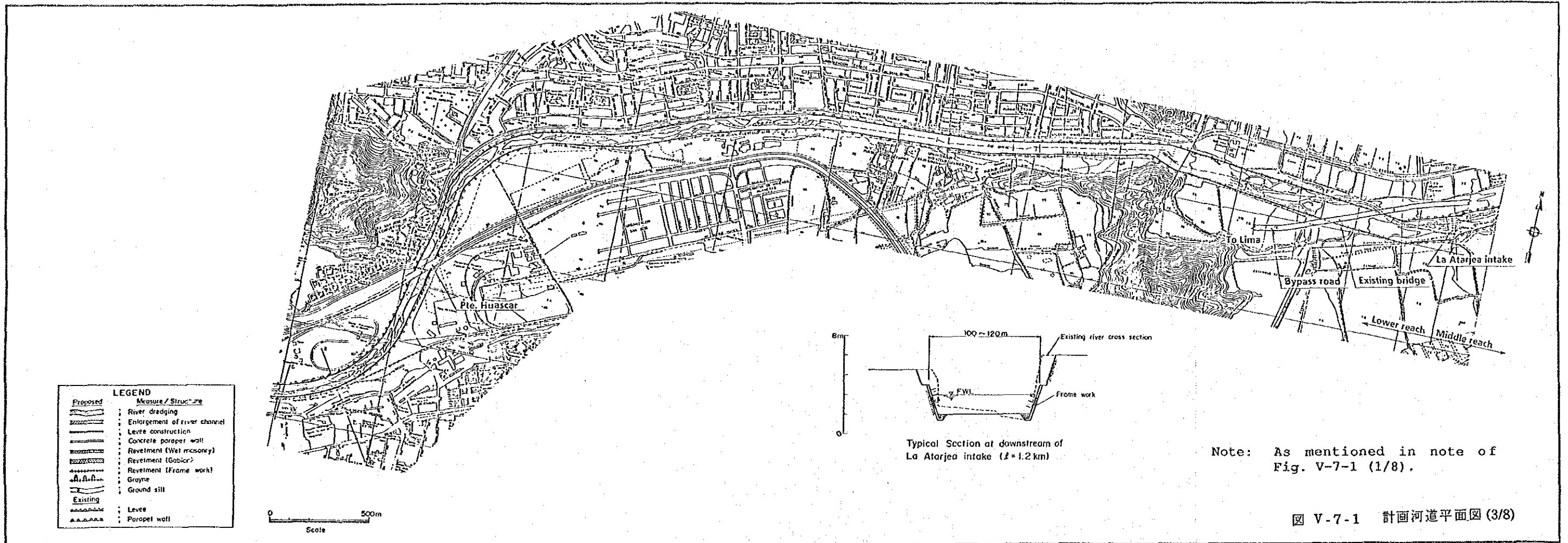
| LEGEND | |
|----------|------------------------------|
| Proposed | Measure / Structure |
| | River dredging |
| | Enlargement of river channel |
| | Levee construction |
| | Concrete parapet wall |
| | Revetment (Wet masonry) |
| | Revetment (Gabion) |
| | Revetment (Frame work) |
| | Groyne |
| |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



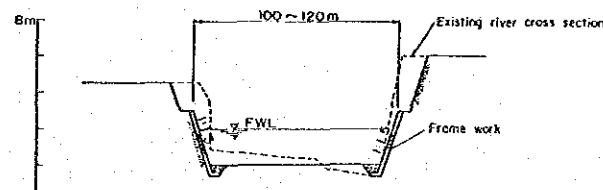
Typical Section of Narrow Portion
(Pte. Dueñas - Pte. Ejercito)

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)



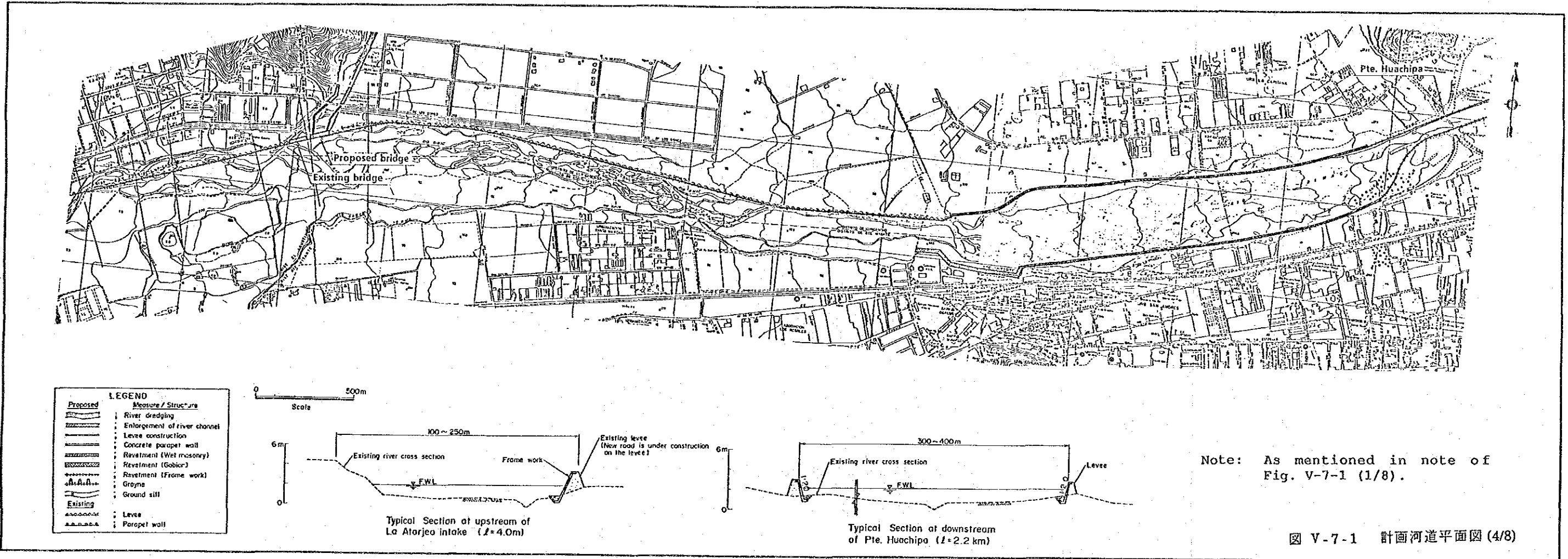
| Proposed | Measure / Structure |
|----------|------------------------------|
| ⋯⋯⋯ | River dredging |
| ⋯⋯⋯ | Enlargement of river channel |
| ⋯⋯⋯ | Levee construction |
| ⋯⋯⋯ | Concrete parapet wall |
| ⋯⋯⋯ | Revetment (Wet masonry) |
| ⋯⋯⋯ | Revetment (Gabion) |
| ⋯⋯⋯ | Revetment (Frame work) |
|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



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

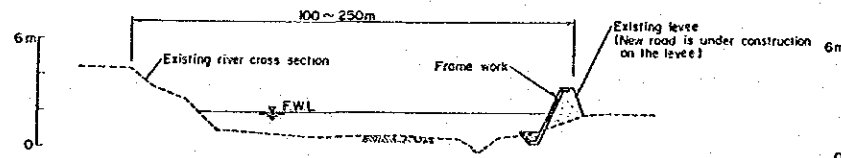
Note: As mentioned in note of Fig. V-7-1 (1/8).

圖 V-7-1 計画河道平面圖 (3/8)

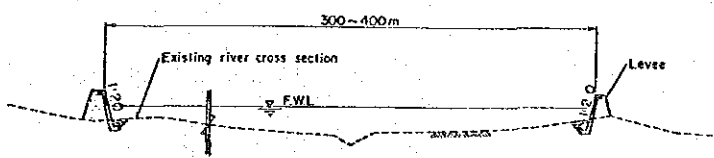


| LEGEND | |
|----------|------------------------------|
| Proposed | Measure / Structure |
| | River dredging |
| | Enlargement of river channel |
| | Levee construction |
| | Concrete parapet wall |
| | Revetment (Wet masonry) |
| | Revetment (Gabion) |
| | Revetment (Frame work) |
| | Groynes |
|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

0 500m
Scale



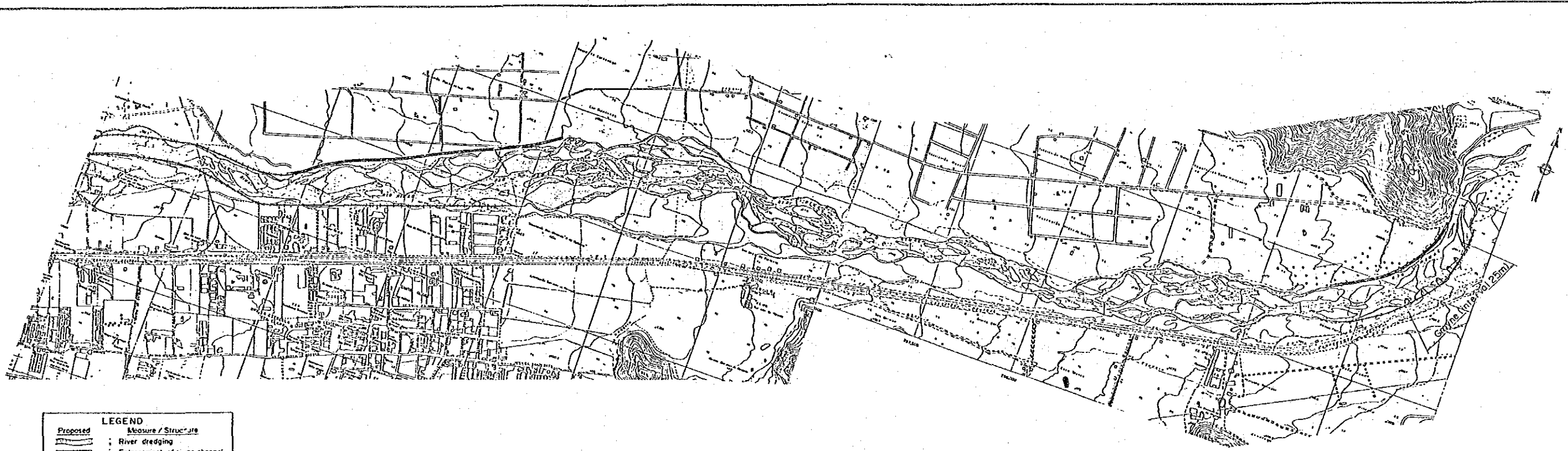
Typical Section at upstream of La Atorjea intake (l=4.0m)



Typical Section at downstream of Pte. Huachipa (l=2.2 km)

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)

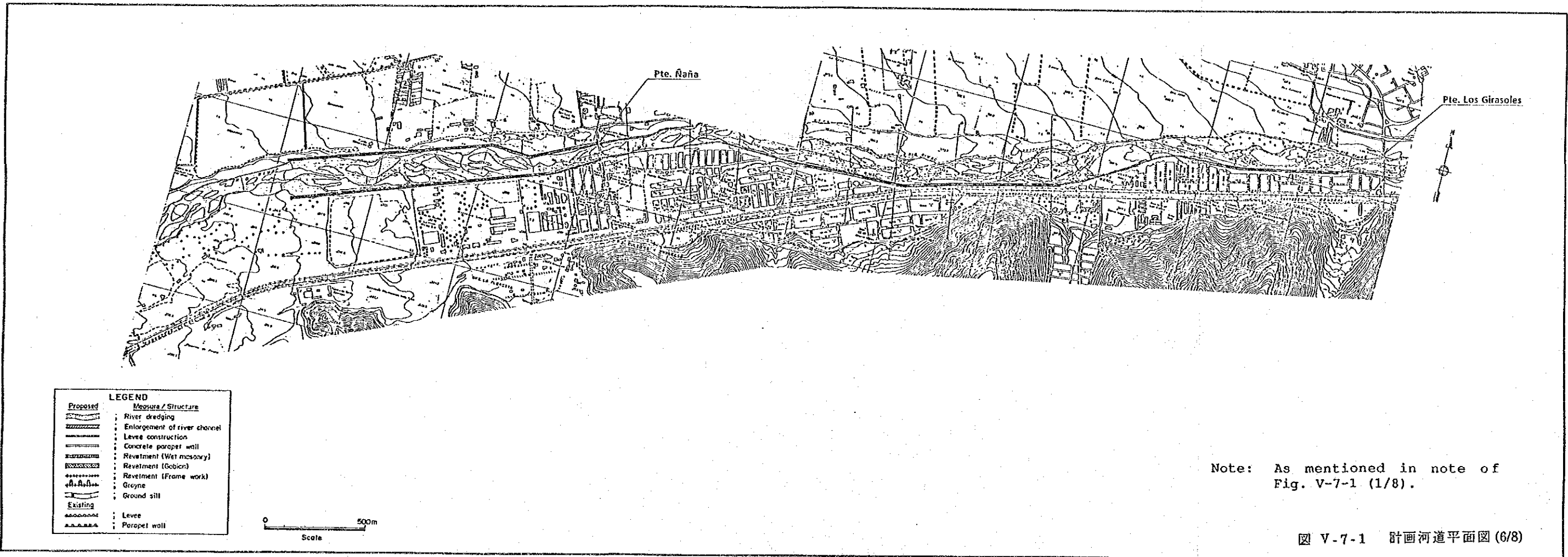


| LEGEND | |
|-----------------|------------------------------|
| Proposed | Measure / Structures |
| | River dredging |
| | Enlargement of river channel |
| | Levee construction |
| | Concrete parapet wall |
| | Revetment (Wet masonry) |
| | Revetment (Gabion) |
| | Revetment (Frame work) |
| | Groyne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

0 500m
Scale

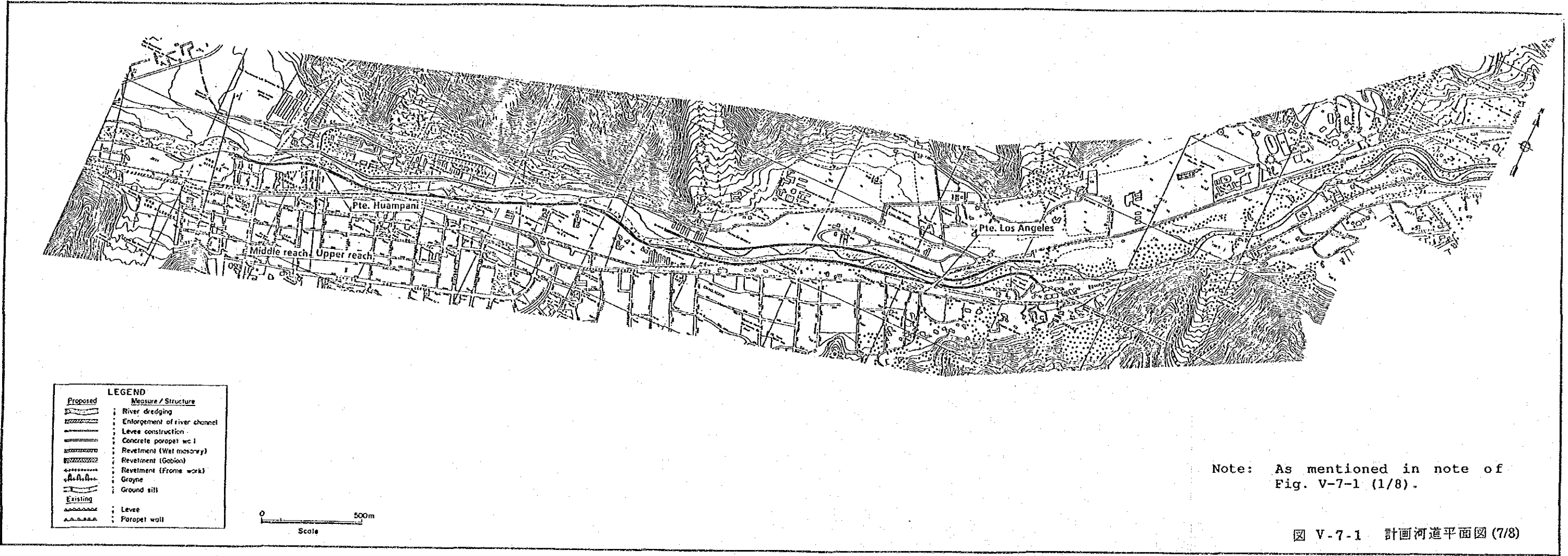
Note: As mentioned in note of Fig. V-7-1 (1/8).

图 V-7-1 計画河道平面图 (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)

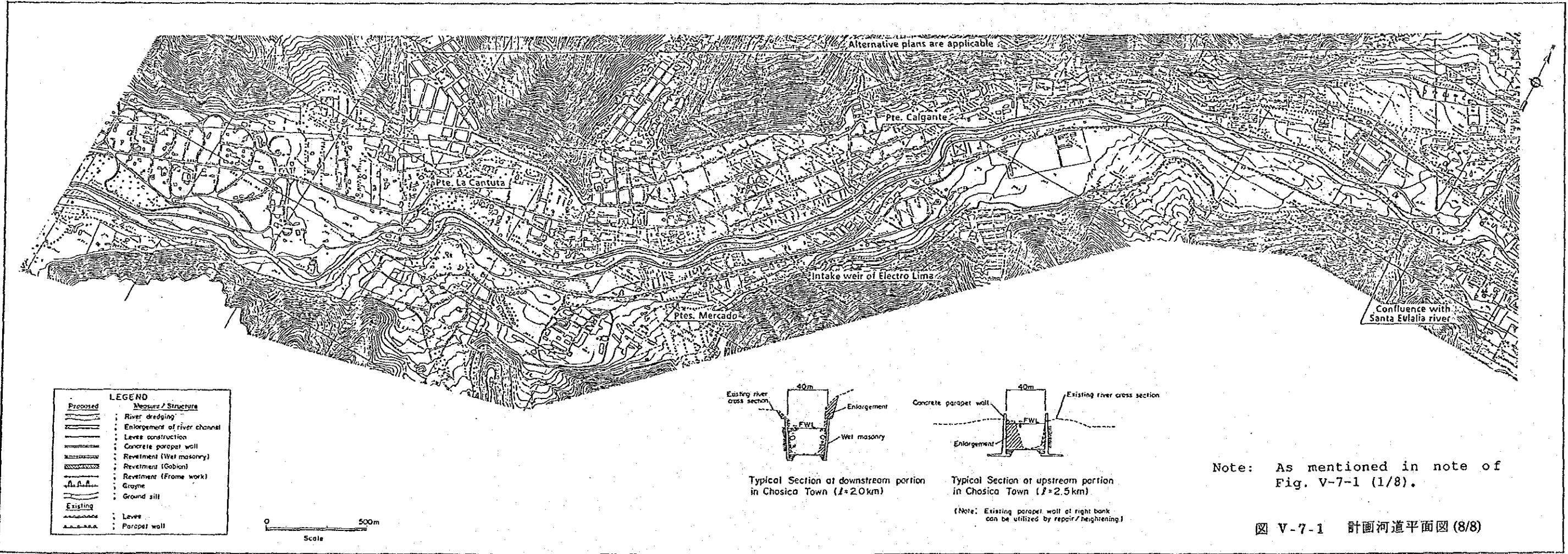


| LEGEND | |
|-----------------|------------------------------|
| Proposed | Measure / Structure |
| | River dredging |
| | Enlargement of river channel |
| | Levee construction |
| | Concrete parapet wall |
| | Revetment (Wet masonry) |
| | Revetment (Gabion) |
| | Revetment (Frame work) |
| | Groynes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

0 500m
Scale

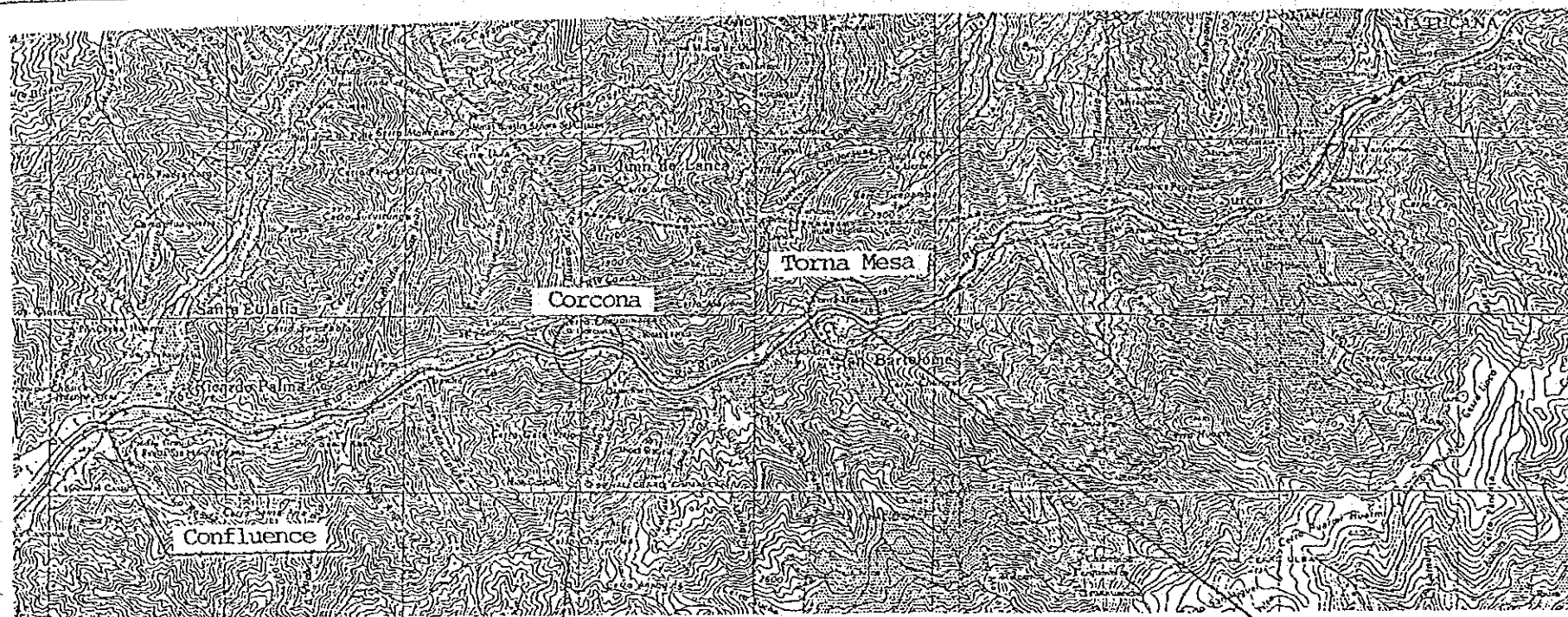
Note: As mentioned in note of Fig. V-7-1 (1/8).

图 V-7-1 計画河道平面图 (7/8)



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

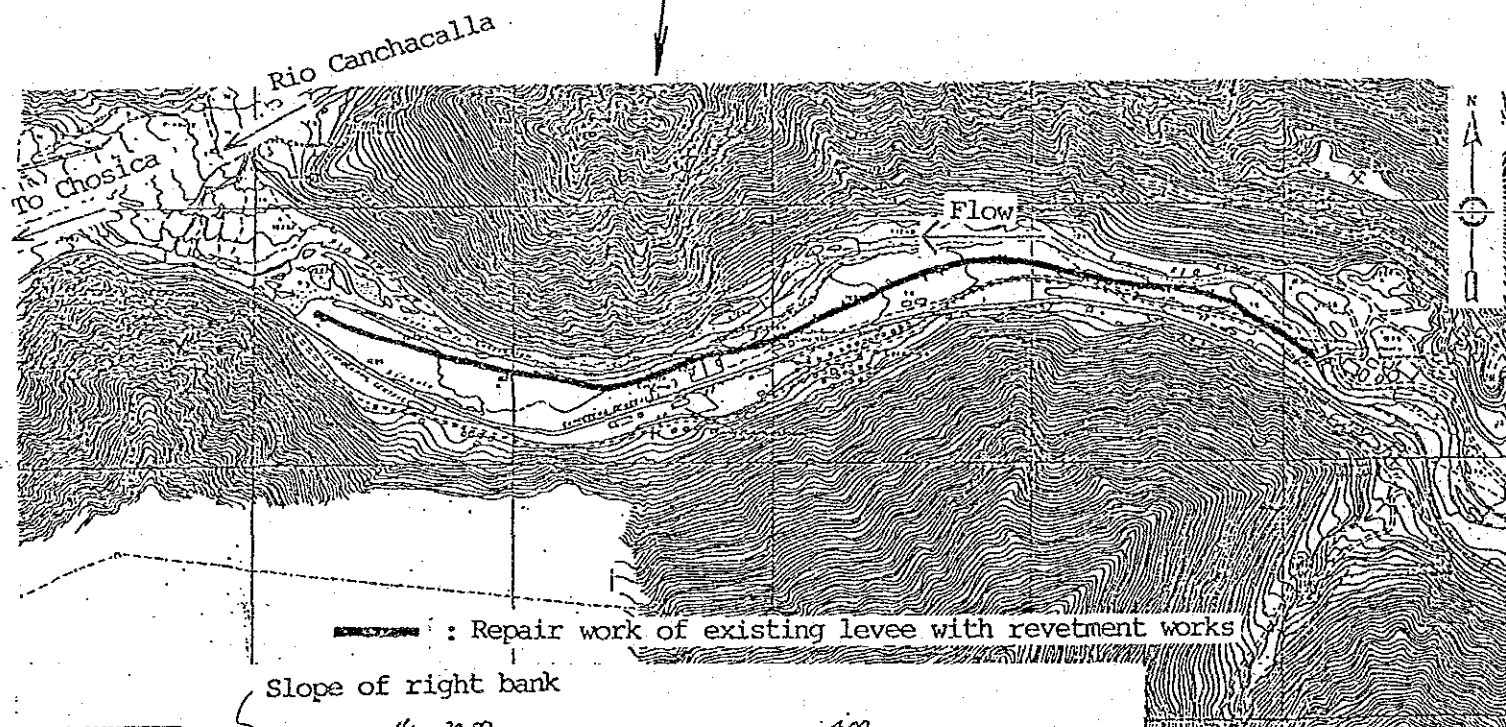
图 V-7-1 計画河道平面図 (8/8)



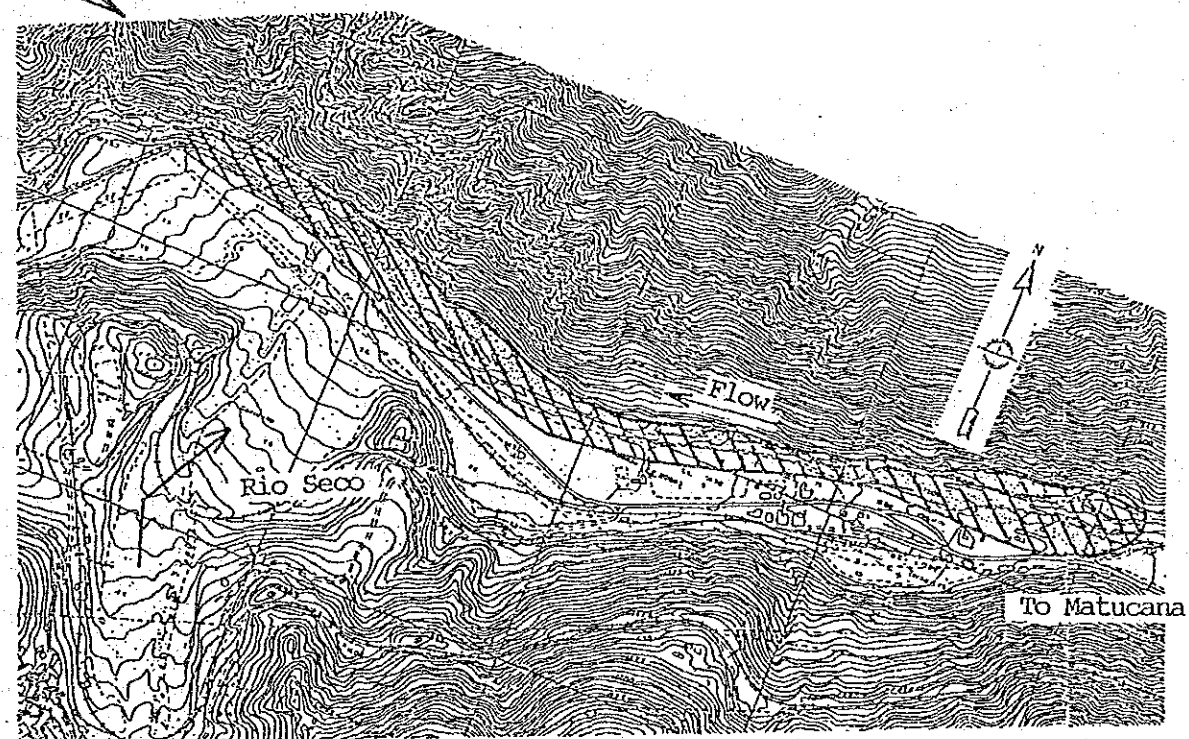
General Map 0 8km scale

Approximate Work Quantity

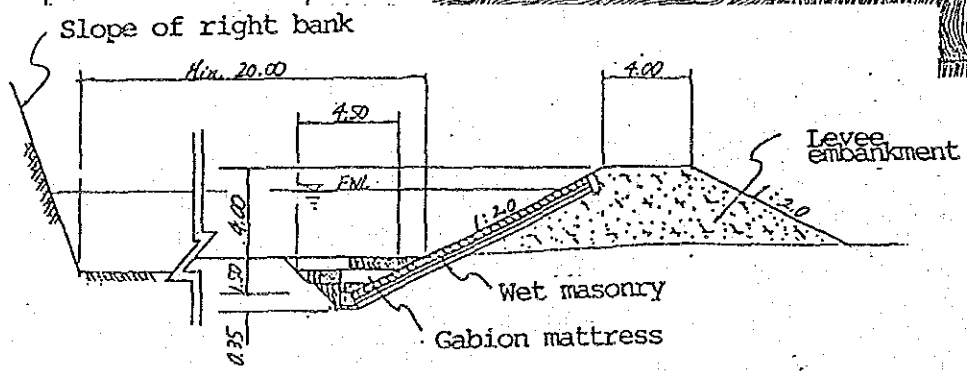
- 1. Corcona area
 - Embankment : 48,000m³ (Repair work)
 - Revetment : 1,000m
- 2. Torna Mesa area
 - Dredging & Revetment : 2,000m



: Repair work of existing levee with revetment works



: Dredging and revetment works for channel stabilization



Typical Section

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

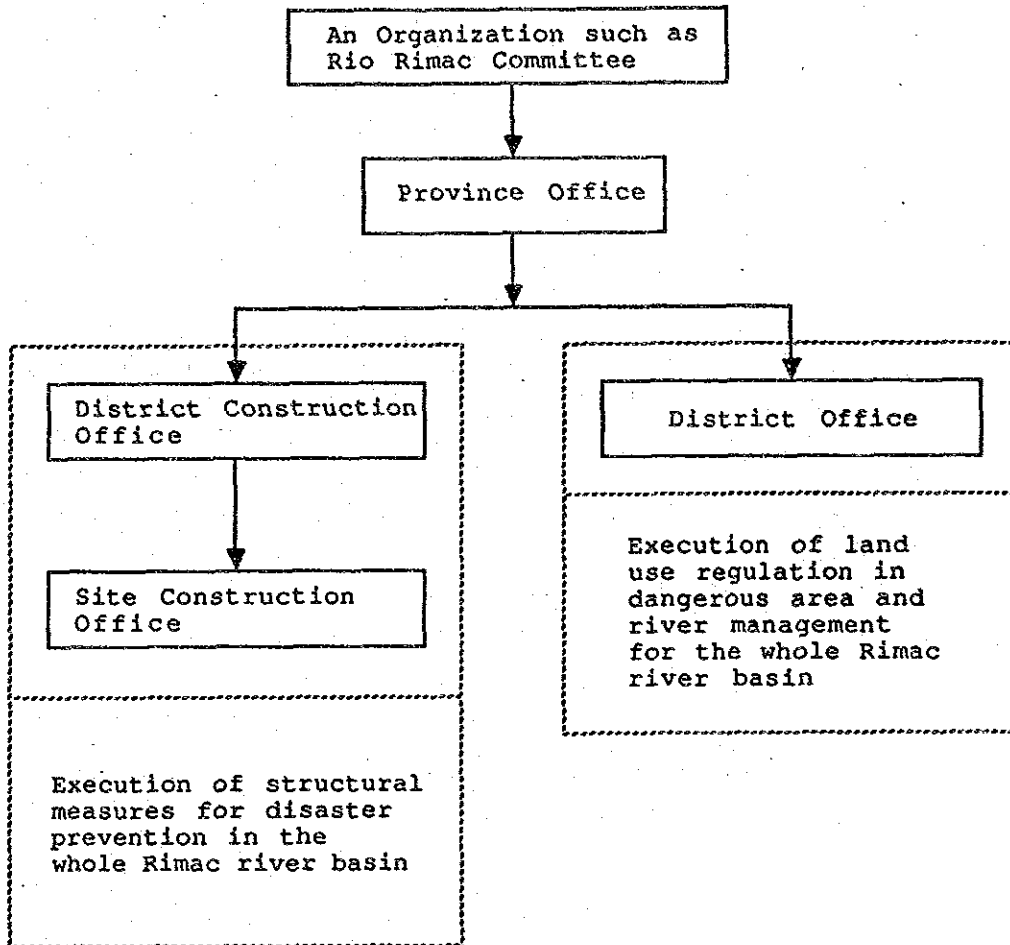


図 VI-2-1 土地利用規制及び河川管理実施体制組織図(例)

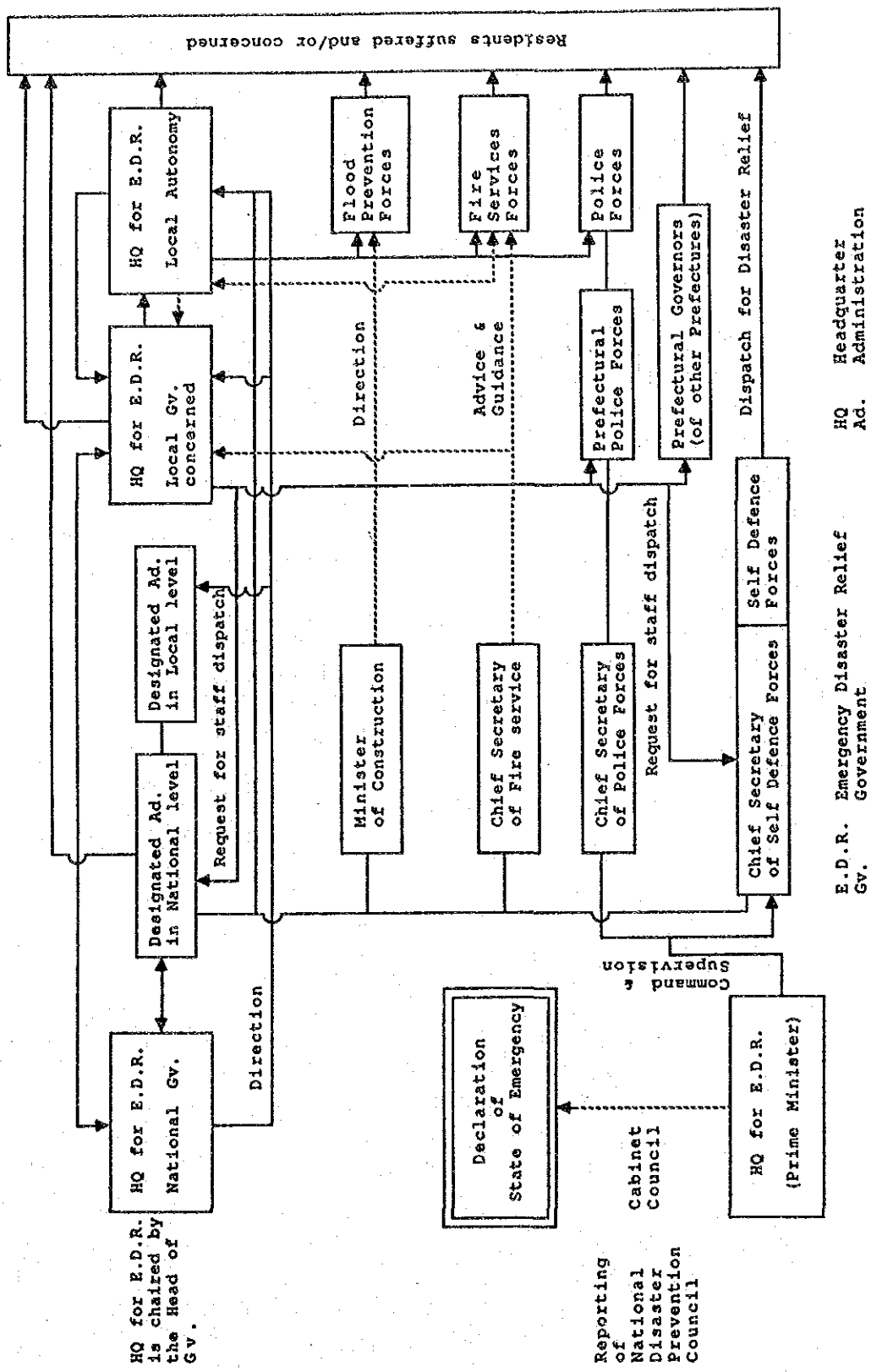


図 VI-2-2 日本における緊急災害対策・実施機関組織図

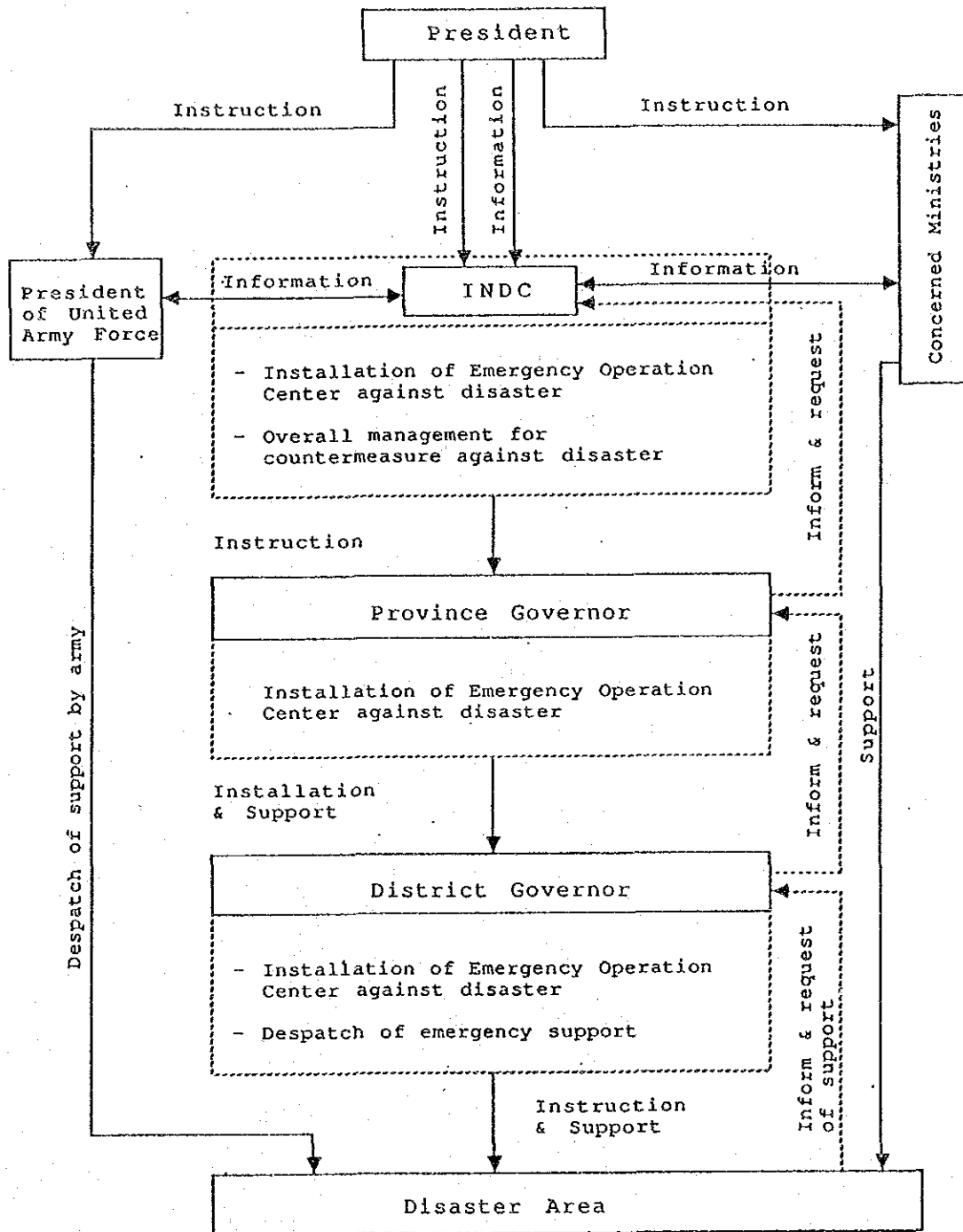


図 VI-2-3 緊急災害対策・実施機関組織図

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 | | | | | Retaining Wall (km) | Economic Project Cost (x10 US\$) | EIRR (%) |
|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|-----------|--------------|--------------|---------------------|----------------------------------|----------|
| | | Dam (No.) | Channel Works (km) | Dike (km) | Bridge (No.) | Tunnel (No.) | | | |
| (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) | Gabion (m) | Revetment | | | Ground Sill (Nos) | Bridge (Nos) | Economic Project Cost (US\$10 ³) | EIRR (%) |
|----------------------------------|-----------|------------------|------------|----------------------|----------------|--------------|-------------------|--------------|--|----------|
| | | | | Wet Masonry Wall (m) | Frame Work (m) | Groyne (Nos) | | | | |
| (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 Oda 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= 6.574%

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

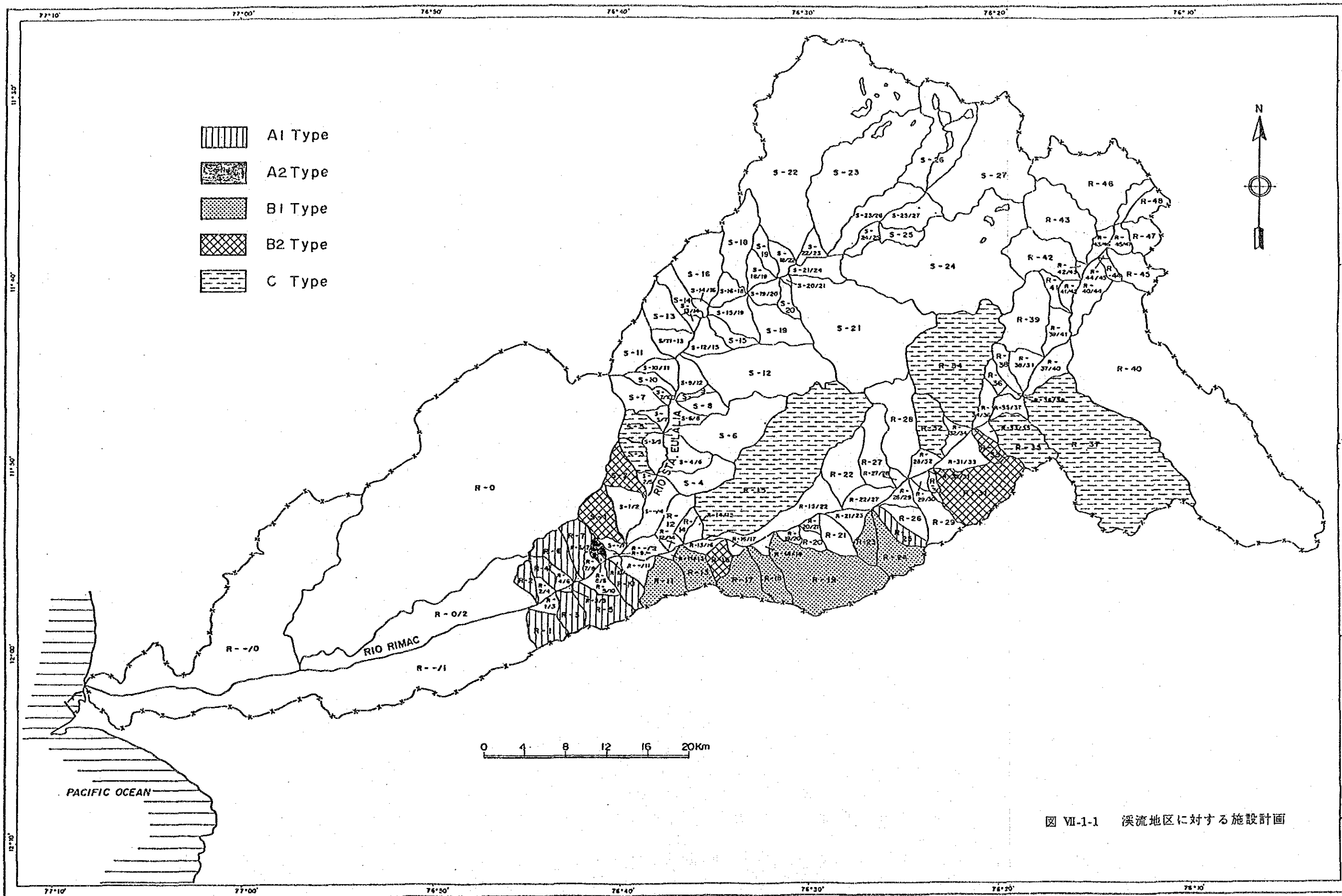
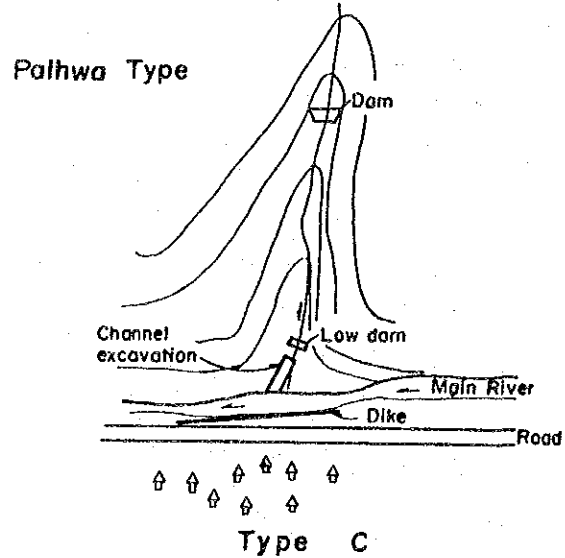
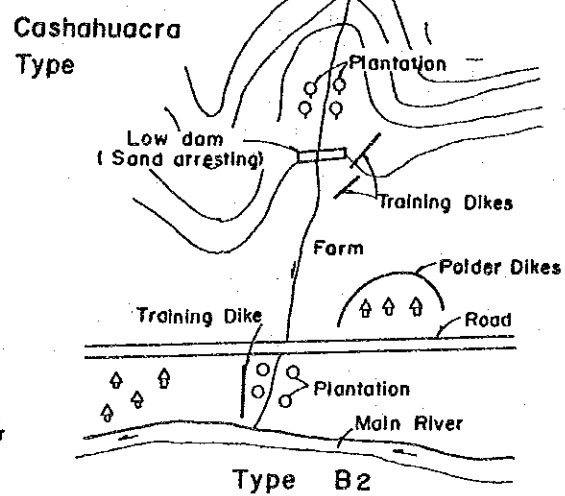
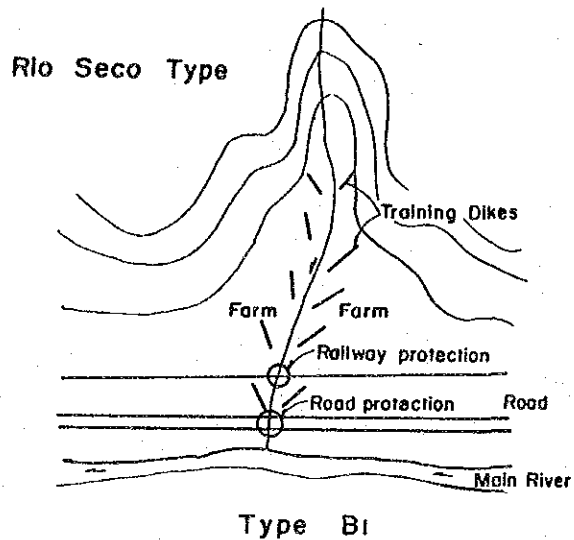
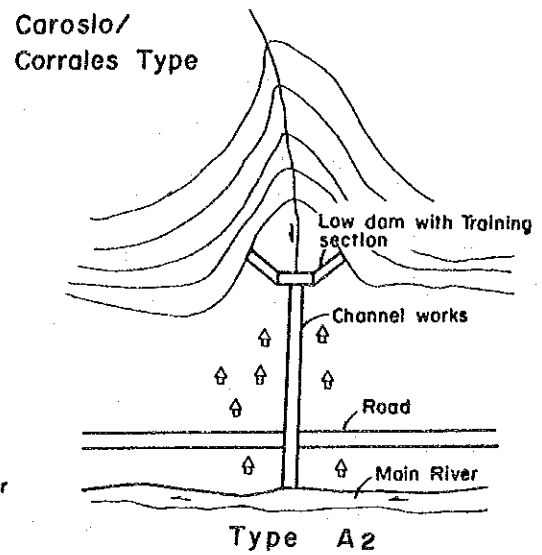
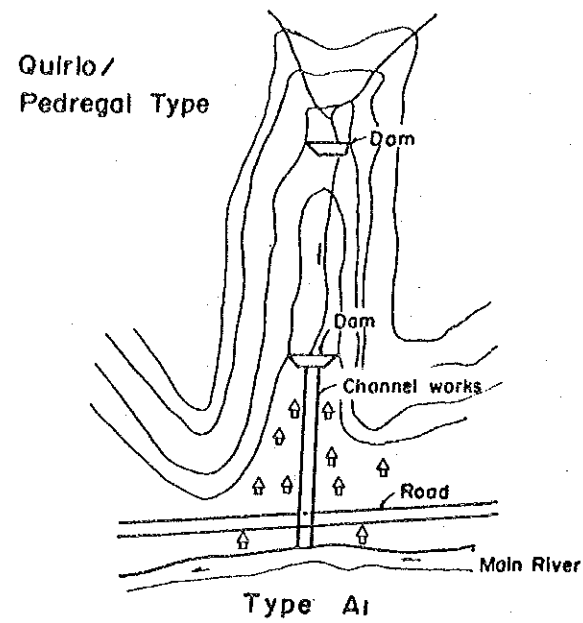
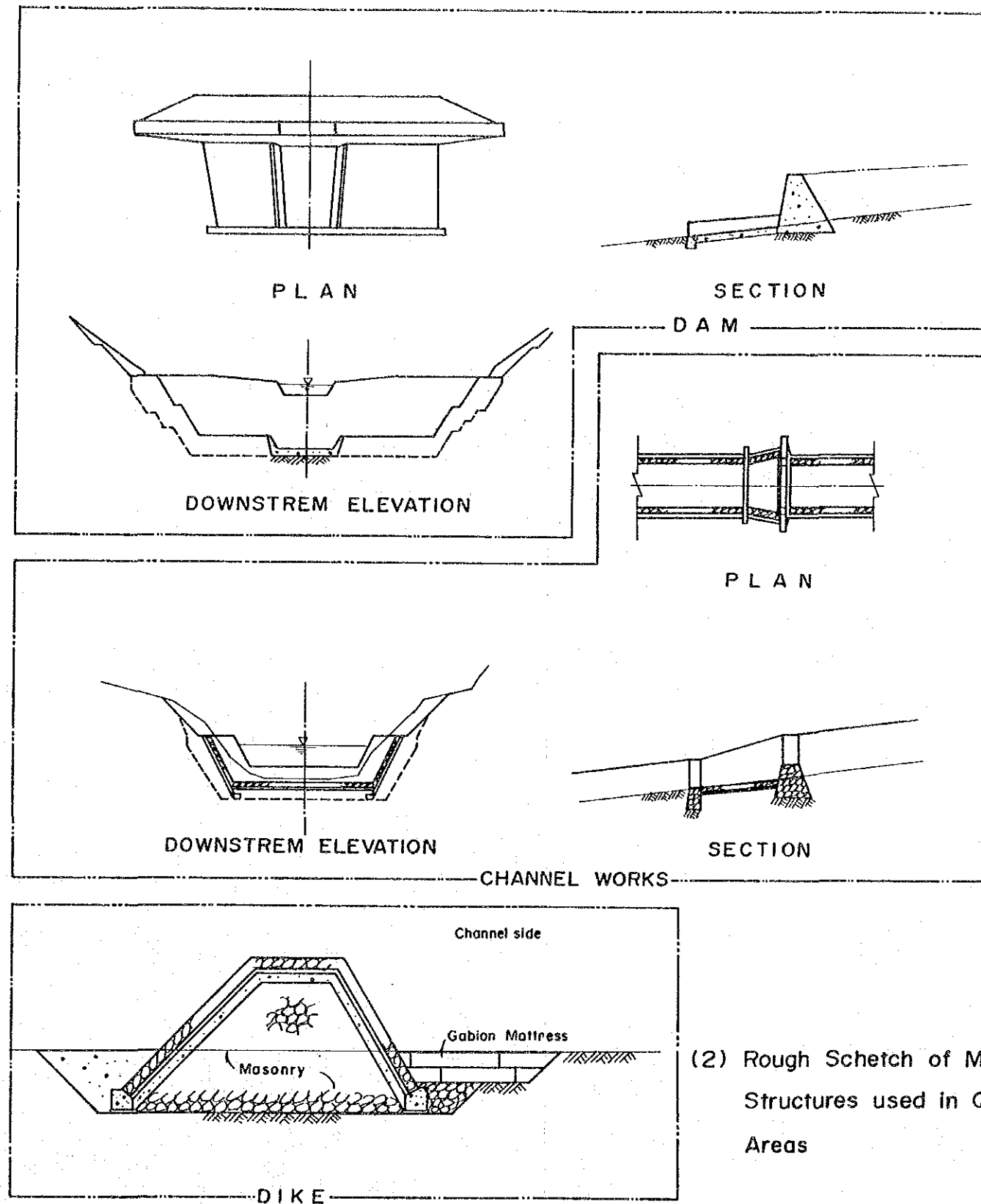


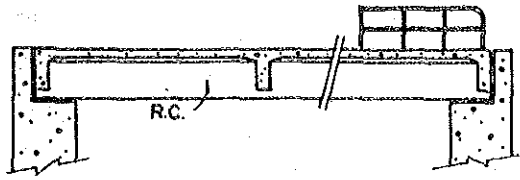
図 VII-1-1 溪流地区に対する施設計画



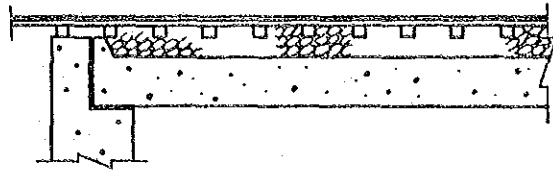
(1) Schematical Feature of 5 Types of Structural plan in Quebrada



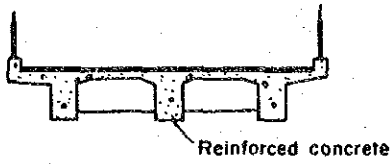
(2) Rough Schetch of Main Structures used in Qda Areas



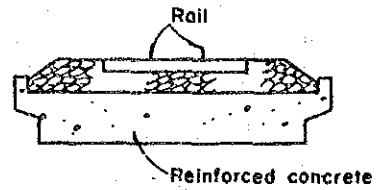
Profile



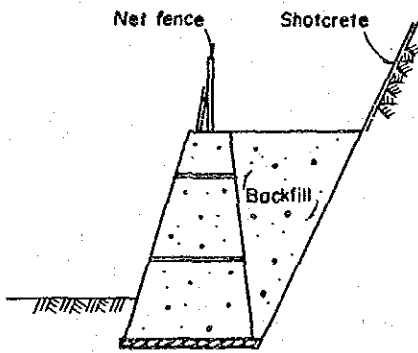
Profile



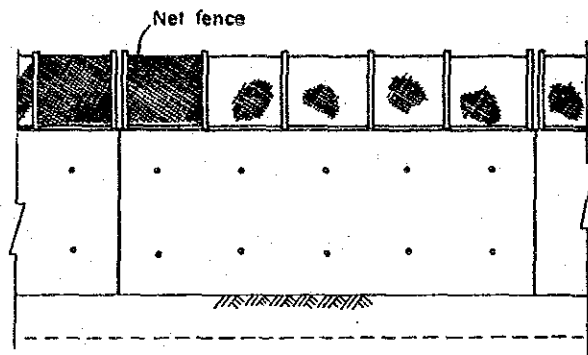
Section
Bridge (Road)



Section
Bridge (Railway)

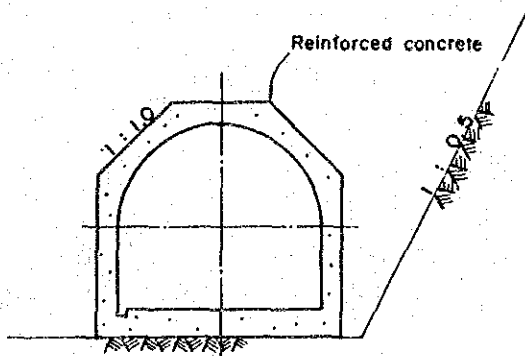


Section



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

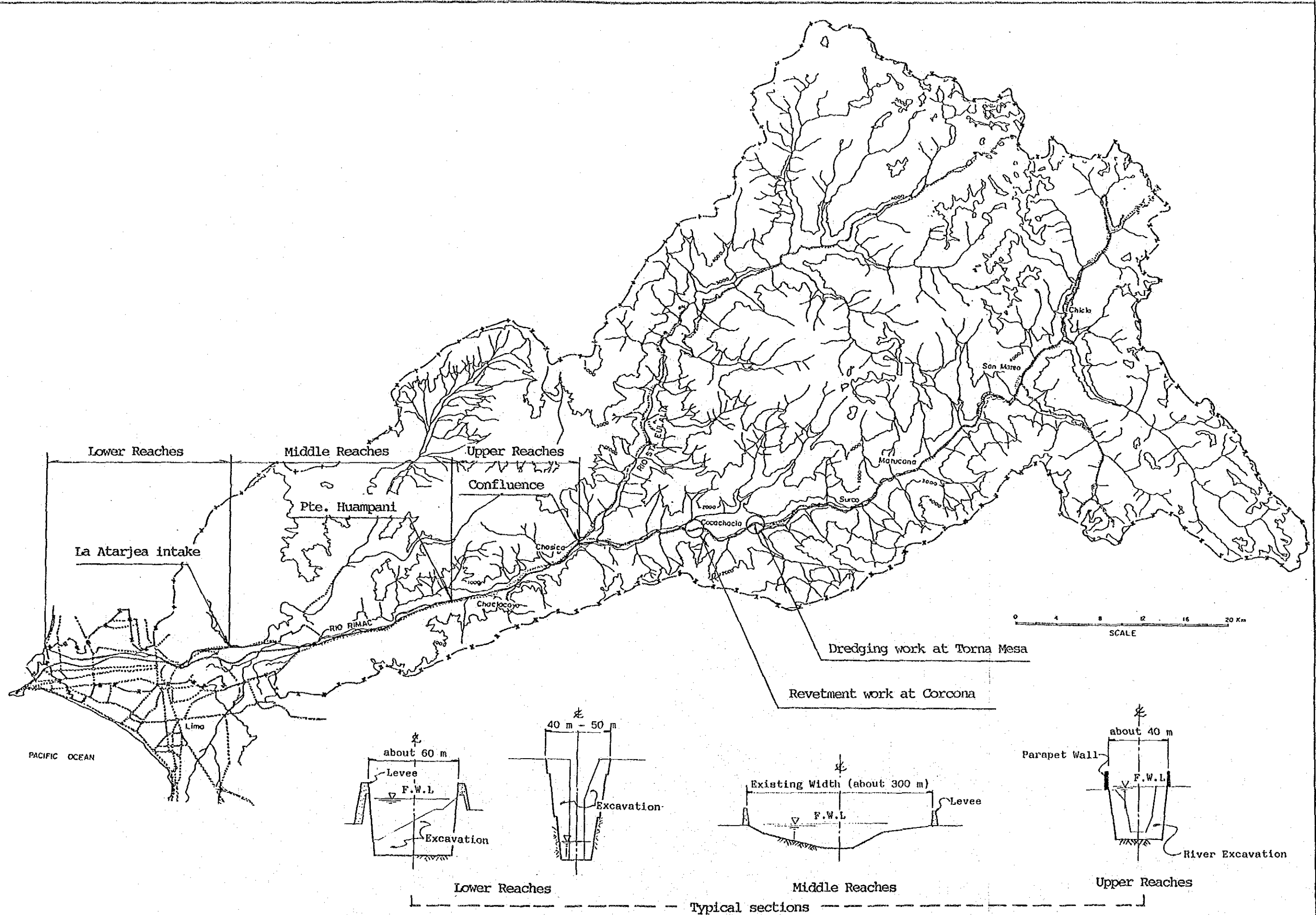


图 VI-1-4 河川改修計画

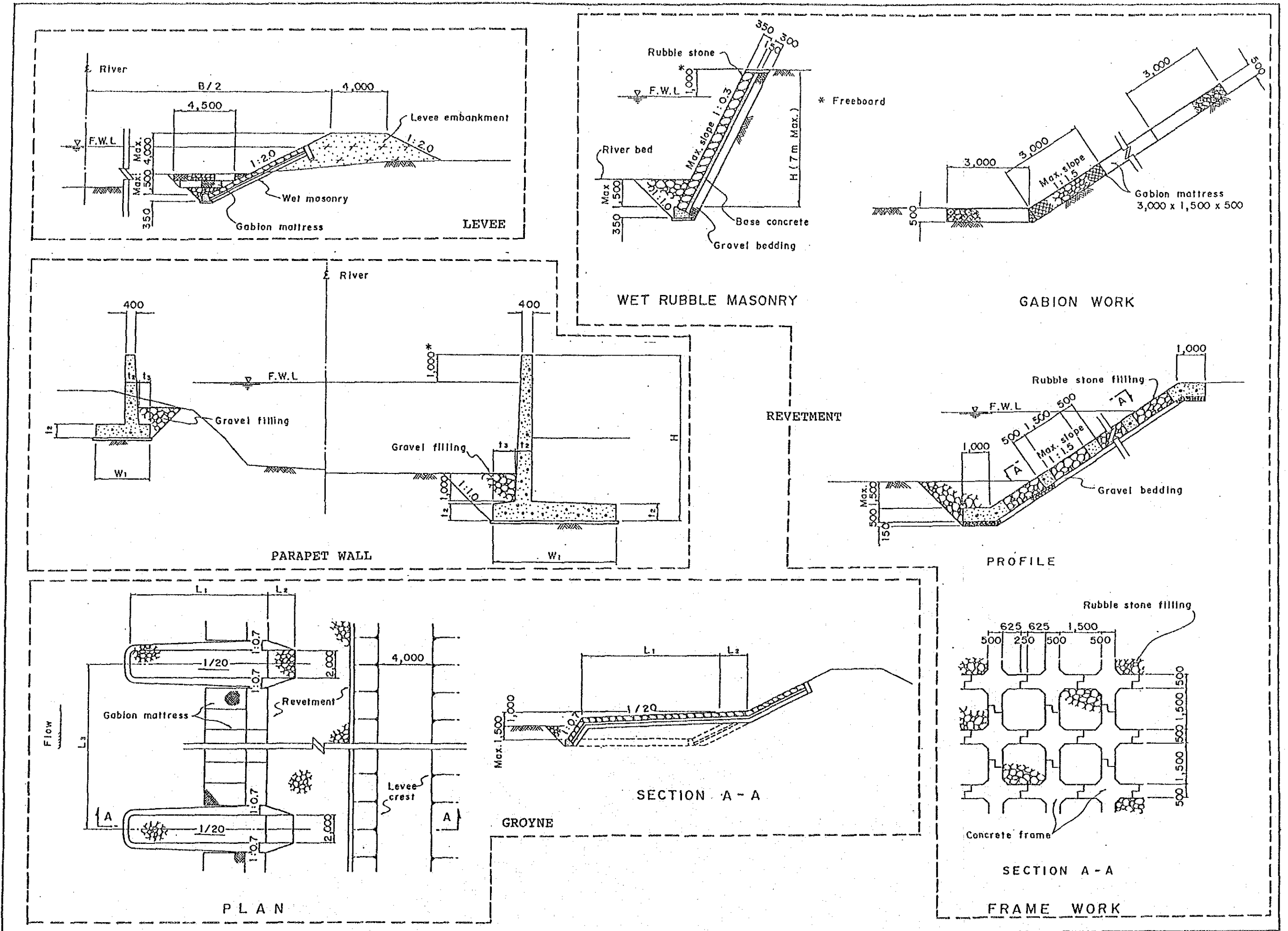


图 VII-1-5 河川改修に伴う河川構造物

