

社会開発協力部報告書

社会開発協力部報告書

社会開発協力部報告書

社会開発協力部報告書

社会開発協力部報告書

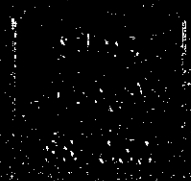
社会開発協力部報告書

社会開発協力部報告書

社会開発協力部報告書

社会開発協力部報告書

社会開発協力部報告書



REPUBLICA DEL PERU

**BORRADOR DEL INFORME FINAL
PARA
EL ESTUDIO DE PLAN MAESTRO
SOBRE
EL PROYECTO DE PREVENCION DE DESASTRES
EN
LA CUENCA DEL RIO RIMAC**

SUMARIO

JICA LIBRARY



1065208[9]

MARZO 1988

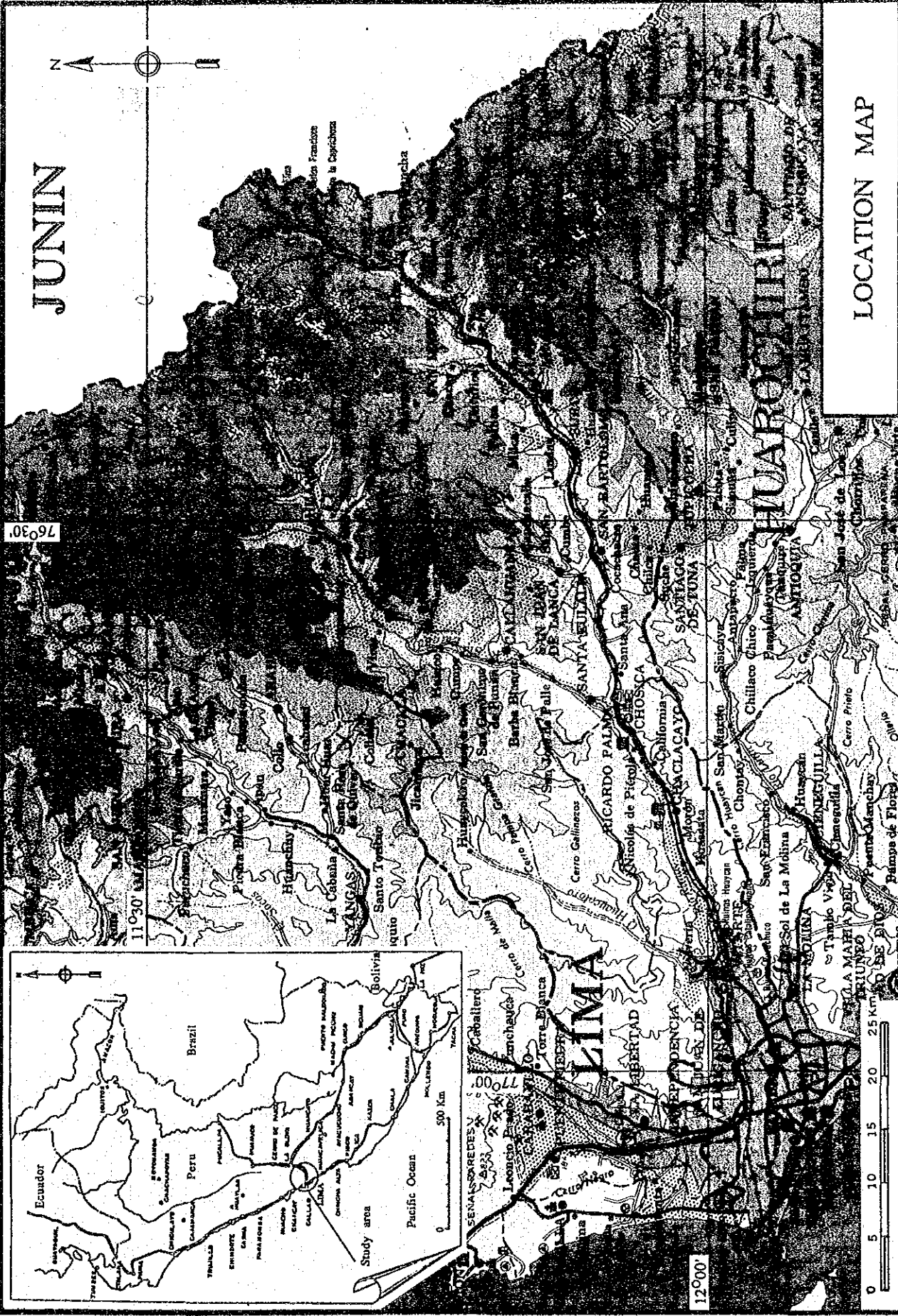
**AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON
TOKIO, JAPON**

国際協力事業団		
受入 月日	88.4.13	709
登録 No.	17561	61.7
		SDS

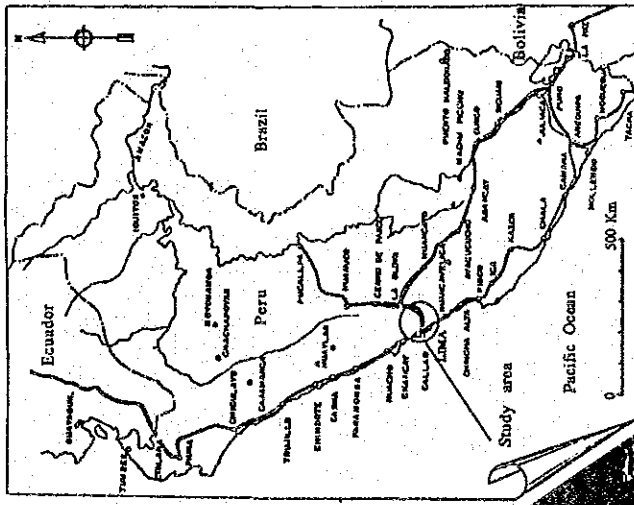
CONSTITUCION DE INFORME

- Vol.1 Summary Report (Spanish)
- Vol.2 Main Report
- Vol.3 Supporting Report I
- Appendix
- I : Geological and Topographical Feature
 - II : Meteorological and Hydrological Conditions
 - III : Land Use and Vegetation Conditions
 - IV : River and River Basin Features
 - V : Conditions of Related Structures
 - VI : Conditions of Past Disaster and Damage
 - VII : Disaster Management Conditions
 - VIII : Conditions for Project Cost Estimate
 - IX : Socio-Economic Conditions
- Vol.4 Supporting Report II
- Appendix
- X : Study on Structural Plan for Debris Flow and Slope Failure Disaster
- Vol.5 Supporting Report III
- Appendix
- XI : Study on Structural Plan for Inundation Disaster
 - XII : Study on Non-Structural Plan
- Vol.6 Data Book

JUNIN



LOCATION MAP



76°30'

12°00'

0 5 10 15 20 25 Km

CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCION -----	1
2. AREA DEL ESTUDIO -----	3
2.1 Socioeconomía -----	3
2.2 Topografía y Geología -----	4
2.3 Meteorhidrología -----	5
2.4 Uso de la Tierra y Vegetación -----	7
3. GUIAS PARA EL PLAN MAESTRO DE LOS PROYECTOS DE PREVENCION DE DESASTRES -----	9
4. PLAN ESTRUCTURAL -----	10
4.1 Plan Estructural contra el Flujo de Escombros y Desastres de Falla de Pendientes -----	10
4.1.1 División y clasificación del área de estudio -----	11
4.1.2 Plan estructural -----	11
4.1.3 Estimado de costos -----	14
4.1.4 Estimado de beneficios -----	14
4.1.5 Evaluación económica -----	15
4.2 Plan Estructural para Desastres de Inundación --	16
4.2.1 División y clasificación del área de estudio -----	16
4.2.2 Plan estructural y evaluación económica -	18
5. MEDIDAS NO ESTRUCTURALES -----	25
5.1 Administración Actual -----	25
5.2 Medidas No Estructurales Propuestas -----	25
6. RESUMEN DE PLANES MAESTROS EN OBRAS DE PREVENCION DE DESASTRES -----	27
7. PROGRAMAS DE IMPLEMENTACION -----	28
8. RECOMENDACIONES -----	29

LISTA DE TABLAS

- 1-1 OUTLINE OF LECTURES MADE BY THE STUDY TEAM (1/2)
- 1-1 OUTLINE OF LECTURES MADE BY THE STUDY TEAM (2/2)
- 1-2 LIST OF DIRECT PARTICIPANTS OF THE STUDY
- 4-1 WORK QUANTITY OF MAIN CONSTRUCTION WORKS IN QDA. AREAS OF GROUP "A" (1/2)
- 4-1 WORK QUANTITY OF MAIN CONSTRUCTION WORKS IN QDA. AREAS OF GROUP "A" (2/2)
- 4-2 TYPE AND QUANTITY OF STRUCTURAL PLAN FOR QDA. AREAS OF GROUP "B"
- 4-3 STRUCTURES AND ITS QUANTITIES IN SPE. AREAS OF GROUP "B"
- 4-4 ECONOMIC PROJECT COST IN QDA. AREAS OF GROUP "A"
- 4-5 ECONOMIC PROJECT COST ESTIMATED FOR STRUCTURAL PLAN FOR QDA. AREAS OF GROUP "B"
- 4-6 ECONOMIC PROJECT COST FOR SPE. AREAS OF GROUP "B"
- 4-7 RESULTS OF ECONOMIC EVALUATION FOR QDA. AREAS OF GROUP "B"
- 4-8 RESULTS OF ECONOMIC EVALUATION FOR SPE. AREAS OF GROUP "B"
- 4-9 PROJECT INVESTMENT COST OF RIVER IMPROVEMENT BY ALTERNATIVE PLANS (MAIN STREAM)
- 6-1 PROPOSED PROJECT FOR DEBRIS FLOW AND SLOPE FAILURE DISASTER PREVENTION

6-2 PROPOSED RIVER IMPROVEMENT PLAN FOR INUNDATION DISASTER
PREVENTION

6-3 PROPOSED NON-STRUCTURAL MEASURES

LISTA DE FIGURAS

- 2-1 Geological Map of the Rimac River Basin
- 2-2 Lithological Map of the Rimac River Basin
- 2-3 Relief Energy Map (1)
- 2-4 Relief Energy Map (2)
- 2-5 Isohyetal Map of the Rimac River Basin
- 2-6 General Land Use Map of the Rimac River Basin
- 2-7 General Vegetation Map of the Rimac River Basin
- 4-1 Division of Quebrada and Slope Areas
- 4-2 Division of Quebrada and Slope Areas with Groups A, B and C Classification
- 4-3 Schematical Feature of 5 Types of Quebrada
- 4-4 Alignment of Channel and General Layout of Structures in Qda. Quirio
- 4-5 Channel Profile and Location of Structures in Qda. Quirio
- 4-6 General Layout of Dams in Qda. Quirio
- 4-7 Plan, Elevation and Section of Main Dam in Qda. Quirio
- 4-8 Alignment of Channel and General Layout of Structures in Qda. Pedregal

- 4-9 Channel Profile and Location of Structures in Qda. Pedregal
- 4-10 General Layout of Dams in Qda. Pedregal
- 4-11 Plan, Elevation and Section of Main Dam in Qda. Pedregal
- 4-12 Alignment of Channel and General Layout of Structures in Qda. Carosio
- 4-13 Channel Profile and Location of Structures in Qda. Carosio
- 4-14 General Layout of Dams in Qda. Carosio
- 4-15 Plan, Elevation and Section of Main Dam in Qda. Carosio
- 4-16 Alignment of Channel and General Layout of Structures in Qda. Corrales
- 4-17 Channel Profile and Location of Structures in Qda. Corrales
- 4-18 General Layout of Dams in Qda. Corrales
- 4-19 Plan, Elevation and Section of Main Dam in Qda. Corrales
- 4-20 Alignment of Channel and General Layout of Structures in Qda. Rio Seco
- 4-21 Channel Profile and Location of Structures in Qda. Rio Seco
- 4-22 Alignment of Channel and General Layout of Structures in Qda. Paihua

- 4-23 Channel Profile and Location of Structures in Qda. Paihua
- 4-24 General Layout of Dams in Qda. Paihua
- 4-25 Plan, Elevation and Section of Main Dam in Qda. Paihua
- 4-26 Alignment of Channel and General Layout of Structures in Qda. Cashahuacra (Only Channel Works Stretch)
- 4-27 Channel Profile and Location of Structures in Qda. Cashahuacra
- 4-28 General Layout of Dams in Qda. Cashahuacra
- 4-29 Plan, Elevation and Section of Dam in Qda. Cashahuacra
- 4-30 Division of Classification for Study on Inundation Disaster
- 4-31 Alternative Plans of River Channel
- 4-32 Proposed River Improvement Plan (1/8)
- 4-32 Proposed River Improvement Plan (2/8)
- 4-32 Proposed River Improvement Plan (3/8)
- 4-32 Proposed River Improvement Plan (4/8)
- 4-32 Proposed River Improvement Plan (5/8)
- 4-32 Proposed River Improvement Plan (6/8)
- 4-32 Proposed River Improvement Plan (7/8)

- 4-32 Proposed River Improvement Plan (8/8)
- 4-33 Proposed Structural Plan of Group (B)
(from confluence to Matucana)
- 5-1 An Example of Organization Chart for Land Use Regulation, River Management and Implementation of Structural Measures for Disaster Prevention
- 5-2 An Example of Organization Chart for Emergency Disaster Relief
- 6-1 Type of Proposed Structural Plan for Qda. Areas
- 6-2 Proposed Structural Plans for Quebrada Areas
- 6-3 Proposed Structures for Spe. Areas
- 6-4 Overall River Improvement Plan
- 6-5 Proposed Structures of River Improvement Plan
- 7-1 Implementation Schedule of Countermeasures for Debris Flow and Slope Failure Disaster
- 7-2 Implementation Schedule of Countermeasures for Inundation Disaster

CAPITULO 1 INTRODUCCION

El río Rimac, que pasa a través del área metropolitana de Lima y Callao en la República del Perú, tiene un rol supremo como fuente de recursos de agua para suministro municipal e industrial, irrigación y energía eléctrica.

Por otra parte, el área de la cuenca del río sufre daños considerables causados por la inundación de la crecida y el flujo de escombros. Los desastres ocurren casi todos los años, causando daños serios como el bloqueo de tráfico, pérdida de vidas humanas y destrucción de estructuras, etc. En vista de que un fenómeno extraordinario denominado "El Niño" ha causado recientemente desastres notables en la cuenca, incluyendo la región de Lima, el desarrollo de medidas de prevención de desastres se convierte en el tema más urgente.

Siendo así la situación, el gobierno de la República del Perú solicitó al gobierno del Japón en enero de 1985 una amplia asistencia con respecto a la preparación de un plan maestro para la prevención de desastres en la cuenca del río Rimac.

En respuesta a la solicitud del gobierno de la República del Perú, el gobierno del Japón decidió conducir un estudio de plan maestro del proyecto de prevención de desastres en la cuenca del río Rimac (el Estudio), de conformidad con el Acuerdo de Cooperación Técnica entre el gobierno de la República del Perú y el gobierno del Japón.

Luego, la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), la agencia oficial responsable de la implementación de los programas de cooperación técnica del gobierno del Japón, ha tomado a su cargo el Estudio en estrecha cooperación con las autoridades responsables del gobierno de la República del Perú. El Comité Nacional de Defensa Civil (CNDC) actúa como la agencia contraparte y también como un cuerpo de coordinación del gobierno de la República del Perú. (Se observa que el nombre del CNDC fue cambiado a INDC (Instituto Nacional de Defensa Civil) durante el período de estudio.) El estudio del plan maestro ha sido efectuado por el equipo de estudio juntamente con el gobierno peruano. Además, el gobierno japonés organizó un Comité

Consultivo. Este Comité revisa y aconseja adecuadamente sobre el estudio, participando en las discusiones sobre los informes principales a ser preparados por el equipo de estudio.

JICA envió el equipo de estudio preliminar a la República del Perú en agosto y noviembre de 1986. Entonces se determinó en detalle el alcance del trabajo a través de la discusión entre el lado japonés y el lado peruano.

La actividad del equipo de estudio de JICA se inició desde principios de febrero de 1987 de conformidad con el Acuerdo y el alcance del trabajo.

Desde entonces, a través de dos etapas de investigación de campo y análisis detallado en el Japón y la discusión sobre el informe provisional presentado en octubre de 1987, se presentó el plan maestro de prevención de desastres en la cuenca del río Rimac en marzo de 1988.

En este estudio de plan maestro, uno de los principales objetivos es la transferencia tecnológica al personal de la contraparte peruana, así como la formulación de un plan maestro para la prevención de desastres. La transferencia de tecnología se ha efectuado intensivamente en el curso del estudio a través de conferencias por los expertos respectivos y el envío de personal de la contraparte al Japón para entrenamiento.

En la Tabla 1-1 se muestra un resumen de las conferencias y directivas hechas durante el período de investigación. En la Tabla 1-2 se muestran los nombres de los participantes en el estudio del plan maestro.

CAPITULO 2 AREA DEL ESTUDIO

2.1 Socioeconomía

La cuenca del río Rimac con su área de captación de aproximadamente 3.500 Km² se caracteriza por cubrir la ciudad de Lima y Callao en la costa, y en la sierra cubre el resto del área de la cuenca que corresponde a la parte norte de Huarochirí.

El área metropolitana de Lima y Callao presenta un contraste impresionante con la provincia de Huarochirí. Se observa una gran diferencia de densidad de población entre el área metropolitana y Huarochirí. El primero tiene una densidad de más de 1000 habitantes por km², en comparación con solamente 14 habitantes por km² del segundo. El movimiento social de la población hacia el área metropolitana es tan conspicuo que aproximadamente el 60% del aumento de población durante la última década puede atribuirse a la migración.

Una preocupación social importante es la mejora del ambiente social que se concentra en el problema de la vivienda, asentamiento deficiente y efecto adverso de los desastres sobre los residentes de la cuenca. Estos problemas sociales están, hasta cierto punto, interrelacionados en que el asentamiento deficiente se forma mayormente en áreas ocupadas ilegalmente que son susceptibles a desastres debidos al flujo de escombros o desbordes. En este sentido, se requiere urgentemente el esquema de construcción para reubicación de los residentes que están en peligro de desastres. Sin embargo, la falta de presupuesto público ha sido la mayor limitación para promover un esquema de construcción.

La economía de la cuenca es, en cierta manera, explicada por la interdependencia entre el área metropolitana y la sierra. La Carretera Central y la vía férrea juegan un rol importante manteniendo esta interdependencia como infraestructura de transporte. Como las condiciones topográficas alrededor de estas principales líneas troncales son inestables, el tráfico tiende a ser fácilmente bloqueado debido al flujo de escombros o falla de pendiente. En estas circunstancias, las pérdidas económicas o daños a la infraestructura social y económica serían enormes si no se implementan las obras de prevención de desastres. En consecuencia, se

reconoce claramente la importancia económica de las obras de prevención de desastres.

2.2 Topografía y Geología

El mapa geológico y el mapa litológico de la cuenca se muestran respectivamente en las Fig. 2-1 y 2-2. Como se ve en las figuras, la cuenca se compone de rocas ígneas del período Jurásico o Terciario, rocas intrusivas del período Cretáceo o Terciario, y depósitos del período Cuaternario.

En las áreas de tramo superior y medio, se distribuyen ampliamente las capas del período Terciario. La capa se divide en capa superior y capa inferior. La capa inferior tiene facies andesíticas compuestas de lava, brecha y toba. La capa superior tiene toba creada por actividad volcánica y facies riolíticas compuestas de arena y grava volcánica como esquistos de barro. En las áreas de tramo medio e inferior, se aprecian diversas facies de rocas intrusivas. Estas rocas intrusivas se componen de granito, granodiorita y andesita del período Cretáceo o Terciario. Además, las rocas plutónicas forman la capa de base en gran escala. En el área de tramo inferior, se extiende en gran escala la capa de depósito del período Cuaternario que forma la meseta de la ciudad de Lima.

La cuenca pertenece a la zona árida o semiárida y difícilmente se aprecia vegetación natural debido a las escasas lluvias. En consecuencia, es notable la acción corrosiva de los elementos naturales sobre las rocas. En especial en las áreas de tramo medio e inferior, el depósito inconsolidado del granito temporizado se produce extremadamente a gran escala a causa de las lluvias muy escasas y el granito ampliamente localizado.

Las condiciones topográficas de la cuenca se muestran en las Fig. 2-3 y 2-4. En las figuras se muestra que la diferencia de altura en un área unitaria es de más de 1,000 m para la mayor parte. Esto es, la topografía de la cuenca es extremadamente escarpada y en consecuencia, es una de las principales causas que inducen los diversos desastres naturales.

2.3 Meteorología

La cuenca yace en la zona de franja estrecha de la costa oeste del Continente Sudamericano situada entre los Andes y el Océano Pacífico. La cuenca se caracteriza por relieves de terreno en gran escala. Por consiguiente, la característica climática en la cuenca es compleja aunque el tramo de dirección este-oeste de la cuenca es de solamente 150 km.

Las características generales del clima en la cuenca son dominadas en cierto sentido por El Niño. El Niño es un fenómeno de aguas de mar tropical con dirección al sur a lo largo de la costa del Ecuador y Perú. Periódicamente existe una inyección poderosa de aguas calientes desde el norte que puede llegar hasta el área del mar de Chile. En las últimas dos décadas, el fenómeno de El Niño ocurrió en 1972-73, 1976 y 1982-83, este último ha sido el más severo de todos los registrados.

En el área costera, la cantidad de precipitación es muy pequeña en todo el año. Debido a las aguas frías del mar de la Corriente de Humboldt que enfrían la masa de aire cerca de la superficie del mar, evitan la producción de una corriente de aire ascendente. Así, cuanto más cerca esté la línea costera del interior, la cantidad de precipitación es menor. Por el contrario, el área montañosa de los Andes tiene relativamente mucha precipitación debido a que la influencia de la corriente del aire desde el mar frío se debilita.

La precipitación total anual es de 10 mm en el área costera a aproximadamente 1,000 mm en el área montañosa. La cantidad anual de precipitación en Lima, Matucana y Milloc es de 24 mm, 270 mm y 860 mm. En la Fig. 2-5 se muestra un mapa isoyético.

El aflujo del río Rimac es dominado principalmente por el patrón de precipitación en el área aguas arriba. El aflujo promedio anual en Chosica, donde el área de captación es aproximadamente 70% del área total es de 32 m³/seg de acuerdo al registro del período desde 1969 a 1987. Entre los cuatro meses de enero a abril, se registra aproximadamente 65% del volumen anual. Aunque, los datos confiables de la descarga del pico de crecida son muy limitados, se dice que el valor máximo registrado es de 500 m³/seg el 19 de marzo de 1925 en Chosica.

En el análisis del aflujo de crecida del estudio hidrológico, la descarga de crecida probable se estimó por medio de un método hidrográfico convencional unitario. El resultado estimado en Chosica es el siguiente:

Período de retorno (Años)	Descarga de pico de crecida (m ³ /seg)
2	150
5	290
10	380
25	490
50	580
100	660
200	740
500	820
1,000	920

2.4 Uso de la Tierra y Vegetación

(1) Uso de la Tierra

En la Fig. 2-6 se muestran las condiciones de uso de la tierra en general de toda la cuenca.

La proporción del uso de la tierra se mide en forma amplia de la siguiente manera:

(a) Pueblos/villorrios	4.6%
(b) Cultivos (tierra plana)	1.7%
(c) Cultivos (pendiente de montaña)	7.1%
(d) Montañas (sin vegetación)	30.0%
(e) Montañas (con vegetación)	34.6%
(f) Pantanos	0.8%
(g) Glaciares/nieve perpetua	0.9%
(h) Lagos	0.3%

Nota: No se consideran las áreas de ríos, caminos y vías férreas.

En general, casi el 90% de la cuenca es área montañosa. El plano llano se desarrolla solamente en el área de tramo inferior que incluye el distrito metropolitano de Lima y Callao y en una parte del área de tramo medio que se loca-

liza a lo largo de las corrientes principales, el río Rimac y el río Sta. Eulalia.

En el área montañosa, las partes principales son tierras desnudas sin vegetación o con vegetación muy limitada de algunas hierbas, cactus esparcidos, algunos árboles bajos. Se aprecia vegetación en las cuestas de las montañas y los valles amplios en forma de U del área del tramo superior en donde la tierra se utiliza para el cultivo de vegetales o pastos. Muchas pequeñas minas con sus villorrios se localizan en la montaña de las áreas de tramo medio y superior. En el área a lo largo de las corrientes principales, se localizan algunos pueblos como Chosica, San Mateo, Surco y Matucana y se han desarrollado tierras de cultivo. Las carreteras nacionales principales y ferrocarriles nacionales corren también a lo largo de este valle de la corriente principal. Esto es, la troncal de tráfico principal que contribuye sobremanera a la economía y sociedad peruana forma una parte del área montañosa.

En el plano llano localizado en el tramo inferior, se aprecian diversas clases de edificios, instalaciones y estructuras. El área está desarrollada en el distrito metropolitano. Aun en el área suburbana del distrito metropolitano, las áreas poblacionales están adyacentes en forma continua y se localizan algunas carreteras principales y una vía férrea. También se pueden ver tierras de cultivo y áreas de recreación en la zona suburbana.

En la Fig. 2-7 se muestra en forma general la condición de la vegetación en la cuenca. La proporción de cada clasificación es como sigue a continuación:

(a) Pueblos/villorrios*	4.7%
(b) Tierras de cultivo/bosques	9.0%
(c) Tierras de yerbas/arbustos (altos y bajos)	21.8%
(d) Tierras de yerbas/arbusto (bajos)	30.4%
(e) Casi sin vegetación (solamente cactus)	14.1%
(f) Sin vegetación	19.1%
(g) Lagos/pantanos/nieve perpetua	0.9%

* Existen muchas áreas de vegetación en parques, caminos, jardines, etc. en el área de pueblos y villorrios.

Como se aprecia en la tabla anterior, más de un 35% de la cuenca no tiene vegetación y un 50% del área está cubierta con yerbas y arbustos. Sin embargo, la vegetación en esta área no es tan densa y la proporción de tierra desnuda es más amplia que la tierra con vegetación efectiva. El área de tierras de cultivo y bosques se localiza en y a lo largo de los valles de las corrientes principales. La condición de vegetación se clasifica generalmente a base de la diferencia de altitudes.

Desde el punto de vista de la agricultura, la vegetación descrita es la cultivada a orillas del río a lo largo de los ríos Rimac y Santa Eulalia. Se cultivan diversos tipos de verduras en el tramo inferior, tomate, zanahoria, lechuga, alfalfa, etc. También se cultivan muchos frutales en el tramo medio, plátanos, paltas, manzanas, etc. También se cultiva una especie de cactus como material de artículo de baño. Se encuentra el cultivo de maíz y papas en muchas cuevas en el área de vegetación natural. La forestación de pinos y eucaliptos se aprecia en los lados del río de los tramos medio y superior.

CAPITULO 3 GUIAS PARA EL PLAN MAESTRO DE LOS PROYECTOS DE PREVENCION DE DESASTRES

El estudio del Plan Maestro se formula de acuerdo con las guías básicas mostradas en la siguiente forma:

- (i) El concepto fundamental para evitar desastres o aliviar los daños se asienta básicamente en la administración general de la división de aguas de la cuenca del río Rimac.
- (ii) El estudio del Plan Maestro sobre trabajos de prevención de desastres se formula tanto desde los aspectos estructural como no estructural.
- (iii) Los planes estructurales contra desbordes y desastres causados por el flujo de escombros o la deficiencia de la pendiente son estudiados completamente después de la debida consideración de las clases o patrones de desastres, y las contramedidas para ellos. Las medidas no estructurales también son tomadas en consideración para establecer el planeamiento total de los trabajos de prevención de desastres.

CAPITULO 4 PLAN ESTRUCTURAL

4.1 Plan Estructural contra el Flujo de Escombros y Desastres de Falla de Pendientes

4.1.1 División y clasificación del área de estudio

El área de estudio al que se aplicará el estudio de ingeniería para las medidas estructurales, se divide por Quebrada y pendiente, como se muestra en la Fig. 4-1. Los criterios para la clasificación del área de estudio se basan en los niveles de susceptibilidad a daños y peligro. El área de estudio se clasifica en tres áreas de grupo a base de dicho criterio, en la siguiente forma:

- (i) Grupo A: El área categorizada como grupo A se supone que tiene un alto grado de peligro y objeto protector (alta susceptibilidad a daños). Las contramedidas para desastres de flujo de escombros se examinan completamente en cada Quebrada y pendiente.
- (ii) Grupo B: El área del grupo B tiene un grado relativamente bajo de peligro y susceptibilidad a daños. Las medidas estructurales examinadas en el grupo A se aplican al área del grupo B de acuerdo a las características de área, y se formulan en el nivel preliminar.
- (iii) Grupo C: La susceptibilidad a daños y peligro se consideran pequeños. Por consiguiente, no se consideran medidas estructurales contra desastres.

La clasificación del área de estudio en tres grupos se hace por el juicio comprensivo de las características de área por Quebrada y pendiente a base de los niveles de peligro y susceptibilidad a daños.

(i) Nivel de susceptibilidad a daños

Nivel A: Las cantidades de susceptibilidad a daños son grandes.

Nivel B: Las cantidades de susceptibilidad a daños no son tan grandes como del nivel A.

Nivel C: Las cantidades de susceptibilidad a daños son pequeñas o no identificadas.

(ii) Nivel de peligro

Nivel A: Alta probabilidad de ocurrencia de desastres.

Nivel B: Probabilidad de ocurrencia de desastres es comparativamente alta.

Nivel C: Baja probabilidad de ocurrencia de desastres.

El resultado de la clasificación se muestra en la Fig. 4-2.

Las quebradas categorizadas como grupo A son las siguientes:

- Qda. Quirio
- Qda. Pedregal
- Qda. Carosio
- Qda. Corrales
- Qda. Río Seco
- Qda. Paihua
- Qda. Cashahuacra

4.1.2 Plan estructural

(1) Plan estructural para el flujo de escombros

El plan estructural para el flujo de escombros se formula a base del volumen de descarga del flujo de escombros correspondiendo a una escala de 100 años de período de retorno. La ecuación para estimar volúmenes estimados de flujo de escombros en una escala de largo plazo se presenta de la siguiente manera, juzgando que es razonable colocar la base de cálculo de volumen de descarga por Quebrada sobre flujo de escombros ocurrido en Qda. Pedregal en marzo de 1987.

$$V = (V_p/C_p) \times C \times 1.2 \times F$$

V: Volumen de descarga de flujo de escombros por Quebrada (m³)

V_p: V(157,200 m³) en Qda. Pedregal en Marzo de 1987

- Cp: Area de captación (10.6 km²) de la Qda. Pedragal
- C: Area de captación de cada Quebrada (km²)
- 1.2: Factor de seguridad en debida consideración de la precisión de medición de volumen de descarga
- F: Coeficiente de mitigación de cada Quebrada de acuerdo a la condición de vegetación

La comprensión de la ecuación demuestra que el volumen de descarga de flujo de escombros está en proporción al área de captación, y bastante influida por la condición de vegetación.

Las medidas estructurales para el flujo de escombros se clasifican ampliamente en tres tipos a base de las características o condiciones de cada Quebrada (Véase la Fig. 4-3).

- (i) Tipo A: El caso en que se planean represas sabo para limitar el flujo de escombros y obras de canal para manejar con seguridad el flujo de lodo desde que el establecimiento de casas residenciales es tan denso.
- (ii) Tipo B: El caso en que la necesidad de controlar el flujo de escombros no se requiere tan urgentemente desde que el área de residencia a proteger es pequeña. El objetivo de las medidas estructurales concierne al método de seguridad de proteger las propiedades susceptibles a daños. La instalación aplicable a este tipo de medidas estructurales es diques muro.
- (iii) Tipo C: El caso en que se requieren medidas estructurales para reducir el flujo de escombros y canalizar el flujo de escombros o lodo hacia el río con seguridad desde que el flujo de escombros hacia los ríos limita la corriente del río, causando la ocurrencia de desastres debido al desborde del agua de ríos. Se necesitan represas sabo para la comprobación del paso de sedimentos y flujo de escombros, y obras de cambio de flujo de escombros.

Los tipos A y B se clasifican además en subcategorías:

- Tipo A A1: En caso que se disponga de sitio o lugar apropiado para la construcción de represas sabo, se planean medidas estructurales apropiadas.
- A2: En caso que no sean identificables lugares apropiados para represas, se planean obras de canal así como represas en pequeña escala para desviar el flujo de escombros hacia obras de canal.
- Tipo B B1: La protección de vías férreas y carreteras es el principal objetivo en este caso. La medida estructural para cumplir este propósito es la construcción de diques muro para controlar la dirección del flujo de escombros.
- B2: Cuando es identificable un área pequeña de residencia, se conciben dos tipos de medidas estructurales. Una es de diques muro para proteger las áreas de residencia. La otra es de lugar de retardo para regular los sedimentos o controlar la dirección del flujo de escombros en la parte superior de un cono aluvional.

Los planes estructurales por Quebrada se formulan y determinan de acuerdo a las características de cada Quebrada. No se presentan o demuestran planes alternativos específicos debido a que la determinación del tipo de estructura depende de las características de cada Quebrada. En la Fig. 4-4 a Fig. 4-29 y Tabla 4-1 se muestra el resumen de planes estructurales aplicado al área de grupo A. En la Tabla 4-2 se muestran los resultados equivalentes del grupo B.

(2) Plan estructural para falla de pendiente

Los desastres causados por fallas de pendiente se clasifican ampliamente en flujo de escombros derivado de quebradas pequeñas y derrumbes en las pendientes. Las medidas efectivas para desastres debidos a flujo de escombros o derrumbes que tienden a causar el bloqueo del tráfico en carreteras o vías férreas se presentan de la siguiente manera:

- (i) Los puentes son la medida concebible para evitar desastres a la infraestructura de transporte.
- (ii) Túneles cubiertos de piedra son concebibles para proteger las instalaciones de carreteras y vías férreas.
- (iii) Las paredes de hormigón son recomendables para bloquear los derrumbes.

Los planes estructurales para fallas de pendientes se resumen en la Tabla 4-3.

4.1.3 Estimado de costos

Los costos de construcción del Proyecto fueron estimados a base del plan estructural propuesto y costos de construcción unitarios. Los costos de construcción del grupo (A) se presentan en la Tabla 4-4.

4.1.4 Estimado de beneficios

(1) Grupo (A)

El valor de los daños a las propiedades que serán reducidos por la implementación del Proyecto se utiliza como el beneficio del proyecto. En otras palabras, la diferencia en valores de daños entre condición sin proyecto y con proyecto es el beneficio que resultará del proyecto.

Los valores de daños en las condiciones actuales fueron estimados en clases de largo plazo (período de retorno de 100 años), mediano plazo (período de retorno de 50 años) y corto plazo (período de retorno de 10 años). A base de un volumen de flujo de escombros estimado para las tres clases, se calcularon las áreas a ser dañadas por flujo de escombros y el valor de los daños como valor de daños de promedio anual.

El volumen de flujo de escombros para el período de largo plazo se estimó a base del volumen del flujo

de escombros que tuvo lugar en Qda. Pedregal en marzo de 1987 como se explicó en 4.1.2 (1) "Plan estructural para el flujo de escombros". El volumen de flujo de escombros para el período de mediano plazo y corto plazo se asumió como el 50% y 10% del volumen de largo plazo, respectivamente.

Los valores de daños en la condición con proyecto se estimaron con las siguientes premisas. No existirán daños causados por flujo de escombros cuya escala sea más pequeña que el volumen de flujo de escombros de largo plazo. Esto es porque el plan estructural propuesto se preparó para el volumen de flujo de escombros de largo plazo. De otra parte, se asume que el volumen de daños causado por el flujo de escombros cuya escala es más grande que el flujo de escombros de largo plazo será igual al valor de daños en la condición sin proyecto.

El beneficio de proyecto para el área del Grupo (A) se presenta en las Tablas 4-5 y 4-6 y se resume de la siguiente manera:

(2) Grupo (B)

El concepto de estimado de beneficio para el Grupo (B) es básicamente igual que el del Grupo (A). Sin embargo, el estimado del valor de daños de largo plazo se condujo por un método más simple.

Se estimaron los daños principales (ej. los causados a las casas y producidos por bloqueo de las rutas de tráfico) y los costos de retirar los escombros y cierto porcentaje de este valor se le agregó para incluir los costos a ser incurridos por daños menores.

4.1.5 Evaluación económica

La evaluación económica del proyecto se efectuó a base de los costos y beneficios estimados en lo posible con las siguientes premisas:

- (i) El período de proyecto es de 50 años.

- (ii) Los costos de operación y mantenimiento se asumen como el 0.5 por ciento del costo de construcción, de acuerdo a las experiencias de los proyectos existentes de tipo similar.
- (iii) Los valores de la propiedad se asumieron que crecían a razón de 3 por ciento anual junto con el desarrollo económico regional. Esto se refleja en el crecimiento del beneficio a 3 por ciento por año. (Esta tasa de crecimiento se asumió a base de la tendencia pasada. Por detalles, consulte el Informe Principal).

EIRR para el Grupo (A) se derivó de la siguiente manera:

Nombre de Qda.	EIRR (%)
Quirio	5.3
Pedregal	5.7
Carosio	9.9
Corrales	6.0
Río Seco	10.1
Paihua	5.1
Coshahuacra	4.2

El resultado de la evaluación económica del Grupo (B) se muestra en las Tablas 4-7 y 4-8.

Se considera que el ocho por ciento de EIRR es el nivel de EIRR de umbral para la factibilidad económica. Como se muestra en las Tablas 4-7 y 4-8, más del 25 por ciento de toda el área del proyecto muestra EIRR más altos que 8%. Las áreas con EIRR más altos que 3% suman el 70% del área total. Estas cifras confirman la excelente factibilidad económica del proyecto. (Refiérase a la nota debajo)

La factibilidad económica del proyecto es realizada incorporando diversos beneficios intangibles en análisis como la reducción del número de muertos y la mejora del ambiente social.

Nota: A base de las normas preparadas por instituciones financieras internacionales como el Banco Mundial, etc., el costo de oportunidad de capital en el Perú se fija en 8 por ciento en este estudio.

El costo de oportunidad de capital se define como el retorno de la inversión de capital. Es decir, es equivalente al retorno marginal del proyecto en que se efectúa la inversión de capital en caso que la asignación se haga en orden de proyecto beneficioso en el país.

El costo de oportunidad de capital se determina para cada país de acuerdo a las condiciones económicas. El proyecto se evalúa viable en caso que el EIRR sea mayor que el costo de oportunidad del capital.

4.2 Plan Estructural para Desastres de Inundación

4.2.1 División y clasificación del área de estudio

El área de estudio para el que se formulan los planes estructurales para desastres de crecida, se basa en el área propensa a crecidas. El área propensa a crecidas se define como el área a ser inundada por cualquier tamaño de crecida. La clasificación del área propensa a crecidas en la cuenca del río Rimac se basa en el criterio de los niveles de peligro y susceptibilidad a daños.

Los siguientes tres grupos se clasifican de acuerdo a dichos criterios:

- (i) Grupo A - El área categorizada como grupo A se considera como el de más alto nivel de peligro, por consiguiente, se requiere con urgencia promover instalaciones de control de crecidas. El esquema deseable de la estructura para desastres de crecida se selecciona a través del estudio comparativo de planes alternativos.
- (ii) Grupo B - Los requerimientos de estudios comparativos de alternativas no son tan fuertes como en el grupo A, ya que el nivel de peligro o urgencia no es tan conspicuo.
- (iii) Grupo C - No se conducen estudios específicos hacia el área del grupo C, ya que no se concibe peligro ni urgencia.

La división del área de estudio de acuerdo a la clasificación de "grupo" se muestra de la siguiente manera:

División	Clasificación
(1) Río Rimac	
(a) Tramo superior (Tramo superior desde Matucana)	C
(b) Tramo superior y medio (Desde Matucana a la confluencia con el río Sta. Eulalia)	B
(c) Tramo mediano e inferior (Desde la confluencia con el río Sta. Eulalia a la presa Atarjea)	A
(d) Tramo inferior (Tramo inferior desde la presa Atarjea)	A
(2) Río Sta. Eulalia	
(a) Tramo superior (Tramo superior desde la represa Autisha)	C
(b) Tramo inferior (Desde dicha represa a la confluencia con el río Rimac)	C
(3) Río Jicamarca	
(a) Tramo superior (Tramo superior desde el punto a 4 Km de distancia de la boca del río Jicamarca)	C
(b) Tramo inferior (Desde la boca de río al punto a 4 Km de distancia)	A

Los resultados acerca de la división de clasificación del área de estudio se resumen en la Fig. 4-30.

4.2.2 Plan estructural y evaluación económica

4.2.2.1 Grupo A

Los esquemas deseables de la estructura para desastres de crecidas en el grupo A se determinan y seleccionan de entre varias alternativas a base de estudios comparativos de evaluación económica, técnica y social.

Reconociendo que el propósito principal en el estudio del Plan Maestro es presentar las guías básicas para obras de prevención de desastres, el estudio de planes alternativos coloca la base analítica sobre puntos de vista fundamentales como el ancho del río, el efecto de pozas de retardo, la posibilidad de cualquier crecida y represas de control de crecida. Los esquemas alternativos a base de la descarga de crecida probable ($660 \text{ m}^3/\text{seg}$) correspondiente a 100 años de

período de retorno, se presentan de la siguiente manera:

- (i) Trecho de río entre la confluencia de Sta. Eulalia y el puente Huampaní

El punto destacable en el trecho de río de 12 km de longitud es que el ancho de río se hace angosto debido a la intrusión de casas en el canal de aguas alto. Aunque el ancho promedio del río es aproximadamente de 20 m, se requerirá un ancho de río de 40-50 m si se descarga con seguridad un paso de flujo diseñado de 660 m³/seg. Los estudios comparativos de alternativas se basan en los siguientes dos métodos:

Caso (A-1): Se planean paredes o diques de concreto mientras que el ancho del río permanece intacto sin trabajos de ampliación del ancho de río.

Caso (A-2): Trabajos de mejora del río haciendo un canal de río con un ancho razonable y alineamiento de la crecida de diseño.

- (ii) Trecho de río entre el puente Huampaní y la presa Atarjea

El ancho del río en este trecho, que es generalmente amplio, produce el efecto de retardo o impide el arrastre de guijarros corriente abajo. Sin embargo, pueden observarse meandros del río, resultando en la destrucción parcial de diques debido al flujo de río. En consecuencia, a continuación se muestran las alternativas:

Caso (B-1): Trabajos de mejora de río mientras el ancho de río permanece intacto en el nivel presente.

Caso (B-2): Hacer que el canal del río tenga el ancho razonable para la crecida de diseño.

- (iii) Trecho de río entre la presa Atarjea y la boca de río

El ancho del río se hace extremadamente angosto, par-

cialmente en el punto a 10 km de distancia desde la boca del río. La parte angosta se extiende aproximadamente 1 km de longitud, y el ancho del río es alrededor de 15-20 m. La longitud del terraplén en ambas orillas es de 20 a 30 m haciendo una forma de risco. Como resultado, esta parte angosta es fácil de arrastrar debido a la descarga de crecida. Tomando en consideración los disturbios atribuibles a esta parte estrecha, junto con la alta densidad de casas en ambas orillas, se requiere con urgencia trabajos de mejora del río. A continuación se presentan dos esquemas de alternativas:

Caso (C-1): Trabajos de mejora de ampliación del río.

Caso (C-2): Trabajos de mejora de atajo, y haciendo el alineamiento conforme a la crecida de diseño.

(iv) Cauce de alivio y represa de control de crecida

La desventaja del cauce de alivio es claramente observable en el alto costo de compensación insospechado por las propiedades a ser identificables corriente abajo del río Rimac. Como en el cauce de alivio, el estudio de ingeniería de represas se enfrenta con la dificultad técnica de almacenamiento efectivo del control de crecida debido al volumen de sedimentos, resultando en efectos desfavorables en el corte de pico de agua de crecida. En consecuencia, el cauce de alivio y la represa de control no se consideran como alternativas.

(v) Tramo inferior del río Jicamarca

La principal causa de desastres de crecida en el río Jicamarca no es atribuible a la insuficiente capacidad de flujo del río, sino a la capacidad de flujo pequeña de la alcantarilla en la confluencia con el río Rimac. Como resultado, la mejora de la alcantarilla es el plan más realista sin esquema alternativo.

Las alternativas a estudiar son eventualmente, una combinación de ellas consistente en A-1, A-2, B-1, B-2, C-1 y C-2. Dichas alternativas se muestran en la Fig. 4-31.

(2) Evaluación económica y selección de alternativas

Los resultados de los costos de construcción económicos por alternativas se muestran a continuación:

Area de grupo A	Caso de alternativa	Combinación de alternativas							
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Unidad: 10 ³ US\$									
1. Río Rimac									
(i) Confluencia - Pte. Huampaní	A-1	13,643	13,643	13,643	13,643				
	A-2					16,920	16,920	16,920	16,920
(ii) Pte. Huampaní - Vertedero Atarjea	B-1	12,547	12,547			12,547	12,547		
	B-2			46,572	46,572			46,572	46,572
(iii) Vertedero Atarjea - Boca del río	C-1	17,166		17,166		17,166		17,166	
	C-2		24,369		24,369		24,369		24,369
2. Tramo inferior del Jicamarca		599	599	599	599	599	599	599	599
Total		43,955	51,158	77,980	85,183	47,232	54,435	81,257	88,460

El beneficio de control de crecida corresponde al daño de crecida promedio anual a ser mitigado hasta una crecida de diseño de 100 años de período de retorno, a condición que se implemente el plan estructural preparado.

El estudio de beneficio se basa en el estudio hidrológico de descarga de crecida probable estimada y el estudio económico de valor de propiedad en el área propensa a crecida. El área propensa a crecida se divide por una malla equivalente a 25 Ha (500 x 500 m). La elevación y el uso de la tierra para estimar el valor de las propiedades se registra por malla. La tasa de daño depende de la profundidad del agua y las clases de propiedades se refieren a la norma japonesa establecida por el Ministerio de Construcción del Japón.

Se simula el daño de crecida probable por diferentes magnitudes de crecida en ambos casos de condición con y sin la estructura propuesta. El daño de crecida promedio anual se define como la acumulación de daño de crecida anualizado por diferentes escalas hasta 100 años de período de retorno.

Los beneficios de control de crecida que se definen como la diferencia de daños de crecida promedio anual entre las condiciones con y sin la estructura propuesta, se muestran por área en el grupo A.

Area de Grupo A	Daños de inundación de crecida		Unidad: 10 ³ US\$ Beneficio de proyecto
	Sin proyecto	Con proyecto	
1. Río Rimac			
(i) Confluencia - Pte. Huampaní	3,980	187	3,793
(ii) Pte. Huampaní - Vertedero Atarjea	1,953	113	1,840
(iii) Vertedero Atarjea - Boca del río	4,480	420	4,060
2. Tramo inferior del Jicamarca	713	73	640
Total	11,126	793	10,333

La evaluación económica de los planes estructurales a base de una combinación de alternativas se efectúa refiriéndose a los costos y beneficios económicos. Los resultados de la factibilidad económica por una combinación de alternativas son observables en términos de la tasa interna de retorno económico (EIRR).

Combinación de alternativas		EIRR (%)
(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

Evaluaciones técnicas y sociales

Los resultados de las evaluaciones técnicas y sociales para las alternativas bajo nuestro estudio se resumen de la siguiente manera:

Caso (A-1): A pesar del firme establecimiento de diques o paredes de hormigón, puede existir todavía una alta probabilidad de desastres de crecida ya que las partes defectuosas de las instalaciones de control de crecida tienden a ser fácilmente dañadas debido al flujo intenso (profundidad de

agua de aproximadamente 5 m, y velocidad de flujo de 7 m/seg en la descarga de crecida correspondiente a 100 años de período de retorno).

Caso (A-2): La aplicación del caso (A-2) a los planes estructurales mejoraría la norma de seguridad ya que la profundidad del agua en la crecida de diseño se reduciría a aproximadamente 2.5 m. Aunque se requiera mucho tiempo y costo para investigar el sitio de reubicación apropiada para la gente ribereña y la compensación para esas personas, el caso (A-2) es preferible al caso (A-1) a condición que se proporcione tiempo suficiente para el trabajo de adquisición de tierras y reubicación.

Caso (B-1): Como la condición del río en el trecho en que se planea el caso (B-1) tiene el efecto de retardo o impide el arrastre de guijarros corriente abajo, es recomendable mantener las características favorables del río en la condición actual. En consecuencia, se recomienda el caso (B-1) que son trabajos de mejora del río manteniendo intacto el ancho actual del río.

Caso (B-2): A base de las razones mencionadas arriba, el caso (B-2) que requiere la modificación del canal de río es inferior al caso (B-1), en tanto el cambio del canal de río debilita la condición favorable del río.

Caso (C-1): Aunque se esperan técnicamente los mejores resultados (mitigación de daños de crecida) en el caso (C-2) más que en el caso (C-1), la selección del caso (C-1) es preferible al caso (C-2) debido a la dificultad del trabajo de adquisición de tierras asociado con los atajos u otros trabajos de mejora del caso (C-2).

Caso (C-2): Debido a las razones mencionadas arriba, no es recomendable el caso (C-2).

Selección del plan estructural óptimo

El estudio de evaluación técnica y social llega a la conclusión final que una combinación de alternativas (A-2, B-1, C-1) es el esquema más deseable con una EIRR de 15.9%. Aunque el mejor resultado de EIRR es observable en (A-1, B-1, C-1), (A-2, B-1, C-1) se selecciona desde los puntos de vista de la evaluación técnica, social y económica. En la Fig. 4-32 se muestra el plan estructural correspondiente a (A-2, B-1, C-1).

Sin embargo, se observa que este plan estructural mostrado en la Fig. 4-32 se prepara sólo preliminarmente en esta etapa de estudio del plan maestro, requiriendo reexaminaciones adicionales a base de una investigación y estudio más detallado.

4.2.2.2 Planes estructurales en el Grupo B

El área categorizada como Grupo B cubre el trecho de río entre Matucana y la confluencia con el río Sta. Eulalia. El resultado de simulación de descarga de crecida probable (310 m³/seg) basado en un período de retorno de 100 años no da indicación de la inundación debida a la crecida probable.

Más aún, se propone fuertemente el refuerzo de diques alrededor de Corcona ya que dicho dique no está firmemente establecido y puede ocurrir fácilmente la inundación por la condición topográfica con baja elevación alrededor de la Carretera Central. Más aún, el flujo de descarga se obstruye por los sedimentos depositados en el lecho del río en la parte de este trecho de río. Así se recomiendan trabajos de excavación. Se muestran los planes estructurales propuestos en este trecho de río. El plan estructural en este trecho de río se muestra en la Fig. 4-33. El costo de construcción de este plan se presenta en la Tabla 4-9.

También se efectúa el estudio de la evaluación económica de los planes estructurales en el grupo B a base de costo y beneficio económico. Sin embargo, el beneficio de control de crecida no se generaría debido a la razón de que no aparece el fenómeno de inundación aun en la escala de crecida de diseño. En consecuencia, EIRR indica disconformidad. No es necesario decir que los planes estructurales en el Grupo B son deseables desde el punto de vista de las normas de seguridad.

CAPITULO 5 MEDIDAS NO ESTRUCTURALES

5.1 Administración Actual

El asunto más controvertido a discutir en el campo de las medidas no estructurales es definir la organización que administre la dirección de la vertiente de la cuenca del río Rimac. Debido a la no regulación o control de acciones ilegales o descoordinadas, no pueden descartarse las causas de desastres que se atribuyen a conductas humanas. Tales ejemplos pueden apreciarse en la intrusión ilegal de la gente en el área de desastre, el volcado de tierra o basuras en los ríos, y el desorden del desarrollo urbano.

Otro aspecto que podría causar la inducción de desastres puede observarse en la pérdida de preparación física para evitar o minimizar daños debidos a tales desastres. Este argumento es verdadero en el caso actual del desastre ocurrido en marzo de 1987.

Bajo tales circunstancias, el acercamiento a las medidas no estructurales es de gran importancia para el esquema de prevención de desastres.

5.2 Medidas No Estructurales Propuestas

Los puntos siguientes se refieren a medidas no estructurales que son urgentemente necesarias para la administración general de la cuenca del río Rimac en forma de obras de prevención de desastres.

- (i) El establecimiento e implementación de la regulación del uso de tierras.
- (ii) El establecimiento de un órgano administrativo coordinado para implementar la administración de la vertiente total de la cuenca del río Rimac.
- (iii) El establecimiento de las siguientes medidas no estructurales:

- Sistema de advertencia
 - Sistema de evacuación
 - Organizaciones regionales responsables de acciones de emergencia en tiempo de desastre.
 - Preparación de pozos para el suministro de materiales de socorro en un estado de emergencia.
 - Sistema de observación meteorohidrológica.
 - Sistema de socorro a nivel del país en tiempo de desastre.
- (iv) La clasificación y establecimiento de agencias de implementación para conducir los planes estructurales propuestos.
- (v) El establecimiento de una agencia de implementación de operación y mantenimiento de estructuras de río y para la administración del río.
- (vi) Educación de ingenieros que se encargarían del diseño de planes estructurales.

En la Fig. 5-1 se muestra la regulación del uso de tierras en el área de desastres, y un caso de ejemplo indicando la estructura organizacional para implementar la administración de la vertiente general más los planes estructurales. En la Fig. 5-2 se demuestra un ejemplo del sistema de socorro en tiempos de desastre.

CAPITULO 6 RESUMEN DE PLANES MAESTROS EN OBRAS DE
PREVENCION DE DESASTRES

Los planes maestros que consisten en dos acercamientos a las medidas estructurales y no estructurales se resumen en las Tablas 6-1 a 6-3 y Figs. 6-1 a 6-5.

Los resultados de la evaluación económica en términos de EIRR son los siguientes:

	<u>EIRR (%)</u>
Planes estructurales para el flujo de escombros y falla de pendientes -----	5.4
Planes estructurales para desastres de crecida -----	15.5
Total -----	8.6

Como se aprecia arriba, se muestra un EIRR de 8.6% para todo el plan estructural, aunque para la prevención de desastres de flujo de escombros y falla de escombros se limita al 5.4%. Como un proyecto con un EIRR más alto de 8.0% se considera factible económicamente, el plan estructural propuesto es económicamente justificable con suficiencia. Por otra parte, el plan general propuesto incluye medidas estructurales y no estructurales que encierran méritos sociales extremadamente altos como la prevención de la pérdida de vidas humanas y la estabilización del bienestar público. Así, el plan maestro propuesto se considera suficientemente correcto desde un punto de vista amplio.

CAPITULO 7 PROGRAMAS DE IMPLEMENTACION

A base de los estudios comparativos de alternativas concebibles a ser implementadas, en las Figs. 7-1 a 7-2 se presenta el programa de implementación más recomendable. El resultado del estudio revela una implementación de planes propuestos lo más pronto posible desde el punto de vista del análisis económico. No es necesario decir que es deseable el pronto compromiso a los planes propuestos para lograr la prevención de desastres a la cuenca, y en consecuencia el control de disturbios sociales.

Se observa que el programa de implementación mostrado en las figuras se prepara preliminarmente en esta etapa de estudio del plan maestro, así requiere reexaminaciones adicionales a base de una investigación y estudio más detallado en la próxima etapa y la situación real de financiamiento, etc.

CAPITULO 8 RECOMENDACIONES

- (A) El plan maestro formulado a base de las medidas estructurales y no estructurales se define como la guía básica para las obras de prevención de desastres. Debe darse importancia a los esquemas generales que son compatibles con la coordinación de las medidas estructurales y no estructurales.
- (B) A pesar del tiempo substancial requerido hasta la implementación del plan propuesto, se demuestra como una recomendación importante los siguientes puntos considerados urgentes:
- (1) Los planes estructurales para el desastre de flujo de escombros en quebradas categorizadas como grupo A se deben implementar urgentemente. Se requerirá una investigación adicional topográfica y geológica, y debe analizarse con más detalle la factibilidad económica del plan propuesto en la etapa de flujo de escombros.
 - (2) La urgencia de implementar los planes estructurales para desastre de crecidas es tan alto en el área metropolitana del tramo inferior debido al nivel alto de susceptibilidad a daños a base del número de propiedades a proteger en el área urbana. Son necesarias urgentemente las siguientes medidas:
 - En lo concerniente al tramo inferior de la parte estrecha del río Rimac, se recomiendan trabajos de excavación, retiro de desechos y trabajos de revestimiento.
 - La recomendación anterior es también aplicable al tramo superior de la parte estrecha del río Rimac.
 - Trabajos de mejora de ampliación de esa parte estrecha.

Si se decide implementar el trabajo de mejora de ampliación de la parte estrecha, debe efectuarse lo más pronto posible el compromiso de adquirir tierras, ya que tomará tiempo completar el trabajo relacionado con la adquisición de tierras.

- (3) También se considera como trabajo urgente la rehabilitación de las partes defectuosas de diques identificados en el tramo medio, que de otra manera serían destruidos parcialmente debido a las aguas de crecida que se aproximan. La implementación del trabajo de rehabilitación debe efectuarse al mismo tiempo que los trabajos mencionados en (2).
 - (4) En cuanto a los planes estructurales para desastres de crecidas en el trecho de río entre el puente Huampaní y la confluencia con el río Sta. Eulalia, debe darse debida preparación y tiempo a la adquisición de tierras ya que tomará un tiempo substancial efectuar dicho trabajo.
 - (5) Entre las medidas no estructurales discutidas en el Capítulo 5, los puntos en que se debe dar alta prioridad son los siguientes:
 - Prohibir el lanzamiento de desechos en el canal de agua alta del río.
 - Prohibir la intrusión ilegal de gente ribereña en el área de desastres con el propósito de formar asentamientos.
 - (6) Antes de la implementación de los puntos anteriores (2) a (4), serán necesarios una investigación más detallada, estudios y trabajos de diseño, etc. Se requiere avanzar con los procedimientos necesarios para tales trabajos mencionados.
- (C) El estudio básico sobre el efecto de la vegetación en la prevención de desastres se recomienda como el esquema a largo plazo. Se requiere la investigación continua y la acumulación de datos para aplicar exitosamente

el estudio de vegetación a la prevención de desastres con esfuerzos concienzudos a ser efectuados en el país.

- (D) Debe efectuarse en el plazo más corto la educación para formar especialistas o ingenieros que se encargarían de la implementación del plan detallado de las obras de prevención de desastres. Es deseable la formación de un centro de entrenamiento de especialistas en disciplinas relacionadas a la prevención de desastres. Debe prepararse lo más pronto posible el establecimiento de esta clase de institución.

T A B L A S

Table 1-1 OUTLINE OF LECTURES MADE BY THE STUDY TERM (1/2)

<u>Name of Lecturer</u>	<u>Outline of Lecture/Instruction</u>	<u>Date</u>	<u>Place</u>
Y. Motoki (Hydrologist)	Field instruction of discharge measurement by current meter	Mar. 18, 1987	San Mateo
R. Nishikawa (Team Leader)	Natural Disaster and administrative system for disaster prevention in Japan	Feb. 27, 1987	INDC
M. Tada (Socio-Economist)	Necessity and method of economic evaluation for disaster prevention study	Feb. 27, 1987	INDC
H. Okada (Debris flow control planner)	Brief introduction of measures against land slide, slope failure and debris/mud flow disaster	Jul. 6, 1987	ONERN
M. Suzuki (Geologist)	Mechanism of natural disaster	Jul. 6, 1987	ONERN
M. Sakurai (Disaster survey expert)	Introduction of debris and mud flow in Japan and method of disaster survey	Jul. 6, 1987	ONERN
M. Onodera (Construction Planner)	Basic conditions for construction plan and cost estimate	Jul. 6, 1987	ONERN
N. Fujita (Acting Team Leader)	Detailed explanation on the Interim Report for the Master Plan Study on the Disaster Prevention Project in the Rimac River Basin	Sep. 18, 1987	INDC

Table 1-1 OUTLINE OF LECTURES MADE BY THE STUDY TERM (2/2)

<u>Name of Lecturer</u>	<u>Outline of Lecture/Instruction</u>	<u>Date</u>	<u>Place</u>
E. Oda (Special Lecturer)	Formulation of policies for Nation Disaster Prevention	Jan. 21, 1988	CENTRO CIVICO
S. Ohkubo (Member of Advi- sory Committee)	Administration for Flood Control	Jan. 21, 1988	CENTRO CIVICO
K. Yano (Chief of Advi- sory Committee)	Sabo Planning	Jan. 21, 1988	CENTRO CIVICO
M. Fukuda (Member of Advi- sory Committee)	River Planning	Jan. 22, 1988	CENTRO CIVICO
K. Yano (Chief of Advi- sory Committee)	Basic Concepts in Disaster Prevention Plan of Rimac River Basin	Jan. 22, 1988	CENTRO CIVICO
R. Nishikawa (Term Leader)			
N. Fujita (Acting Term Leader)	Outline of Disaster Prevention Plan for Rimac River Basin	Jan. 22, 1988	CENTRO CIBICO
H. Okada (Debris Flow Control Planner)			

Table 1-2 LIST OF DIRECT PARTICIPANTS OF THE STUDY

<u>Advisory Committee</u>	<u>Study Team</u>	<u>Counterpart Officers</u>
Chairman :	Team Leader :	Chief Counterpart :
K.Yano (/1)	R.Nishikawa (NK)	Jorge A.Del Aguila Sánchez (INDC)
Member :	Acting Team Leader :	Counterpart :
Y.Ogawa (MOC) (1987.1-1987.3)	N.Fujita (NK)	César Arguedaz Madrid (INDC)
S.Ohkubo (MOC) (1987.4-)	Member :	Guillermo Chamorro Rodríguez (INDC)
M.Fukuda (MOC)	H.Okada (NK)	Víctor Murillo Pino (INDC)
	M.Suzuki (/2)	Oscar Trejo Oviedo (INDC)
Coordinator :	M.Sakurai (/3)	Other Contacting Officers :
K.Nakagawa (JICA)	Y.Motoki (NK)	Lenkisa Angulo Villarreal (INDC)
	S.Ezaki (NK)	Enrique Huiza Valverde (USMSM)
	M.Onodera (NK)	Filiberto Matos Flores (DHINA)
	M.Tada (NK)	Jorge Lam Ramírez (DHINA)
		César Del Carmen (DHINA)
		Nicolás Carrión (ELECTROLIMA)
		José Córdova (SEDAPAL)
		Gerardo Pérez (IGN)
		Vivar Gamarra (DIGAF)
		Juan de La Cruz (UNMSM)
		Hermán Gabanillas (II RDC)
		Pedro Quevedo (Privado Espec. obras Hidrául.)
		Edmundo Turpaud (Minist. Agric.)
		Angal Lema (CORLIMA)
		Fernando Moreno (COOPOP)
		Juan Medina (Minist. Viv.)
		Benjamin Villanueva (Minist. Transp.)
		Máximo Fuentes (Minist. Agric.)
		Pedro Abad Velez (CORLIMA)
		Luis Cabrera López (INDC)
		Benites (Minist. Agric.)
		Water Gómez (SENAMHI)
Special Abbreviations		
MOC	: Ministry of Construction	
JICA	: Japan International Cooperation Agency	
NK	: Nippon Koei Co., Ltd.	
INDC	: Instituto Nacional de Defensa Civil	
UNMSM	: Universidad Nacional Mayor de San Marcos	
DHINA	: Dirección de Hidrología y Navegación de la Marina	
ELECTROLIMA	: Empresa de Electricidad de Lima	
SEDAPAL	: Servicio de Agua Portable y Alcantarillado de Lima	
IGN	: Instituto Nacional Geográfico	
DIGAF	: Dirección General de Aerofotografía	
CORLIMA	: Cooperación de Desarrollo de Lima	
COOPOP	: Cooperación Popular	
INGEMET	: Instituto Geográfico Minero y Metalúrgico	
SENAMHI	: Servicio Nacional de Meteorología y Hidrología	
Remarks :		
/1	Sabo and Landslide Engineering Center	
/2	Tobishima Construction Co., Ltd.	
/3	Ringyodoboku Consultant	

Table 4-1 WORK QUANTITY OF MAIN CONSTRUCTION WORKS IN QDA AREAS OF GROUP "A" (1/2)

Description	Unit	Qda										
		Quirio	Pedregal	Carosio	Corrales	Rio Seco	Paihua	Oda	Cashahuacra			
I. Main Dam												
- Excavation, common	cu.m	25,700	27,900	-	-	-	-	-	-	-	76,300	-
- Backfill with random materials	cu.m	71,200	22,300	-	-	-	-	-	-	-	5,000	-
- Concrete	cu.m	4,000	2,800	-	-	-	-	-	-	-	42,000	-
- Rubble concrete	cu.m	23,900	13,500	-	-	-	-	-	-	-	0	-
- Backfill concrete	cu.m	13,500	11,000	-	-	-	-	-	-	-	9,000	-
- Reinforcing bar	tons	71	86	-	-	-	-	-	-	-	128	-
- Protection works with wet masonry	sq.m	1,900	3,000	-	-	-	-	-	-	-	4,100	-
- Gabion mattress	nos	40	40	-	-	-	-	-	-	-	50	-
II. Lower Erosion Control Dam												
- Excavation, common	cu.m	33,500	30,200	6,800	7,600	-	-	-	-	-	7,700	-
- Backfill with random materials	cu.m	1,000	600	1,700	1,300	-	-	-	-	-	450	-
- Concrete	cu.m	9,000	8,700	6,200	10,800	-	-	-	-	-	4,300	-
- Rubble concrete	cu.m	0	0	0	0	-	-	-	-	-	0	-
- Backfill concrete	cu.m	0	0	0	0	-	-	-	-	-	0	-
- Reinforcing bar	tons	44	50	15	37	-	-	-	-	-	15	-
- Protection works with wet masonry	sq.m	1,000	1,000	1,800	1,600	-	-	-	-	-	450	-
- Gabion mattress	tnos	40	40	0	15	-	-	-	-	-	25	-
III. Upper Erosion Control Dam												
- Excavation, common	cu.m	-	43,400	-	6,300	-	-	-	-	-	-	10,700
- Backfill with random materials	cu.m	-	600	-	1,200	-	-	-	-	-	-	19,000
- Concrete	cu.m	-	8,700	-	9,900	-	-	-	-	-	-	9,500
- Rubble concrete	cu.m	-	0	-	0	-	-	-	-	-	-	0
- Backfill concrete	cu.m	-	0	-	0	-	-	-	-	-	-	7,500
- Reinforcing bar	tons	-	50	-	32	-	-	-	-	-	-	41
- Protection works with wet masonry	sq.m	-	1,300	-	1,200	-	-	-	-	-	-	170
- Gabion mattress	nos	-	40	-	15	-	-	-	-	-	-	260

(to be continued)

Table 4-1 WORK QUANTITY OF MAIN CONSTRUCTION WORKS IN QDA AREAS OF GROUP "A" (2/2)

Description	Unit	Qda Quijico	Qda Pedregal	Qda Carosio	Qda Corrales	Qda Rio Seco	Qda Pailhua	Qda Cashahuacra
IV. Channel Works								
- Excavation, common	cu.m	120,000	128,500	9,400	10,100	-	5,000	21,500
- Backfill with random materials	cu.m	11,700	12,800	800	800	-	0	0
- Concrete	cu.m	0	0	0	0	-	0	0
- Rubble concrete	cu.m	18,500	20,600	4,000	1,700	-	0	1,700
- Backfill concrete	cu.m	0	0	0	1,200	-	0	0
- Reinforcing bar	tons	0	0	0	0	-	0	0
- Protection works with wet masonry	aq.m	21,500	8,200	3,300	1,600	-	0	2,300
- Gabion mattress	nos	860	860	75	60	-	0	15
- New Bridge/Rockshed tunnel	NA	LS	LS	LS	LS	-	0	0
V. Dike								
- Excavation, common	cu.m	-	-	-	-	44,700	3,300	23,500
- Backfill with random materials	cu.m	-	-	-	-	6,200	-	3,300
- Backfill with gravel	cu.m	-	-	-	-	3,400	470	1,800
- Backfill with cobble & rubble	cu.m	-	-	-	-	50,900	0	18,600
- Concrete	cu.m	-	-	-	-	0	0	0
- Rubble concrete	cu.m	-	-	-	-	0	0	0
- Backfill concrete	cu.m	-	-	-	-	0	0	0
- Reinforcing bar	tons	-	-	-	-	0	0	0
- Protection works with wet masonry	sq.m	-	-	-	-	25,700	1,900	2,300
- Gabion mattress	nos	-	-	-	-	2,360	500	15
VI. Improvement of Structures								
- Extension of road tunnel	m	-	-	-	-	60	-	-
- Extension of railway tunnel No.1	m	-	-	-	-	60	-	-
- Extension of railway tunnel No.2	m	-	-	-	-	80	-	-
- New road bridge (L=20 m)	sq.m	-	-	-	-	120	-	-
- New railway bridge (L=20 m)	sq.m	-	-	-	-	80	-	-

Table 4-2 TYPE AND QUANTITY OF STRUCTURAL PLAN
FOR QDA AREAS OF GROUP "B"

Name and No. of Qda	Type	Q'ty of Structure			Others
		No. of Dam (Nos)	Length of Channel Works (km)	Length of Dike Section (km)	
Q. Chaclacayo (R1)	A1	3	3.3	-	
Q. Chacrasana (R2)	A1	1	1.1	-	
Q. California (R3)	A1	1	1.3	-	
Q. Santa Maria (R4)	A1	1	1.0	-	
Q. La Cantuta (R5)	A1	3	1.2	-	
Q. La Ronda (R10)	A1	4	1.3	-	
Q. Santa Ana (R11)	B1	-	(0.4)	0.6	Road & Railway Protection
Q. Cupiche (R13)	B1	-	(0.4)	0.5	- ditto -
Q. Rio Canchacalla (R15)	C	5	(0.5)	0.5	
Q. Guayabo (R16)	B2	2	0.4	-	Road & Railway Protection
Q. Agua Salada (R17)	B1	-	(0.5)	0.5	- ditto -
Q. Del Pate (R18)	B1	-	-	0.4	- ditto -
Q. Huacre (R23)	B1	-	(0.5)	0.5	- ditto -
Q. Matata (R24)	B1	-	(0.5)	0.5	- ditto -
Q. Cuchimachay (R25)	A1	2	1.1	-	
Q. Chucumayo (R31)	B2	1	0.7	1.6	Road & Railway Protection
Q. Chacahuacra (R33)	B2	1	0.3	-	- ditto -
Q. Pancha (R34)	C	3	(0.5)	-	
Q. Viso (R35)	C	2	(0.5)	-	
Q. Parac (R37)	C	3	(0.3)	-	
Q. Redonda (S2)	B2	1	1.3	1.3	
Q. Infiernillo (S3)	B1	-	(0.4)	0.4	
Q. Lucuma (S5)	B1	-	(0.9)	0.9	

Note: Channel works with parenthesis: Excavation for improvement of
existing channel

Table 4-3 STRUCTURES AND ITS QUANTITIES IN SPE AREAS OF GROUP "B"

Name and No. of Spe Area	Kind of Structure and Number or Length (km)						
	Bridge		Bock S. Tunnel		Retain. Wall		Other
	Road	Rail	Road	Rail	High	Low	
River mouth-Jicamarca (R-7/0)	-	-	-	-	-	15	
River mough-Chaclacayo (R-7/1)	-	-	-	-	0.5	17.5	
Jicamarca-Chacrasana (R-0/2)	-	-	-	-	0.5	1.5	
Chaclacayo-California (R-1/3)	-	-	-	-	-	0.05	
Santa Maria-Quirio (R-4/6)	-	-	-	-	-	0.11	
La Cantuta-La Ronda (R-5/10)	-	-	-	-	-	1.5	
Pedregal-Carosio (R-7/8)	-	-	-	-	-	0.68	
Carosio-Corrales (R-8/9)	-	-	-	-	-	0.2	
Corrales-Cashauacra (R-9/1) and (S-7/1)	-	-	-	-	-	0.2	
La Ronda-Confluence (R-10/-)	-	-	-	-	-	0.04	
Confluence-Santa Ana (R-11)	-	-	-	-	-	0.32	
Confluence-San Juan (R-12)	-	-	-	-	-	0.08	
Santa Ana-Cupiche (R-11/13)	1	-	2	1	1.5	0	
Cupiche-Guayabo (R-13/16)	-	-	2	5	1.5	0.66	
Guayabo-Agua Salada (R-16/17)	-	-	2	0	1.0	0	
R. Seco-Esperanza (R-19/20)	1	1	3	5	2.5	0.05	
Esperanza-Verrugas (R-20/21)	1	1	6	7	2.5	0.01	
Verrugas-Huacre (R-21/23)	1	1	3	5	2.0	0.08	
Linday-Yamajune (R-22/27)	1	-	2	-	2.5	0.04	
Chacamaza-Barranco (R-26/29)	-	-	-	7	-	0.04	
Chucumayo-Chacahuaro (R-31/33)	-	-	-	3	-	0.9	
Parac-Rio Blanco (R-37/40)	2	2	2	2	-	1.12	
Confluence-Alcula (S-7/4)	-	-	-	-	-	0.11	
Cashahuacra-Redonda (S-1/2)	-	1	-	5	-	0.11	
Redonda-Infiernillo (S-2/3)	-	-	-	4	-	0.09	

Table 4-4 ECONOMIC PROJECT COST IN QDA AREAS OF GROUP "A"

(Unit : x 10³ US\$)

Description	Quirio	Pedregal	Carcasio	Corrales	Rio Seco	Paihua	Cashahuacra
1. Preparatory Works	284.4	366.2	49.0	110.5	113.2	247.8	124.5
2. Construction Works							
(1) Check dam	2,453.2	1,618.1	-	-	-	4,216.3	-
(2) Erosion control/ sand arrosting dam	893.5	1,772.2	578.4	1,803.0	-	391.6	1,218.7
(3) Channel works	2,056.6	3,567.3	352.5	296.8	-	20.0	213.8
(4) Training/Polder dike	-	-	-	-	1,408.0	-	933.2
(5) Protection of road and railway	-	-	-	-	743.6	80.8	-
(6) Miscellaneous	284.4	366.2	49.0	110.5	113.2	247.8	124.5
Sub-Total	5,687.7	7,323.7	979.9	2,210.3	2,264.8	4,956.5	2,490.1
3. Compensation	1,003.3	1,733.3	130.0	150.0	166.7	6.7	18.3
4. Engineering Service and Government administration	523.2	706.7	86.9	185.3	190.8	390.8	197.5
5. Physical Contingency	1,124.8	1,519.5	186.8	398.4	410.3	840.3	424.6
Total	8,623.4	11,649.4	1,432.7	3,054.5	3,145.9	6,442.1	3,057.4

Note : 1.; 5% of 2.
 4.; 7.5% of (1.+2.+3.)
 5.; 15% of (1.+2.+3.+4.)

Table 4-5 ECONOMIC PROJECT COST ESTIMATED FOR STRUCTURAL PLAN FOR QDA AREAS OF GROUP "B"

Name of No. of Qda	Construction Cost					Total	Project Cost
	Dam	Channel Works	Dike	Others			
Q. Chaclacayo (R1)	3,149.4	2,604.3	-	302.8		6,056.5	9,448.2
Q. Chacrasana (R2)	1,511.3	1,249.8	-	145.3		2,906.4	4,534.0
Q. California (R3)	2,700.5	2,233.1	-	259.7		5,193.3	8,101.6
Q. Santa Maria (R4)	1,478.8	1,222.8	-	142.2		2,843.8	4,436.3
Q. La Cantuta (R5)	4,821.8	3,987.3	-	463.6		9,272.8	14,465.5
Q. La Ronda (R10)	2,892.3	2,391.7	-	278.1		5,562.2	8,677.1
Q. Santa Ana (R11)	-	-	923.9	566.3		1,490.2	2,071.4
Q. Cupiche (R13)	-	-	636.9	390.3		1,027.2	1,427.8
Q. Rio Canchacalla (R15)	19,221.6	-	426.3	1,245.1		20,893.0	27,160.9
Q. Guayabo (R16)	438.7	250.7	-	197.0		895.3	1,101.2
Q. Agua Salada (R17)	-	-	785.2	481.3		1,266.5	1,760.4
Q. Del Pate (R18)	-	-	528.5	323.9		852.4	1,184.8
Q. Huacre (R23)	-	-	256.7	157.4		414.1	575.6
Q. Matata (R24)	-	-	506.3	310.3		816.6	1,135.1
Q. Cuchimachay (R25)	848.9	701.0	-	81.6		1,632.5	2,946.7
Q. Chucumayo (R31)	1,122.6	183.3	847.7	114.6		2,291.1	2,818.1
Q. Chacahuacra (R33)	170.7	127.9	-	46.3		348.4	428.6
Q. Pancha (R34)	5,645.2	-	-	490.9		6,136.1	7,976.9
Q. Viso (R35)	2,875.3	-	-	250.0		3,125.3	2,404.1
Q. Parac (R37)	10,639.2	-	-	925.1		11,564.3	15,033.6
Q. Redonda (S2)	780.7	127.4	589.5	79.7		1,593.2	1,959.7
Q. Infiernillo (S3)	-	-	458.6	281.1		739.7	1,028.2
Q. Lucuma (S5)	-	-	487.5	298.8		786.3	1,093.0

Note : (1) Unit : US\$ x 10⁶
 (2) Project Cost : 1.56 x Construction cost for A1 type
 1.54 x " for A2 type
 1.39 x " for B1 type
 1.23 x " for B2 type
 1.30 x " for C type

Table 4-6 ECONOMIC PROJECT COST FOR SPE AREAS OF GROUP "B"

(Unit: x 10⁶ US\$)

Name and No. of Spe Area	Construction cost				Total	Project cost
	Bridge	R. Tunnel	R. Wall	Others		
River mouth-Jicamarca (R-7/0)	-	-	10.5	0.553	11.053	15.585
River mough-Chaclacayo (R-7/1)	-	-	12.85	0.676	13.53	19.077
Jicamarca-Chacrasana (R-0/2)	-	-	1.65	0.087	1.74	2.453
Chaclacayo-California (R-1/3)	-	-	0.035	0.002	0.037	0.052
Santa Maria-Quirio (R-4/6)	-	-	0.077	0.004	0.081	0.114
La Cantuta-La Ronda (R-5/10)	-	-	1.05	0.055	1.105	1.558
Pedregal-Carosio (R-7/8)	-	-	0.476	0.025	0.501	0.706
Carosio-Corrales (R-8/9)	-	-	0.14	0.007	0.147	0.207
Corrales-Cashauacra (R-9/1) and (S-7/1)	-	-	0.14	0.007	0.147	0.207
La Ronda-Confluence (R-10/-)	-	-	0.028	0.001	0.029	0.041
Confluence-Santa Ana (R-11/11)	-	-	0.224	0.012	0.236	0.333
Confluence-San Juan (R-12/12)	-	-	0.056	0.003	0.059	0.083
Santa Ana-Cupiche (R-11/13)	0.139	0.297	1.8	0.118	2.354	3.319
Cupiche-Guayabo (R-13/16)	-	0.466	2.262	0.144	2.872	4.049
Guayabo-Agua Salada (R-16/17)	-	0.254	1.2	0.076	1.530	2.157
R. Seco-Esperanza (R-19/20)	0.227	0.594	3.035	0.203	4.059	5.723
Esperanza-Verrugas (R-20/21)	0.227	1.060	3.007	0.226	4.520	6.373
Verrugas-Huacre (R-21/23)	0.227	0.594	2.456	0.172	3.449	4.863
Linday-Yamajune (R-22/27)	0.139	0.254	3.028	0.180	3.601	5.077
Chacamaza-Barranco (R-26/29)	-	0.297	0.028	0.017	0.342	0.482
Chucumayo-Chacahuaro (R-31/33)	-	0.127	0.63	0.040	0.797	1.124
Parac-Rio Blanco (R-37-40)	0.454	0.339	0.784	0.083	1.660	2.34
Confluence-Alcula (S-4/4)	-	-	0.077	0.004	0.081	0.114
Cashahuacra-Redonda (S-1/2)	-	0.121	0.077	0.015	0.304	0.429
Redonda-Infiernillo (S-2/3)	-	0.170	0.063	0.012	0.245	0.345

Note: (1) Project Cost = 1.41 x Construction Cost.

(2) 1.41 is the mean in case of Qda areas of Group "A"

Table 4-7 RESULTS OF ECONOMIC EVALUATION
FOR QDA AREAS OF GROUP "B"

Name of Quebrada	Project Cost (10 ³ US\$)	Annual Average Benefit (10 ³ US\$)	EIRR (%)
Q. Chaclacayo (R1)	9,448.2	547.9	8.99
Q. Chacrasana (R2)	4,534.0	96.1	3.19
Q. California (R3)	8,101.6	238.0	4.79
Q. Santa Maria (R4)	4,436.3	98.2	3.39
Q. La Cantuta (R5)	14,465.5	136.0	-0.24
Q. La Ronda (R10)	8,677.1	151.3	2.31
Q. Santa Ana (R11)	2,071.4	164.5	11.54
Q. Cupiche (R13)	1,427.8	129.0	12.79
Q. Rio Canchacalla (R15)	27,160.9	159.4	-2.09
Q. Guayabo (R16)	1,101.2	120.9	14.94
Q. Agua Salada (R17)	1,760.4	130.2	10.90
Q. Del Pate (R18)	1,848.8	123.1	14.30
Q. Huacre (R23)	575.6	13.8	3.75
Q. Matata (R24)	1,135.1	27.0	3.71
Q. Cuchimachay (R25)	2,546.7	50.7	2.90
Q. Chucumayo (R31)	2,818.1	152.5	8.45
Q. Chacahuacra (R33)	428.6	58.9	17.90
Q. Pancha (R34)	7,976.9	60.87	-1.07
Q. Viso (R35)	2,404.1	119.8	3.96
Q. Parac (R37)	15,033.6	59.9	-0.89
Q. Redonda (S2)	1,959.7	50.6	4.12
Q. Infiernillo (S3)	1,028.2	32.0	5.07
Q. Lucuma (S4)	1,093.0	31.9	4.73

Table 4-8 RESULTS OF ECONOMIC EVALUATION
FOR SPE AREAS OF GROUP "B"

Name of Quebrada		Project Cost (10 ³ US\$)	Annual Average Benefit (10 ³ US\$)	EIRR (%)
River mouth - Jicamarca	(R - 7/0)	15,585	84.4	0.68
River mouth - Chaclacayo	(R - 7/1)	19,077	172.5	-0.04
Jicamarca - Chacrasana	(R - 0/2)	2,453	2.6	-
Chaclacayo - California	(R - 1/3)	52	5.0	13.67
Santa Maria - Quirio	(R - 4/6)	1,140	0.6	-2.42
La Cantuta - La Ronda	(R - 5/10)	1,585	5.7	-4.06
Pedregal - Carosio	(R - 7/8)	706	7.3	0.15
Carosio - Corrales	(R - 8/9)	207	3.6	3.39
Corrales - Cashahuacra	(R - 9/1)	207	2.3	0.45
	and (S - 7/1)			
La Ronda - Confluence	(R - 10/7)	41	0.6	6.68
Confluence - Santa Ana	(R - 7/11)	333	12.9	6.23
Confluence - San Juan	(R - 7/12)	83	5.9	10.64
Santa Ana - Cupiche	(R - 11/12)	3,319	8.0	5.22
Cupiche - Guayabo	(R - 13/16)	4,049	26.0	3.64
Guayabo - Agua Salada	(R - 16/17)	2,157	9.0	3.46
R. Seco-Esperanza	(R - 19/20)	5,723	4.4	4.39
Esperanza - Verrugas	(R - 20/21)	6,373	0.8	4.50
Verrugas - Huacre	(R - 21/23)	4,863	4.76	4.9
Linday - Yamajune	(R - 22/27)	5,077	2.3	4.47
Chacamaza - Barranco	(R - 26/29)	482	0.6	1.02
Chucunayo - Chacahuaro	(R - 31/33)	1,124	21.2	3.50
Parac - Rio Blanco	(R - 37/40)	2,340	35.3	8.92
Confluence - Alcula	(S - 7/4)	114	6.9	9.30
Cashahuacra - Redonda	(S - 1/2)	429	4.6	3.02
Redonda - Infiernillo	(S - 2/3)	345	3.9	2.86

Table 4-9 PROJECT INVESTMENT COST OF RIVER IMPROVEMENT BY ALTERNATIVE PLANS (MAIN STREAM)

No.	Work Items	Unit	Upper Reaches			Middle Reaches			Lower Reaches			Unit : US\$ 10 ³			
			A-1		A-2		B-1		B-2		C-1		C-2		
			Q'ty	Amount	Q'ty	Amount	Q'ty	Amount	Q'ty	Amount	Q'ty		Amount	Q'ty	Amount
1	Preparatory works /1	L.S.	-	522	-	642	-	504	-	1,817	-	639	-	909	
2	Main Works			10,447		12,844		10,083		36,339		12,777		18,179	
(1)	Excavation														
-	Rock/boulders	cu.m	7.2	90,600	141,000	1,011	103,200	740	0	0	176,000	1,261	293,000	2,100	
-	Common	cu.m	3.7	93,900	344	150,000	44,900	165	1,236,000	4,532	1,582,000	5,801	2,636,100	9,666	
(2)	Embankment	cu.m	20.8	238,000	4,958	238,000	255,200	5,317	1,255,000	26,146	28,200	588	28,200	588	
(3)	Backfill														
-	Gravel	cu.m	7.2	46,900	46,900	46,900	68,300	72,500	72,500	72,500	72,500	72,500	72,500	72,500	
-	Random	cu.m	3.7	24,600	90	80,400	4,500	17	0	0	187,600	688	187,600	688	
(4)	Rienforced concrete	cu.m	100.0	20,500	2,050	28,200	14,900	1,490	0	0	11,900	1,190	14,200	1,420	
(5)	Gabion	Pc.	20.0	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	27,500	367	267,000	3,560	155,800	2,077	155,800	2,077	
-	Gabion mattress	sq.m	10.0	35,600	356	35,600	31,700	317	0	0	0	0	0	0	
(7)	Groyne														
-	Wet masonry	cu.m	40.7	0	0	0	990	40	0	0	0	0	0	0	
-	Concrete	cu.m	83.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
(8)	Ground sill	sq.m	130.0	3,600	468	0	6,000	780	0	0	1,125	146	1,125	146	
(9)	Bridge	sq.m	1,160.0	0	0	960	1,114	371*	320	371*	360	418	360	418	
(10)	Road	sq.m	22.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,600	211	
(11)	Gate	sq.m	8,010.0	0	0	12	96	0	0	0	0	0	0	0	
(12)	Miscellaneous (5%)	L.S.	-	497	-	612	-	480	-	1,730	-	608	-	866	
3	Compensation	Nos.	166.7	400	67	1,200	280	47	0	0	2,820	470	3,745	624	
4	Engineering service & governmental administration /2	L.S.	-	828	-	1,026	-	798	-	2,862	-	1,041	-	1,478	
5	Physical contingency /3	L.S.	-	1,780	-	2,207	-	1,715	-	6,153	-	2,239	-	3,179	
Total				13,643		16,920		13,146		47,171		17,166		24,369	
										(599)					

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 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

Table 6-1 PROPOSED PROJECT FOR DEBRIS FLOW AND SLOPE FAILURE DISASTER PREVENTION

Description of Project Areas	Type of Stru. Plan	Proposed Main Structures					Economic Project Cost (x10 US\$)	EIRR (%)	
		Dam (No.)	Channel Works (km)	Dike (km)	Bridge (No.)	Tunnel (No.)			Retaining Wall (km)
(A) Group A (First Priority)									
(a) Qda Area : 7 areas									
R-6	Q.Quirio	A1	2	1.8	-	2	-	8,623.4	5.25
R-7	Q.Pedregal	A1	3	1.9	-	2	-	11,649.4	5.65
R-8	Q.Carosio	A2	1	0.3	-	1	-	1,432.7	9.85
R-9	Q.Corrales	A2	2	0.2	-	-	1	3,054.5	6.02
R-19	Q.Rio Seco	B1	-	-	1.5	2	-	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 - Yama June	-	-	-	-	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 - Alcudia	-	-	-	-	-	0.11	114.0	9.30
S-1/2	Cashahuacra - 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

Table 6-2 PROPOSED RIVER IMPROVEMENT PLAN FOR INUNDATION DISASTER PREVENTION

Division of River Stretch	Levee (m)	Revetment						Economic Project Cost (US\$10 ³)	EIRR (%)
		Parapet Wall (m)	Gabion (m)	Wet Masonry Wall (m)	Frame Work (m)	Groyne (Nos)	Ground Sill (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	17,166	2**
2. Tributary									
- Lower reaches of Oda Jicarmica	400	-	-	200	-	-	-	599	1
(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.

Table 6-3 PROPOSED NON-STRUCTURAL MEASURES

- (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

FIGURAS

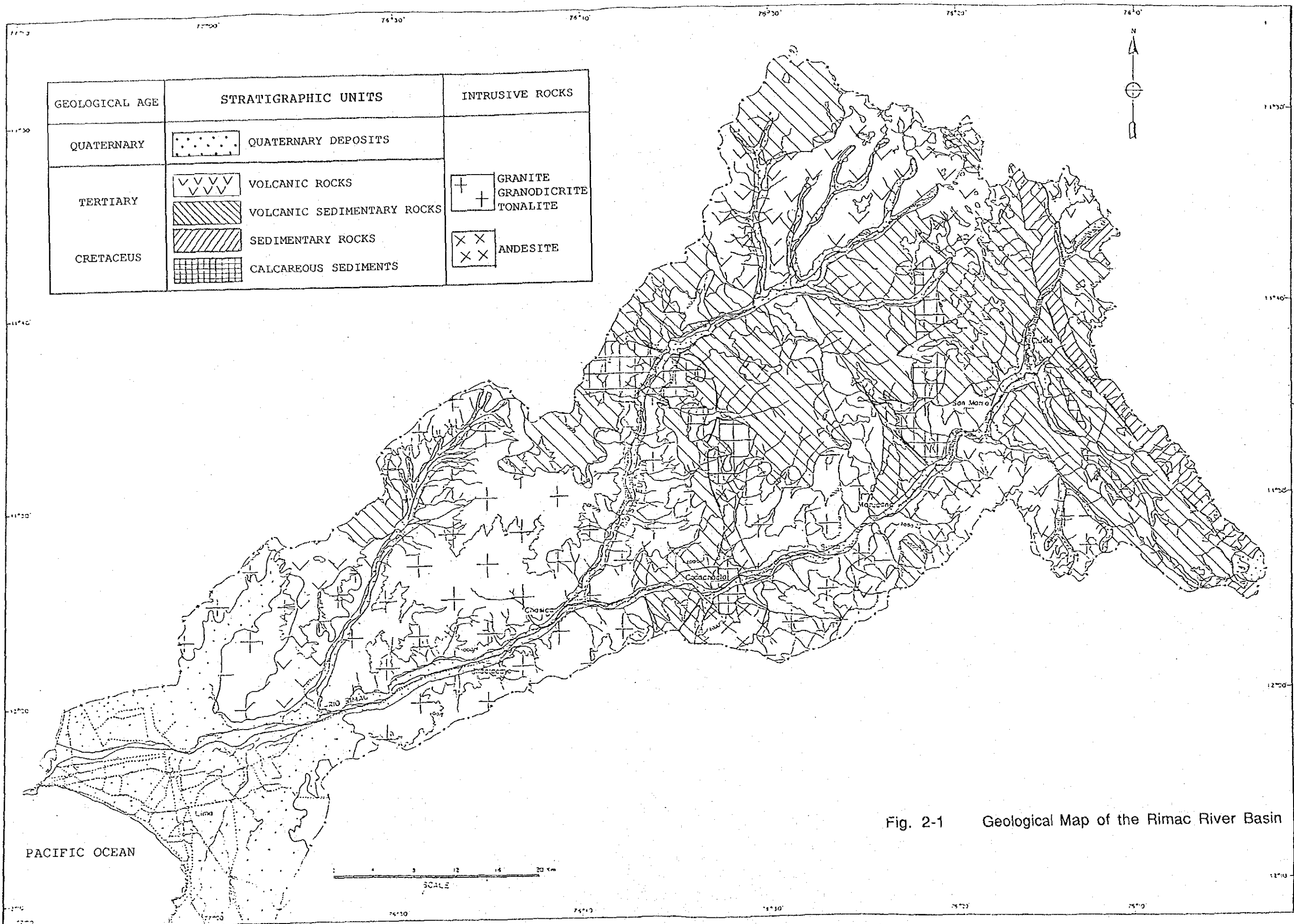
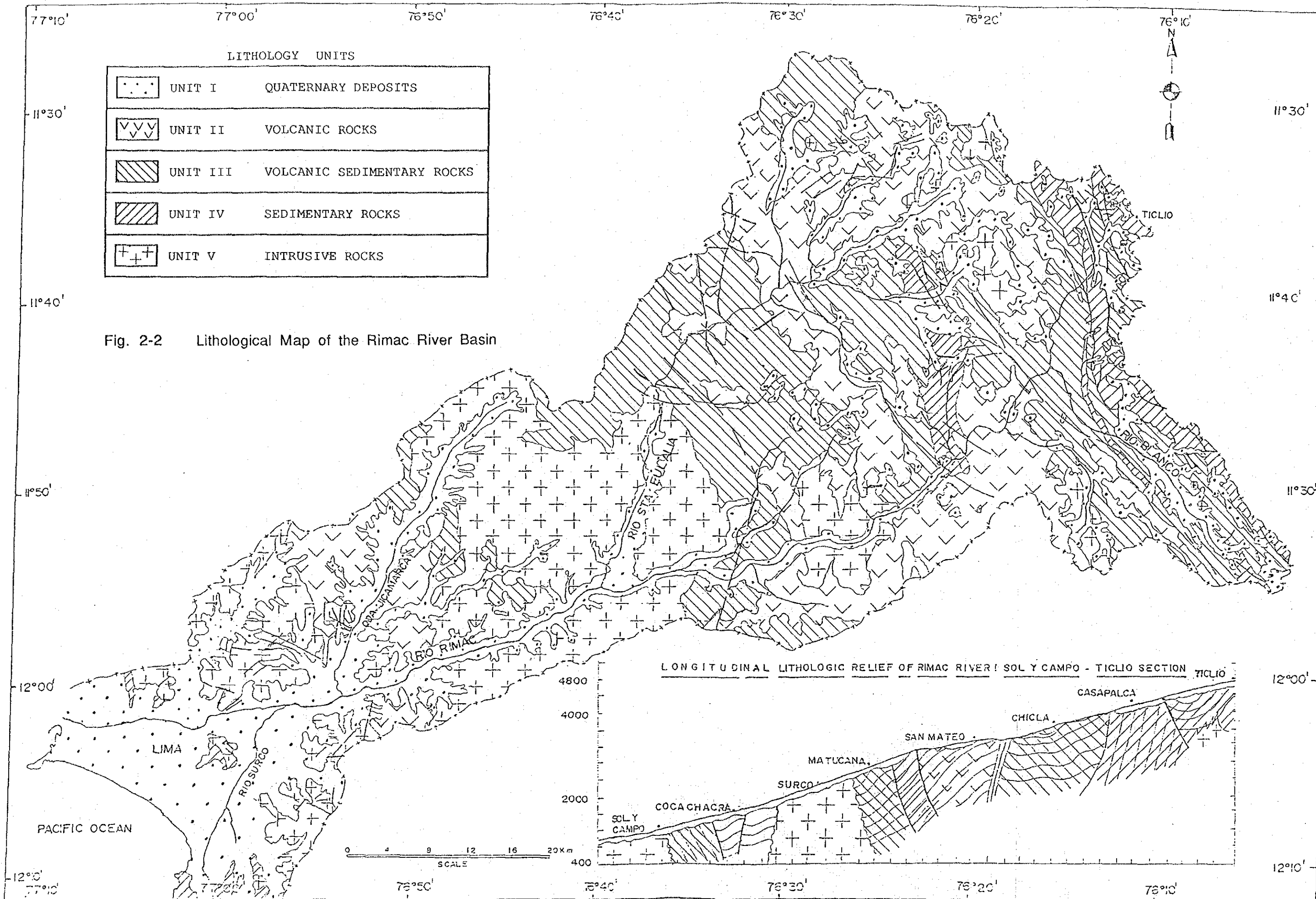


Fig. 2-1 Geological Map of the Rimac River Basin



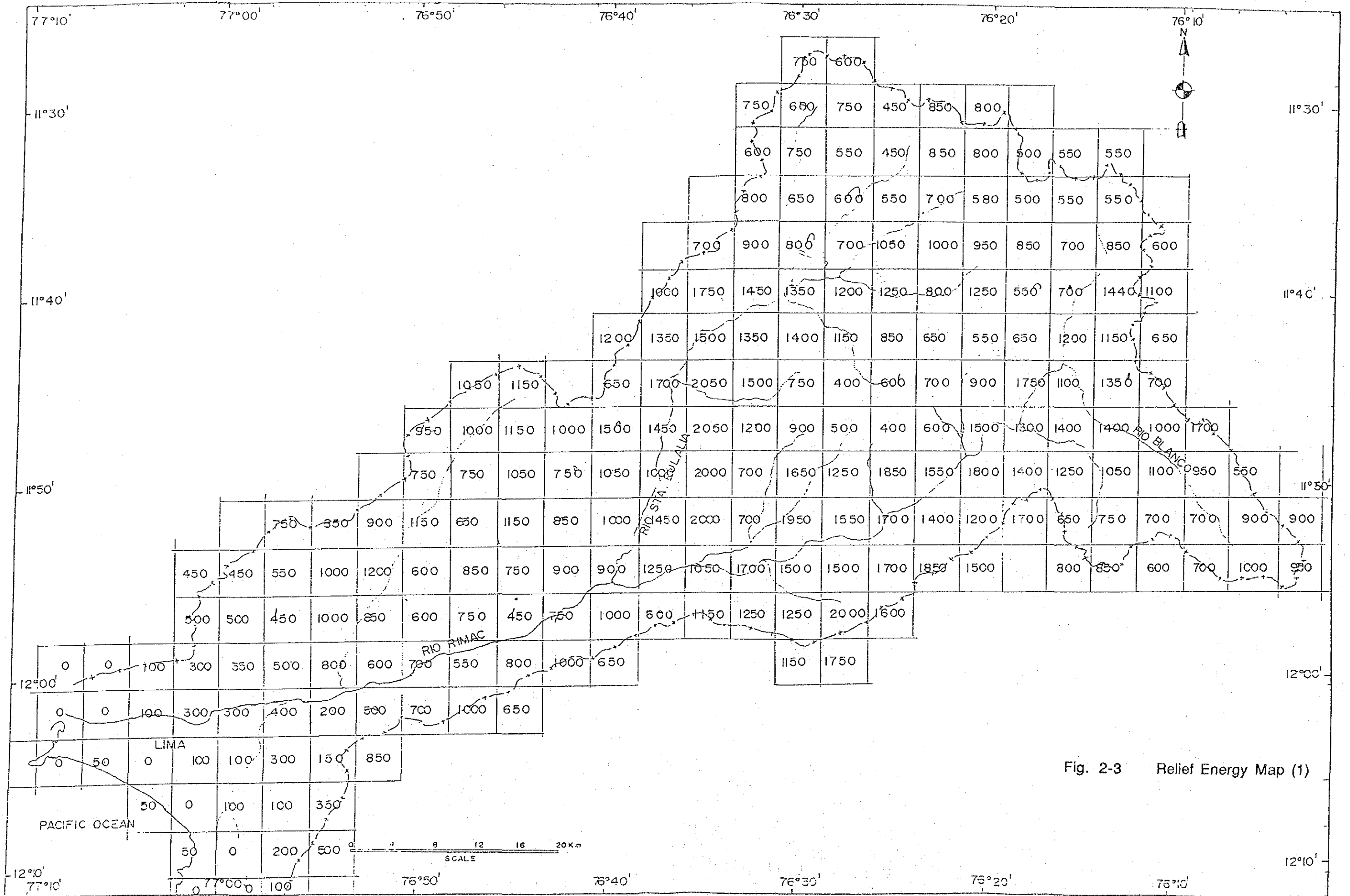
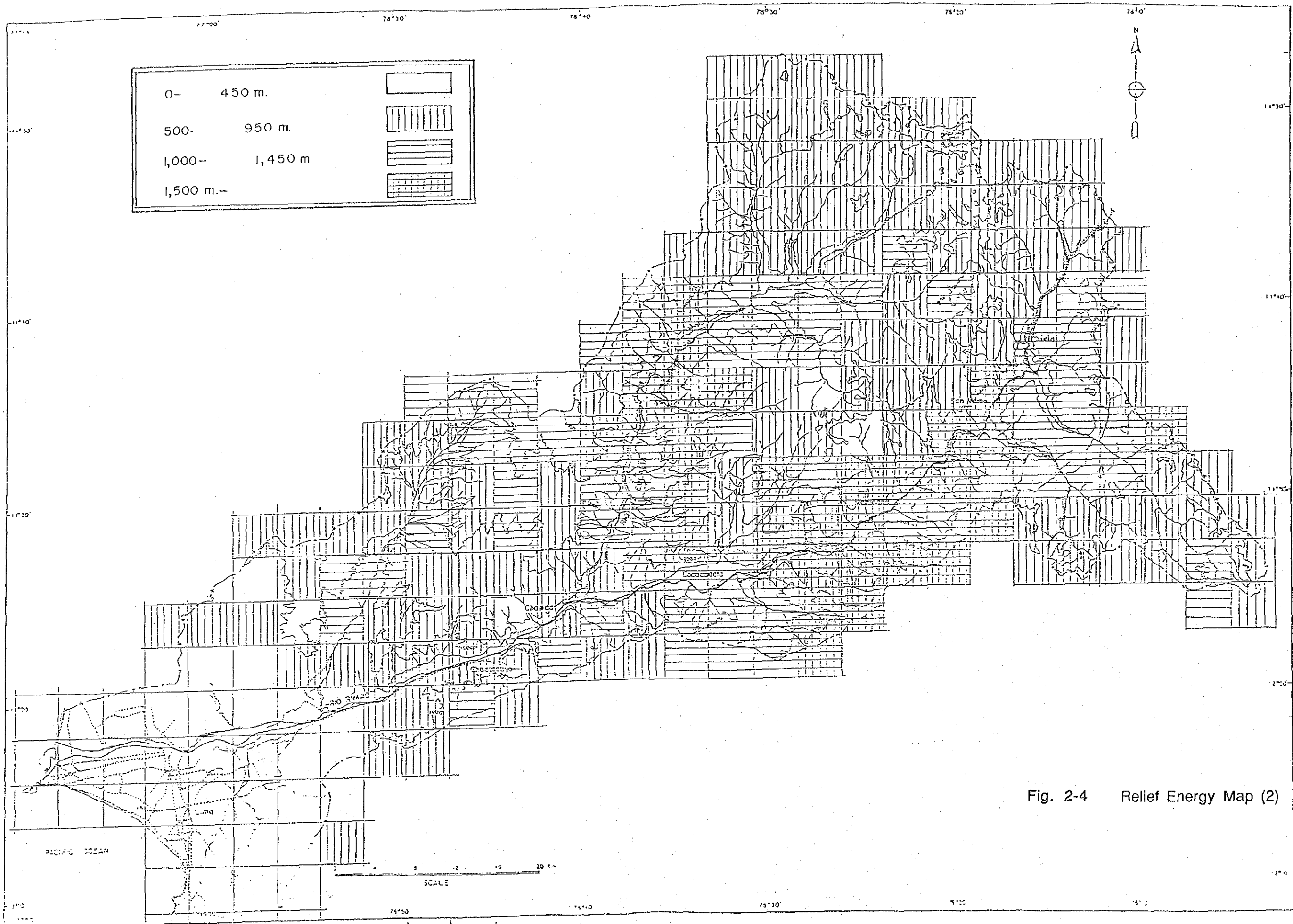


Fig. 2-3 Relief Energy Map (1)



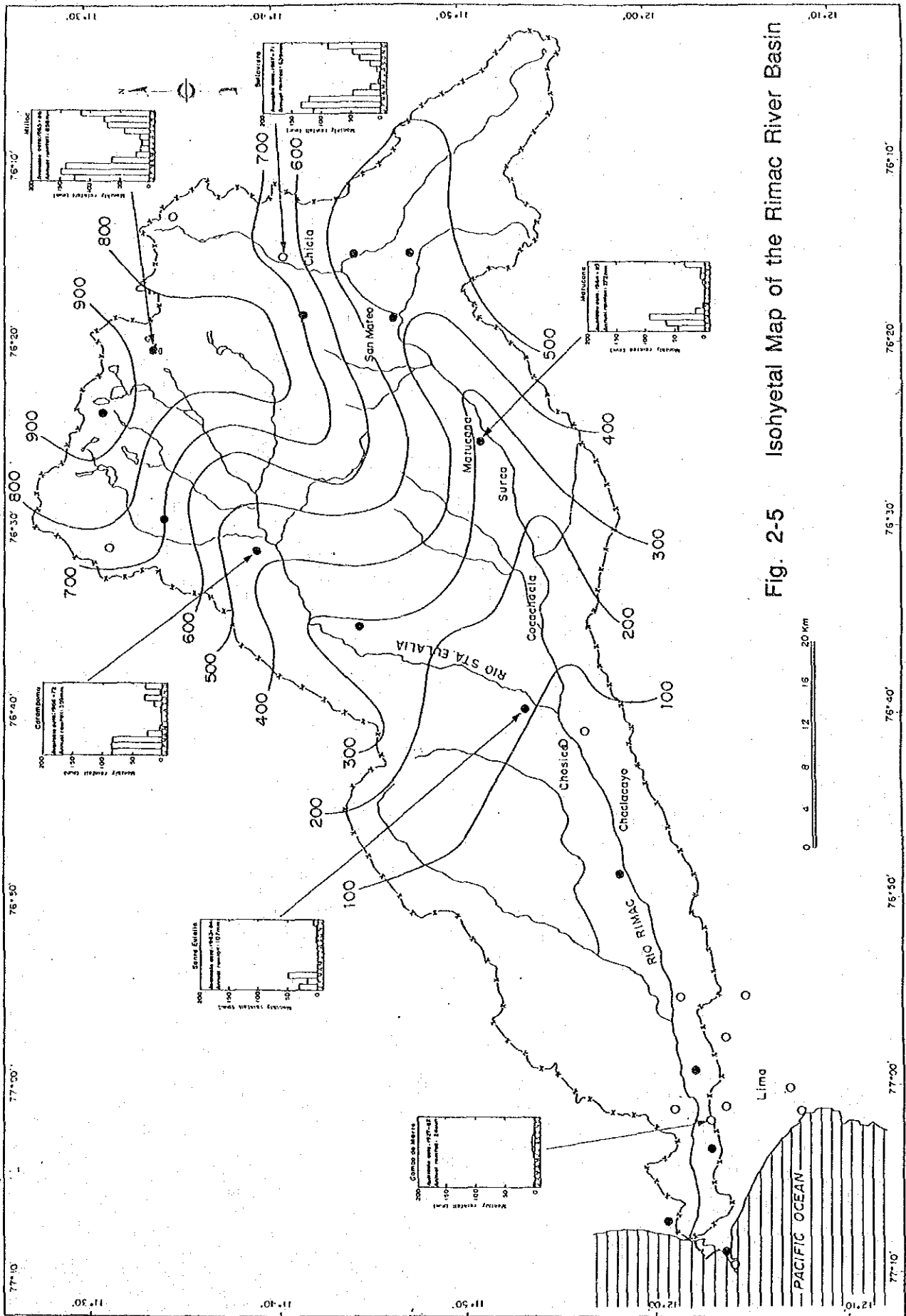


Fig. 2-5 Isohyetal Map of the Rimac River Basin

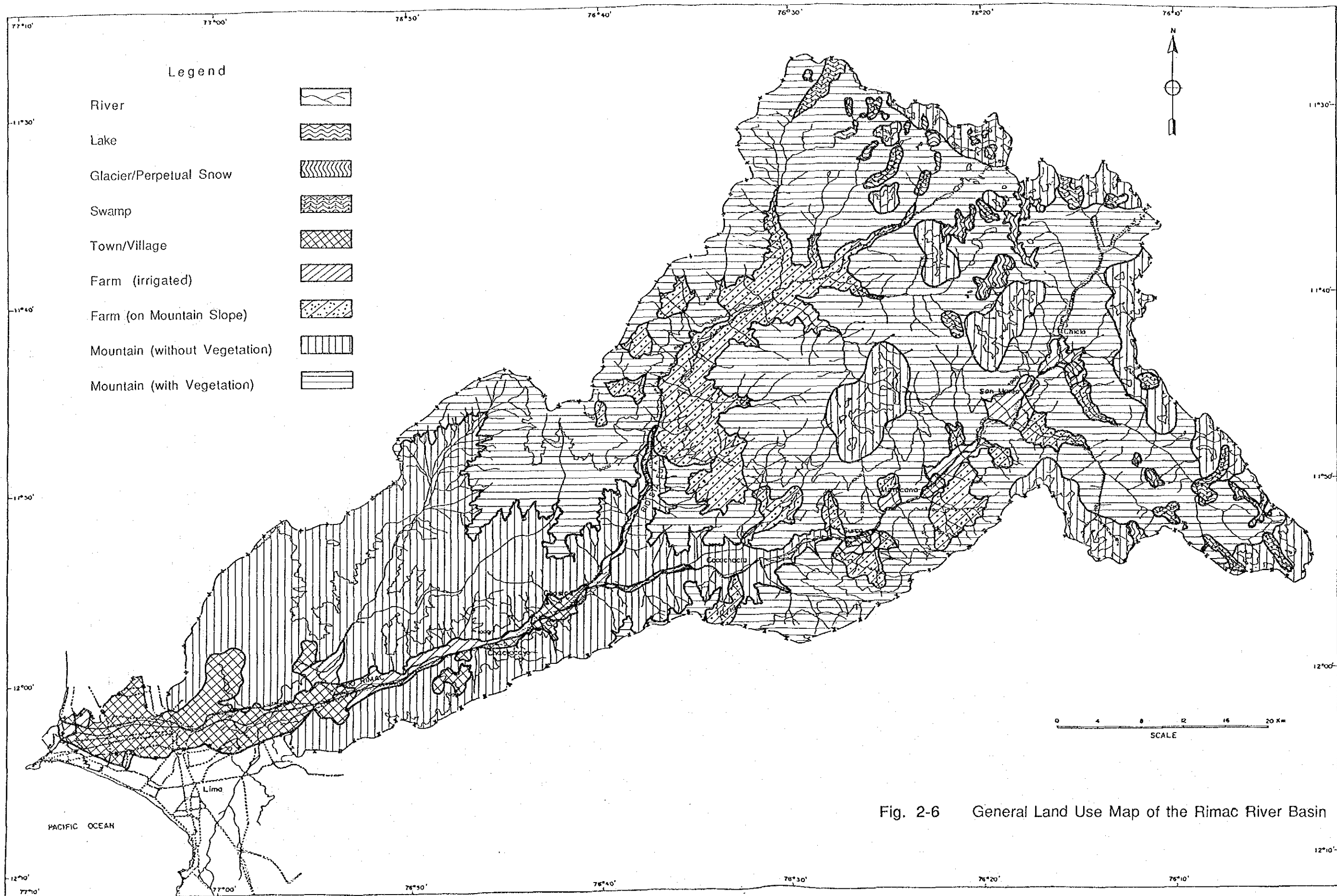
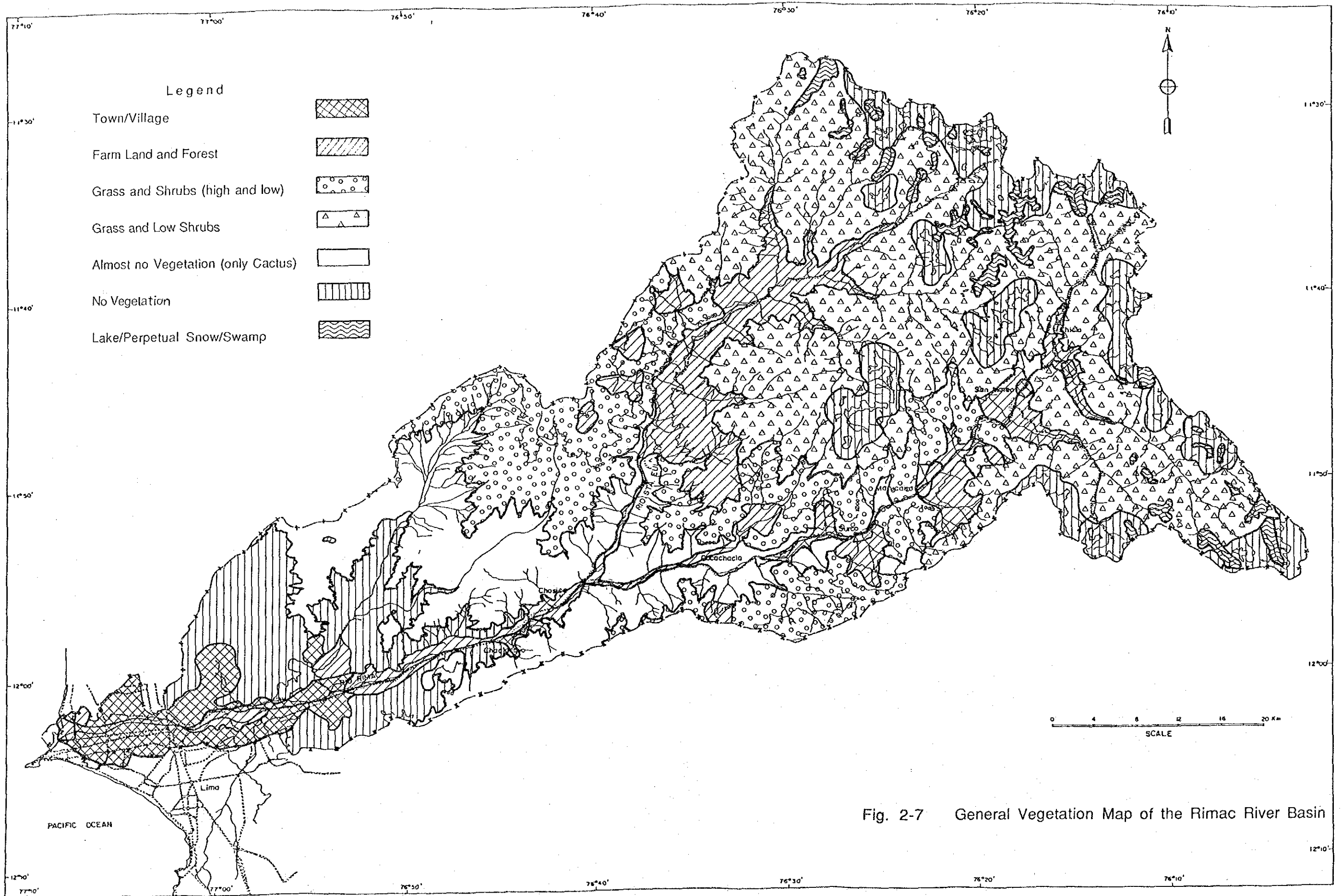
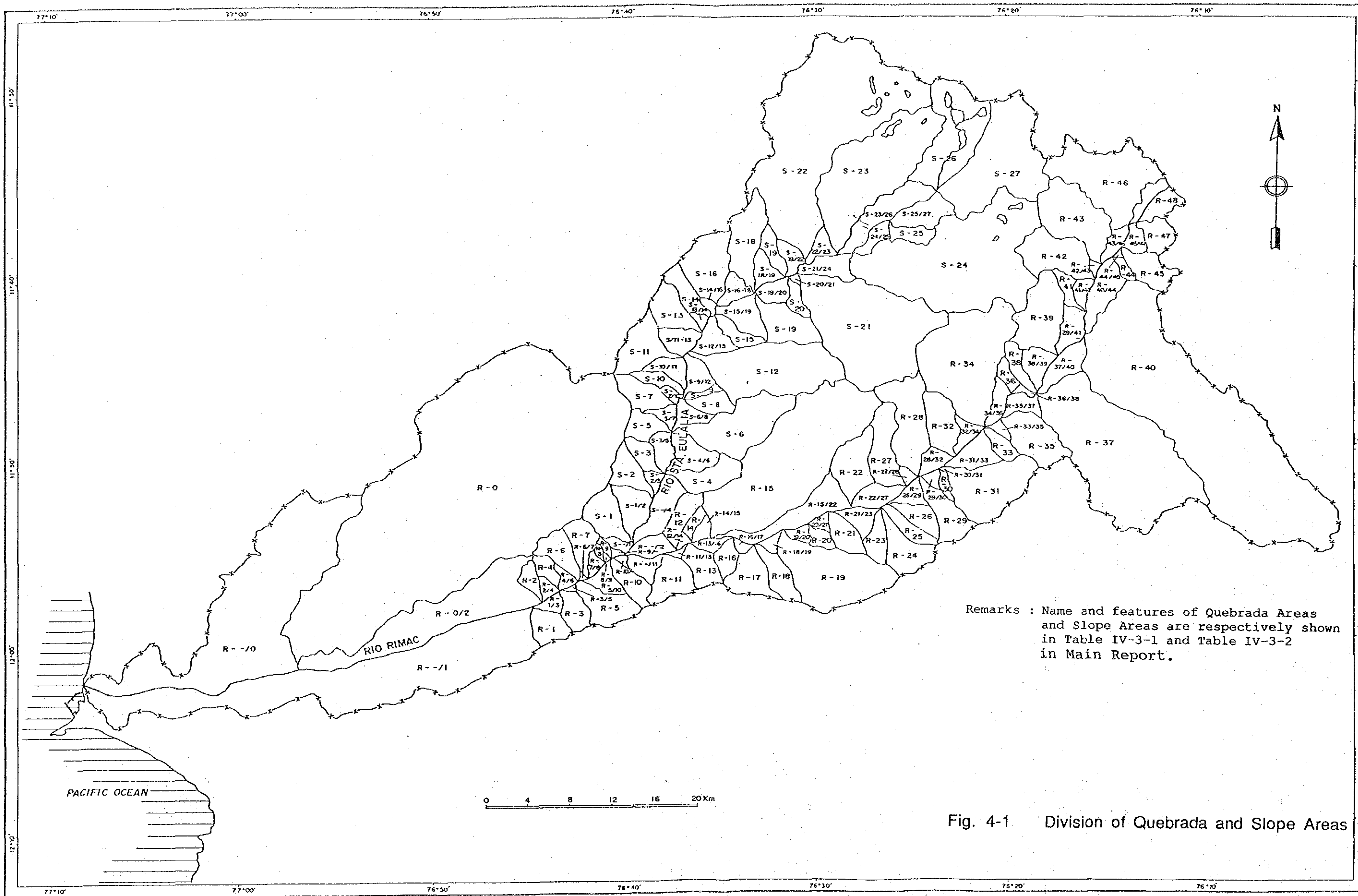


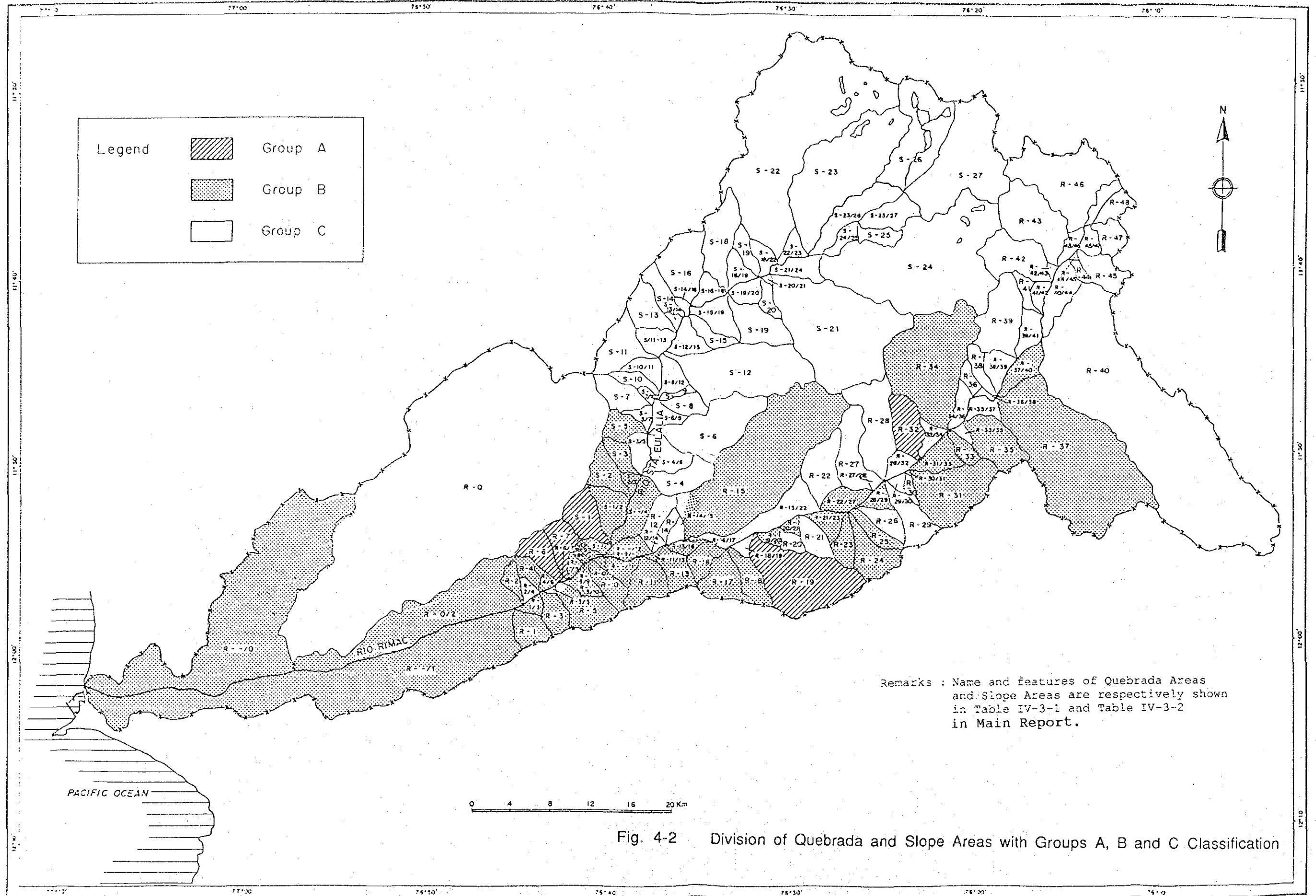
Fig. 2-6 General Land Use Map of the Rimac River Basin





Remarks : Name and features of Quebrada Areas and Slope Areas are respectively shown in Table IV-3-1 and Table IV-3-2 in Main Report.

Fig. 4-1 Division of Quebrada and Slope Areas



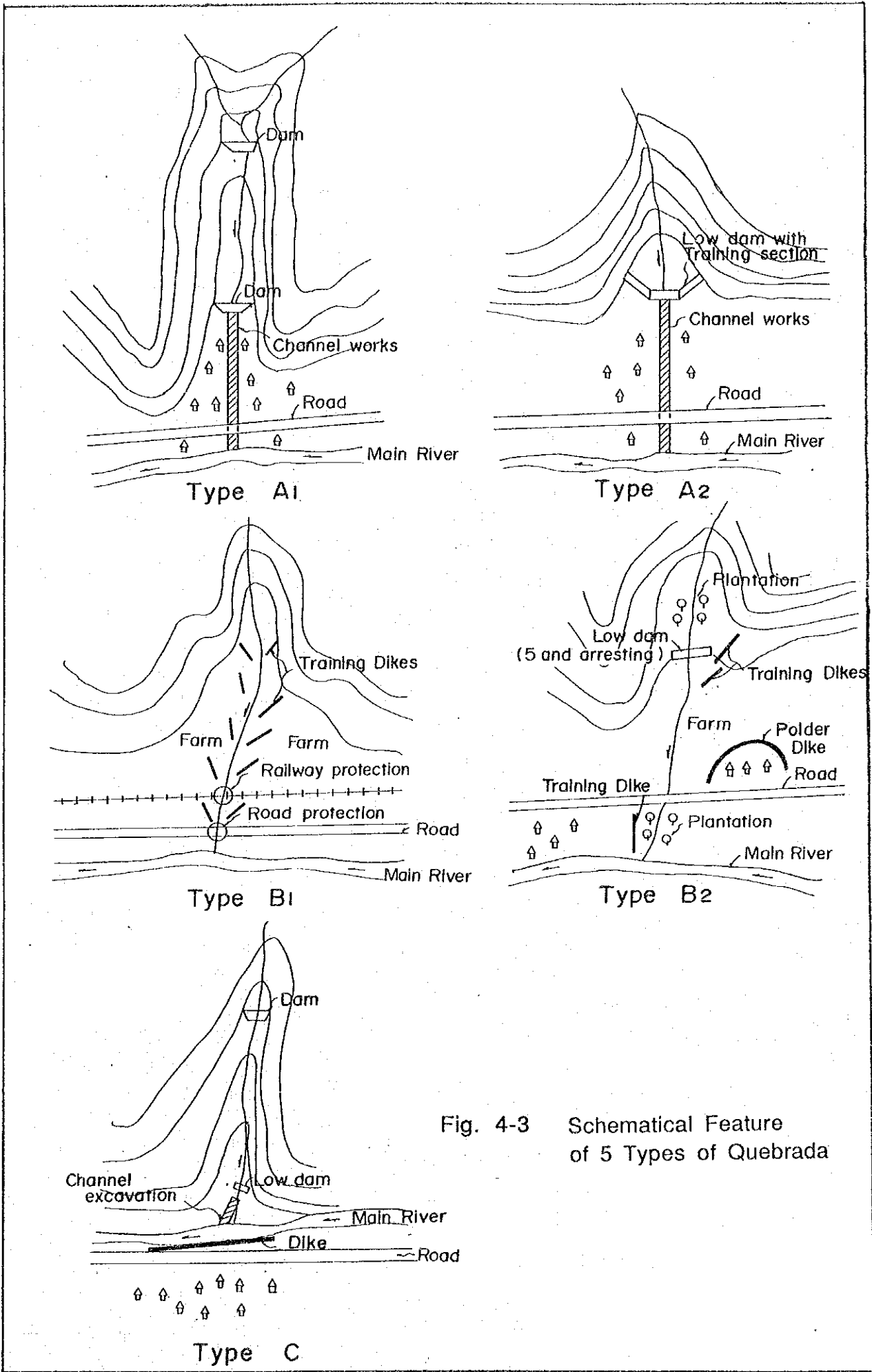


Fig. 4-3 Schematical Feature of 5 Types of Quebrada

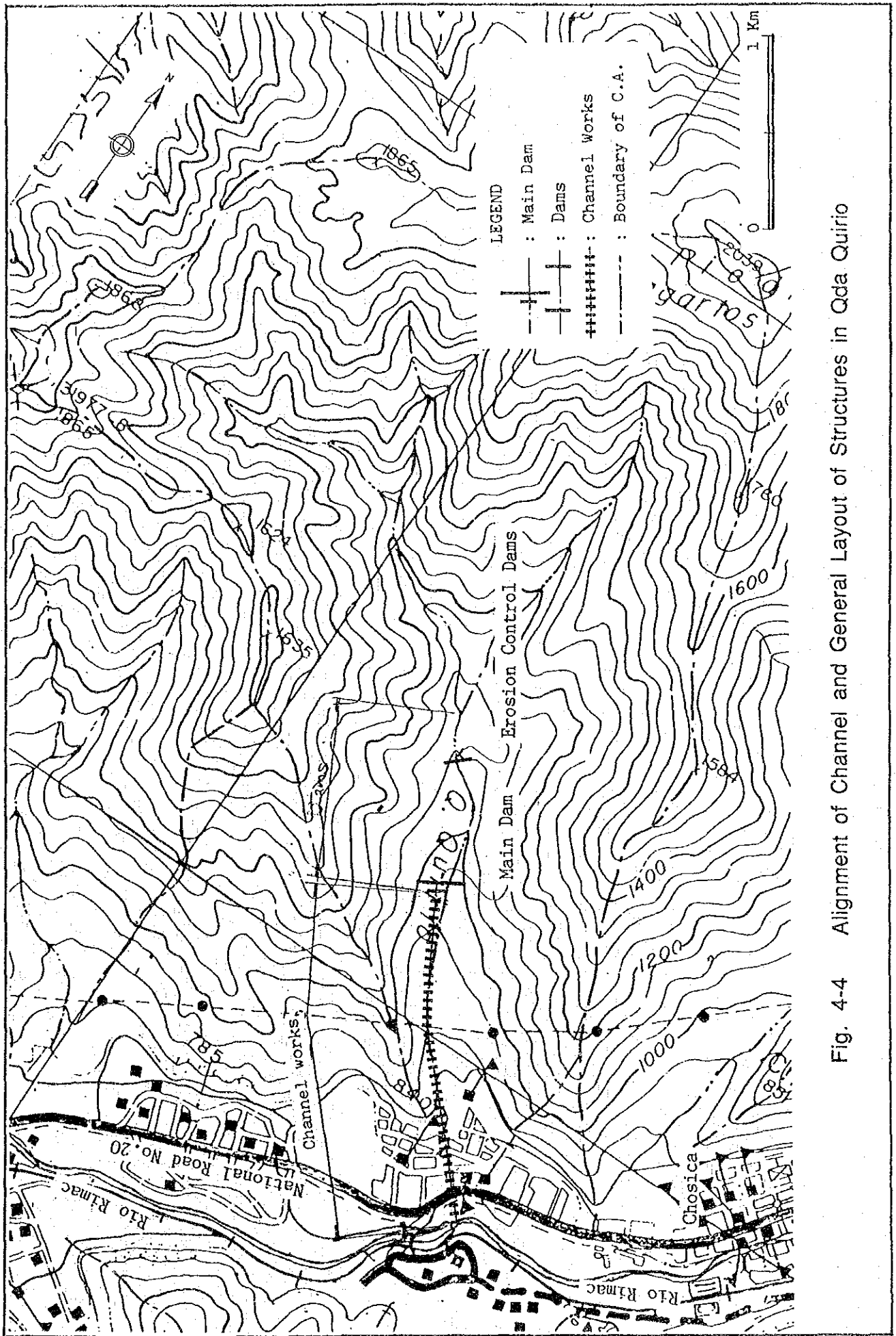
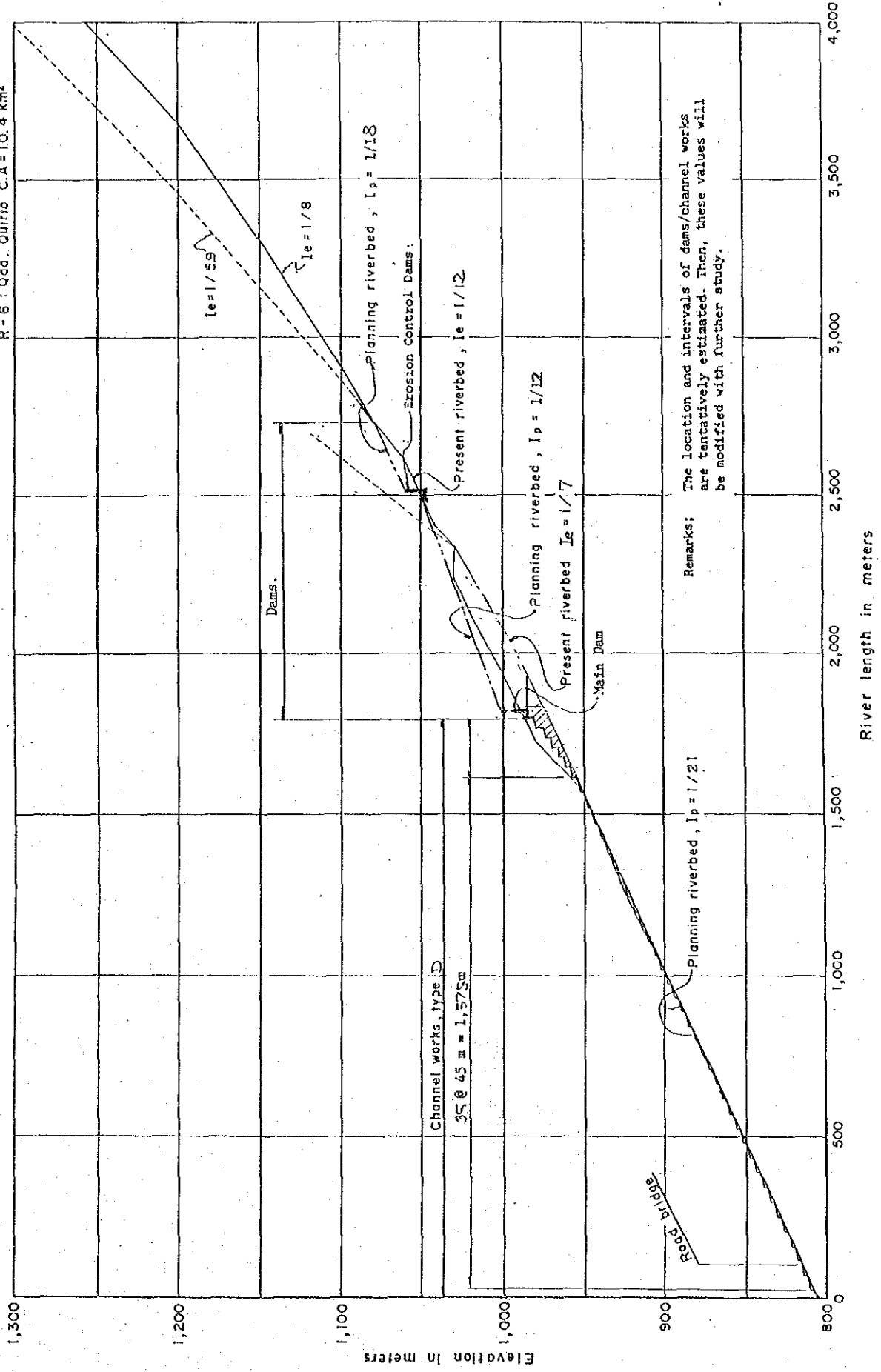


Fig. 4-4 Alignment of Channel and General Layout of Structures in Qda Quirio

R-6 : Qda, Quirio C.A = 10.4 km²



Remarks: The location and intervals of dams/channel works are tentatively estimated. Then, these values will be modified with further study.

Fig. 4-5 Channel Profile and Location of Structures in Qda Quirio

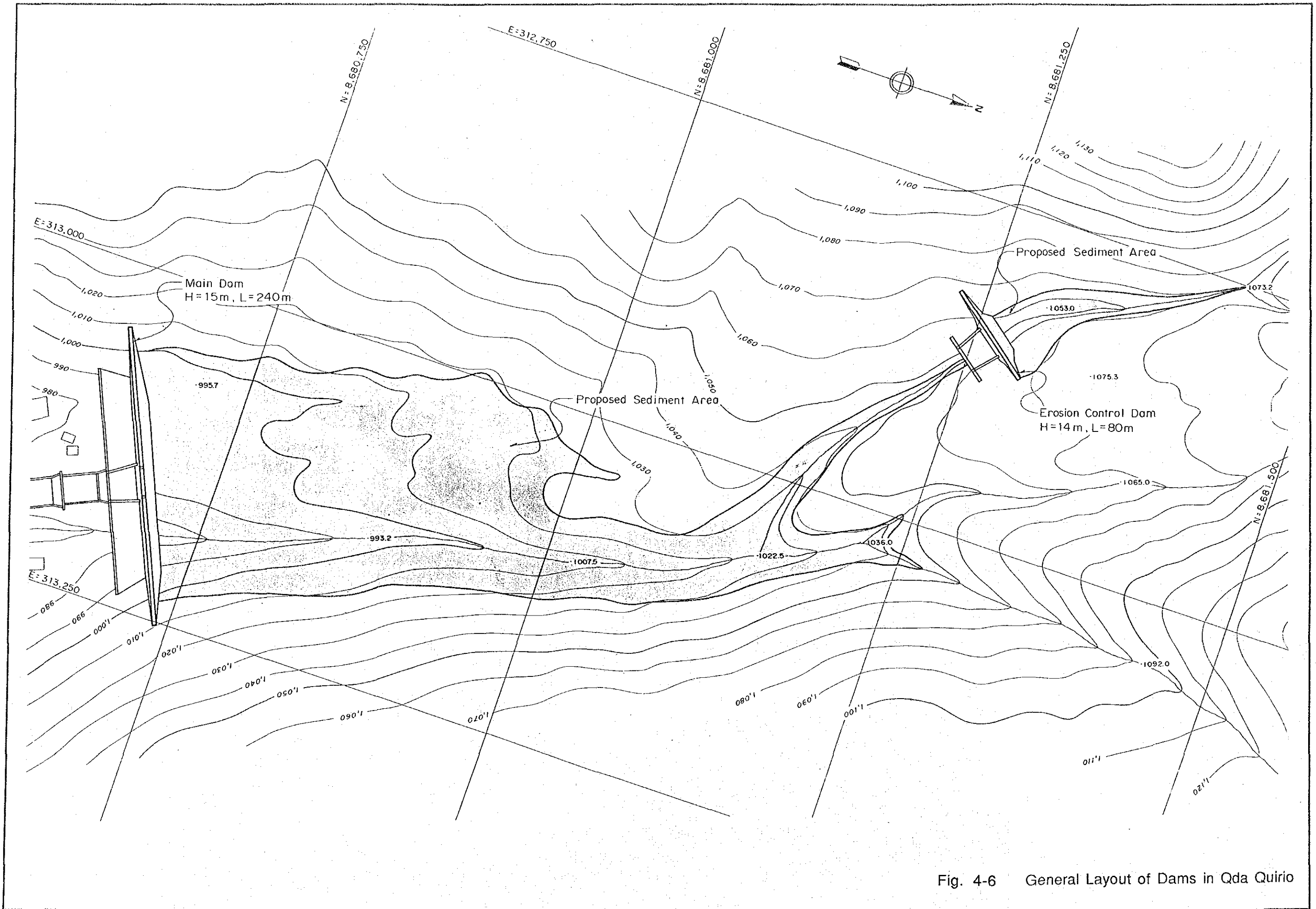


Fig. 4-6 General Layout of Dams in Qda Quirio