

社会開発調査部報告書

国際協力事業団
持続開発計画省
サンタクルス県

ボリヴィア国

サンタクルス北部地域洪水対策計画調査

ファイナルレポート

要約

平成11年6月

JICA LIBRARY



J 1150886 (8)

株式会社 パシフィックコンサルタンツインターナショナル

社調二
JR
99-087

国際協力事業団
ボリヴィア国
サンタクルス北部地域洪水対策計画調査
ファイナルレポート
要約
平成11年6月
株式会社 パシフィックコンサルタンツインターナショナル

102
1.1
ISS

LIBRARY

国際協力事業団
持続開発計画省
サンタクルス県

ボリヴィア国

サンタクルス北部地域洪水対策計画調査

ファイナルレポート

要 約

平成11年6月

株式会社 パシフィックコンサルタンツインターナショナル



1150886 (8)

本報告書では事業費を 1998 年 8 月時点の市場価格で見積り、
ポリビアーノで表示した。また、使用した通貨換算率は以下の
通りである。

US \$ 1.00 = Bs. 5.50 = Yen 117.00 (1998 年 8 月の通貨換算率)

序文

日本国政府は、ボリビア共和国政府の要請に基づき、同国のサンクルス北部地域洪水対策計画にかかるフィージビリティ調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成10年7月から平成11年3月までの間、2回にわたり、株式会社 パシフィック コンサルタンツ インターナショナルの田中 元氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

また平成10年7月から平成11年1月の間堀米昇士朗氏を委員長とし、平成11年2月から平成11年3月の間は清水建二氏を委員長とする作業監理委員会を設置し、本件調査に関し専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行われました。

調査団は、ボリビア共和国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成11年6月

国際協力事業団

総裁 藤田 公郎

ボリビア国サンタクルス北部地域洪水対策計画調査

伝達状

平成 11 年 6 月

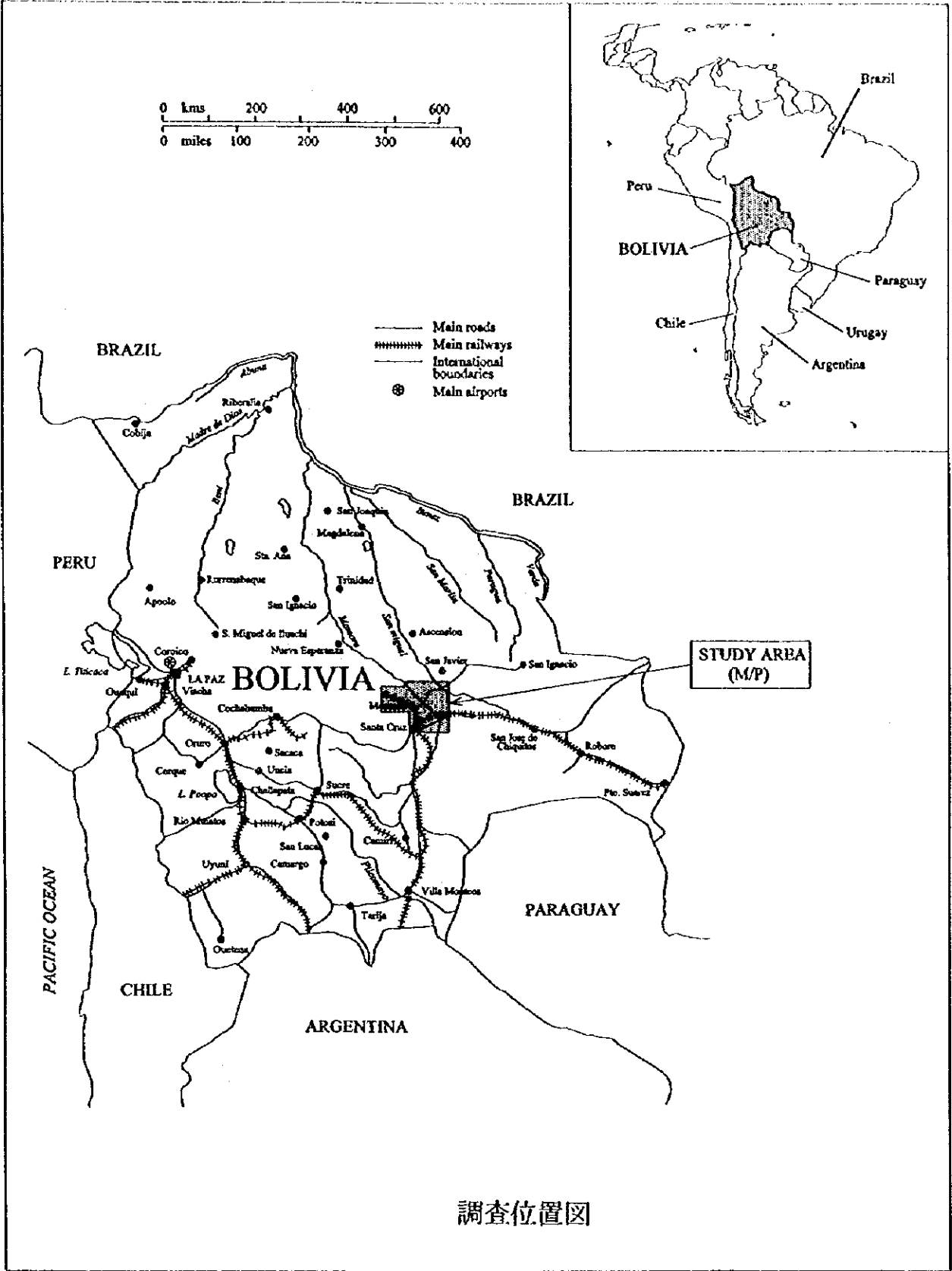
国際協力事業団
総裁 藤田 公 郎 殿

ボリビア国サンタクルス北部地域洪水対策計画調査の最終報告を提出します。本報告書は、平成 10 年 7 月 17 日、平成 11 年 4 月 27 日の 2 回にわたる国際協力事業団と株式会社パシフィック コンサルタンツ インターナショナルとの間で締結した契約に基づいて作成しました。

本報告書は、サンタクルス北部地域の洪水および排水問題の分析に基づき必要な対策に関するフィージビリティ調査の結果が述べられています。報告書は要約報告書、主報告書、付属報告書、図面集および資料集にとりまとめました。

本報告書を提出するにあたり、多大な御支援を賜った貴事業団、作業監理委員会、在ボリビア日本大使館の諸賢ならびにボリビア政府機関の関係各位に対し、心から感謝の意を表すとともに、本調査の結果がサンタクルス北部地域の洪水防御および排水改善と社会経済開発推進の一助となることを希望する次第です。

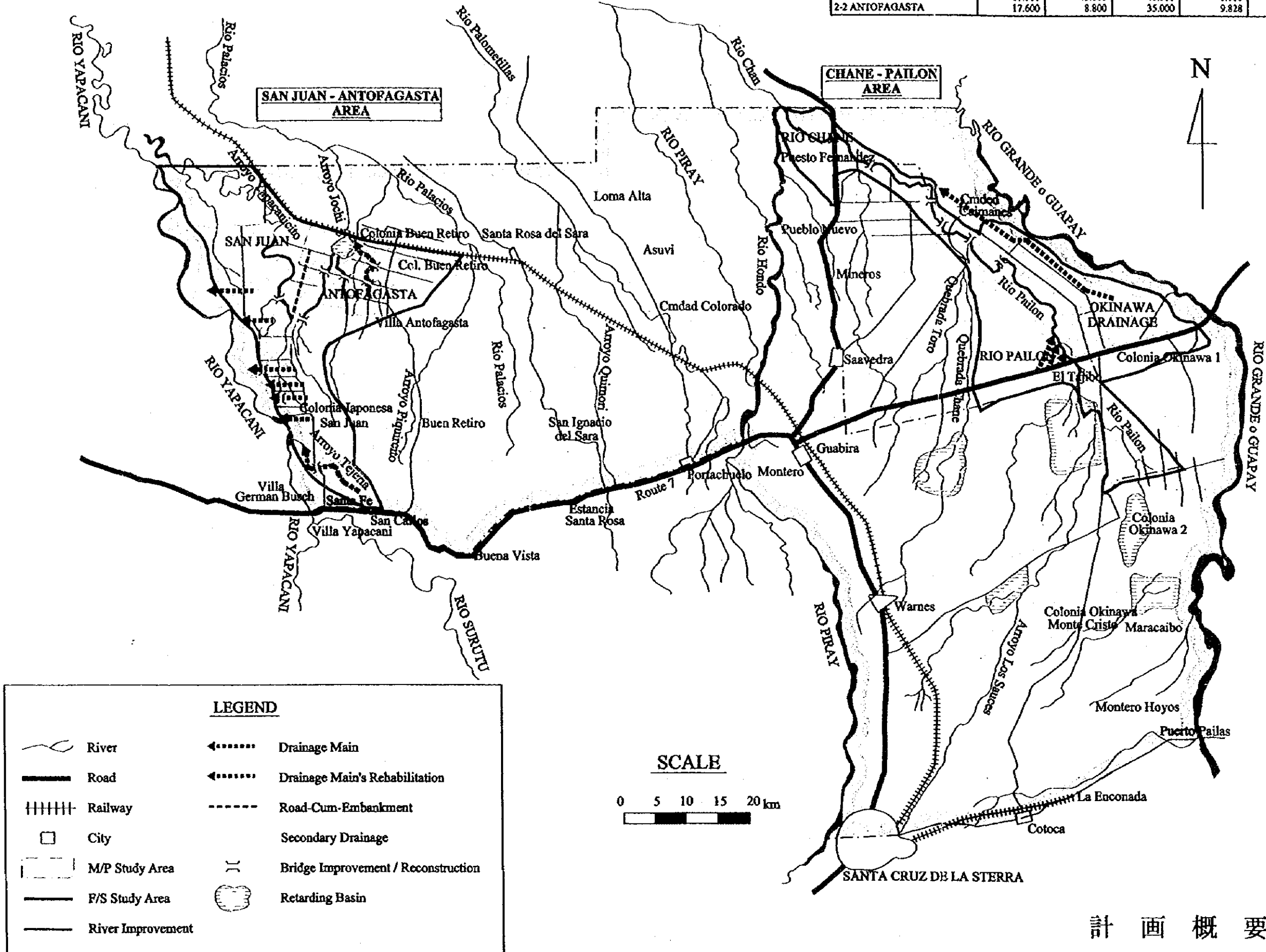
株式会社 パシフィック コンサルタンツインターナショナル
ボリビア国 サンタクルス北部地域洪水対策計画調査
調査団長 田 中 元



調査位置図

WORK VOLUME OF STRUCTURAL MEASURES

Project / Sub-Project	River Improvement (km)	Main Drainage (km)	Secondary Drainage (km)	Road-Cum-Embankment (km)	Bridge Reconstruction (Nos.)
1. CHANE-PAILON	57.760	31.010	54.000	0.000	7
1-1 CHANE	26.350	0.000	0.000	0.000	4
1-2 PAILON	31.410	10.360	18.500	0.000	2
1-3 OKINAWA DRAINAGE	0.000	21.650	35.500	0.000	1
2. SAN JUAN-ANTOFAGASTA	34.960	51.910	75.500	9.828	9
2-1 SAN JUAN	17.360	43.110	40.500	0.000	4
2-2 ANTOFAGASTA	17.600	8.800	35.000	9.828	5



調査結果の概要

ボリヴィア国サンタクルス北部地域洪水対策計画調査
 ファイナル レポート
 調査結果の概要

1. 調査概要

本報告書は「ボリヴィア国サンタクルス北部地域洪水対策計画調査」(1995年3月～1996年6月)として、北部地域の7,000 km²を対象として JICA が実施したマスタープランで提案された優先地域(チャネーパイロン地区、サンファン-アントファガスタ地区)に係る F/S 報告書概要である。

北部地域はサンタクルス県の農業生産センターとして、社会経済上重要な地域となっているが、地域の約35% (2,444 km²) が常習的洪水危険地域に当たり、記録上最大の1992年の洪水では地域の約70% (4,857 km²) が浸水する等、常に洪水の危険にさらされている。今回の F/S 対象地域は北部地域のチャネーパイロン地区 (600 km²) およびサンファン-アントファガスタ地区 (607 km²) の2地区で構成している。同地域は全域洪水氾濫危険地域に該当しており、洪水問題の解消が地域の課題となっている。

2. 洪水防御および排水改良対策計画

2.1 構造物対策計画

構造物対策は、河川改修、堤防(道路兼用堤防)および排水路網整備を計画する。計画の対策施設の概略を下表に示す:

施設計画延長 (Km)

地区・地域	改修延長(Km)		
	河川	排水	道路兼用堤防
チャネーパイロン			
チャネ川	26.35	0.00	0.00
パイロン川	31.41	10.36	0.00
オキナワ排水	0.00	21.65	0.00
Sub total	57.76	32.01	0.00
サンファン-アントファガスタ			
サンファン	17.36	43.11	0.00
アントファガスタ	17.60	8.80	9.83
Sub total	34.96	51.91	9.83
Total	92.72	83.92	9.83

構造物の設計規模は、マスタープランにおいて洪水対策の確率規模と被害軽減効果を対比・検討し、経済的妥当性を確認した下記の基準を踏襲する：

- 洪水防御計画： 10年確率洪水、許容水深は30 cm
- 排水改良計画： 5年確率洪水、許容水深は30 cm
- 橋梁等関連公共施設： 50年確率洪水

2.2 非構造物対策計画

調査地域全域の洪水被害軽減・防止を図るため、非構造物対策計画の早期実施を進める。対策の構成は：

1. 過去の洪水と降雨資料（1、3、5日連続降雨）をベースにした洪水警戒避難組織
2. 洪水氾濫危険地域マップおよび土地利用ゾーニングによる洪水氾濫原管理
3. 自然の遊水効果・洪水調節効果をもつ6地域（123.4 km²）の土地利用の規制
4. 河川沿いの森林保全・管理
5. 洪水危険地域の洪水期（夏季）の土地利用・営農の改善

2.3 環境影響評価

当調査に関する「ボ」国（持続開発・計画省）の環境調査表（Ficha Ambiental）審査結果はカテゴリーIII(EIA は必要ないが、概略的な EIA が望まれる)である。概略的な EIA の結果によると、事業実施は全体的に環境の改善に役立ち、環境上顕著なマイナス効果は認められない。

2.4 事業費の積算

工事費は直接工事費および間接工事費からなる。直接工事費は構造物の予備設計の設計数量および1998年10月時点の市場価格および外貨交換率により算定した。間接工事費は直接工事費の30%（予備費：5%、諸経費：10%、利益：15%）を計上した。

事業費は、工事費および間接費からなり、間接費は事務費、技術費および予備費を含んでいる。事務費、技術費および予備費はそれぞれ、直接費の5%、10% および15% を計上した。

プロジェクト	I/C Bs.	F/C Bs.	Total Bs.
チャネーパイロン地区			
チャネ川	91,434,000	143,193,000	234,627,000
パイロン川	143,084,000	231,073,000	374,157,000
オキナワ 排水路	32,120,000	57,680,000	89,800,000
Total	266,638,000	431,946,000	698,584,000
サンフアンーアントファガスタ地区			
サンフアン	45,724,000	61,826,000	107,550,000
アントファガスタ	40,990,000	59,372,000	100,362,000
Total	86,714,000	121,198,000	207,912,000
Grand Total	353,352,000	553,144,000	906,496,000

Note : US\$ 1.0 = Bolivian Bs 5.50 = Japanese Yen 117 (1998 年 8 月)

2.5 実施組織

洪水防衛の関連機関はサンタ クルス県、民防組織 CD/COED、関係各市、気象庁 (SENAMHI)、ピライ川流域管理事務所 (SEARPI) および スルツ・ヤパカニ川流域管理事務所 (MUCUCY) がある。事業実施機関はサンタ クルス県の総合管理局 (General Coordination Direction : GCD)とし、総合管理局が事業実施に必要なアクションを取るものとし、事業の進行にあわせ下記組織の強化を図る :

- 政策企画部 (Strategic Planning Division of GCD)
- 建設局 (Infrastructure Development Direction)
- 関連各市
- 住民組織

2.6 事業評価

構造物対策は技術、経済、社会および環境面から評価した。

1) 技術評価

技術的効果は洪水氾濫危険地域の減少面積で評価した。提案の構造物対策は効果的で 10 年確率規模の洪水による予想氾濫面積 (氾濫水深が 30 cm 以上) の減少は、チャネーパイロン地区で 279 km²、サン フアンーアントファガスタ地区で 198 km² と、氾濫面積減少効果は極めて大きい。チャネ川については工事を実施しない場合、洪水ピーク時の水位が約 60 cm 上昇し、社会環境上マイナスの効果が発生す

る恐れがある。

2) 経済評価

経済的には「ボ」国の資本機会費用（10～12 %と推定）から経済内部収益率（EIRR）が10 %以上を妥当と評価した。各事業のEIRR(%)の値は下表の通りである。

事業名	EIRR (%)
I. チャネーパイロン	12.1
—1. チャネ 川	3.8
—2. パイロン川	16.4
—3. オキナワ排水	18.4
II. サンファン—アントファガスタ	18.2
—1. サン ファン	12.4
—2. アントファガスタ	23.4

3) 社会環境影響評価

洪水対策および排水改良は基本的に地域の社会環境の改善を目的にしている。構造物対策は洪水による地域の社会・経済活動の障害を軽減し、非構造物対策は住民間の情報交換を推進する。これにより地域の社会環境が改善される。

評価の結果は表-1 に示す。

2.7 実施計画

(1) 実施機関

事業の実施機関はサンタ クルス県の総合管理局 (General Coordination Direction : GCD)を責任機関とし、実施段階毎に、政策企画部、建設局、関連各市および住民組織の整備・強化をはかる。

(2) 実施期間

- 1) ステージー1 : 準備期間 (1999~2000)
- 2) ステージー2 : 実施期間 (2001~2010)

対策は下記の2フェーズに分け実施する :

- フェーズー1 (2001~2005): 第1優先順位事業を実施 (または着手)

a) 構造物対策

チャネーパイロン地区 : チャネ川改良 /パイロン川改良
オキナワ幹線排水路改良

サン フアンーアントファガスタ地区 : ホチ川改良
堤防兼用道路築設
サン フアン幹線排水路改良
(km 13 及び 17)

b) 非構造物対策

- フェーズー2 (2006~2010): 第2優先順位事業を実施

チャネーパイロン地区 : パイロン川関連排水路整備
2次排水路網整備

サン フアンーアントファガスタ地区 : ヤパカニシート川改良他
サンフアン排水路・2次排水路網整備他

計画の実施工程は表-2に示す。

3. 結論と勧告

提案の洪水防御対策および排水改良対策計画は技術、経済、財務、社会および環境上妥当である。計画の実施により洪水および排水問題を軽減し、地域を安定させるため、サンタクルス県は下記実施について速やかに対応することを提言する :

- 1 洪水および排水問題の軽減のために、非構造物対策および構造物対策実施を進め、優先順位一1の事業の早期実施をはかる。
- 2 提案の洪水防御および排水改良対策のスムーズな実施のために、県総合管理局 (General Coordination Direction) を事業の指導的実施機関として強化する。
- 3 サンタ クルス北部地域に効果的な洪水予警報組織を確立するために、提案の自記雨量計(サーヴェドラ、トロンプジョ、サンファン デ ヤパカニ)・水位計 (アバボ) を設置する。
- 4 提案の遊水地は洪水問題の軽減に非常に効果的なので、早急に当該地域を保全地域に指定する。
- 5 農作物の洪水被害の軽減を図るために、洪水氾濫危険地域および土地利用ゾーニングを公示する。
- 6 洪水対策の実施に当たっては、調整委員会(Coordination Committee)を活用して住民参加を積極的に推進する。

表1 事業評価総括表

AREA / SUB-AREA	FLOOD MITIGATION AND DRAINAGE IMPROVEMENT MEASURES				PROJECT EVALUATION										
	STRUCTURAL MEASURES			NON-STRUCTURAL MEASURES	Technical Efficiency (Reduction of flooded area more than 30 cm depth in 10-year frequency flood : km ²)			Economic Efficiency (EIRR : %)			Embrionmental Impact			PROJECT VIABILITY	
	Coponent of Structure Measures	Dsistance (km)	Project Cost (1,000 Bs)		Living Environment	Economic Environment	Natural Environment								
1. CHANE-PAILON AREA				698,584				279.00			12.1				
(1) Rio Chane Basin	Improvement of Rio Chane	26,350	234,627	- Protection of retarding basin - Flood warning - Flood plain management - Flood evacuation plan - Protected forest - Preparation of flood hazard map	Indispensable for avoiding any adverse effect. More effective with flood control of the Rio Piray.	21.10	A	Not feasible	3.8	C	High	Medium	Negligibly small	High viability for avoiding any adverse effect.	A
(2) Rio Pailon Area	Improvement of Rio Pailon	31,680	344,624		Indispensable as the main stream area. One of the most effective component for the flood mitigation.	167.50	Highly feasible	16.4	A	High	High	Negligibly small	High viability as the main stream area.	A	
	Improvement of Rancho Chico Drainage	3,600	8,113		Necessary to mitigating the adverse effect of the bridge construction along Route 9.					B	High	Medium	Negligibly small	Midium viability for avoiding adverse effect of the bridge construction.	B
	Improvement of El Chaco Drainage	1,470	1,118		Necessary to mitigating the adverse effect of the bridge construction along Route 9.					B	High	Medium	Negligibly small	Midium viability for avoiding adverse effect of the bridge construction.	B
	Improvement of El Empalme II Drainage	5,290	7,304		Necessary to mitigating the adverse effect of the bridge construction along Route 9.					B	High	Medium	Negligibly small	Midium viability for avoiding adverse effect of the bridge construction.	B
	Development of Secondary Drainage	18,500	12,998		Necessary to make river and drainage improvement effective.					B	Medium	Medium	Negligibly small	Midium viability to make river and drainage improvement effective.	B
(3) Okinawa Drainage Basin	Improvement of Okinawa Main Drainage	21,650	61,891	High necessity as the major drainage area. It will contribute to mitigate the flood damage of Rio Grande.	90.40	A	Highly feasible	18.4	A	Exclusive High	High	Negligibly small	High viability as the major drainage area for mitigating the flood damage of Rio Grande.	A	
	Development of Secondary Drainage	35,500	27,909	Necessary to make river and drainage improvement effective.		B				Medium	Medium	Negligibly small	Midium viability to make river and drainage improvement effective.	B	
2. SAN JUAN-ANTOFAGASTA AREA				207,912	197.70			18.2							
(1) San Juan Area	Improvement of Arroyo Yapacanicito	17,360	37,350	- Protection of retarding basin - Flood warning - Flood plain management - Flood evacuation plan - Protected forest - Preparation of flood hazard map	Necessary for improving the northern area of San Juan.	91.60	Feasible	12.4	B	Exclusive High	High	Negligibly small	Midium viability as the intensive land use area.	B	
	Improvement of San Juan Main Drainage (km 13, 17)	7,500	8,474		High necessity as the restoration of the main drainage.					A	Exclusive High	High	Negligibly small	High viability as the intensive land use area.	A
	Rehabilitation of San Juan Main Drainage (km 11, 15, 24, 28)	27,450	14,136		Necessary to rehabilitate the drainage functions.					B	Exclusive High	Medium	Negligibly small	Midium viability as the intensive land use area.	B
	Improvement of Arroyo Tejeria	8,160	8,215		Necessity as the drainage area.					B	Medium	Medium	Negligibly small	Midium viability as the intensive land use area.	B
	Development of Secondary Drainage	35,000	33,304		Necessary to make river and drainage improvement effective.					B	Medium	Medium	Negligibly small	Midium viability to make river and drainage improvement effective.	B
(2) Antofagasta Area	Improvement of Arroyo Jochi	11,800	25,010	Indispensable to improve flooding condition in the Antofagasta Area.	106.10	Highly feasible	23.4	A	High	Medium	Negligibly small	High viability as the intensive land use area.	A		
	Improvement of Arroyo Tacuaral	5,800	18,272	Necessary to improve flooding condition in the Antofagasta Area.					B	High	Medium	Negligibly small	Midium viability as the intensive land use area.	B	
	Development of Road-cum-embankment	9,830	6,071	Indispensable for project phasing in the San Juan - Antofagasta Area.					A	Medium	Medium	Negligibly small	High viability for project phasing.	A	
	Development of Antofagasta Main Drainage	8,800	21,389	Necessity as the drainage area.					B	High	Medium	Negligibly small	Midium viability as the intensive land use area.	B	
	Development of Secondary Drainage	26,500	35,691	Necessary to make river and drainage improvement effective.					B	Medium	Medium	Negligibly small	Midium viability to make river and drainage improvement effective.	B	

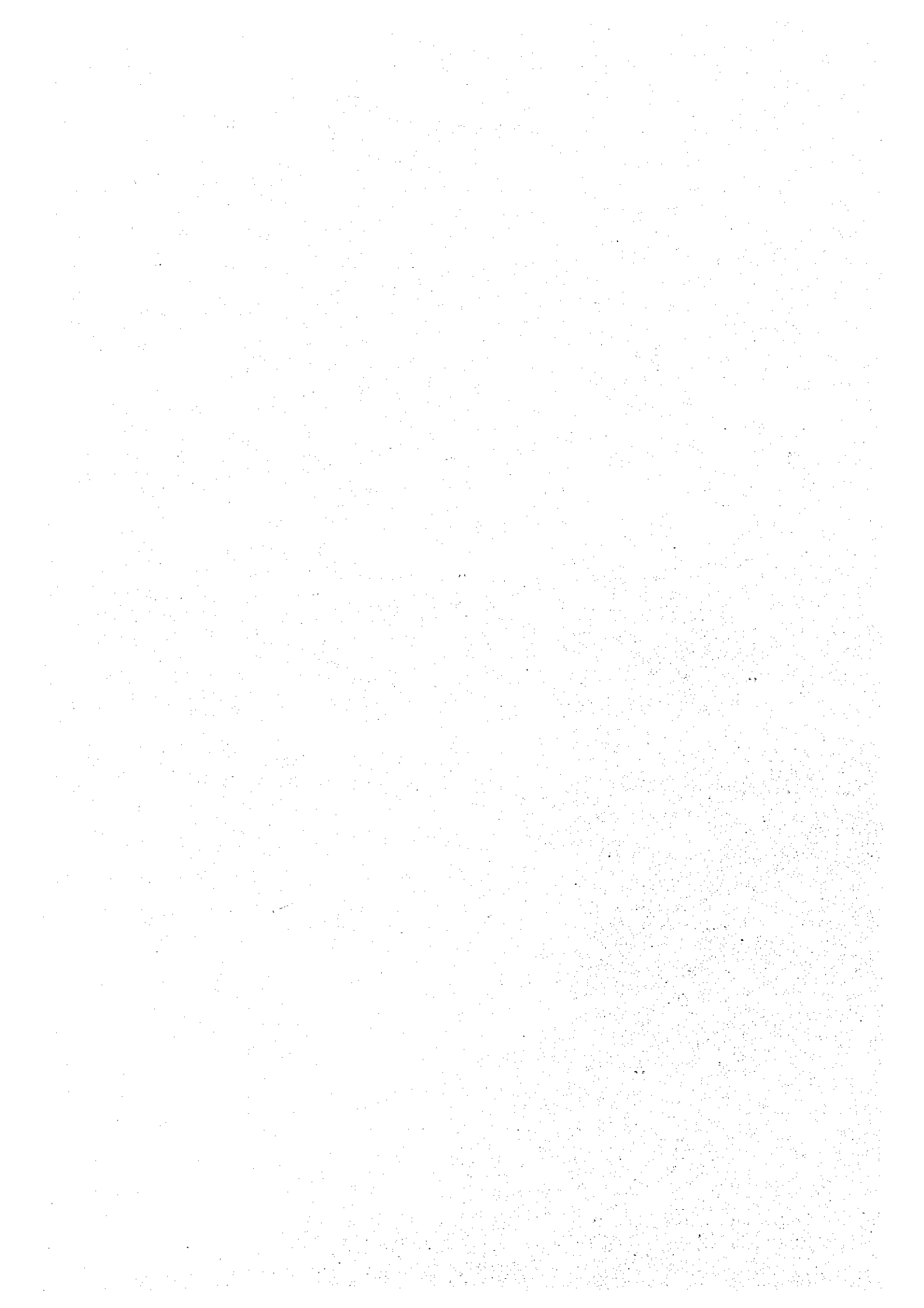
Remarks : Ranking of viability of project components A : High B : Medium C : Low

表-2 実施計画表

Project	Priority	Fiscal Year												
		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
		Stage-1					Stage-2					Phase-2		
I Structural Measures														
1. Chané - Pailon Area														
(1) General Coordination and Arrangement														
(2) 1 st Priority Components														
- Rio Chané / Rio Pailon	1B													
- Okinawa Main Drainage	1A													
(3) 2 nd Priority Components														
- R.Chico / El Chaco / El empalme II	2B													
- Secondary Drainage	2B													
2. San Juan - Antofagasta Area														
(1) General Coordination and Arrangement														
(2) 1 st Priority Components														
- Arroyo Jochi	1A													
- Road-cum-embankment	1A													
- San Juan Main Drainage (km 13. 17)	1B													
(3) 2 nd Priority Components														
- Arroyo Yapacanicito	2A													
- Arroyo Tacuaral	2A													
- San Juan Main Drainage (km 11. 15. 24. 28)	2B													
- Arroyo Tejería / Antofagasta Main Drainage	2B													
- Secondary Drainage	2B													
II Non-structural Measures														
(1) General Coordination and Arrangement														
(2) Implementation of Non-structural Measures	1A													

ファイナルレポート

要 約



ボリヴィア国サンタ クルス北部地域洪水対策計画調査

ファイナル レポート

(要約)

目次

1	調査概要	1
2	調査地域	2
3	農業および土地利用	3
4	マスタープラン以降の洪水	4
5	洪水防御対策および排水改良対策計画	5
6	環境影響評価	12
7	事業費の積算	12
8	組織	14
9	事業評価	15
10	財務	17
11	実施計画	17
12	結論と勧告	20

図表リスト

		ページ
表-1 (1)	土地分級概要	21
表-2 (2)	ゾーニングカテゴリーと土地利用計画	21
表-2	事業評価総括表	22
表-3	実施計画表	23
図-1	調査地域	24
図-2	土地利用図 (チャネーパイロン地区：1998)	25
図-3	土地利用図 (サンファン-アントファガスタ地区：1998) ..	26
図-4	土地分級図 (チャネーパイロン地区)	27
図-5	土地分級図 (サンファン-アントファガスタ地区)	28
図-6	1997年 (11月-12月) の洪水氾濫図 (チャネーパイロン地区)	29
図-7	1992年の洪水氾濫図 (チャネーパイロン地区：マスタープラン時)	30
図-8	1997年 (2月-3月) の洪水氾濫図 (チャネーパイロン地区：グランデ河の氾濫による浸水) ..	31
図-9	1996年12月-1997年2月の洪水氾濫図 (サンファン-アントファガスタ地区)	32
図-10	1992年の洪水氾濫図 (サンファン-アントファガスタ地区：マスタープラン時) ..	33
図-11	水文・水理解析モデル図 (チャネーパイロン地区)	34
図-12	水文・水理解析モデル図 (サンファン-アントファガスタ地区)	35
図-13	洪水対策および排水改良の施設配置計画図 (チャネーパイロン地区)	36
図-14	洪水対策および排水改良の施設配置計画図 (サンファン-アントファガスタ地区)	37
図-15	10年確率洪水における計画流量配分図 (サンファン-アントファガスタ地区)	38
図-16	シミュレーションによるプロジェクト実施前の10年確率 洪水氾濫図 (チャネーパイロン地区)	39
図-17	シミュレーションによるプロジェクト実施後の10年確率 洪水氾濫図 (チャネーパイロン地区)	40

図-18	シミュレーションによるプロジェクト実施前の10年確率 洪水氾濫図（サンファン-アントファガスタ地区）	41
図-19	シミュレーションによるプロジェクト実施後の10年確率 洪水氾濫図（サンファン-アントファガスタ地区）	42
図-20	雨量・水位観測所位置図	43
図-21	グランデ河流域図	44
図-22	洪水危険地域図（チャネーパイロン地区）	45
図-23	洪水危険地域図（サンファン-アントファガスタ地区）	46
図-24	避難路計画図	47
図-25	遊水池計画図	48
図-26	農業土地利用ゾーニング（チャネーパイロン地区）	49
図-27	農業土地利用ゾーニング （サンファン-アントファガスタ地区）	50
図-28	サンタクルス県組織図（D.S.25060）	51

ボリヴィア国サンタクルス北部地域洪水対策計画調査
ファイナル レポート
(要 約)

1. 調査の背景と目的・方針

(1) 背 景

本報告書は「ボリヴィア国サンタ クルス 北部地域洪水対策計画調査」(1995年3月～1996年6月)として、北部地域の7,000 km²を対象として JICA が実施したマスタープランで提案された優先地域(チャネーパイロン地区、サンファン-アントファガスタ地区)に係る F/S 報告書要約である。M/P および F/S 地域については図-1に示す。

北部地域はサンタ クルス県の農業生産センターとして、社会経済上重要な地域となっているが、地域の約35% (2,444 km²) が常習的洪水危険地域に当たり、記録上最大の1992年の洪水では地域の約70% (4,857 km²) が浸水する等、常に洪水の危険にさらされている。今回の F/S 対象地域は北部地域のチャネーパイロン地区 (600 km²) およびサンファン-アントファガスタ地区 (607 km²) の2地区で構成している。同地域は全域洪水氾濫危険地域に該当しており(城内人口は192,428人、1992年センサス)、洪水問題の解消が地域の課題となっている。

(2) 調査の目的

- 1) サンタ クルス 北部地域のチャネーパイロン地区および サン フアン-アントファガスタ 地区 1,207 km²について洪水防御対策計画調査 (F/S) を実施する。
- 2) 調査を通してカウンターパートに技術移転をはかる。

この調査は1998年7月末に開始、8月から10月末まで補足資料の収集および現地調査により F/S 対象地域の現状と問題点の確認及び計画の概要を策定し、1998年11月から1999年3月の国内作業により対策計画(案)を作成、3月に「ボ」国政府に説明した。その後、「ボ」国政府の対策計画(案)に対するコメントを考慮、ファイナル レポートを取りまとめた。

(3) 調査の方針

- 1) 洪水防御対策計画は、構造物対策と同時に、早期実施が可能な効果的な非構造物対策

を検討する。

- 2) 調査地域の基礎情報を GIS データベースに整備し、効果的対策を検討する。
- 3) 洪水氾濫調査の結果を基にマスタープランで作成・使用した洪水モデルを検証し、このモデルを対策計画の効果の評価に使用する。
- 4) 洪水被害危険地域の土地条件・土地分級をもとに、洪水被害軽減対策として土地利用の改善を検討する。
- 5) 洪水対策事業は長期間に渡る工事となることから、実施に伴う環境上の悪影響を最小とするために段階施工計画を検討、立案する。
- 6) 対策計画の実施（対策計画の推進、詳細設計の実施、工事の実施、実施後の維持管理）に必要な人材・機能強化と実施体制について検討する。
- 7) 洪水・排水改善対策の維持管理活動に住民参加を検討する。
- 8) 対策の早期実施を念頭に、対策の内容・規模別に実施機関（県、市その他）を検討する。

2. 調査地域の概要

- (1) 調査地域はサンタ クルス北部地域のチャネーパイロン地区 (600 km²) および サンファン・アントファガスタ 地区 (607 km²) の2地区で構成している。調査地域の人口は 192,429 人 (1992 年国勢調査) で、行政上はワルネス、オピスポ サンテイス テヴァン および イチローの3郡 (Province) に関係している。
- (2) 河川および排水流域は東部と西部とに分かれる。東部はチャネ川流域および オキナワ排水流域、西部はテヘリア川、ヤパカニシイト川、ホチ川、タクアラル川の各流域で構成している。
- (3) 1992 年からのサンタ クルス 県の総生産 (GRDP) の実質年平均成長率は 5.53 % である。サンタ クルス県の GRDP が「ボ」国の国内総生産 (GDP) に占める割合は 27 % で、全国で最も高い割合を示している。

- (4) 1997年におけるサンタクルス県の公共投資額は93.3百万USドル(うち中央政府17.9百万USドル、サンタクルス県53.8百万USドル、各市21.6百万USドル)となっており、セクター別の内訳は生産セクター4.5百万USドル(4.8%)、基盤施設セクター41.6百万USドル(44.6%)、社会セクター40.7百万USドル(43.6%)、多目的セクター6.5百万USドル(7.0%)である。

3. 農業および土地利用

- (1) サンタクルスの農業セクターは、県のGRDPの23%、「ボ」国農業GDPの39%を占め、地域経済のみならず国家経済においても重要な役割を担っている。
- (2) 調査地域の主要農産物は大豆、米および小麦であり、1997/1998における県生産量のそれぞれ12%、43%および41%を占めている。1994~1998の間に大豆が県生産量に占める割合は19%から12%に減少したが、米および小麦が占める割合はそれぞれ33%から43%、25%から41%に増加している。しかし、これら主作物の夏季の収穫(特に大豆)は、洪水被害により収穫量が大きく変動している。
- (3) 地域の土地利用は図-2および-3に示す。調査地域の土地利用の特徴は以下の通りである。
- 森林は河川沿いまたは排水不良地域に分布している。
 - 放牧地は生産性の低い土地または洪水氾濫の影響が激しい地域に分布している。
 - サトウキビは洪水氾濫の影響が激しい地域の内、1997/8年洪水氾濫水深50cm以上の地域に分布している。
 - 耕地は比較的洪水氾濫の影響が少ない地域に分布している。
- (4) 調査地域の土地利用ポテンシャルは土地分級を基に検討し、「ボ」国基準に照らし下記の5カテゴリーに区分する：

土地分級カテゴリー

カテゴリー	土地分級	基準
1	I - III	耕作に適している
2	IV	耕作が可能
3	V	放牧に適している
4	VI - VII	放牧が可能
5	VIII	農業に不適

注) 資料収集先: UTD-PLUS

チャネーパイロン地区はカテゴリー1が占める割合は60%であるが、サンフアン-アントファガスタ地区はカテゴリー3～5地域が広く分布している(表-1および図-4、-5参照)。

4. マスタープラン以降の洪水

- (1) チャネ川およびその支川は毎年洪水が発生している。しかし大きな洪水は1998年11月末から12月始めに発生し、降雨量は5～20年確率規模であった。洪水および降雨状況を以下の表に示す。

1995年以降の洪水の特徴

洪水期間	氾濫地域		推定降雨期間	観測降雨量					
	(km ²)	%		Saavedra		CETABOL		Trompillo	
				(mm)	R.P. (yrs)	(mm)	R.P. (yrs)	(mm)	R.P. (yrs)
Dec/95 - Feb/96	112.7	18.8	4 - 20 Jan/96	203.4	2 - 5	134.6	2	141.9	2
Dec/96 - Feb/97	170.9	28.5	30 Jan - 6 Feb/97	131.1	2	96.6	2	186.4	2 - 5
Nov - Dec/97	370.3	61.8	30 Nov - 5 Dec/97	286.3	10 - 20	219.6	5 - 10	182.4	2 - 5
Feb - Mar/97	98.2	16.4	No data						
Feb - Mar/98	83.5	13.9	No data						

Note : 1). % = 調査対象地域に占める氾濫面積の比率
2). R.P = 再現期間

なお1997年11～12月の洪水氾濫地域および1992年の洪水氾濫地域を図-6および-7に示す。

- (2) グランデ川の洪水は 1997 年 (2 月 ~ 3 月) および 1998 年 (2 月 ~ 3 月) と 2 年連続して発生している。この洪水氾濫域は調査地域の約 15 % である (図-8 参照)。しかし、洪水の確率規模は、水文資料が得られないので明らかでない。
- (3) サン フアンー アントファガスタ 地区 も地区内河川が毎年氾濫している。1995 年以降の降雨は、1997 年 1 月 ~ 2 月の洪水が最大で、降雨規模は 10 ~ 20 年確率で、1992 年洪水の降雨規模 (5~10 年確率) より大きい。洪水および降雨状況は以下の表に示す。

1995年以降の洪水の特徴

洪水期間	氾濫地域		推定降雨期間	観測降雨量	
	(km ²)	%		San Juan de Yapacani	
				(mm)	R.P. (yrs)
Jan - Feb 1995	323.7	53.3	No data		
Jan - Feb 1996	405.1	66.7	2 - 8 Feb 96	245.3	2 - 5
Jan - Feb 1997	560.1	92.2	30 Jan - 6 Feb 97	443.0	10 - 20
Jan - Feb 1998	450.5	74.2	28 Jan - 2 Feb 98	156.0	< 2

Note : 1). % = 調査対象地域に占める氾濫面積の比率
2). R.P = 再現期間

1997年 1~2月の洪水氾濫状況および 1992年洪水氾濫地域は図-9 および -10 に示す。

(4) 河川モデルの検証

マスタープランで作成した河川モデルを、今回実施した河川横断測量結果および現況調査結果をもとに更新した。河川モデルはチャネーパイロン 地区 (チャネーパイロンおよびオキナワ排水流域)、サン フアンーアントファガスタ 地区 (ヤパカニシイト、ホチ および タクアラル 川流域) について作成している (図-11 および -12 参照)。

5. 洪水防御対策および排水改良対策計画

洪水危険地域は洪水発生原因により下記のカテゴリーに区分する。

カテゴリー 洪水原因

- 1 隣接する主要河川（グランデ川、ピライ川およびヤパカニ川）の洪水氾濫地域
- 2 ピライ川の背水の影響を受けるチャネ川および支川の洪水氾濫地域
- 3 主要河川の洪水の影響を受ける支川の洪水氾濫地域
- 4 地区内河川自己流域の洪水氾濫地域

対策計画は構造物対策および非構造物対策を計画する。

5.1 構造物対策計画

構造物対策は河川改修、排水改良対策および堤防（道路兼用堤防）を計画する。計画の対策施設の位置は図-13 および -14 に示すとおりであり、概略を下表に示す：

構造物計画延長 (Km)

地区・地域	改修延長(Km)		
	河川	排水	道路兼用堤防
チャネーパイロン			
チャネ川	26.35	0.00	0.00
パイロン川	31.41	10.36	0.00
オキナワ排水	0.00	21.65	0.00
Sub total	57.76	32.01	0.00
サンファン-アントファガスタ			
サンファン	17.36	43.11	0.00
アントファガスタ	17.60	8.80	9.83
Sub total	34.96	51.91	9.83
Total	92.72	83.92	9.83

構造物の設計規模は、マスタープランにおいて洪水対策の確率規模と被害軽減効果を対比検討し、経済的妥当性を確認した下記の基準を踏襲する：

- 洪水防御計画： 10年確率洪水、計画許容水深は 30 cm、
- 排水改良計画： 5年確率洪水、計画許容水深は 30 cm、
- 道路橋梁等関連公共施設： 50年確率洪水

計画洪水量は図-15 に示す。構造物対策実施「前」・「後」における想定洪水氾濫危険地域の状況は図-16～19 に示す。

5.2 非構造物対策計画

非構造物対策は調査地域全域を対象に計画する。一般に構造物対策は完成までに長い年月とある程度の投資が必要となる。非構造物対策は大規模な投資を必要とせず、既存の組織の拡充・強化により実施可能であり、比較的早期に効果が期待される。非構造物対策計画の構成は下記の通りである。

(1) 洪水警戒避難体制

a. 既存の洪水警戒避難体制

現在、調査地域ではピライ川流域を対象にサンタクルス市およびピライ川沿いの住民を洪水から守ることを目的にサンタクルス県が作成した「ピライ川流域緊急対策計画」がある。この計画はピライ川流域管理事務所 (SEARPI) および民防組織 (Civil Defence) が中心になっており、その責任分担は以下のとおりである。

SEARPI:

- 洪水位観測 (5箇所の水位・流量)、
- 警報レベル (3段階: 小洪水、大洪水、異常洪水) の決定、
- 知事 (Civil Defence の長) への伝達。

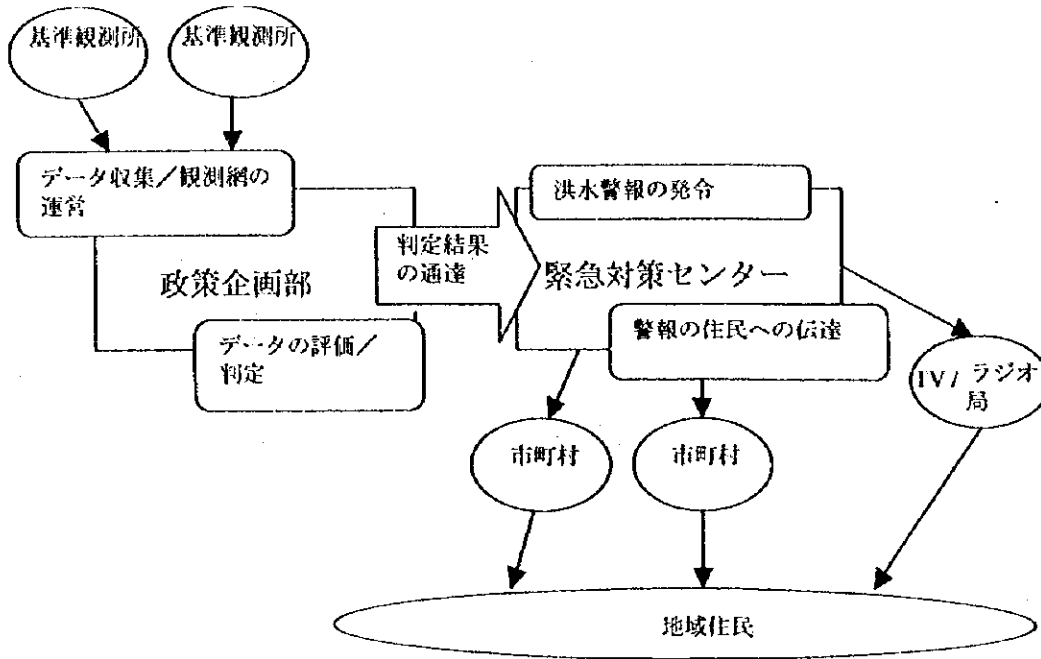
Civil Defence:

- 洪水警報の発令、
- 洪水警戒体制、
- 洪水後の救助活動。

b. 提案する洪水警報避難体制

本調査では都市部に限定されている既存の洪水警戒避難体制を拡充し、調査対象地域全体に適用するための洪水警戒避難体制を提案する。本計画では水位・降雨観測・情報収集 / 洪水警報の検討・決定段階を総合管理局 (General Coordination Direction : GCD) の政策企画部 (Strategic Planning Division : SPD) が、情報伝達および避難活動段階を県の緊急対策センター (Operation Center of Departmental Emergency: COED) が担うものとする。緊急対策センターは洪水警報を関係市町村 (Municipality、Canton) を通じて地域住民に伝達する。

提案する洪水警報避難体制の概念図を以下に示す。



提案する洪水警報避難体制の概念図

c. 基準観測所

洪水警報避難計画は計画降雨の基準観測所とした下記の観測所の降雨資料を基本に計画する。

- サーヴェドラ (現在 日雨量計)
- オキナワ (CETABOL) (現在 時間雨量計)
- トロンビジョ (現在 日雨量計)
- サンファンデヤパカニ (現在 日雨量計)

効果的な洪水警報を実施するには時間雨量データの観測が望ましいので、CETABOL以外の基準観測所は時間雨量計の設置を計画する。なお既存観測所の位置は図-20に示す。

d. 警報レベル

警報レベルは過去の洪水と降雨資料により1日、3日および5日連続降雨をベースに以下のように計画した：

- 警報レベル 1: 2年確率降雨規模
- 警報レベル 2: 5年確率降雨規模
- 警報レベル 3: 10年確率降雨以上

洪水警報のための降雨規模

降雨	警報レベル	Chane - Pailon			San Juan - Antofagasta S.J. Yapacani
		Saavedra	CETABOL	Trompillo	
1日	1	90.0	90.0	90.0	125.0
	2	120.0	125.0	125.0	165.0
	3	145.0	145.0	155.0	195.0
3日	1	120.0	115.0	110.0	160.0
	2	165.0	160.0	155.0	215.0
	3	200.0	200.0	185.0	250.0
5日	1	135.0	135.0	130.0	190.0
	2	190.0	185.0	175.0	240.0
	3	225.0	215.0	205.0	275.0

グランデ川の洪水に対しては、洪水予警報は上流水位を基本にすることとし、グランデ川上流のアバポに水位観測所を新設、観測を実施することを計画した（図-21参照）。

e. 避難

洪水氾濫危険地域住民の避難には、事前に利用可能な避難所および避難ルートを住民に示す必要がある（図-22～24参照）。

地域	避難地域
チャネ-1(下流)	プエルトフェルナンデス
チャネ-2(中流)	サーヴェドラ
パイロン	オキナワー1
オキナワ	オキナワー1
サンフアン	サンフアン
アントファガスタ-1(西)	サンフアン
アントファガスタ-2(東)	サンカルロス

なお、計画避難地域の公共施設は1992年洪水、1997/1998年洪水でも浸水していない施設を選定した。しかし避難道路は処により浸水しているため、低い箇所については路面の嵩上げが必要である。

(2) 洪水氾濫原管理

洪水氾濫原管理は、想定洪水氾濫危険地域および土地利用ゾーニングに関する情報を活用する。住民各自が土地利用および営農を改善することにより洪水被害軽減を図るためには、想定洪水氾濫危険地域図および土地利用ゾーニング図を情報公開することが必要である。

(3) 自然の遊水効果・洪水調節効果をもつ土地の開発規制

マスタープランでは自然遊水池をチャネーパイロン地区に5ヶ所、サンフアンーアントファガスタ地区1ヶ所提案している(図-25参照)。自然遊水池は洪水ピークを低減し下流河道の負担を減らす効果がある。河川改修計画は自然遊水池の効果を考慮しているため、各流域の自然遊水効果を維持することが不可欠である。計画の自然遊水池6ヶ所の面積は、アントファガスタ地域の湿地(7.2 km²)を含み、123.4 km²である。詳細については以下の表に示す。

No.	関連河川	面積 (km ²)	現在の土地利用	土地分級
1	パイロン川	51.4	一次林 二次林 未利用地	V
2	パイロン川	10.6	二次林	V
3	チャネ支川	17.5	一次林 二次林 牧草地	III, V
4	ロス サウセ川	12.9	一次林	V
5	メコ川	23.8	二次林	III
6	ホチ川 タクアラル川	7.2	一次林 湿地林	V
Total		123.4		

遊水池の保全には同地域での開発行為の規制が必要である。現在、河川、湿地および付近の土地利用の規制に関する法律は新森林法 (No. 1700, 1996) による。該当地域では、土地所有者は所有権はあるが、法律により使用が規制される。しかし、法律は永久的洪水地域を対象にしているので、一時的な洪水地域である遊水池地域に全面的には適用できない。従って、遊水池地域については、県が保護地域として早急に指定することが必要である。

(4) 河川沿いの森林保全・管理

河川沿いの森林は河道の保全および河道沿いの森林生態系の保全に非常に効果的である。河道沿いの森林保全区域はグランデ川・ヤパカニ川等主要河川は兩岸 1000 m、チャネ・パイロン川は兩岸 100 m、比較的小規模のヤパカニシイト川、ホチ川、タクアラル川は兩岸 20 m を提案した。

(5) 洪水氾濫危険地域の土地利用の改善

洪水危険地域の土地利用・営農については、前記の氾濫条件および土地分級による土地利用ゾーニングが基本となるが、洪水期、夏季の営農作物の改善について検討した結果は図-26 および -27 に示す。

- チャネパイロン地域： 6 ゾーンに区分
- サンフアンーアントファガスタ地域： 4 ゾーンに区分

6. 環境影響評価

- (1) 法規により全ての事業または行為は、官、民を問わず、環境調査表 (Ficha Ambiental) を作成し、実施前に下記のカテゴリー分類の審査を受けなければならない：

カテゴリーI	総合的 EIA が必要、
カテゴリーII	限定した EIA が必要、
カテゴリーIII	EIA は必要ないが、概念的な EIA が望まれる、
カテゴリーIV	EIA は必要ない。

カテゴリー分類審査は持続開発・計画省、天然資源・環境大臣が担当している。地方分権化に伴い、1997 年以降県がカテゴリー分類審査を実施しているが、県が実施する事業に関しては、事業実施者とカテゴリー分類審査者が同一組織となることを避けるため中央政府が審査にあたる。

- (2) 持続開発・計画省は当プロジェクトをカテゴリーIII と審査した。審査結果によると、実施前に詳細設計の段階で下記の書類を作成し、持続開発・計画省から実施の許可をとることを義務付けている：

- Program of Prevention and Mitigation (Programa de Prevencion y Mitigacion: PPM),
- Plan of Environmental Application and Follow (Plan de Aplicacion y Seguiment Ambiental: PASA)

- (3) 事業の実施は全体的に環境の改善に役立ち、環境上の顕著なマイナスの効果は認められない。

7. 事業費の積算

(1) 工事費

工事費は直接工事費および間接工事費からなる。直接工事費は構造物の予備設計の設計数量および 1998 年 8 月時点の市場価格および外貨交換率により算定した。間接工事費は直接費の 30 % (予備費：5 %、諸経費：10 %、利益：15 %) を計上した。

(2) 事業費

事業費は、工事費、間接費からなり、間接費は事務費、技術費および予備費を含んでいる。事務費、技術費および予備費はそれぞれ工事費の 5 %、10 %、15 % を計上した。

プロジェクト	L/C Bs.	F/C Bs.	Total Bs.
チャネーパイロン地区			
チャネ川	91,434,000	143,193,000	234,627,000
パイロン川	143,084,000	231,073,000	374,157,000
オキサワ 排水路	32,120,000	57,680,000	89,800,000
計	266,638,000	431,946,000	698,584,000
サンフアンーアントファガスタ地区			
サンフアン	45,724,000	61,826,000	107,550,000
アントファガスタ	40,990,000	59,372,000	100,362,000
計	86,714,000	121,198,000	207,912,000
合計	353,352,000	553,144,000	906,496,000

Note : US\$ 1.0 = Bolivian Bs 5.50 = Japanese Yen 117 (1998 年 8 月)

(3) 維持管理費

工事終了後の年維持管理費は、河川構造物で一般に用いられる、工事費の 1.0 % と仮定する。

(4) 工事計画

基本方針：

- 工事は 2001 年から 2010 年の 10 年間で実施する、
- 事業は 2001 年から 10 年間で完了する、
- 優先事業は 2001 年から 5 年以内に完成（又は着手）する。

予備設計による河川および排水改良工事数量は以下の表に示す。

	チャネーパイロン 地区			サン ファーン アントフ アガスタ 地区	
	チャネ 川	パイロン 川	オキナワ 排水路	サン ファ ン	アントファガ スタ
河川改修 (km)	26.35	31.41	21.65	17.36	17.60
掘削 (1,000m ³)	5,638	9,196	0	652	640
橋梁工事	4	1		1	3
道路兼用堤防(km)					9.8
築堤盛土 (1,000m ³)					37
排水改良(km)		10.36	21.65	43.11	8.80
掘削 (1,000m ³)	0	398	1,838	235	389
橋梁工事	0	1	1	3	2
二次排水路					
掘削 (1,000m ³)	0	416	799	998	755
暗渠工事	0	9	17	18	21

8. 組織

- (1) 洪水防御に関連する機関はサンタ クルス県、民防組織 (CD/COED)、市、気象庁 SENAMHI)、ピライ川流域管理事務所 (SEARPI) およびスルツ・ヤパカニ川流域管理事務所 (MUCUCY) がある。サンタ クルス県は 1999 年 1 月に組織改革している (図-28 参照)。
- (2) サンタ クルス県が責任をもって組織の機能およびスタッフの強化をはかり、提案の構造物および非構造物対策を実施する。当事業の実施機関は総合管理局 (General Coordination Direction : GCD)とし、GCD が 事業実施に必要なアクションを取り、事業の進行にあわせ関連組織強化を図る。
 - 事業の実施の準備作業にあたる総合管理局の政策企画部
(Strategic Planning Division)
 - 主要施設の実施を担当する建設局
(Infrastructure Direction)
 - 小規模な施設の実施と維持管理を担当することとなる関連各市
 - 構造物対策施設及び非構造物対策の維持管理活動に参加することとなる住民組織

(3) 洪水予警報

観測データは洪水予警報対策の策定に不可欠な情報である。提案の洪水予警報組織に必要な雨量計および水位計の設置（または交換）は関連機関の協力のもとに県政策企画部(SPD)が責任を持って必要なアクションを取り、情報収集ならびに警報レベルを決定、緊急対策センター(COED)に伝達する。緊急対策センターはこの情報をもとに洪水が予想される地域の住民に予警報を伝達し、水防活動を実施する。

(4) 維持管理

実施した洪水防御対策および排水対策が期待通りの効果を上げるためには、実施機関と関連各市による適切な維持管理活動が必要となる。維持管理体制は以下のように計画する。

- 洪水対策施設の維持管理活動は事業の実施機関が行い、関連各市および住民組織がサポートする、
- 排水対策施設の維持管理活動は関連各市および住民組織が行う、
- 現場レベルの維持管理活動は住民組織が行う。

9. 事業評価

事業の構造物対策は技術、経済、財務、社会および環境の面から評価した。

(1) 技術評価

提案の構造物対策施設の効果は主に洪水氾濫危険地域の減少で評価した。提案の構造物対策施設により 10 年確率規模の洪水による氾濫面積(氾濫水深 30 cm 以上)の減少は、チャネーパイロン地区で 279 km²、サンフアンーアントファガスタ地区で 198 km²と推定され、氾濫面積減少効果は極めて大きい。

チャネ川は本川沿いの氾濫面積の減少は 21 km² と少ないが、支川地域の氾濫面積減少効果は大きいものと推察される。なお、工事を実施しない場合、計画洪水ピーク時の水位が現在より約 60 cm 上昇し、社会環境上マイナス効果が発生する恐れがある。

(2) 経済評価

経済的には「ボ」国の資本機会費用(10～12%と推定)から経済内部収益率(EIRR)が10%以上を妥当と評価した。経済評価による各事業のEIRR(%)の値は下表の通りである。

事業名	EIRR (%)
I. チャネーパイロン	12.1
一1. チャネ川	3.8
一2. パイロン川	16.4
一3. オキナワ排水	18.4
II. サンファンーアントファガスタ	18.2
一1. サンファン	12.4
一2. アントファガスタ	23.4

チャネーパイロン地区およびサンファンーアントファガスタ地区はそれぞれEIRR: 12.1%、18.2%を示し、経済効果は妥当であり、事業の実施は地域経済に貢献することが期待出来る。

構造物対策による上記の便益に加え、非構造物対策による多数の無形便益が期待できる。

(3) 社会環境影響評価

洪水対策および排水改良は基本的に地域の社会環境の改善を目的にしている。構造物対策は洪水による地域の社会・経済活動の阻害を軽減し、非構造物対策は住民間の情報交換を推進する。これにより地域の社会環境が改善される。

評価の結果は表-2に示す。

10. 財務評価

- (1) 1997年の投資額 93.3 百万 USドルの内、内部資金は 45.5 百万 USドル (48.8 US%)、外部資金が 47.8 百万 USドル (51.2%)である。1992～1997年間の内部資金と外部資金との比率は概ね 44:56 となっている。1997年の外部資金 47.8 百万 USドルは、融資 31.6 百万 USドル (66.1%)、無償 16.2 百万 USドル (33.9%) である。
- (2) 1998年のワルネス、サーヴェドラ、サン カルロス各市の公共投資予算は 12事業 合計 25.3 百万 Bs.である。12事業の中で、最も大きいのは地方道建設・維持の 8.4 百万 Bs.である。
- (3) 事業の完成後の施設の維持管理費用は 1998年価格で 6.8 百万 Bs.と推算される。維持管理業務は 2005年から部分的に開始され、2011年以降本格化する。2011年には県の GRDP は 1998年のほぼ 2倍になると予想される。これらを考慮すると、各市が維持管理活動をすることは財政上はあまり問題ないと推察する。

11. 実施計画

(1) 実施機関

事業の実施機関はサンタ クルス県とする。県の責任機関である総合管理局 (GCD) は実施段階毎に必要な組織の整備・強化をはかる：

- 1) 計画段階
 - 政策企画部 (Strategic Planning Division)
- 2) 実施段階
 - 建設局 (Infrastructure Direction)
 - 関連各市
- 3) 維持・管理段階
 - サンタ クルス県
 - 関連各市
 - 住民組織

(2) 実施期間は：

- ステージ-1: 準備 (1999 ~ 2000)
- ステージ-2: 実施 (2001 ~ 2010)

1) ステージ 1 : 準備期間

総合管理局は準備作業を進めるために政策企画部を強化する。総合管理局および政策企画部は事業の実施に必要な課題を遂行する。このステージの主な課題は：

- 提案事業の早期実施のために事業を推進するチームまたは委員会を組織する
- 組織に必要な人材を補強する
- スタッフの研修プログラムを作成する
- 洪水予警報のために提案した雨量計および水位計設置（または交換）の手配をする
- 洪水予警報のための水文資料の収集、警報レベルの決定、伝達機能の確立
- 洪水予警報組織の地域レベルの伝達組織整備について緊急対策センター (COED) をサポートする
- 事業の実施資金準備をサポートする
- 非構造物対策実施の準備をする
- 洪水被害の軽減および維持管理作業のための市レベルの委員会設立をサポートする。

2) ステージ 2 : 提案対策の実施

事業の規模とタイプにより実施機関を決定し事業を実施する。総合管理局 (GCD) が事業実施の指揮をとり、各事業の実施機関を決定する。この段階の主な課題は：

- 事業実施組織の整備
- 非構造物対策の実施
- 構造物対策の詳細設計・施工の実施
- 住民組織による維持管理活動の実施。

(3) 事業と優先順位

事業の優先順位は技術、経済評価および環境影響評価の結果を考慮し各対策を第一および第二優先グループに分けた。事業の実施計画準備にあたり、各優先グループの事業を検討、更に各グループ内の優先順位を検討、優先順位—1 A、1 B 優先順位—2 A、2 Bの4ランクを設定した。

優先順位のクライテリア

優先順位	A	B
優先順位-1 (早急に実施することが望まれる。)	優先度-1の中でも特に早急な実施が望まれる。	早急に実施することが望まれる。
優先順位-2 (実施することが望まれる。)	優先度-2の中で比較的早期の実施が望まれる。	実施することが望まれる。

- | | | |
|----|--|------|
| 1) | 洪水防御構造物対策 | 優先順位 |
| | (チャネーパイロン地区) | |
| | - チャネ川改良 | 1B |
| | - パイロン川改良 | 1B |
| | (サン フアン—アントファガスタ地区) | |
| | - ヤパカニシイト川改良 | 2A |
| | - ホチ川改良 | 1A |
| | - タクアラル川改良 | 2A |
| | - 堤防兼用道路築設 | 1A |
| 2) | 排水改良構造物対策 | 優先順位 |
| | (チャネーパイロン地区) | |
| | - ランチャ チコ排水改良 | 2B |
| | - エル チャコ排水改良 | 2B |
| | - エルエムパルメ II 排水改良 | 2B |
| | - オキナワ幹線排水路改良 | 1A |
| | - 二次排水路開削 | 2B |
| | (サン フアン— アントファガスタ地区) | |
| | - サン フアン幹線排水路改良
(km 13 及び 17) | 1B |
| | - サン フアン幹線排水路修復
(km 11, 15, 24 及び 28) | 2A |
| | - テヘリア川改良 | 2B |
| | - アントファガスタ幹線排水路開削 | 2B |
| | - 二次排水路開削 | 2B |
| 3) | 非構造物対策 | 優先順位 |
| | - 洪水予警報 | 1A |
| | - 洪水氾濫原管理 | 1A |
| | - 自然遊水地保全 | 1A |
| | - 洪水避難計画 | 1A |
| | - 防護林保全 | 1A |
| | - 洪水危険地域図 | 1A |

(4) 実施工程

1) 構造物対策

河川および排水路の工事は2フェーズに分けて実施する。第1優先順位(1A及び1B)の事業は2001年から2005年に実施(または着手)、第2優先順位(2A及び2B)の事業は2006年から2010年に実施する。

2) 非構造物対策

非構造物対策は構造物対策のような資金準備が必要ないので、可能な限り速やかに着手する。下記の準備を可能な限り速やかに進めることが必要である：

- 降雨・水位観測網の改善と洪水予警報の実施機能を政策企画部に設ける
- 洪水危険地域および必要な対策を住民に対して示す
- 自然遊水池地域を県の保護地域に指定
- 非構造物対策推進に必要な人材・予算の準備

計画の実施工程は表-3に示す。

12. 結論と勧告

提案の洪水防御対策および排水改良対策計画は技術、経済、財務、社会および環境上妥当である。計画の実施により洪水および排水問題を軽減し、地域を安定させるため、サンタクルス県は下記実施について速やかに対応することを提言する：

- 1 洪水および排水問題の軽減のために、非構造物対策および構造物対策実施を進め、優先順位一1(1A及び1B)の事業の早期実施をはかる。
- 2 提案の洪水防御および排水改良対策のスムーズな実施のためには、総合管理局(GCD)を事業の指導的実施機関として強化する。
- 3 サンタクルス北部地域に効果的な洪水予警報組織を確立するためには、提案の自記雨量計(サーヴェドラ、トロンピジョ、サンファンデヤバカニ)・水位計(アバボ)を設置する。
- 4 提案の遊水地は洪水問題の軽減に非常に効果的なので、早急に当該地域を保全地域に指定する。
- 5 洪水氾濫条件および土壌条件を考慮した適正な土地利用計画と作付け計画の導入を通して、農作物の洪水被害の軽減を図るために、洪水氾濫危険地域および土地利用ゾーニングを公示する。
- 6 洪水対策の実施に当たっては、調整委員会(Coordination Committee)を活用して住民参加を積極的に推進する。

付 表



表-1 (1) 土地分級概要

Area	Class	II	III	IV	V	VI	VII	Total
Chane-Pailon	Km2	135.7	201.7	31.2	400.0	7.1	4.0	599.6
	%	26.0	33.6	5.2	66.7	1.2	0.7	100.0
San Juan-Antofagasta	Km2	0.0	221.9	285.7	99.8	0.0	0.0	607.3
	%	0.0	36.5	47.0	16.4	0.0	0.0	100.0

Source: Departmental Office

表-1 (2) ゾーニングカテゴリーと土地利用計画

Zone	Flood Depth	Soil Classification	Existing Land Use	Recommended Land Use	
				Summer(Flood season)	Winter
1	No flood	II-02,III-01, 06,07,IV08	Upland crop,	Any crops	Any crops
2	50 cm >	II-02,III-01, 06,07,IV08	Upland crop, Sugar cane, Forest,	Water tolerant crops such as rice	Any crops
3	50 cm <	II-02,III-01, 06,07,IV08	Upland crop, Sugar cane, Grazing land	Crop rotation keeping away from flood season	Any crops
4	No flood	IV-07	Grazing land, Upland crop	Perennial crop, Grazing land	Perennial crop, Grazing land
5	50 cm >	IV-07	Grazing, Forest, Upland crop	Grazing land	Grazing land
6	-	V-02,V-10,11,17, VI-09,05, VII-05	Forest, Grazing, Sugar cane	Grazing land, Forest	Grazing land, Forest

Source: Study Team

表-2 事業評価総括表

AREA / SUB-AREA	FLOOD MITIGATION AND DRAINAGE IMPROVEMENT MEASURES				PROJECT EVALUATION										
	STRUCTURAL MEASURES			NON-STRUCTURAL MEASURES	Technical Efficiency (Reduction of flooded area more than 30 cm depth in 10-year frequency flood : km ²)			Economic Efficiency (EIRR : %)			Embrionmental Impact			PROJECT VIABILITY	
	Component of Structure Measures	Distance (km)	Project Cost (1,000 Bs)		Living Environment	Economic Environment	Natural Environment								
1. CHANE-PAILON AREA				698,584	279.00			12.1							
(1) Rio Chane Basin	Improvement of Rio Chane	26,350	234,627	- Protection of retarding basin - Flood warning - Flood plain management - Flood evacuation plan - Protected forest - Preparation of flood hazard map	Indispensable for avoiding any adverse effect. More effective with flood control of the Rio Piray.	21.10	A	Not feasible	3.8	C	High	Medium	Negligibly small	High viability for avoiding any adverse effect.	A
(2) Rio Pailon Area	Improvement of Rio Pailon	31,680	344,624		Indispensable as the main stream area. One of the most effective component for the flood mitigation.	167.50	Highly feasible	16.4	A	High	High	Negligibly small	High viability as the main stream area.	A	
	Improvement of Rancho Chico Drainage	3,600	8,113		Necessary to mitigating the adverse effect of the bridge construction along Route 9.					B	High	Medium	Negligibly small	Midium viability for avoiding adverse effect of the bridge construction.	B
	Improvement of El Chaco Drainage	1,470	1,118		Necessary to mitigating the adverse effect of the bridge construction along Route 9.					B	High	Medium	Negligibly small	Midium viability for avoiding adverse effect of the bridge construction.	B
	Improvement of El Empalme II Drainage	5,290	7,304		Necessary to mitigating the adverse effect of the bridge construction along Route 9.					B	High	Medium	Negligibly small	Midium viability for avoiding adverse effect of the bridge construction.	B
	Development of Secondary Drainage	18,500	12,998		Necessary to make river and drainage improvement effective.					B	Medium	Medium	Negligibly small	Midium viability to make river and drainage improvement effective.	B
(3) Okinawa Drainage Basin	Improvement of Okinawa Main Drainage	21,650	61,891	High necessity as the major drainage area. It will contribute to mitigate the flood damage of Rio Grande.	90.40	Highly feasible	18.4	A	Exclusive High	High	Negligibly small	High viability as the major drainage area for mitigating the flood damage of Rio Grande.	A		
	Development of Secondary Drainage	35,500	27,909	Necessary to make river and drainage improvement effective.	B				Medium	Medium	Negligibly small	Midium viability to make river and drainage improvement effective.	B		
2. SAN JUAN-ANTOFAGASTA AREA				207,912	197.70			18.2							
(1) San Juan Area	Improvement of Arroyo Yapacanicito	17,360	37,350	- Protection of retarding basin - Flood warning - Flood plain management - Flood evacuation plan	Necessary for improving the northern area of San Juan.	91.60	Feasible	12.4	B	Exclusive High	High	Negligibly small	Midium viability as the intensive land use area.	B	
	Improvement of San Juan Main Drainage (km 13, 17)	7,500	8,474		High necessity as the restoration of the main drainage.					A	Exclusive High	High	Negligibly small	High viability as the intensive land use area.	A
	Rehabilitation of San Juan Main Drainage (km 11, 15, 24, 28)	27,450	14,136		Necessary to rehabilitate the drainage functions.					B	Exclusive High	Medium	Negligibly small	Midium viability as the intensive land use area.	B
	Improvement of Arroyo Tejeria	8,160	8,215		Necessity as the drainage area.					B	Medium	Medium	Negligibly small	Midium viability as the intensive land use area.	B
	Development of Secondary Drainage	35,000	33,304		Necessary to make river and drainage improvement effective.					B	Medium	Medium	Negligibly small	Midium viability to make river and drainage improvement effective.	B
(2) Antofagasta Area	Improvement of Arroyo Jochi	11,800	25,010	- Protected forest - Preparation of flood hazard map	Indispensable to improve flooding condition in the Antofagasta Area.	106.10	Highly feasible	23.4	A	High	Medium	Negligibly small	High viability as the intensive land use area.	A	
	Improvement of Arroyo Tacuaral	5,800	18,272		Necessary to improve flooding condition in the Antofagasta Area.					B	High	Medium	Negligibly small	Midium viability as the intensive land use area.	B
	Development of Road-cum-embankment	9,830	6,071		Indispensable for project phasing in the San Juan - Antofagasta Area.					A	Medium	Medium	Negligibly small	High viability for project phasing.	A
	Development of Antofagasta Main Drainage	8,800	21,389		Necessity as the drainage area.					B	High	Medium	Negligibly small	Midium viability as the intensive land use area.	B
	Development of Secondary Drainage	26,500	35,691		Necessary to make river and drainage improvement effective.					B	Medium	Medium	Negligibly small	Midium viability to make river and drainage improvement effective.	B

Remarks : Ranking of viability of project components A : High B : Medium C : Low

表-3 実施計画表

Project	Priority	Fiscal Year											
		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
		Stage-1					Stage-2						
I Structural Measures													
1. Chane - Pailon Area													
(1) General Coordination and Arrangement													
(2) 1 st Priority Components													
- Rio Chane / Rio Pailon	1B												
- Okinawa Main Drainage	1A												
(3) 2 nd Priority Components													
- R.Chico / El Chaco / El empalme II	2B												
- Secondary Drainage	2B												
2. San Juan - Antofagasta Area													
(1) General Coordination and Arrangement													
(2) 1 st Priority Components													
- Arroyo Jochi	1A												
- Road-cum-embankment	1A												
- San Juan Main Drainage (km 13, 17)	1B												
(3) 2 nd Priority Components													
- Arroyo Yapacanicito	2A												
- Arroyo Tacuara	2A												
- San Juan Main Drainage (km 11, 15, 24, 28)	2B												
- Arroyo Tejeria / Antofagasta Main Drainage	2B												
- Secondary Drainage	2B												
II Non-structural Measures													
(1) General Coordination and Arrangement													
(2) Implementation of Non-structural Measures	1A												

付 図

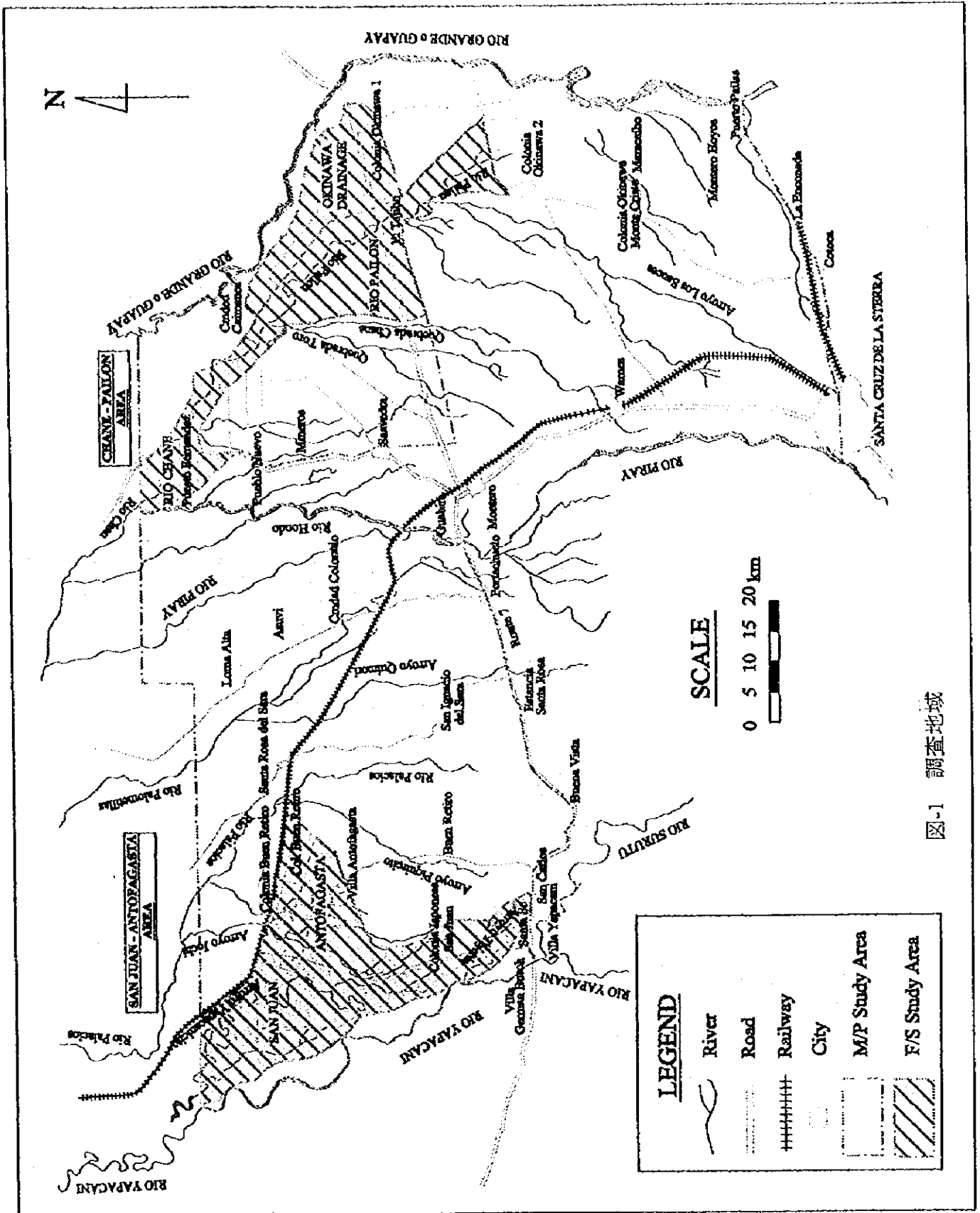


図-1 調査地域

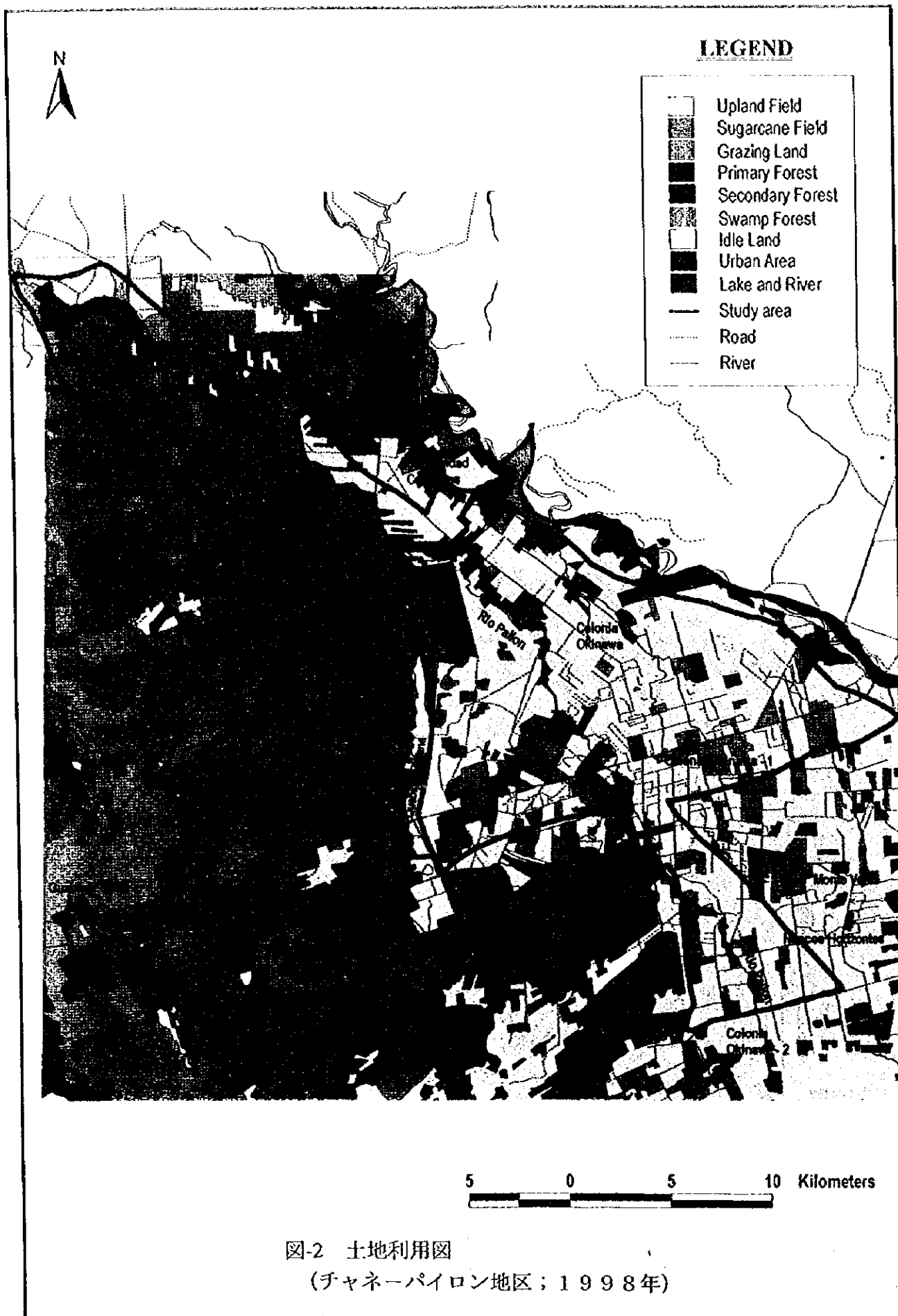


図-2 土地利用図
 (チャネーパイロン地区；1998年)

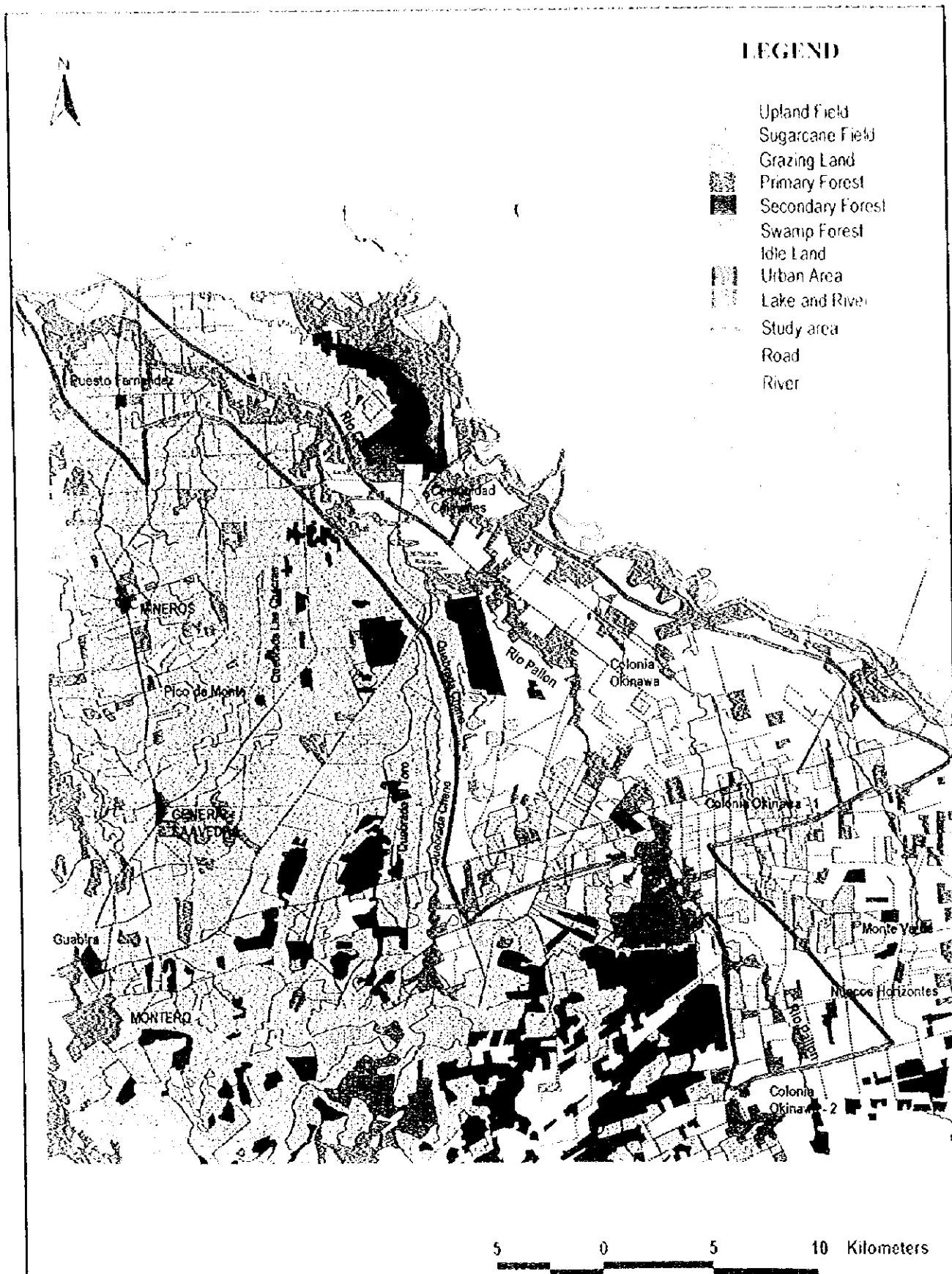






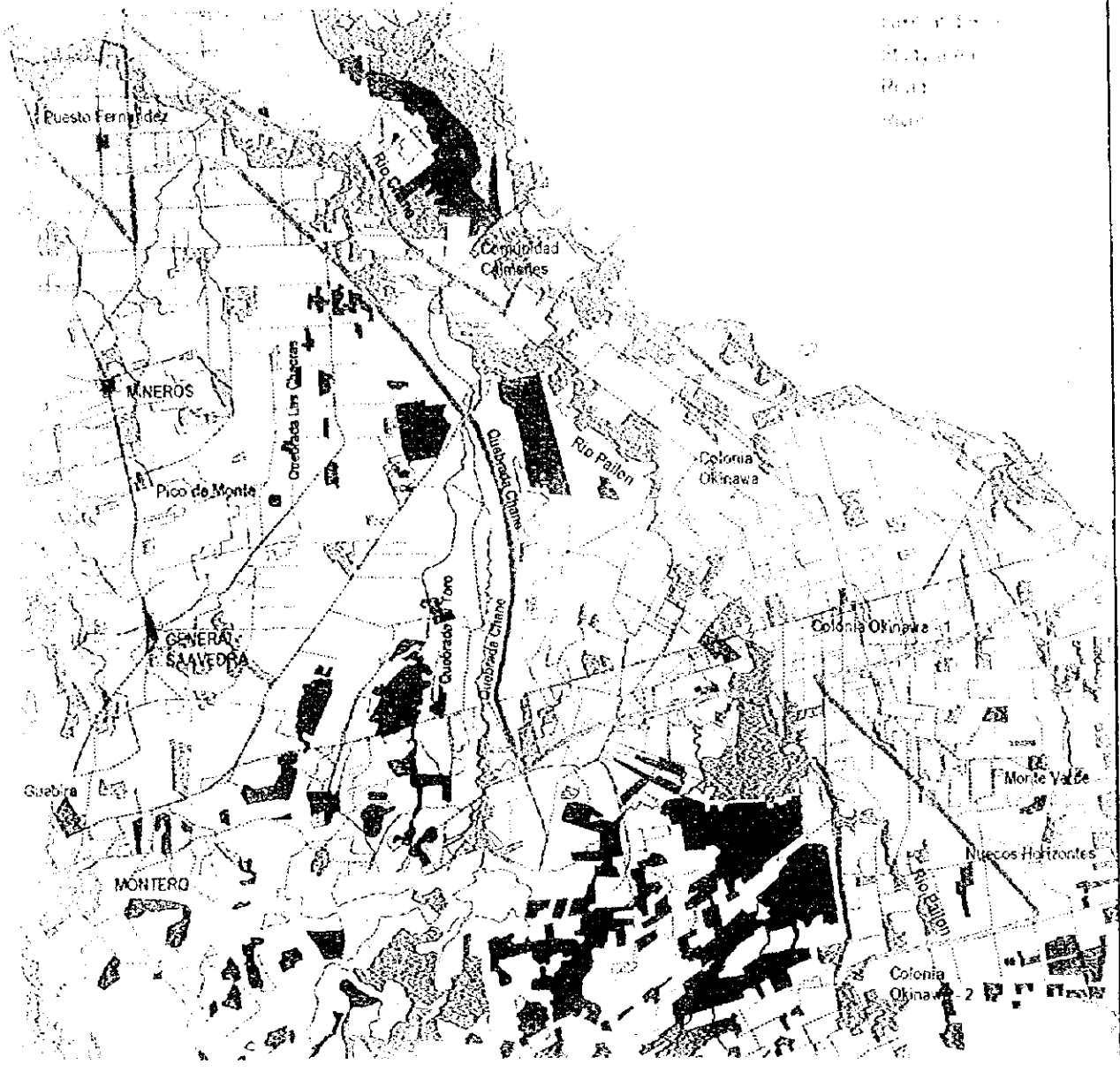


図2 土地利用図

(ヤナーハイヨーン地区、1998年)

LEGEND

-  Grazing Land
-  Primary Forest
-  Secondary Forest
-  Swamp Forest
-  Pasture
-  Rice
-  Other



5 5 10 Kilometers