

エクアドル国グアヤキル市 都市交通計画調査(F/S)

主要調査結果と勧告

1986年12月

国際協力事業団

JICA
706
71
SDF
LIBRARY

開 一
86-131(1/2)

JICA LIBRARY



1030226[3]

**エクアドル国グアヤキル市
都市交通計画調査(F/S)**

主要調査結果と勧告

1986年12月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '87.1.29	706
登録 No. 15927	71
	SDF

序 文

日本国政府は、エクアドル共和国政府の要請に基づき、グアヤキル市都市交通計画について
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した。

当事業団は、株式会社 トーエチコンサルタントの飯室 越太郎氏を団長とする調査団
を昭和60年10月から11月までエクアドルに派遣した。

調査団は、エクアドル共和国関係者との協議並びに現地調査を行い、帰国後更に解
析・検討作業を進め、本報告書を取りまとめた。

本報告書が、プロジェクトの進展に寄与すると共に、日本・エクアドル両国の友好親
善関係の増進に役立つことを願うものである。

最後に本調査の実施にあたり、多大なる御支援と御協力をいただいた関係各位に対し、
厚く御礼申し上げる次第である。

昭和61年12月

国際協力事業団

総裁 有田 圭 輔

伝 達 文

1986年12月

国際協力事業団総裁

有 田 圭 輔 殿

ここに、エクアドル国グアヤキル市都市交通計画調査報告書を提出できますことはまことに光栄とするところであります。

本調査は、グアヤキル市における15kmの都市大量輸送システムの技術的、経済的、財務的実行可能性を検証することを目的として、トーニチコンサルタントを主とする15名の交通専門家チームにより実施されました。本報告書は、このプロジェクトが深刻な同市の交通問題に対する抜本的な解決策となり、コストを上回る多くの便益をもたらし、またエクアドルにおける最大かつ重要な都市であるグアヤキル市のさらに発展につながることを示しています。私は、本プロジェクトが早急に着手されこの調査が市民の、多くの不便の解消に役立つことを願ってやみません。

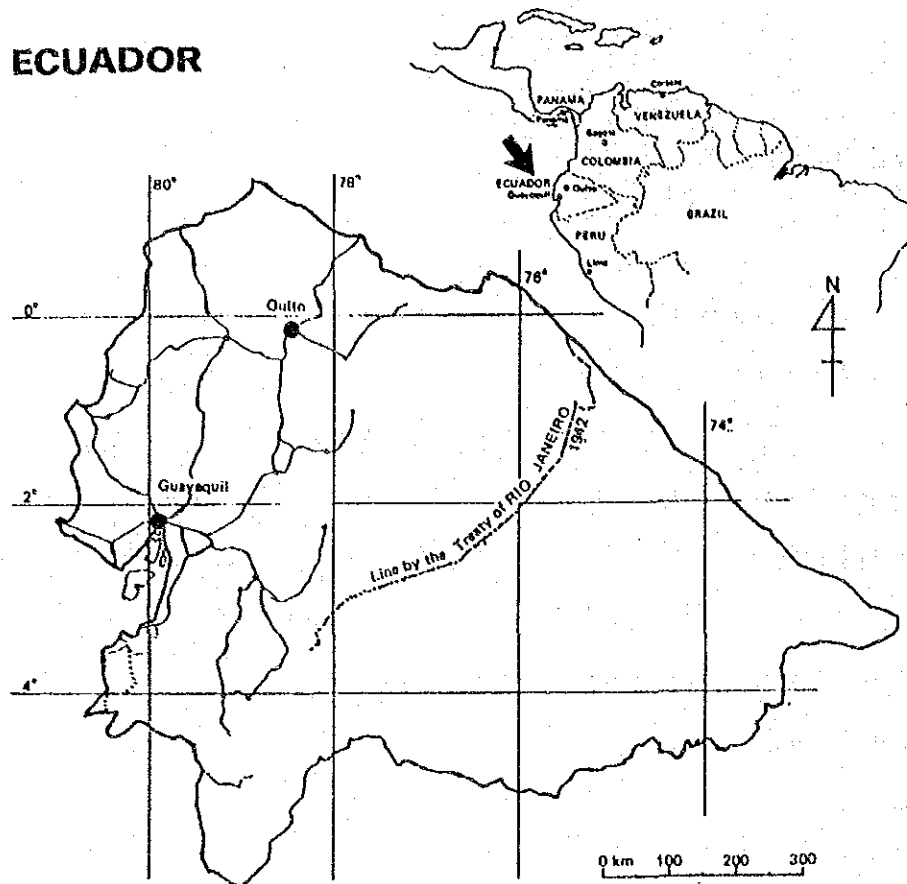
本調査団は、エクアドル政府、グアヤス交通委員会をはじめとする数多くの関係機関ならびに関係者から多大の協力を頂きました。調査団を代表して心から謝意を表わすものであります。

また、日本側作業監理委員会、国際協力事業団、運輸省、建設省、外務省ならびに現地日本大使館に対しまして、終始貴重な助言と御助力を頂きましたことに深く感謝する次第であります。

エクアドル国グアヤキル市
都市交通計画調査団

団長 飯 室 越太郎

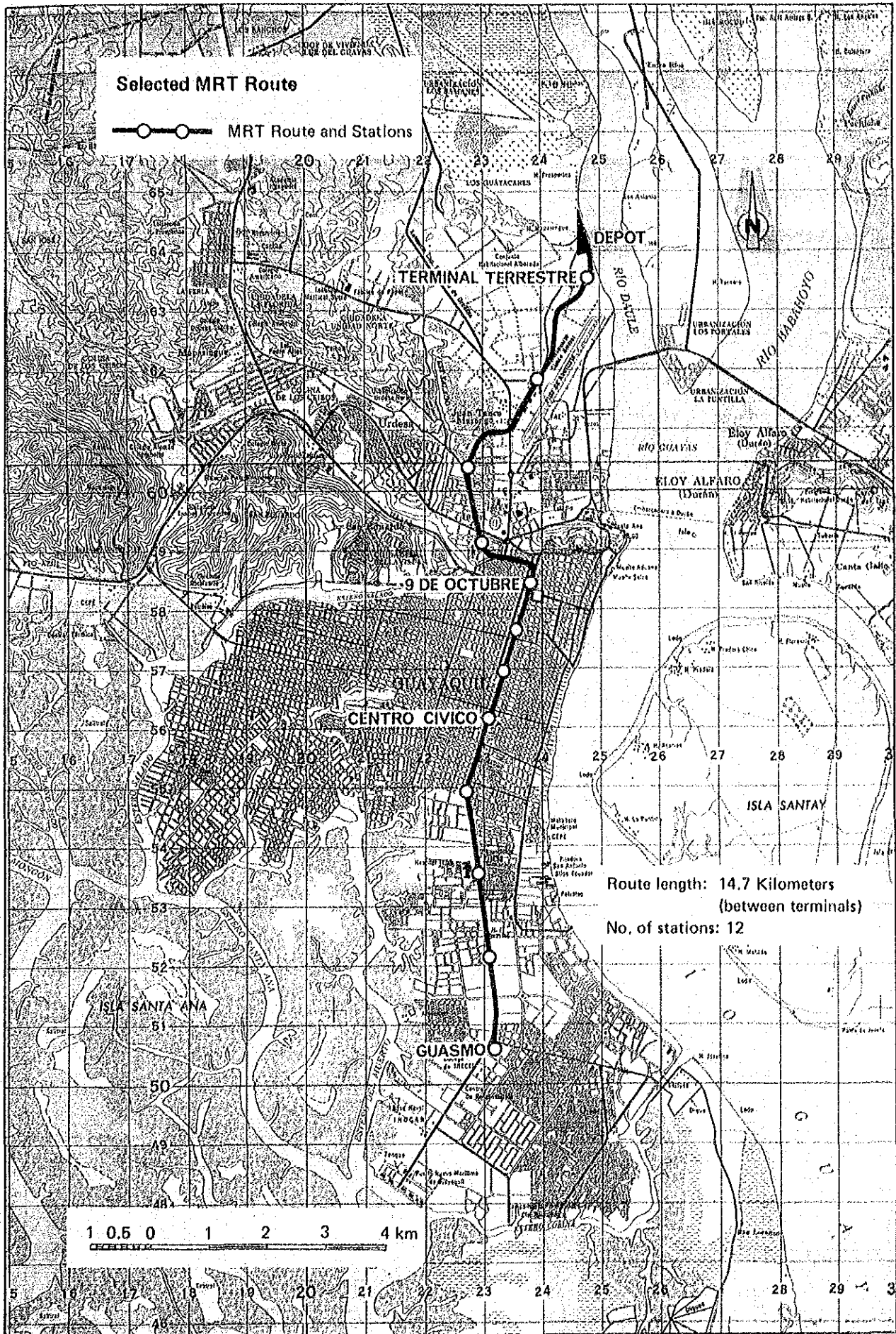
ECUADOR



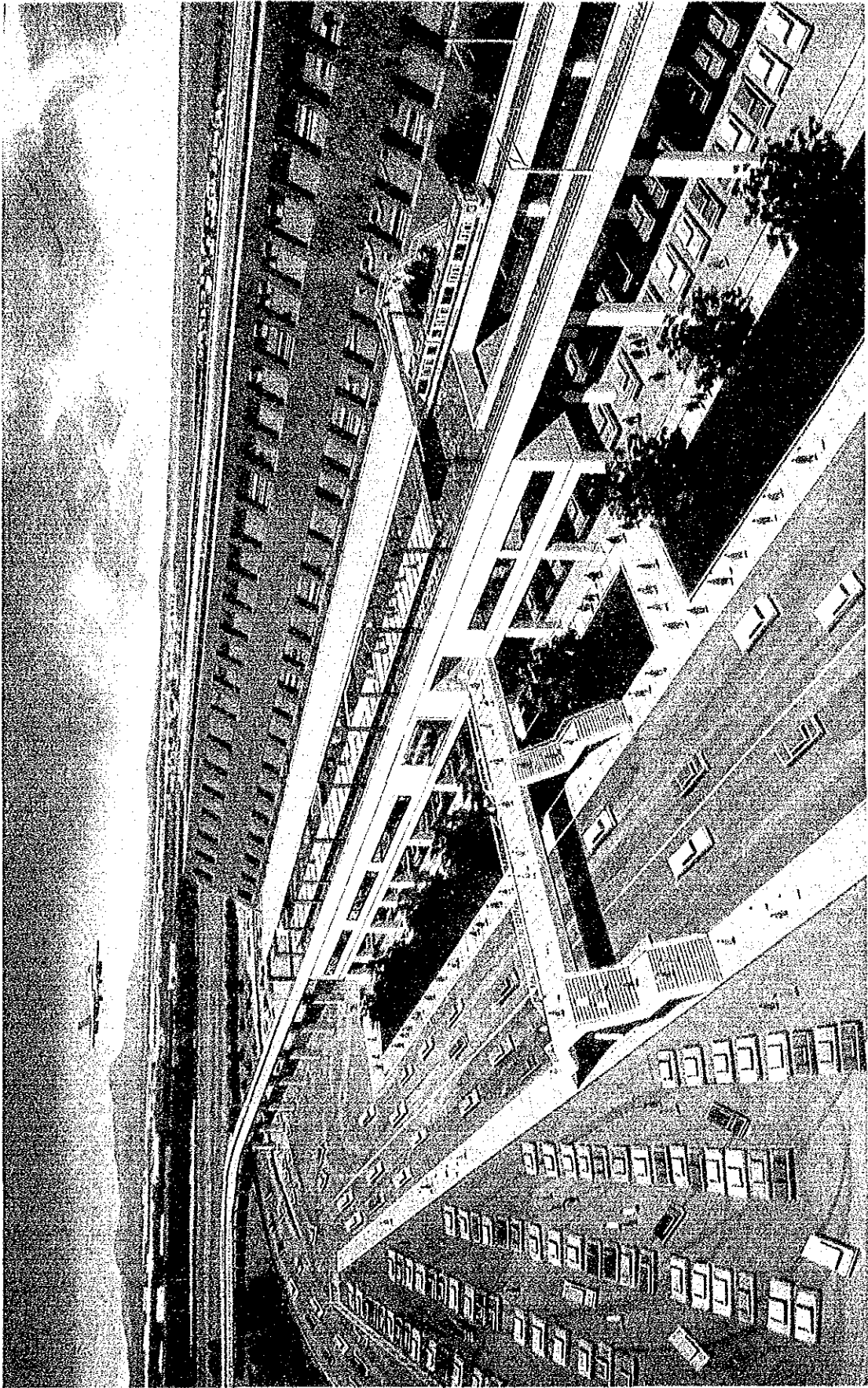
Area	;	270,670 Km ² (after 1942)
Population & Growth Rate	;	9,378,000 (1985), 2.91%/year (80-85)
Foreign Money Exchange rate;		US 1\$ = 95 Suces in free market of the Central Bank (A) =120 Suces in free market (Nov.1985)
Gross Domestic Products	;	6,503 mil.US \$ (1983, 87 S./ \$ by (A))
GDP Per Capita	;	734 US \$ (1983, 8.857 mil. Population)
Productive Structure	;	Agriculture 13.5%, Mine & Manufacture 39.7%, Services,etc. 46.8% (1983)
International Trade	;	Export 2,583 mil. US \$/ Import 1.458 , Balance 1,125 mil, US \$ (1984)
National Budget of Govern - ment	;	953 mil.US \$ (1983, 87 S. / \$ by (A))
Index of Consumer's Prices	;	48.1%/year (1983), 30.4 (84)

Selected MRT Route

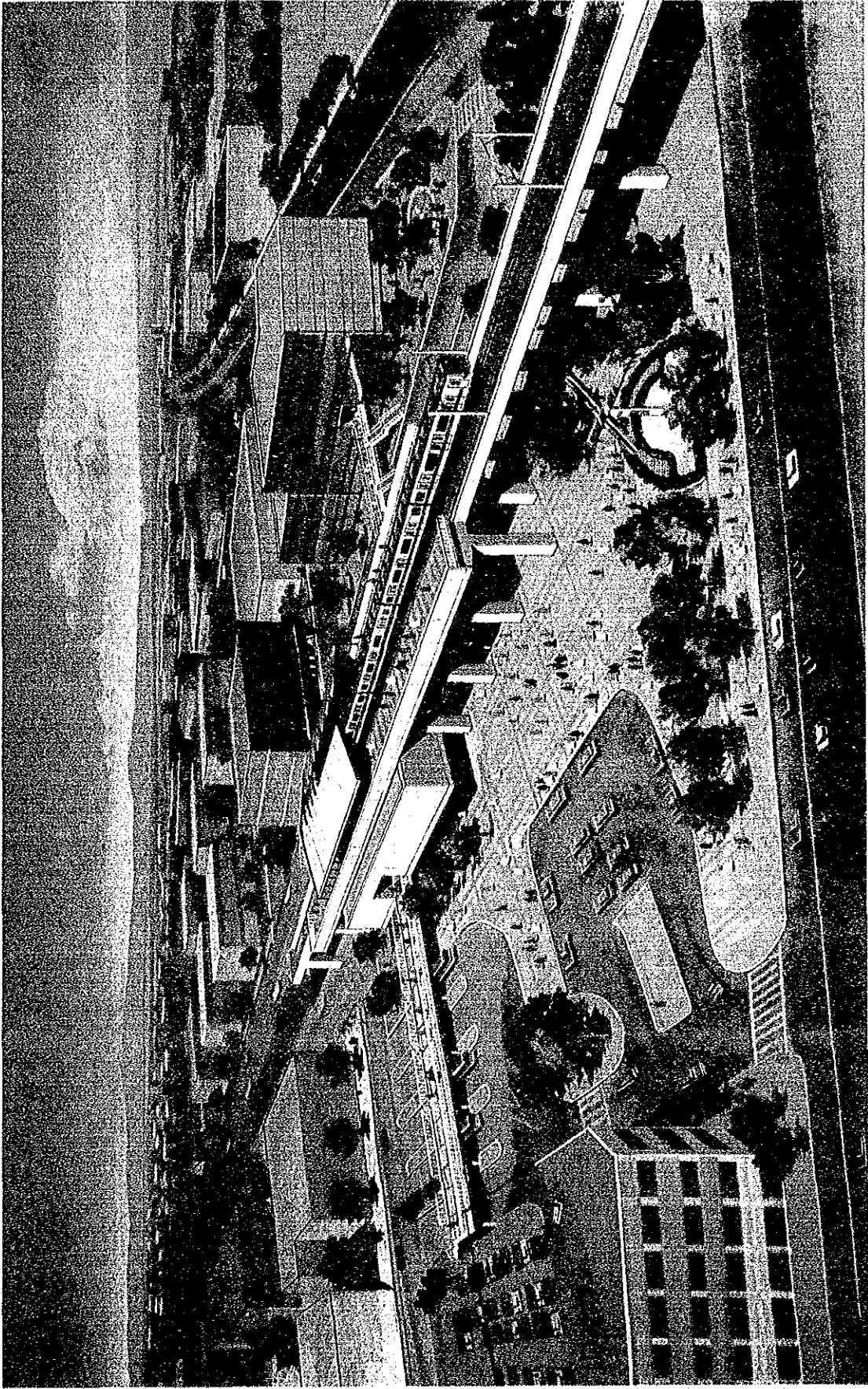
○—○ MRT Route and Stations



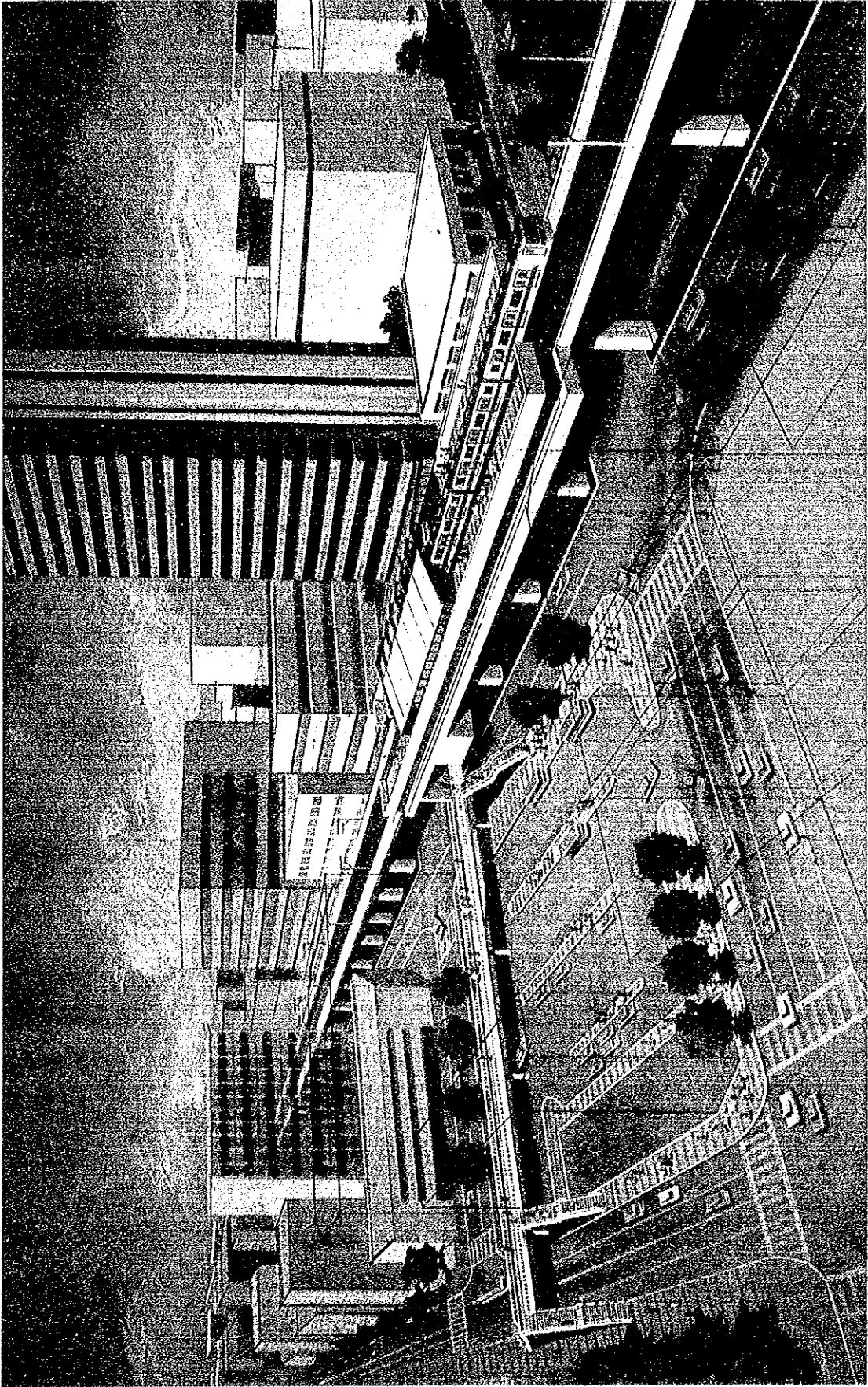
Route length: 14.7 Kilometers
(between terminals)
No. of stations: 12



OVERLOOK VIEW OF TERMINAL TERRESTRE STATION



OVERLOOK VIEW OF GUASMO STATION



OVERLOOK VIEW OF 9 DE OCTUBRE STATION

主要調査結果と勧告

目 次

1. はじめに	S - 1
1-1 調査の背景	S - 1
1-2 調査の目的	S - 1
1-3 調査方法の概要	S - 4
2. 主要調査結果	S - 6
2-1 基本計画の策定に関する調査結果	S - 6
(1) 調査対象地域における将来人口及び将来就業人口	S - 6
(2) M R T の需要予測	S - 7
(3) ルートの選定	S - 8
(4) 輸送システムの選定	S - 11
(5) 輸送計画、建設計画ならびに運営計画	S - 12
(6) M R T の導入に伴う関連計画の策定	S - 15
2-2 経済・財務評価に関する調査結果	S - 18
(1) 分析の為のケース設定	S - 18
(2) ケース別、年次別プロジェクト投資額	S - 20
(3) 経済分析とその結果	S - 21
(4) 財務分析とその結果	S - 24
(5) 総合評価	S - 29
(6) M R T の運賃	S - 33
(7) 実施計画	S - 34

3. 勧告	S - 38
(1) 本プロジェクトの必要性	S - 38
(2) プロジェクトの経済性及び財務性	S - 38
(3) 建設の実施順位	S - 38
(4) M R Tの運営組織	S - 39
(5) 資金の調達及びエクアドル政府の出資	S - 40
(6) M R Tの運賃	S - 40

ABBREVIATION AND DEFINITION IN THIS REPORT

CBD	-----	Central Business District (the area surrounded by Rio Guayas, Av. Quito and Av. Olmedo)
CONADE	-----	Consejo Nacional de Desarrollo
CTG	-----	Comisión de Tránsito del Guayas
EMELEC	-----	Empresa Eléctrica del Ecuador
ENFE	-----	Empresa Nacional de Ferrocarriles del Estado
FODUR	-----	Unidad Ejecutora del Fondo de Desarrollo Urbano de Guayaquil
INECEL	-----	Instituto Ecuatoriano de Electrificación
IETEL	-----	Instituto Ecuatoriano de Telecomunicaciones
INEC	-----	Instituto Nacional de Estadística y Censos
JICA	-----	Japan International Cooperation Agency
MRT	-----	Mass Rapid Transportation
the M/P Study	-----	the master plan study in 1983 by JICA
the Study, the F/S	-----	this feasibility study
the Team	-----	Japanese Study Team

主要調査結果と勧告

1. はじめに

1-1 調査の背景

エクアドル政府の要請に基づき日本政府は、グアヤキル市の都市交通計画調査を実施することを決定し、2000年を目標とするM/P (Master plan) Study が開始され、その Final Report は1983年8月に提出された。

この結果エクアドル政府は、Final Report で最も緊急に実施すべきであると勧告されたMRT (Mass Rapid Transportation) の南北線 (Terminal Terrestre ~ Guasmo 間約15km) のF/S (Feasibility Study) を要請し、1985年10月、本 Study が開始された。

M/P Study において提案された2000年を目標とするMRTネットワークと本F/Sの調査対象区間との関係を図S-1に示す。

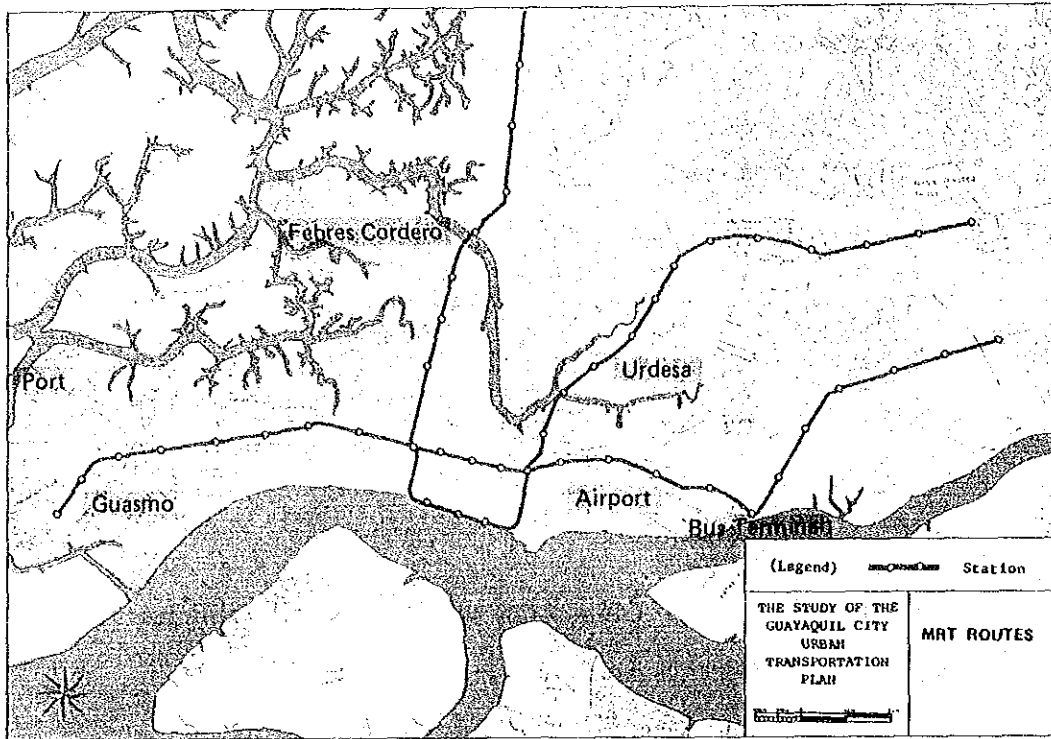
1-2 調査の目的

本調査の目的は、市北部のバスターミル (Terminal Terrestre) から南部のグアスモ (Guasmo) に至る約15kmのMRT南北線について、経済的及び財務的に実行可能性を検証することである。

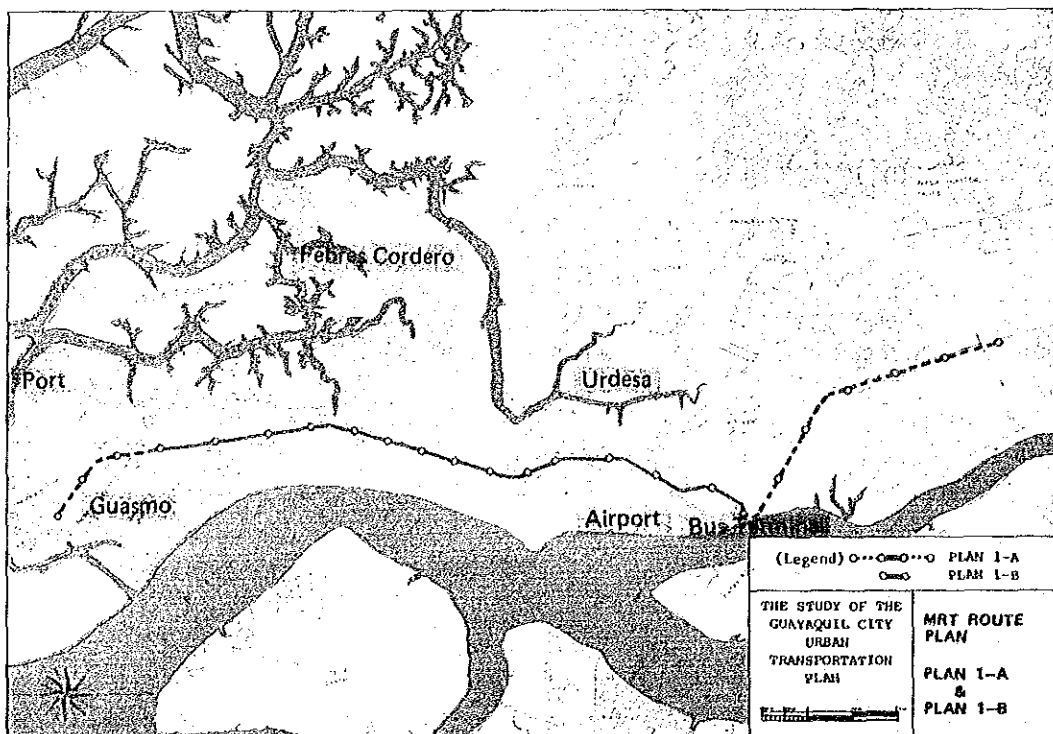
なお、上記調査と併行してMRTプロジェクトに関連してグアヤキル市の公共交通を改善する為の課題；バスルート網の再編、キトー通りのMRT駅からグアヤス河地域へのアクセスの向上策、主要駅周辺の基本的な開発構想等、も策定される。

マスタープラン及び検討対象ルート

1) マスタープランで提案された全体ルート

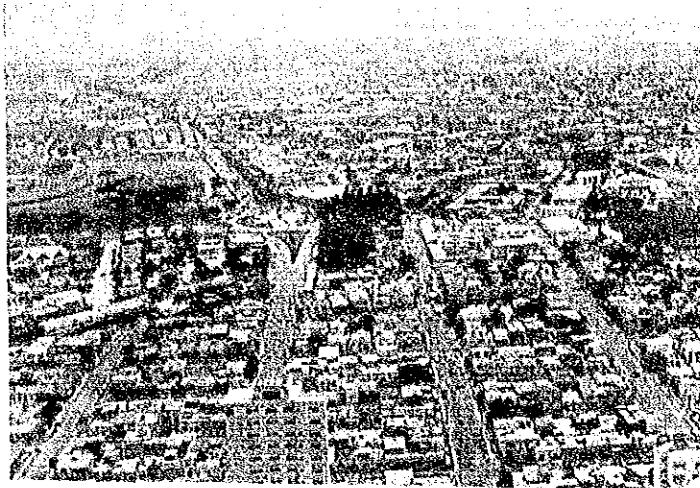


2) 本スタディの検討対象ルート



Present Outlook of the area along the MRT route

Northern part



Central part

Southern part



1-3 調査方法の概要

M/P Study において既に2000年を目標とする全線50kmのMRT計画に対するルートを選定、輸送システムの比較、各区間の実施順位等が、技術的、経済的に評価されている。

本F/Sの対象区間は、M/P Study において最優先順位を与えられており、調査はM/Pをベースとして進められる、主な項目は；

(1) 需要予測の前提となる社会、経済等の指標のレビューと設定、M/P Study 以後の交通事情の変化及びこれらに基づく需要予測。

(2) F/S対象区間のルートを選定

基本的なルート形状はM/Pにおけるルートに基づくが、ルートの南北の部分に alternatives が存在するので、需要、線形、建設費、施工難易等から最適ルートが評価され選定される。

(3) 輸送システムの選定

M/P Study において比較検討された5つのシステムのうち有力な3つのシステムについて、上で決定されたルート条件に基づき、輸送力、運営費及び運営の難易、プロジェクトコスト、将来の延伸等総合的に評価され最適システムが決定される。

(4) 輸送、建設ならびに運営計画

上記(2)、(3)で決定したルート及びシステムを対象として、全線15kmを1990年に開業する Basic Case に対する輸送計画、建設計画、建設費ならびに運営計画が策定される。

(5) MRTに関連する諸計画の策定

グアヤキル市の公共輸送システムの改善の為、本MRTプロジェクトに関連するいくつかの問題、バスルートの再編、Av. Quito から Guayas river 側へのアクセスの向上、駅周辺及び沿線の開発等についての基本構想が策定される。

(6) プロジェクトの経済的・財務的分析及び総合評価

本調査の最終目標は、全線15kmのうちどの区間をいつ開業し、どのよう

なステップで全線を完了するかについて、経済的・財務的に評価し最善案を決定することである。そのために、全線一括開業案を含めて多くのケースが設定される。

(7) 実施計画

(6)で決定した最善案に対する資金ソース別資金調達計画、M R Tの事業化のための準備計画、及び建設スケジュールが提案される。

2. 主要調査結果

2-1 基本計画の策定に関する調査結果

M/P Study 以後の基本フレームの見直しとこれに基づく需要予測、ルート及び輸送システムの決定、ならびに1990年全線開業案に対する建設計画案の策定に関して得られた結論は以下の通りである。

(1) 調査対象地域における将来人口及び将来就業人口

M/P Study のレビュー及びその後の変化を種々検討した結果、調査対象地域における将来人口と就業人口は以下のように設定された。

a. 対象地域の将来人口

1985年 1,521,000人

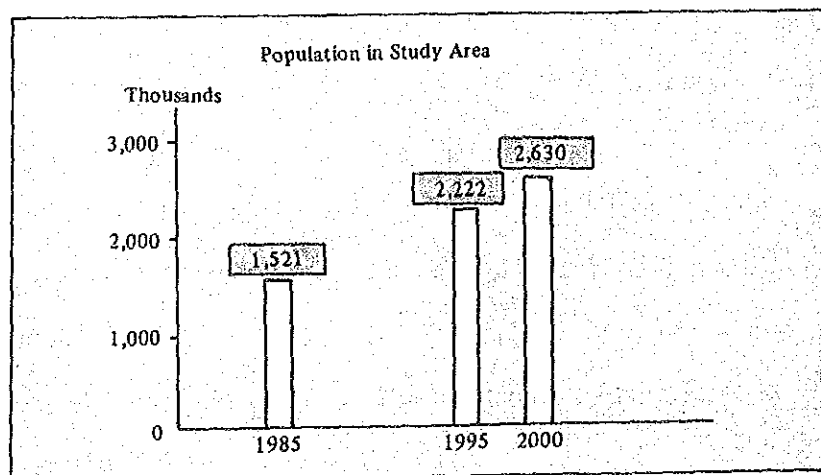
2000年 2,630,000人

平均人口成長率 3.7% / 年 (1985~2000年)

b. 就業人口割合

1985~1994年の間 就業人口 = 上記の人口 × 30%

1995~2000年の間 就業人口 = 上記の人口 × 31%



(2) MRTの需要予測

MRTの運賃を25スクレと仮定し、全線14.7km (バスターミナルから Guasmo まで) を1990年に一括開業するという Basic Case に対する輸送需要は以下の通りである。

(14.7km 1990年開業)

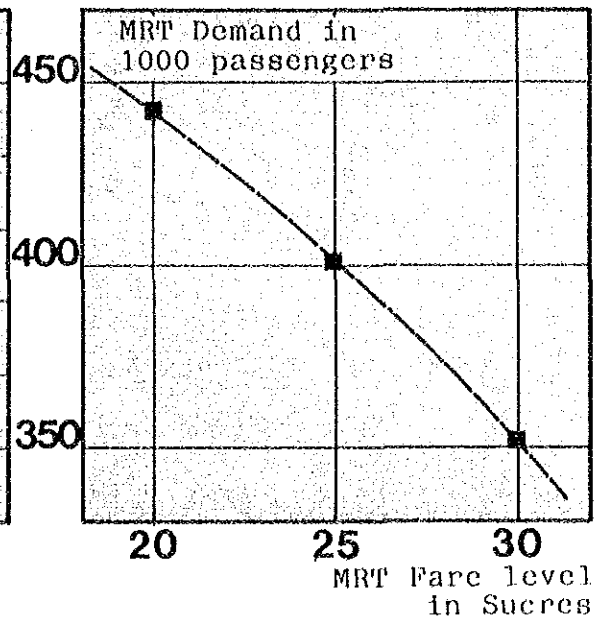
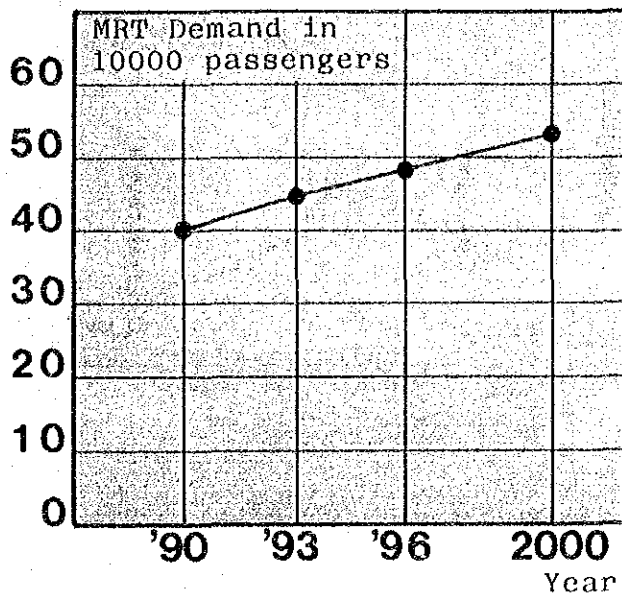
1990年 401,000人 / 1日

2000年 530,000人 / 1日

平均増加率 2.8% / 年

もし仮定した運賃が25スクレから30スクレに5スクレ up するならば、1990年時点で50,000人 / 日の需要減となろう。逆に25スクレから20スクレに5スクレ安くなるならば41,000人 / 日の需要増となろう。

一方、本MRTルートと競合するバスルートについては、体系的に統合することを前提としている。もしバスルートを現行のまま残すとするとMRTの需要は89,000人減少することになろう。

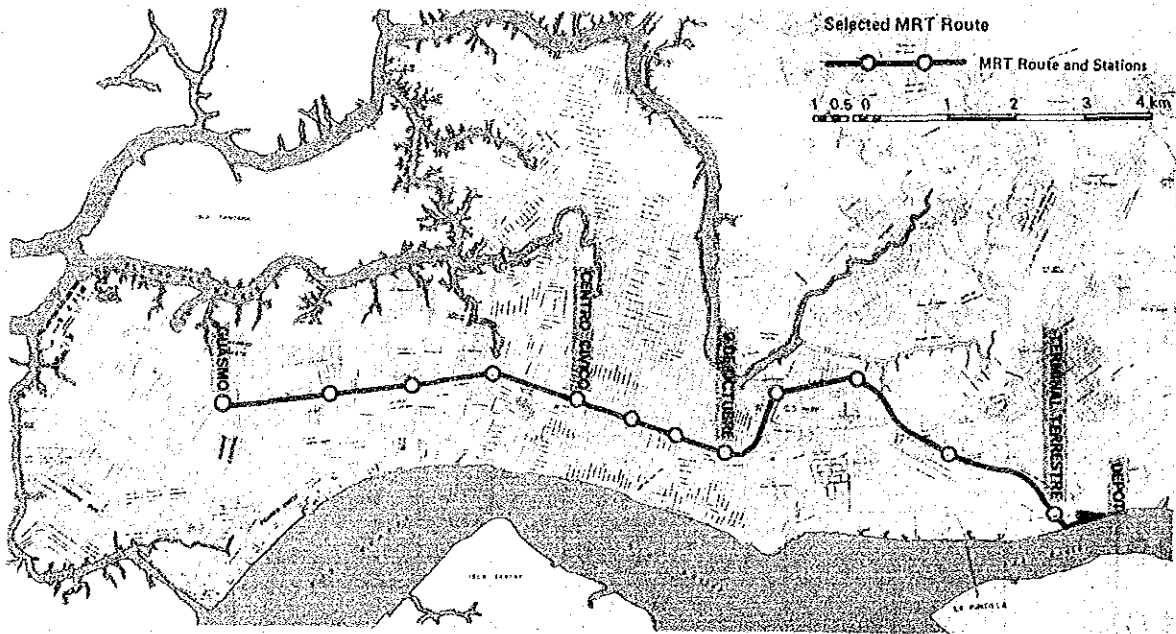


(3) ルートの選定

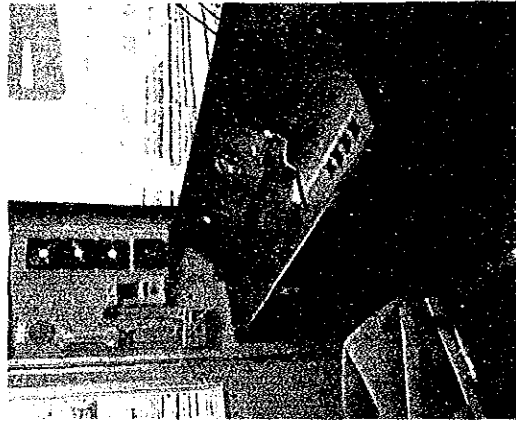
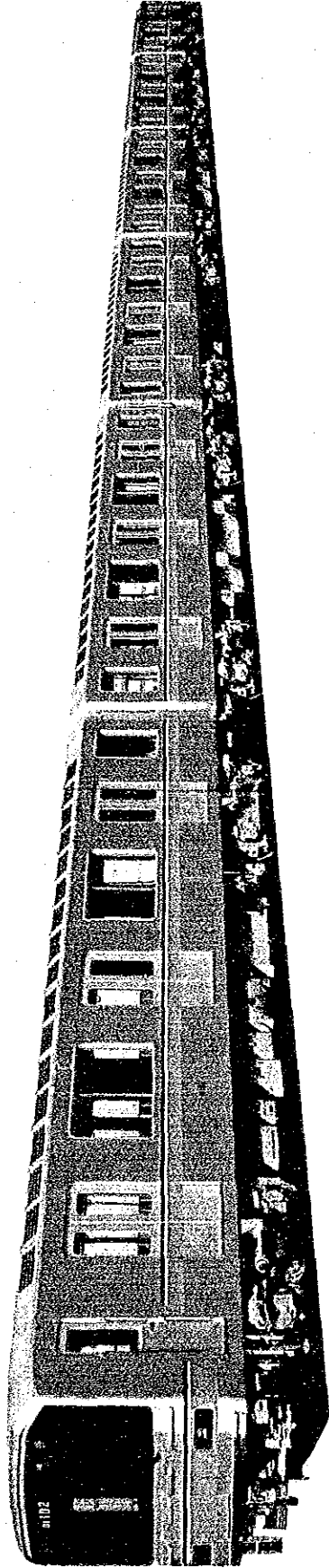
ルートの主な代替案は路線南部に2案、北部に3案あり、これらを詳細に検討した結果、最終的に図S-2のように選定された。

決定ルートは他案に比べやや長くなるが(14.7km)、建設コストは他案とほぼ等しく、最大需要を期待できること、障害物が少なく建設工事が容易である、等のメリットがある。

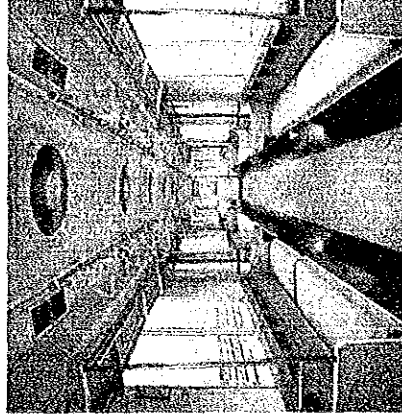
図S-2 最終選定ルート



Example of Rolling Stock



Motorman's cab



Passenger room

Note : This example is used for Ginza Line in Tokyo.

(5) 輸送計画、建設計画ならびに運営計画

全線14.7kmを1990年に一括開業する Basic Case に対する輸送、建設及び運営に関する基本的な技術計画の概要は以下の通りである。

a. 輸送計画

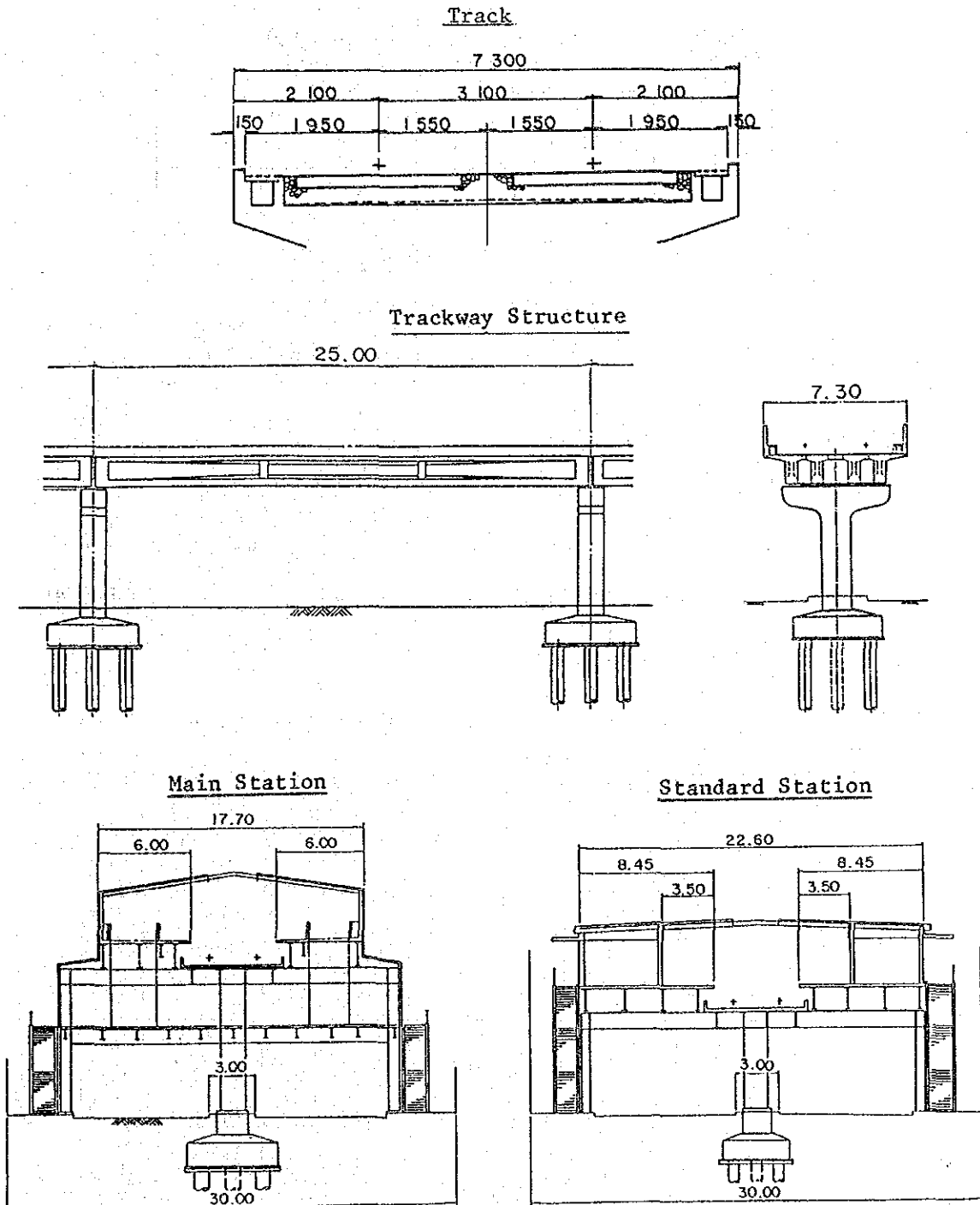
路線長 (km)、開業年次		14.7km , 1990年			
駅 数		12			
輸送需要	1日総利用者数	1990	1993	2000	2010-
		401,000	447,000	530,000	646,000
	1日片道最大通過人員	105,000	121,000	145,000	177,000
	ピーク時間片道最大通過人員	12,600	14,500	17,400	21,100
輸送計画	列車編成	5両/列車(80m)			
	最大輸送力	1,008人/列車			
	表 定 速 度	30 km/時			
	片道運行所要時間(分)	29	29	29	29
	ピーク時運行時隔(分)	4.6	4.0	3.3	2.7
	所要列車数(列車)	13	15	19	24
	所要車両数(予備車両含む)	70	85	105	135

b. 軌道及び線路構造物

軌道構造物及び駅は主として道路の中央分離帯上空に建設される。

主な標準構造物は以下の通りである。

Figure S-4 TYPICAL STRUCTURES OF TRACKWAY AND STATIONS



c. 電気設備

電力設備	受電々力電気方式	60 Hz, 3-相, 69 kv
	き電々力電気方式	DC 1500 v
	トロリー線架線方式	シンプルカテナリー
	配電線路電気方式	3-相, 13.2 kv; 3-相, 208/120 v; 単相, 240/120 v;
信号設備	信号方式	色灯式信号機
	連動装置	継電式
	列車制御方式	ATS 及び CTC 方式
	閉そく方式	自動式
通信設備	電話設備	電子式自動交換電話 選別式指令電話
	無線設備	400 MHz 帯列車無線 150 MHz 帯携帯無線

d. 車輛基地及び車庫設備

車庫には日常点検、検査、修繕設備のほか、MRT 本社及び CTC (Centralized Traffic Control) センターが設けられる。その位置は Terminal Terrestre の北部に建設されるのがよい。この車輛基地は約 100,000m²を必要とする。

e. Basic Case (全線1990年同時開業) に対するプロジェクト・コスト

1990年全線開業のための総投資額 (単位億円, 1985年価格)

	内貨分	外貨分	合計
軌道、構造物、駅、車庫	122.9	142.4	265.3
電気設備	7.8	29.5	37.3
車両	0.5	93.2	93.7
用地費、補償費	4.6	-	4.6
エンジニアリング費	6.4	12.6	19.0
予備費	7.9	8.0	15.9
合計	150.1	285.6	435.7

1米ドル = 120スクレ = 210円 (1985年10月自由市場の換算レートによる)。

f. 運営管理計画

f-1. MRTの運営企業体

MRTの運営機関として可能性のある4つの authorities ; Guayaquil Municipality, ENFE (National Railway), CTG (グアヤス交通委員会) 及び New Body のおのおのがもつ各 advantages の比較評価の結果、私企業の経営効率で運営され、公的助成を受け易くかつ関連官庁の間接的監督の下で運営される semi-govermentalの New Body が最適と結論づけられた。

f-2. 企業体の組織構成

1990年の全線開業に必要なスタッフの数は以下の通りであり、New Body の下でこれらの要員の雇用ならびにそれぞれの職種についての教育と訓練が十分なされねばならない。

内部組織		職員数
本社組織	社長、社長室付	7
	総務部	24
	運輸部	20
	車両部	12
	工務部	15
		78
現場組織	駅	282
	運転車両区	179
	施設区	22
	電気区	22
		515
合 計		593

(6) MRTの導入に伴う関連計画の策定

MRTの導入はグアヤキル市の現行公共輸送システムを根本的に改善するのみならず、沿線にきわめて多くの効果をもたらすので、MRTのメリットを最大にするような以下にあげる種々の関連計画が整備されるべきである。

a. MRTの主要駅におけるバスとMRTの連係、バスルートの再編成

- b. キトー通りのMRT駅からグアヤス河サイドへの徒歩によるアクセスの向上策ならびに市中心部における専用バス構想
- c. MRTが通過する街路において道路交通への支障を最小にするための施策の実施
- d. 主要駅周辺の土地利用構想の推進ならびに住居地域における良好な環境の保全

An example of the coordination between MRT and Bus

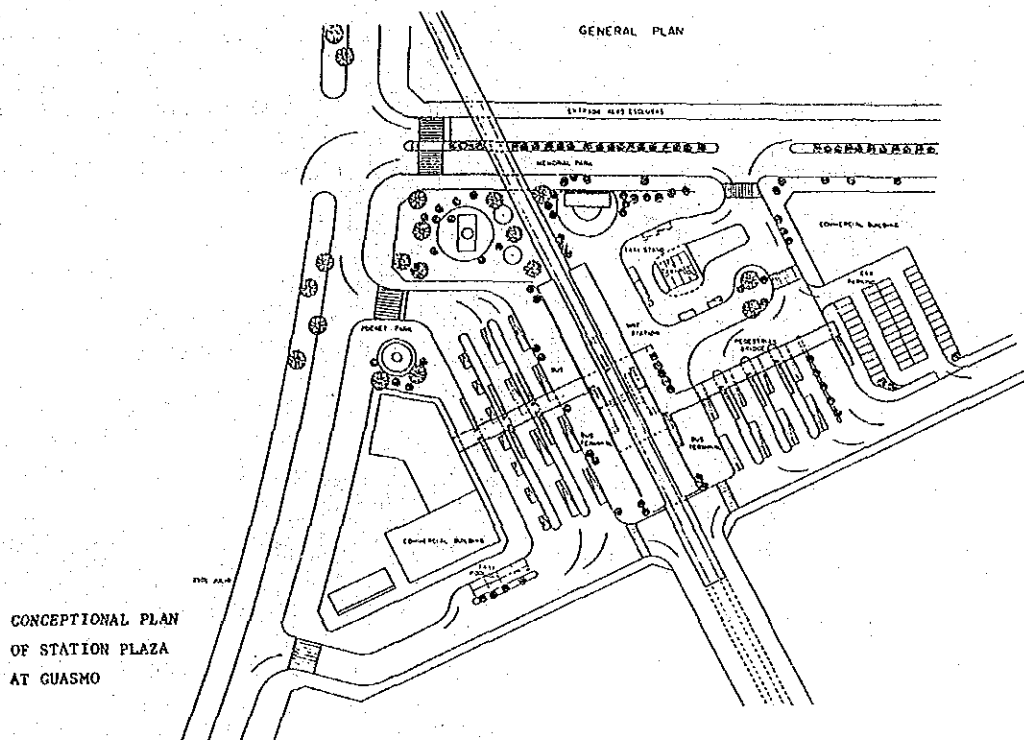
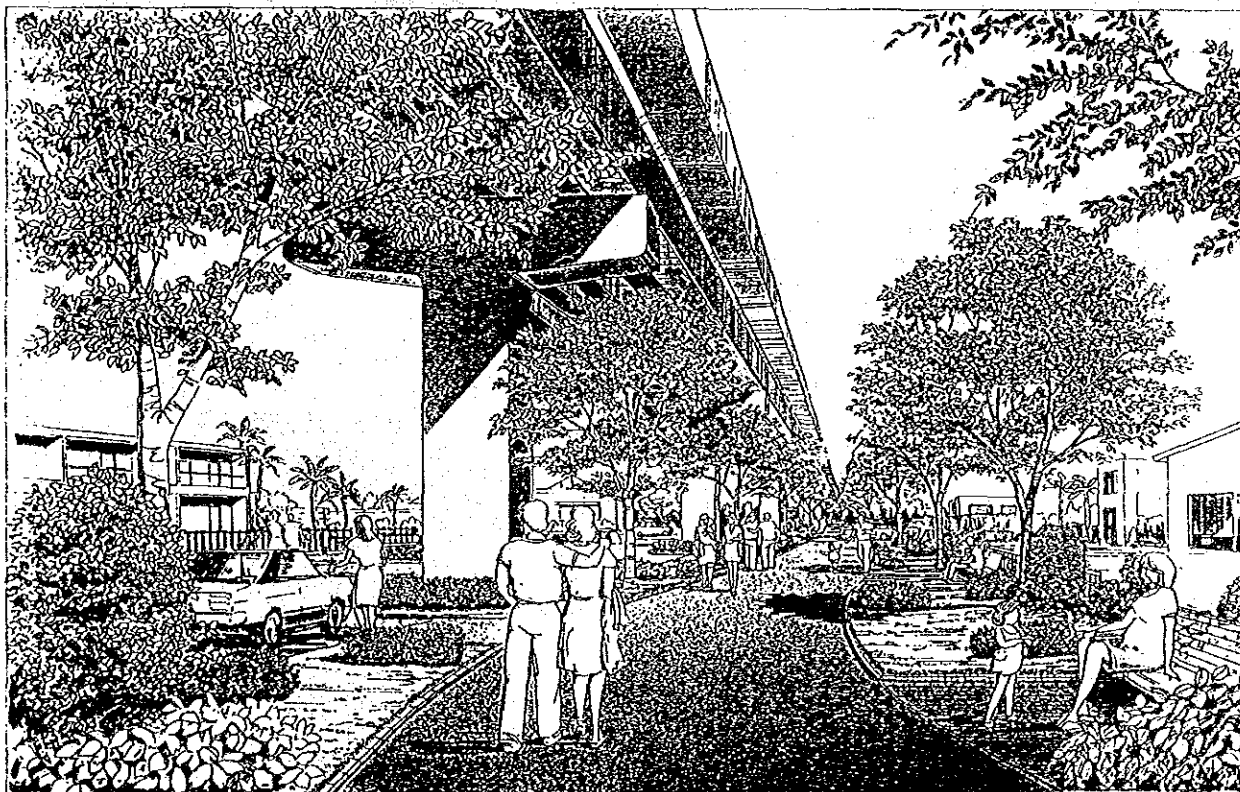


Image sketch of preservation of environment along MRT route



2-2 経済・財務評価に関する調査結果

以下での目的は、以上で得られた基本技術計画の14.7kmのうち、どの区間をいつ開業し、どのようなステップで全線を完了するかについて経済的、財務的に評価し最善案を決定することである。また選ばれた最善案に対する実施計画案が策定される。

(1) 分析のためのケース設定

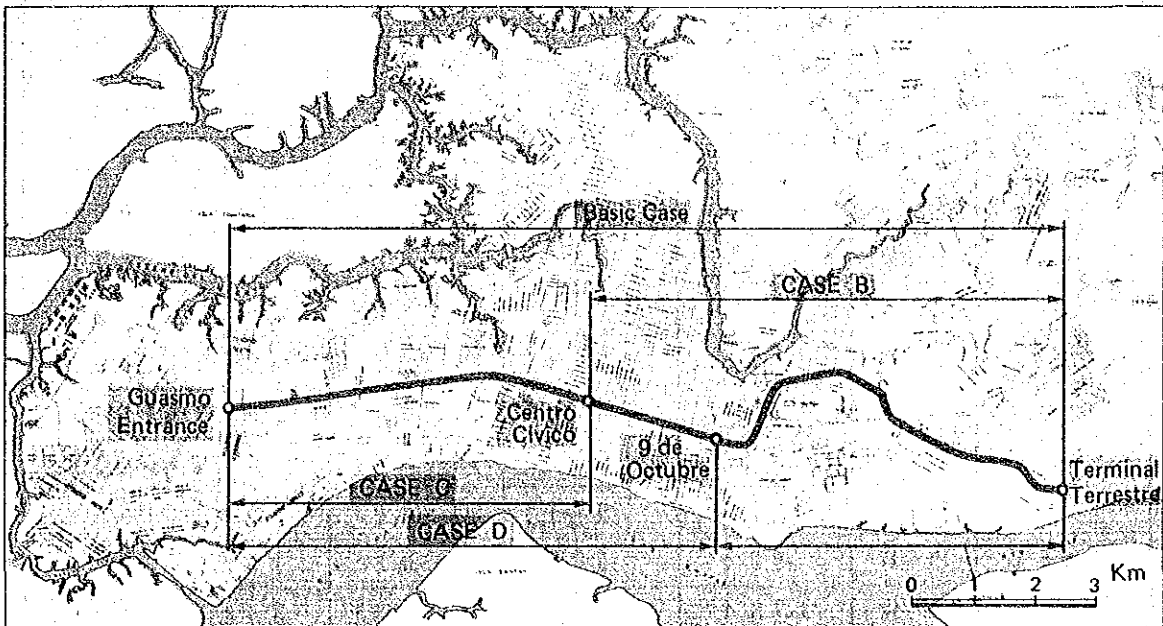
Fig. S-5 は、最適な投資時期ならびに投資額を決定する為の設定ケースを示す。各案の特徴は以下の通り。

- | | | |
|--------------|-------|--|
| Basic Case | …………… | 全線14.7kmを1990年に一括開業する案 |
| Case A, B | …………… | 北の Terminal Terrestre から建設を開始し、南に延伸する案 |
| Case C, D | …………… | 南の Guasmo から建設を開始し、北に延伸する案 |
| Case E, F, G | …………… | 第1段階のみで延伸しない案 |

いずれの案においても第1段階の開業は、M/Pの実施計画に基づき1990年とする。

Figure S-5 STAGED CONSTRUCTION CASES FOR TEST

(SECTION CASES)



TEST CASE

Test Case	Opening Year and its Section
Basic Case	1990 (14.7 km)
Case A-1	1993 (8.0 km) 1990 (6.7 km)
Case A-2	1996 (5.6 km) 1993 (2.4 km) 1990 (6.7 km)
Case B-1	1993 (5.6 km) 1990 (9.1 km)
Case C-1	1990 (5.6 km) 1993 (9.1 km)
Case C-2	1990 (5.6 km) 1993 (2.4 km) 1996 (6.7 km)
Case D-1	1990 (8.0 km) 1993 (6.7 km)
Case E	(No further construction) 1990 (6.7 km)
Case F	(No further construction) 1990 (9.1 km)
Case G	1990 (8.0 km) (No further construction)

(2) ケース別年次別プロジェクト投資額 (市場価格)

単位: 億円 (1985年価格)

開業年次		1990	1993	1996	合計 (%)
ケース					
Basic Case	内貨	150.1	6.1	0.8	157.0 (31.6)
	外貨	285.6	26.7*	27.5*	340.0 (68.4)
	合計	435.7	32.8	28.3	496.9 (100)
Case A-1	内貨	74.3	83.9	0.8	159.0 (31.7)
	外貨	133.6	182.2	27.5*	343.3 (68.3)
	合計	207.9	266.1	28.3	502.3 (100)
Case A-2	内貨	74.3	31.9	53.4	159.7 (31.7)
	外貨	133.6	65.2	145.5	344.3 (68.3)
	合計	207.9	97.1	198.9	504.0 (100)
Case B-1	内貨	99.4	58.7	0.8	159.0 (31.7)
	外貨	178.4	137.3	27.5*	343.1 (68.3)
	合計	277.8	196.0	28.3	502.1 (100)
Case C-1	内貨	90.0	92.1	0.8	182.9 (34.8)
	外貨	118.3	197.3	27.5*	343.0 (65.2)
	合計	208.3	289.3	28.3	525.9 (100)
Case C-2	内貨	90.0	32.4	61.2	183.5 (34.8)
	外貨	118.3	74.6	151.3	344.2 (65.2)
	合計	208.3	106.9	212.5	527.7 (100)
Case D-1	内貨	115.8	66.3	0.8	182.9 (34.8)
	外貨	179.5	136.2	27.5*	343.2 (65.2)
	合計	295.3	202.3	28.3	526.1 (100)
Case E	内貨	74.3	6.0	-	80.3 (34.4)
	外貨	133.9	19.2*	-	153.1 (65.6)
	合計	208.2	25.2	-	233.4 (100)
Case F	内貨	99.4	6.0	0.04	105.5 (34.0)
	外貨	178.6	19.2*	6.7*	204.5 (66.0)
	合計	278.0	25.2	6.7	310.0 (100)
Case G	内貨	115.8	5.8	-	121.6 (38.8)
	外貨	179.7	12.2*	-	191.9 (61.2)
	合計	295.5	18.0	-	313.5 (100)

1) 1米ドル=120スクレ=210円 (1985年10月レートによる)

2) *印は車両購入費を示す

(3) 経済分析とその結果

a. 方法

B/C分析に用いられる便益は、MRTプロジェクトを実施した場合の自動車の走行費用の節約、自動車の購入費用の節約及び旅行時間の短縮から構成され、コストは経済価格に変換されたMRTのプロジェクト・コストとランニングコストからなる。

各ケースは以下の3つの指標により評価される。

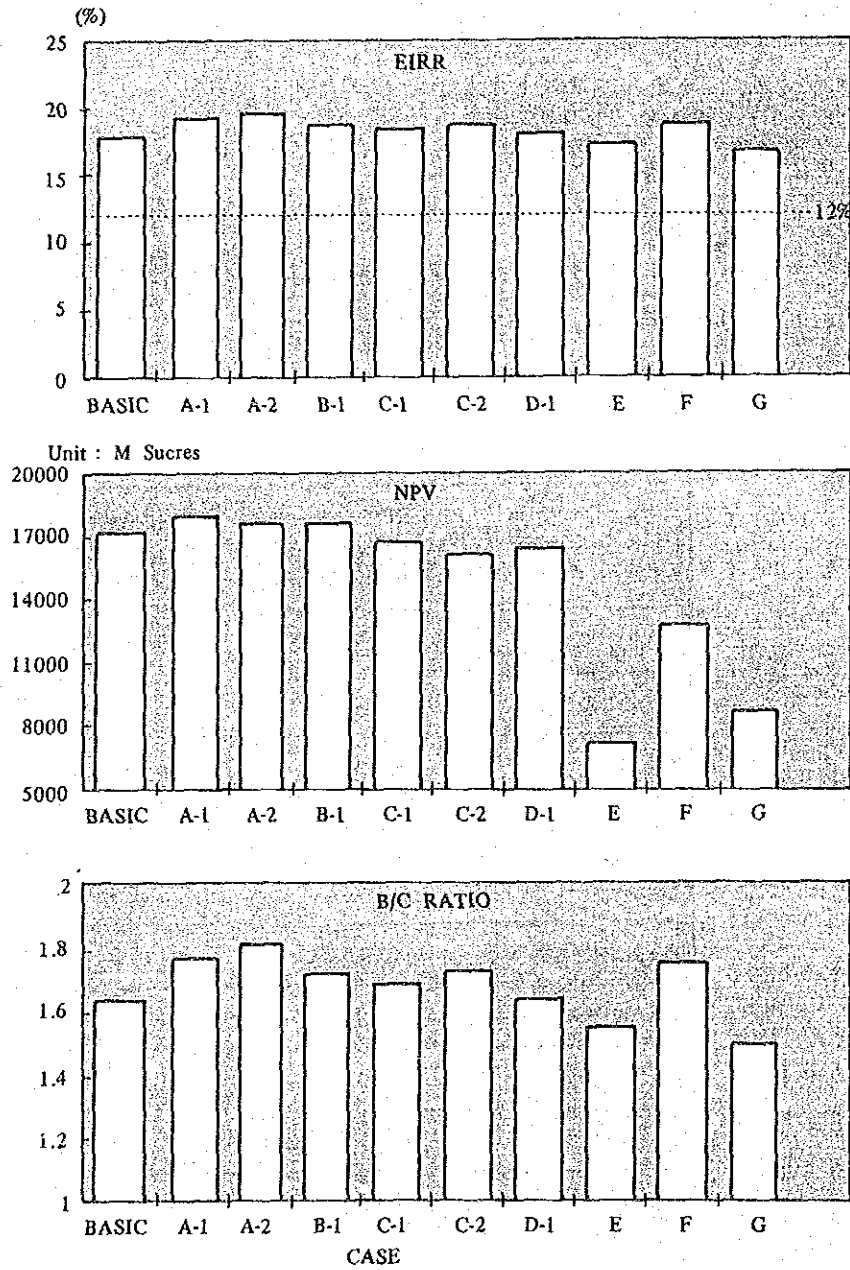
1. NPV (Net Present Value)
2. B/C (Cost Benefit Ratio)
3. EIRR (Economic Internal Rate of Return)

b. 費用便益分析の結果

指標 Case	NPV (Million Suces in 1985 prices)	B/C Ratio	EIRR %
Basic Case	17,229	1.64	17.8
Case A-1	17,980	1.77	19.1
Case A-2	17,596	1.82	19.5
Case B-1	17,649	1.72	18.6
Case C-1	16,774	1.69	18.4
Case C-2	16,144	1.73	18.6
Case D-1	16,332	1.64	17.8
Case E	7,096	1.56	17.0
Case F	12,753	1.76	18.4
Case G	8,540	1.50	16.5

分析の結果、NPV、B/C比、EIRR 3指標の水準からみて、経済評価の観点で、採択不能となる案はない。

しかし、各案を相互に比較した場合、若干の指標値の違い、即ち優劣の差がみられるので、以下のようにその原因を分析し最終評価に反映させる。



c. 比較評価

c-1. 着工の順序

MRTの建設を南側(Guasmo)と北側(Terminal Terrestre)から始める全く対照的な2つのケースを比較すると以下のように全ての指標において Case A-1、即ち北側からの着工が勝っている。これは Terminal Terrestre からのMRTの転換需要を早期に見込めることによっている。

Case	NPV (mil.Sucres)	B/C Ratio	EIRR (%)
	18,000	1.77	19.1
	16,800	1.69	18.4
Comparison	A-1	A-1	A-1

c-2. 段階的開業

分割開業は需要の多い区間から建設を開始し、需要の増加を待って、路線を延伸するきわめて実用的な方法である。これは便益発生が少ない時点の投資を手控えることを意味し、実際、計算上も以下のように裏付けられた。

Case	NPV (mil.Sucres)	B/C Ratio	EIRR (%)
	17,200	1.64	17.8
	17,600	1.82	19.5
Comparison	A-2	A-2	A-2

c - 3 . 延伸をしないケースについて

参考までに第1期工事のみでプロジェクトを終了し延伸しないケースを計算したところ、全線を完了するケースに比べ結果は悪い。これは延伸期間における便益の増加が費用の増加を上回っていることを意味し、もし資金的条件が許せば全線を建設することが有効であることを示している。

c - 4 . 営業開始年次

1990年に全線開業する Basic Case に対応して、1993年及び1996年に全線一括開業するケースを別途計算したところ、1990年及び1993年の両ケースはほぼ似た結果となり、これより遅くなると逆に結果は悪くなることが判明した。したがって1990年の営業開始は、十分妥当であることが裏付けられた。

(4) 財務分析とその結果

a . 方 法

財務分析はプロジェクトの現金収入及び支出の動きをみる Cash Flow Analysis 及び想定した資金条件に基づく資金損益収支 (Profit and Loss Statement) からなる。

各ケースは多くの指標から評価されるが、主要なものは以下の通り。

- 1 . F I R R (Financial Internal Rate of Return)
- 2 . 償却後損益の単年度黒字転換年数
- 3 . 償却後損益累計の黒字転換年数
- 4 . 最大債務残高とその年次

b. 資金条件及び運賃の想定

b-1. 資金条件

各資金ソースの状況を検討し、プロジェクトコストのための資金調達を以下のように設定した。

資金ソース	内貨分 (全体の約35%)			外貨分 (全体の約65%)	
	*エクアドル政府	Banco de Desarrollo del Ecuador	Foreign private banks	外国政府	Foreign private banks
想定はローン条件 年 金 利 期 間 (据置) 返 済 方 法	- - -	12% 15(3)年 12年元利均等	9% 12(3) 9 "	4.75% 25(7) 18 "	9% 12(3) 9 "
資 金 構 成	全体の 10%	全体の 10%	全体の 15%	** 外貨のうち 最大 8,600mil. sucre	外貨の 残りの 部 分

*: エクアドル政府資金に対する金利及び元本返済は不要とする。

** : 資金額は外国政府との協議によって決まるが、1例として最大8,600million sucres(=15,000million Japanese yens)とした。

b-2. 運 賃

MRTの利用者数の予測に用いた平均運賃 25 sucre により財務分析を行う。但し、需要は一定のまま、運賃のみを平均 20 sucre とした場合も検討する。

c. 財務分析の結果

ケース	F I R R 財務内部 収益率 (%)	単年度償却 後損益の黒 字転換年数 (開業からの 年数)	同 累 計 の 黒 字 転 換 年 数 (")	最大債務残高 とその年次 (億円, 年)	プロジェクト コスト (億円)
Basic Case	12.79	5	6	413 (1989)	547.8
Case A-1	12.33	6	11	462 (1992)	553.0
" A-2	12.41	7	7	364 (1995)	554.8
" B-1	13.26	5	5	413 (1992)	553.0
" C-1	11.05	-	-	530 (2020)	575.8
" C-2	10.53	25	-	488 (1999)	577.5
" D-1	11.43	16	25	502 (1992)	575.8
" E	7.94	-	-	1,346 (2020)	241.5
" F	10.75	8	14	273 (1989)	344.8
" G	6.41	-	-	5,381 (2020)	322.0

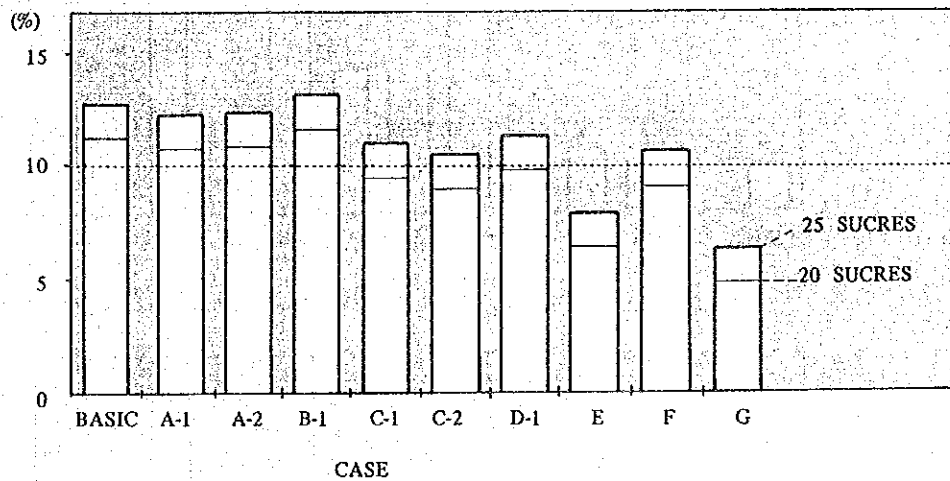
(-) は30年のproject life (2020年迄) の間に黒字転換しない。

d. 比較評価

d-1. プロジェクトの収益性 (FIRR)

高い収益率をもつケースは Basic Case, Case A-1, A-2, B-1 で、これらは全線一括または北部から開業するケースであり、南部から建設を開始するケースではその収益性が低下する。

FIRRの最大は Case B-1 の 13.26%で財務的には本案が最善であり、南部から始める最善のケース (Case D-1 ; 11.43 %) に比べ、プロジェクトライフにわたり年率 1.6%だけ高い収益を期待できる。

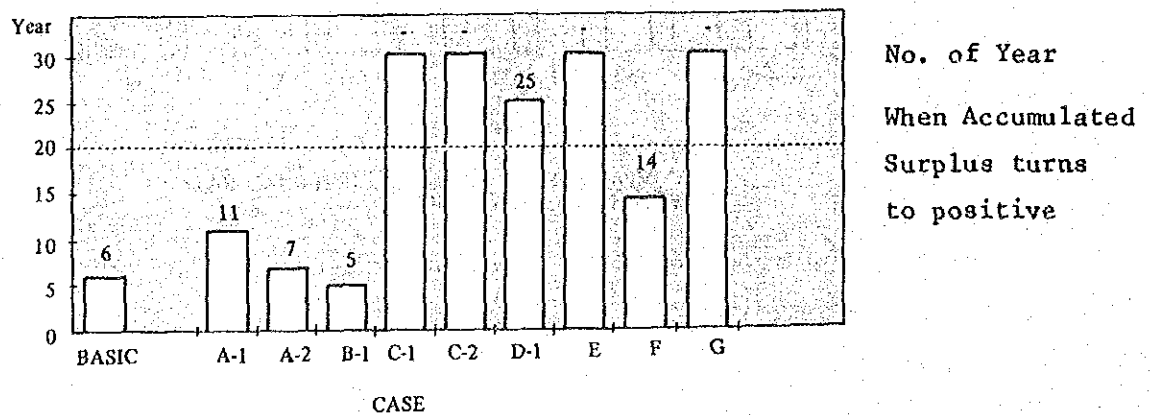
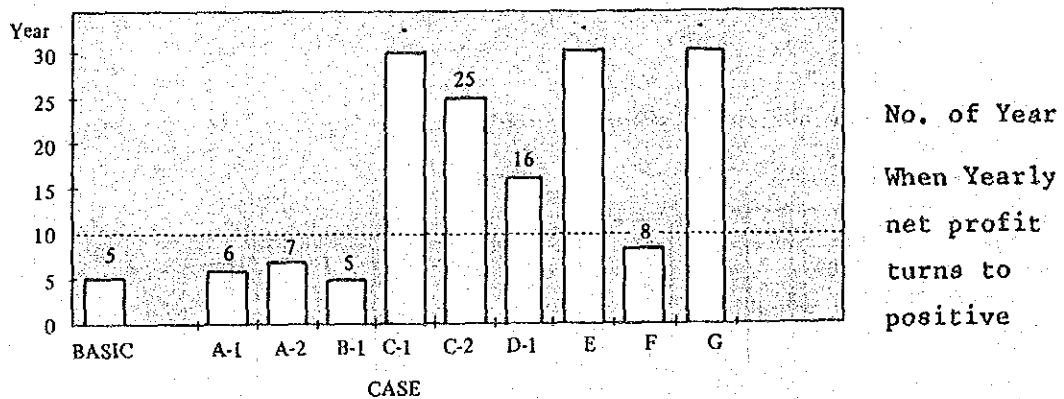


COMPARISON OF FINANCIAL INTERNAL-RATE OF RETURN BY TEST CASE

d - 2 . 償却後損益の単年度及び累計の黒字転換年数

この年数は開業後の資金収支状況を示すものであり、各ケース間の優劣は上記 d - 1 とほぼ同様な傾向である。最善は Case B-1 で、ついで Basic Case, Case A-2, A-1 となっており、これらのケースでは経営上非常に不安が少ない。

なお、1期開業のみで延伸しないケースの中では、Case F が成立の条件を満たしており、南部の Guasmo から建設をはじめて全線を完了するケースより良好な結果となっている。



d - 3 . 累積債務残高合計

累積債務残高の変化からみて、プロジェクト・ライフの期間（1990年から2020年までの30年）内に債務解消が不可能なケースは Case C-1, C-2, E, G で、これらのケースは別途公的機関から資金援助をおおがない限り成立はむずかしい。

(5) 総合評価

ここでは経済・財務分析の結果に加え、実施に伴って考慮すべき事項を含め総合評価を行う。

a. 経済評価の結果

全ての cases が資本の機会費用12%を上回っているので、経済的には採択できない案はないが、ケース間の比較により北側から着工する案は南側からの案に比べ、EIRR, NPV, B/C比のいずれにも優っており(対照的な Case A-1 と C-1 との比較)、北側から建設を始める方が経済効果は高い。

一方、一度に全線を建設する案に比べ、段階的に建設を進める方が同様に3つの指標においてすぐれている(Basic Case と A-2 との比較)。

以上から北側から段階的に MRT を建設する案が有望であり、Case B-1, A-1, A-2 が経済便益的により多くを期待できる。

b. 財務評価の結果

EIRR による財務収益性については、北側から建設を開始する Cases が同様に南から開始する Cases 及び一部区間のみで延伸しない cases に勝っている。

また、一定の資金条件の仮定による損益収支状況や債務の返済可能性をみると、南側から開始する Case C-1, C-2, D-1 及び延伸しない cases のうち Case E, G は営業欠損期間が長期化し、債務返済が困難となる。

従って、財務的には上記5案は事業として不調となる可能性が強く、残る5案(Basic Case, Case A-1, A-2, B-1, F)が feasible である。

なお、これらのうち Case F は他の4 cases より経済的、財務的にやや劣っているが延伸しない cases の中で唯一成立する可能性がある。

c. 他の考慮すべき事項

以上の経済・財務評価の結果、財務的に事業の成立が困難な Case C-1, C-2, D-1, E, G の5ケース及び事業として成立しても延伸しない Case F を除く4ケースについて以下の諸点から評価を行う。

c-1. 当初の資金調達額

本プロジェクトの資金ソースは主として外国からの種々のローンに依存しているので、資金調達の可能性を大きくするためには当初の投資額は極力小さい方が望ましい。また、債務残高が大きくならないよう留意しながら延伸をはかる方が、所要資金の調達は容易となる。

c-2. プロジェクトの技術的遂行能力

本プロジェクトは、エクアドルにおける最初の大量輸送システムの導入であり、その成功を期するためには、確実な技術の実施能力（システム全体にわたる計画、設計等のエンジニアリング能力、建設工事能力、建設スケジュール管理、資機材調達等）と全ての必要な準備（新事業体の設立、要員の雇用と訓練、諸基準の制定と運用等）が今後の短期間に完了せねばならない。

したがって、当初の規模は小さくし、段階的に拡大をはかる方が実行可能性は高くなる。

c-3. 中間ターミナルにおける交通処理

段階実施案においては全線が完了するまでの一時的な期間、路線の中間点がターミナルとなり、ここでは大量の旅客の集散が生ずるので、これに対応するための交通処理のスペースが必要となる。

Case A-1 及び A-2 は、9 de Octubre が当初の1時的なターミナルとなるので、駅周辺の路上に連絡バスが発着する。したがって、ラッシュ時には交通規制が必要となる。一方、Case B-1 では

Centro Civico に十分なスペースがあるので、連絡のための処理を路上で行う必要はない。

c - 4 . 旅客の利便性

i) 中心部へのアクセス

グアヤキル市の中心部は東西、南北に各 2 km の広がりをもっている。入口の 9 de Octubre でとめる Case A-1, A-2 より、中心部を通過して Centro Civico までのばす Case B-1 が中心部全体へのアクセスが良好となる。

現在、Centro Civico は西部方面と Quito 通り方向のバスの結節点となっているので、MRT との乗継ぎは便利であり、加えて西部方面から中心部へ入るバス台数をかなり削減できるメリットがある。

ii) Terminal Terrestre からの現行バスの代替性

現在 Terminal Terrestre から Centro Civico まで、本 MRT ルートに沿ってバスが頻繁に運行されている。旅客は Terminal と 9 de Octubre 間が多いが、残りは Centro Civico までの間に順次降車している。

したがってこれらの旅客のためには、このバスと同一区間をサービスする Case B-1 が望ましい。


d . 結 論

以上の総合評価の結果をまとめると Table S-1 の通りである。

経済・財務評価に基づく結果に加え、資金調達面、技術的プロジェクトの実施能力、旅客の利便性、その他の項目において、Case B-1 が最善案として recommend される。

しかしながら、当初の資金調達が Case B-1 の所要投資額を満たせない場合が将来生じうるかも知れない。したがって、以下では資金的に Case B-1 が実施困難な場合の次善策について述べる。

Table S-2 EVALUATION RESULT

Test Cases	Economic Aspect	Financial Aspect	Intermediate Selection	Other Aspects				Final Selection	Test Cases
				Initial Investment Cost	Technical Implementation Capability	Transfer Problem at Terminal Point	Passengers Convenience Characteristics		
Basic Case	○	○		△	△	○	○	Basic Case	
Case A-1	◎	○		○	○	△	△	Case A-1	
Case A-2	◎	○		○	○	△	△	Case A-2	
Case B-1	◎	◎		○	○	○	△	Case B-1	
Case C-1	○	×		○...Small	○...Possible	○...Enough	○...Excellent	Case C-1	
Case C-2	○	×		△...Large	△...Difficult	△...Not enough	△...Fair	Case C-2	
Case D-1	○	×						Case D-1	
Case E	△	×						Case E	
Case F	○	○						Case F	
Case G	△	×						Case G	

Case B-1 に至る前の段階の cases は Case A-1, A-2, の一期区間 (Terminal Terrestre ~ 9 de Octubre) であり、両ケースの差は2期以降の延伸ステップの違いのみである。Case A-2 が全体を3段階で完了するのに対し、A-1 は2段階で完了する。したがってもし資金調達面で制約が生ずるようならば、確実な経営基盤にたつて一歩一歩延伸をはかるという考えを優先すべきであり、債務残高のより小さい Case A-2 が次善策となる。

なお、本プロジェクトを第1期開業のみで以後延伸しない cases のうち Case F のみは経済的・財務的に成立の可能性をもっている。つまり本プロジェクトは、万一全線が完了しない場合においても北部の Terminal Terrestre から Centro Civico までの 9.1km が運営されれば、この区間のみで収益性をもつプロジェクトとして単独に成立することを示している。

(6) M R T の運賃

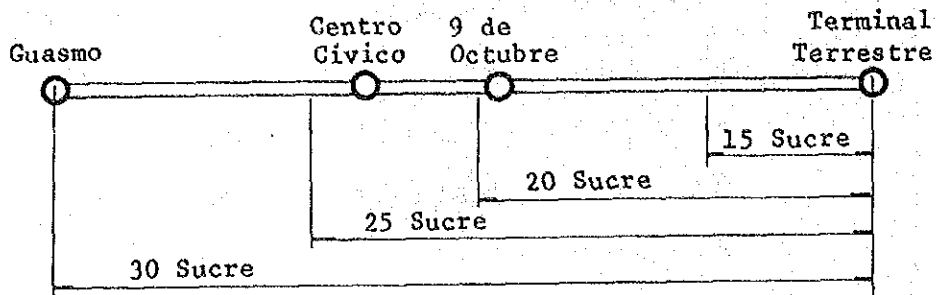
M R T の需要は主として現在のバス利用者からの転換であり、その需要は M R T の運賃を1人1回 25 sucre (均一運賃制) と設定して算出されている。しかしながら実際の運営上は全線均一運賃よりも距離に比例した運賃の方が利用者からみて利用しやすいであろう。

既に述べた財務分析は平均 25 sucre を距離比例運賃におきかえて算出されたものであるが、本調査団はさらに運賃について検討を行った結果、次の運賃システムを recommend する。

(運 賃 体 系)

乗車距離 (km)		運賃 (sucre)
I	0.0 ~ 3.0	15
II	3.1 ~ 7.0	20
III	7.1 ~ 10.0	25
IV	10.1 ~ 14.7	30

一例として、この運賃 system を Terminal Terrestre からの乗車に適用すると、以下の通りである。



前記の案では平均運賃は 20 sucre となるので、財務的な収益性のみが 25 sucre の場合に比較して若干低下するものの（いずれの case とも F I R R が約 1.5% 低下する）、経営上特に問題はない。逆に運賃が安くなることにより需要の増加が期待されるので有利になる面も考えられる。

(7) 実施計画

a. 資金調達計画

本プロジェクトのための資金は、各資金ソースの可能性を検討した上で、(4) b - 1 (page S-25) のように想定しており、総 Project Cost のうち Foreign Currency Portion の金額と Local Currency Portion の一部を外国からの資金に依存している。

したがってエクアドル政府は、本プロジェクトを高い Priority をもつ重要な National Project として位置づけ、外国からの所要資金額とより優利なローン条件が合意されるよう努めるべきである。低コストの資金導入をはかることはより安い運賃によりプロジェクトの収益性を可能とし、その利益は多くの市民に還元される。

最善案の Case B-1、及び次善案の Case A-2 の各第一期の開業 (1990年) までに要する資金構成の一例は以下の通りである。

第一期の開業（1990年）までに要する資金ソース別資金額の一例

単位：億円（1985年価格）

資金ソース	Case (B-1)		Case (A-2)		備考
	金額	割合	金額	割合	
エクアドル政府	27.8	(10.0)%	20.8	(10.0)%	内貨分
Banco de Desarrollo del Ecuador	27.8	(10.0)	20.8	(10.0)	"
外国政府	150.5	(54.2)	133.6	(64.2)	外貨分
Foreign private banks	71.7	(25.8)	32.8	(15.8)	(B-1)では内・外貨
Total	277.8	(100.0)	207.9	(100.0)	(A-2)では内貨

1米ドル = 120スクレ = 210円（1985年10月の換算レートによる）

以上の資金は1987～89の3年間にわたって支出される。

b. MRT開業までの準備作業

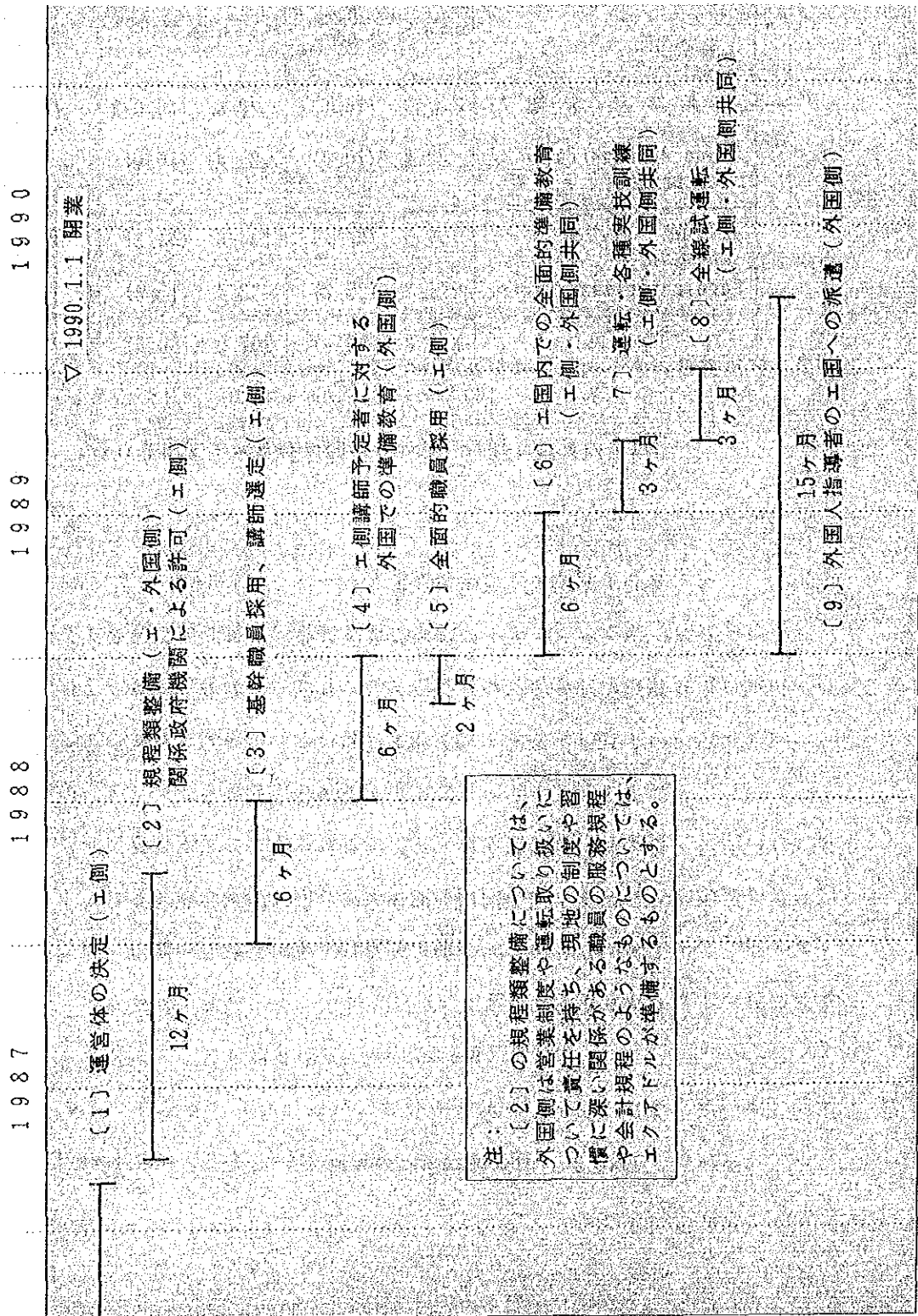
本プロジェクトの計画と建設実施に併行して、関連する全ての準備が慎重に進められねばならない。これらの内容は表S-2に示す通りであり、1990年1月1日が開業目標日として設定されている。

表中、〔1〕のMRTの事業体の設立ならびに〔2〕の諸基準・諸規定の制定は緊急を要する。両者は本事業の基本性質にかかわるものであり、エクアドル国内の関係当局の間で論議も予想されるところであるが、これらが今後の短期間に遅滞なく進められない限り、目標開業日の達成は困難となろう。

c. 実施スケジュール

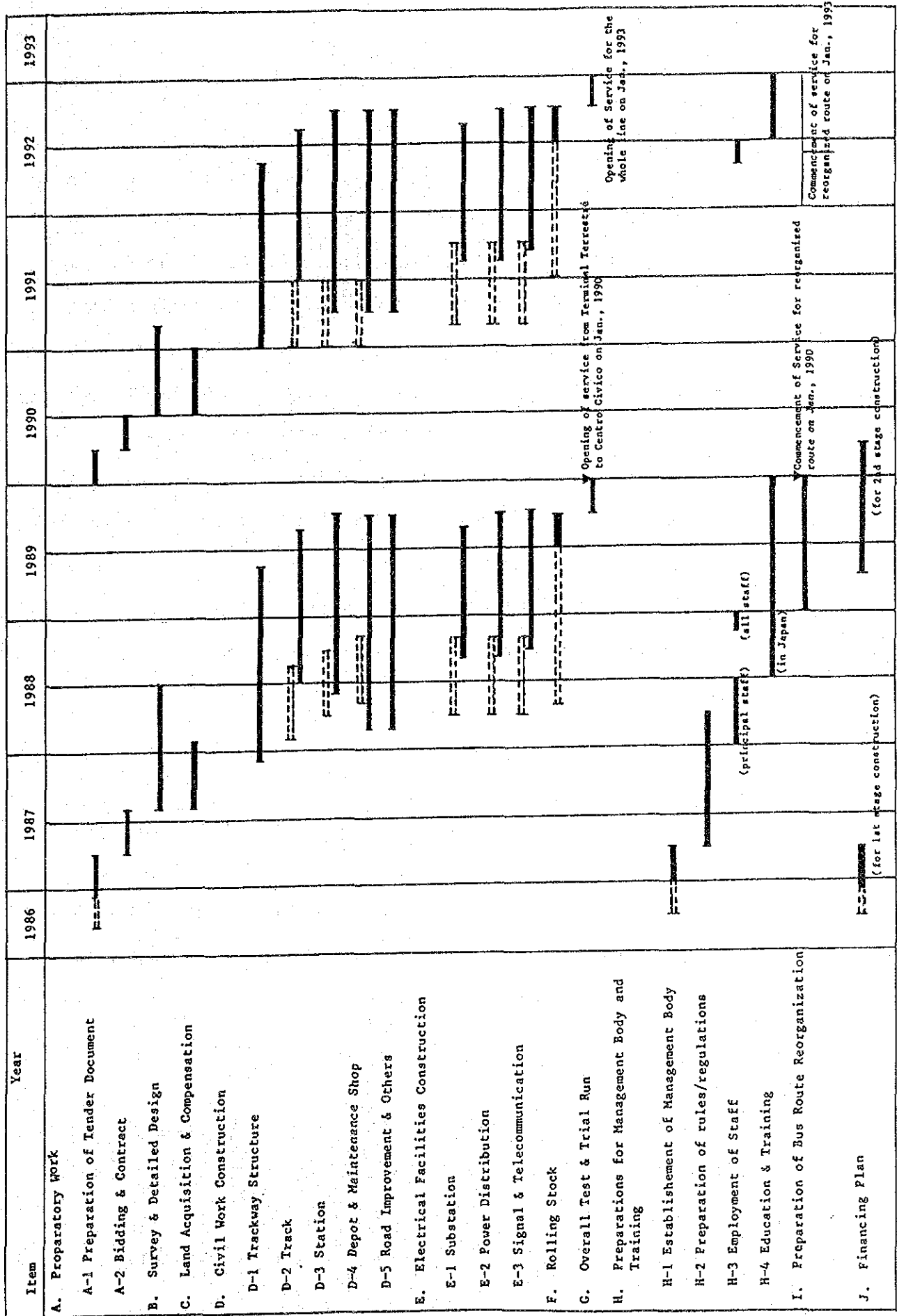
Case B-1の全線14.7kmの実施スケジュールをFigure S-6に示す。

表 S-2 グアヤキルMRT運営関係準備作業



注：〔2〕の規程類整備については、外国側は営業制度や運転取り扱いに慣れ、現地の制度や慣行に深い関係があるものについては、エクスアドルが準備するものとする。

Figure S-6 IMPLEMENTATION PROGRAM



Note. For Items D, E and F, "=====" means period for manufacturing and transport of imported equipments and materials.

3. 勧 告

(1) 本プロジェクトの必要性

急速な経済成長と人口増加により、Guayaquil city は既にさまざまな都市交通問題；都心部における終日の交通渋滞、都心周辺のいくつかの bottlenecks、全市にわたる公共輸送の需要と供給の極端な不均衡等に直面している。加えて最近の産業活動の進展は市の北部と南部を急激に都市化し、都心に向かう太い交通の流れをつくりますます混雑を助長している。さらに昨年10月に Open した Terminal Terrestre は現在1日10万人の利用者があり、Terminal と都心間の円滑な大量輸送を一層急務とさせつつある。

本プロジェクトは、都心を貫通して南北両地域を結ぶことによって現在直面しているこれらさまざまな交通隘路を抜本的に打開し、長期的には Guayaquil 市の国民生活の発展と産業活動の促進によりエクアドル全体の発展を期すものである。したがってエクアドル政府は最優先の Priority をもつ重要な national project として本件を推進すべきである。

(2) プロジェクトの経済性及び財務性

北部の Terminal Terrestre から南部の Guasmo まで全線14.7kmの建設実施順位について多くの cases を検証したところ、経済的にはいずれの case とも大きい純便益、高いB/C比及び内部収益率をもつものと認められる。

しかしながら財務的な分析においては、北部から建設を開始する cases が高い収益性をもつものに対し、南部から建設する cases では成立困難であるものと結論づけられる。

(3) 建設の実施順位

本調査団は、経済・財務分析の評価に加え、当初の所要資金の調達、運営開始までの諸準備等考慮した結果、全線を以下の2段階で完了することが最善であると勧告する。

第一期（1990年開業）…………… Terminal Terrestre ～ Centro Civico
間の 9.1km

所要投資額 278億円 (1985年価格)

内貨相当分 100億円
 外貨 " 178億円

第二期 (1993年開業) …… Centro Civico ~ Guasmo 間の 5.6km

所要投資額 196億円 (1985年価格)

内貨相当分 60億円
 外貨 " 136億円

但し、資金条件、その他の制約により第一期の 9.1kmの全面実施が困難な場合は、まず Terminal Terrestre から 9 de Octubre までの6.7kmを開業させ、引き続いて延長してもよい。

但し、万一本プロジェクトが全線完了しない場合においても、Terminal Terrestre から Centro Civico までの 9.1kmが運営されるならば、この区間のみで収益性をもつ project として成立するものと認められる。

(4) M R T の運営組織

当調査団は本事業が最も効率よく運営される為に、公共機関と民間が参加して構成される新しい semipublic corporation が設立されるよう提案する。

上記の Terminal Terrestre ~ Centro Civico 間の1990年開業時に必要とする要員構成は以下は通りであり、これらの教育の為に十分な準備がなされねばならない。

1990年開業 Terminal Terrestre ~ Centro Civico 間の要員数

内部組織		職員数
本社組織	社長、社長室付	7
	総務部	24
	運輸部	20
	車両部	12
	工務部	15
		78
現場組織	駅	193
	運転車両区	135
	施設区	22
	電気区	22
		372
合 計		450

(5) 資金の調達及びエクアドル政府の出資

本プロジェクトが重要な national project であることに鑑み、その資金の調達に当たってエクアドル政府は、外国からの経済協力やより有利な条件での資金導入をはかるよう最善をつくすべきである。

また、新たに設立される上記の semipublic corporation に対して、当初の project cost 278 億円の10%、28億円を政府資金として出資し、エクアドル政府の本件の遂行に対する決意を示すべきである。

政府出資は、外部から低利の資金を引き出す為にきわめて有効であり、低利の調達資金はより安い運賃より project を成立させ、その利益は多くの市民に還元される。

(6) MRTの運賃

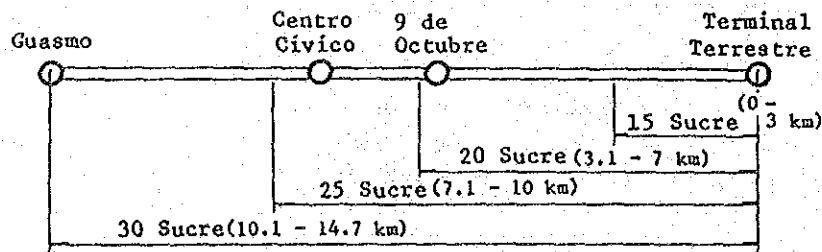
MRTの需要は1回 25 sucre と設定して算出されたものであるが、20 sucre にしても、なお十分な収益性をもっている。

実際の運賃設定に当たっては、この重要な project の利益が多くの利用者に、より多く還元されるよう、運賃を 20 sucre とし下記のような体系で運用されることが望ましい。

(運賃体系)

	乗車距離 (km)	運賃 (Sucre)
I	0 ~ 3.0	15
II	3.1 ~ 7.0	20
III	7.1 ~ 10.0	25
IV	10.1 ~ 14.7	30

一例としてこの運賃 system を Terminal Terrestre からの乗車に適用すると以下の通りである。



JICA