

## 2. 輸入原油

新製油所は、生産量の大幅な伸びが期待されているグアテマラ産原油を基本的に処理することで計画されるが、製油所の稼動時グアテマラ産原油だけでは不足すると予想される。この不足分は、グアテマラ近隣の産油国より輸入してまかなうこととなるが、輸入原油の油種、性状および価格につき述べる。

### 2.1 輸入原油の油種

輸入可能な原油としてMEMより将来の原油の重質油化傾向を踏まえ、メキシコ産マヤ原油が提示された。しかしながらマヤ原油は、API度22度-23度の重質原油であり、ガソリン、軽油の需要が多いグアテマラの需要構造を考えるときわめて処理し難い原油である。これを処理する場合、原油処理能力に比して大きな能力の分解装置が必要となり非経済的である。

グアテマラのEscuintlaにある既設製油所Texas Petroleum Co.では、グアテマラ政府とメキシコ政府およびベネズエラ政府間の協定によりメキシコ産マヤおよびイスマス原油、ベネズエラ産オリツパノ原油を処理している。とくにマヤ原油は重質で高粘度のためパイプラインでの輸送でも問題となり、イスマス原油と原油基地で混合して粘度を調整し、製油所へ移送しているとのことであった。

したがって、現地調査時のMEMの指標にマヤ原油に加えて同じくメキシコ産の軽質原油イスマスを輸入原油として考慮し、新製油所の基本計画では、国産原油が不足する分はメキシコ産のマヤ、イスマス両原油を50:50で混合して国産原油の不足分に充当することとした。

### 2.2 輸入原油の性状

新製油所の基本計画で採用する設計原油としての輸入原油をメキシコ産のマヤおよびイスマス原油とし、それぞれの性状をTable III-6に示す。

Table III-6 Assay of Maya & Isthmus

Maya, Mexico

Pajaritos, Veracruz and Salina Cruz (Pacific), Oaxaca

Crude

Gravity, °API @ 60°F.: 22.0  
Sulfur, wt %: 3.32  
Pour test, °F.: 0  
Vis., SUS @ 70°F.: 1,024.57  
Vis., SUS @ 100°F.: 333.62  
Sp. gr. @ 100°F.: 4.7  
Hydrogen sulfide, ppm: 199  
RC, 1 lighter, vol %: 1.5

Light straight run

Range, °F.: 60-200  
Yield, vol %: 5.2  
Total sulfur, wt %: 0.025  
RCN clear: 57.7  
RCN + 3 ml TEL/gal: 69.9

Naphtha

Range, °F.: 60-100  
Yield, vol %: 19.7  
Paraffins, vol %: 60.60  
Naphthenes, vol %: 27.03  
Aromatics, vol %: 12.37  
Total sulfur, wt %: 0.213  
RCN clear: 38.1  
RCN + 3 ml TEL/gal: 57.6

Kerosene

Range, °F.: 400-500  
Yield, vol %: 9.6  
Gravity, °API: 39.6  
Freezing pt., °F.: -29  
P/N/A, vol %: 45.4/33.7/20.9  
Total sulfur, wt %: 1.16  
Aniline pt., °F.: 142.2  
Smoke pt. mm: 20

Light gas oil

Range, °F.: 500-650  
Yield, vol %: 12.8  
Gravity, °API: 30.6  
Pour pt., °F.: +30  
P/N/A, vol %: 36.8/34.1/29.1  
Total sulfur, wt %: 2.17  
Carbon residue, Rams., wt %: 0.68  
Aniline pt., °F.: 152.8  
Cetane index: 51.0

Topped crude

Range, °F.: 650+  
Yield, vol %: 56.4  
Gravity, °API: 7.7  
Vis., SUS @ 210° F.: 3,370.63  
Vis., SUS @ 122° F.: 23,755.00  
Pour pt., °F.: +115  
Total sulfur, wt %: 5.04  
Carbon residue, Rams., wt %: 17.83  
Nitrogen, %: 0.4245  
Ni/V, ppm: 87.8/535.0

Vacuum gas oil

Range, °F.: 650-1,100+  
Yield, vol % (of crude): 25.2  
Gravity, °API: 18.3  
Aniline pt., °F.: 167.4  
Vis., SUS @ 130° F.: 270.17  
Pour pt., °F.: +165  
Sulfur, wt %: 3.14  
Carbon residue, Rams., wt %: 0.69  
Ni/V, ppm: 0.9/1.9

Vacuum residue

Range, °F.: 1,100+  
Yield, vol % (of crude): 31.2  
Gravity, °API: 0.5  
Vis., SUS @ 275° F.: Too hard  
Sulfur, wt %: 5.78  
Carbon residue, Rams., wt %: 26.2  
Ni/V, ppm: 169/913

Isthmus, Mexico

Pajaritos, Veracruz, and Salina Cruz (Pacific), Oaxaca

Crude

Gravity, °API @ 60°F.: 32.8  
Sulfur, wt %: 1.51  
Pour test, °F.: -15  
Vis., SUS @ 70°F.: 65.53  
Vis., SUS @ 100°F.: 43.91  
Sp. gr. @ 100°F.: 6.4  
Hydrogen sulfide, ppm: 102  
RC, 1 lighter, wt %: 1.2

Light straight run

Range, °F.: 60-200  
Yield, vol %: 9.1  
Total sulfur, wt %: 0.046  
RCN clear: 62.6  
RCN + 3 ml TEL/gal: 82.4

Naphtha

Range, °F.: 60-100  
Yield, vol %: 29.9  
Paraffins, vol %: 64.40  
Naphthenes, vol %: 21.02  
Aromatics, vol %: 14.58  
Total sulfur, wt %: 0.054  
RCN clear: 44.5  
RCN + 3 ml TEL/gal: 67.0

Kerosene

Range, °F.: 400-500  
Yield, vol %: 12.5  
Gravity, °API: 41.2  
Freezing point, °F.: -36  
P/N/A, vol %: 47.4/30.9/21.7  
Total sulfur, wt %: 0.23  
Aniline pt., °F.: 143.2  
Smoke pt. mm: 22

Light gas oil

Range, °F.: 500-650  
Yield, vol %: 16.0  
Gravity, °API: 32.3  
Pour pt., °F.: +25  
P/N/A, vol %: 41.2/33.3/25.5  
Total sulfur, wt %: 1.19  
Carbon residue, Rams., wt %: 0.01  
Aniline pt., °F.: 156.3  
Cetane index: 52.5

Topped crude

Range, °F.: 650+  
Yield, vol %: 49.4  
Gravity, °API: 15.5  
Vis., SUS @ 210° F.: 145.47  
Vis., SUS @ 122° F.: 149.53  
Pour pt., °F.: +55  
Total sulfur, wt %: 2.91  
Carbon residue, Rams., wt %: 8.08  
Nitrogen, %: 0.2065  
Ni/V, ppm: 14.8/67.1

Vacuum gas oil

Range, °F.: 650-1,100+  
Yield, vol % (of crude): 28.5  
Gravity, °API: 19.7  
Aniline pt., °F.: 181.1  
Vis., SUS @ 130° F.: 207.09  
Pour pt., °F.: +110  
Sulfur, wt %: 2.45  
Carbon residue, Rams., wt %: 0.97  
Ni/V, ppm: 4.3/-

Vacuum residue

Range, °F.: 1,100+  
Yield, vol % (of crude): 11.9  
Gravity, °API: 4.2  
Vis., SUS @ 275° F.: 235.8  
Sulfur, wt %: 4.18  
Carbon residue, wt %: 23.08  
Ni/V, ppm: 37/210

Source: Oil & Gas Journal

## 2.3 輸入原油の価格

第2.1節にて検討した輸入原油のマイおよびイスマスについて原油価格の予測を行なう。尚本検討結果は、財務分析で参考ケースとして実施するエスカレーションを考慮した1ケースで使用する。

### 2.3.1 現状の原油価格

1983年におけるアラビアンライト、メキシコ産のマイ原油、イスマス原油のCIF価格をTable III-7原油価格対比(その2)にまとめる。アラビアンライトとメキシコ産のマイ原油は米国Houston港におけるCIF価格であり、メキシコ産のイスマス原油の同港におけるCIF価格データが得られなかったため品質を考慮しアラビアンライトと同価格とした。

Table III-7 Crude Oil Prices (Part 2)

Crude Oil	°API	S (%)	Price (US\$/bbl)
Arabian Light	34	1.7	30.41
Mexican Oil (Maya)	22	3.3	23.49
Mexican Oil (Isthmus)	33	1.5	30.41

### 2.3.2 将来の原油価格

アラビアンライトとメキシコ産のマイ原油とイスマス原油の将来の価格予測を行なう。価格は名目価格とした。価格予測を行なうにあたり、前提とした事項は次のとおりである。

#### (1) アラビアンライトの価格予測

今後のアラビアンライトの価格予測については、本調査では世界銀行の出した予測値を採用した。

1990年 アラビアンライト実質価格 37.0 US\$/bbl

2000年 " 41.0 US\$/bbl

#### (2) アラビアンライトとメキシコ産原油のエスカレーション率

アラビアンライトとメキシコ産原油のエスカレーション率については、第1.4節同様米国の卸売物価上昇率と同率で上昇するものとし、米国の卸売物価上昇率は日本経済センター予測の5%/yを採用した。

#### (3) アラビアンライトとメキシコ産マイ原油の価格差

Table III-7で示したアラビアンライトとメキシコ産マヤ原油の価格は、両原油の品質の差を反映した妥当な価格と考えられるので、今後共この価格差（いわゆるディファレンシャル）が継続するものとした。

(II)-(3)の前提条件を考慮して、1989年-2008年におけるアラビアンライトとメキシコ産マヤ原油、イスマス原油の価格予測結果をTable III-8原油価格予測(その2)に示す。

Table III-8 Forecast on Crude Oil Prices (Part 2)

Year	Arabian Light	Maya Crude Oil, Mexican	Isthmus Crude Oil, Mexican
1989	42.50	32.83	42.50
1990	46.70	36.07	46.70
1991	50.00	38.62	50.00
1992	53.50	41.33	53.50
1993	57.20	44.18	57.20
1994	61.20	47.27	61.20
1995	65.50	50.60	65.50
1996	70.10	54.15	70.10
1997	75.00	57.93	75.00
1998	80.20	61.95	80.20
1999	85.90	66.35	85.90
2000	91.90	70.99	91.90
2001	98.30	75.93	98.30
2002	105.20	81.26	105.20
2003	112.60	86.98	112.60
2004	120.40	93.00	120.40
2005	128.90	99.57	128.90
2006	137.90	106.51	137.90
2007	147.50	113.94	147.50
2008	157.90	121.97	157.90

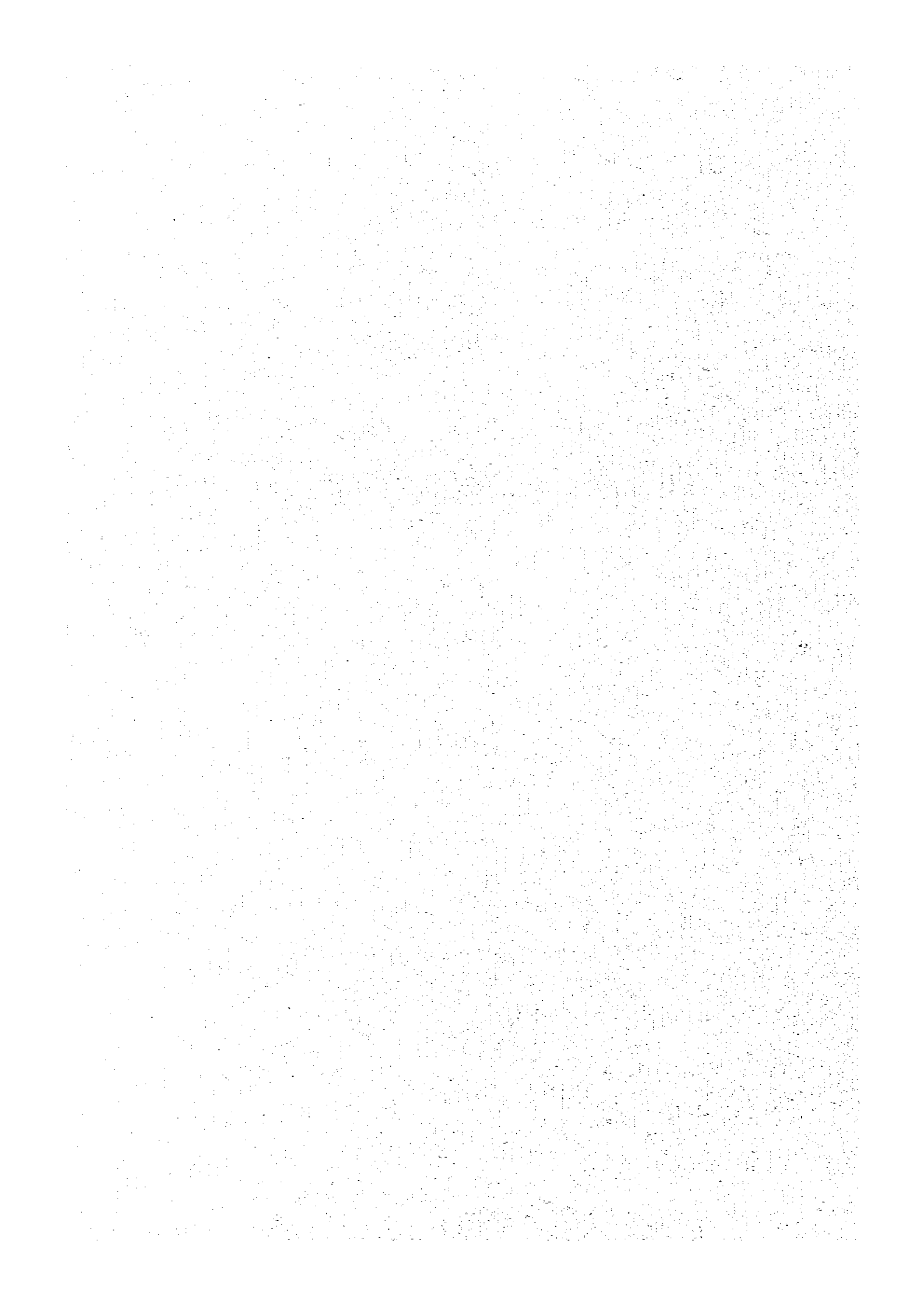
Source: Estimate by Study team

上表における年平均価格上昇率は、第1.4節と同様6.8%であることから

合計 6.8%	}	エスカレーション率	5.0%
		実質値上り率	1.8%

である。

## 第Ⅳ編 石油製品の需要予測



## 第IV編 石油製品の需要予測

### 1. 需要予測手法

石油製品の需要予測の方法としては、産業連関分析による方法と、計量経済モデルによる方法が一般的に用いられている。

産業連関分析は、産業連関表を用いて各産業の生産額や価格の波及効果などを分析、予測する手法であり、計量経済モデルは消費関数や生産関数を組み合わせることにより経済動向をシミュレートする手法である。

今回の需要予測は、新製油所の財務計算期間が1989年—2009年の20年間と長く、この期間の需要予測を行なう必要がある。

従って、本調査では巨視的な視点から需要予測でよく用いられる計量経済モデルによる弾力性分析で各石油製品の需要予測を行なうこととし、弾性値算出の手段として回帰分析を使用した。

予測は次の手順によって実施した。

- 過去の需要、価格動向
- 需要構造と経済指標
- 需要動向分析
- 需要予測

### 2. 過去の需要、価格動向

グアテマラの過去10年間にわたる石油製品の需要動向をTable IV-1K、価格動向をTable IV-2にまとめる。

Table IV-1Kに示す石油製品の需要動向をみるとLPG、灯油は1975—1982年の間、顕著に需要が伸長しているが、ガソリン、ジェット燃料、軽油、重油、その他については1979年頃まで需要は伸びているが、1980—1982年の間は需要は減少傾向を示している。この理由として、原油価格上昇により、ガソリン、ジェット燃料、軽油、重油、その他製品の価格が上昇し、需要が抑えられたこと、およびグアテマラの経済が1980年以降やや停滞していることがあげられよう。

Table IV-2に示す石油製品の価格動向をみると、1973—1981年までLPG、ガソリン、灯油、軽油、重油、その他の全石油製品の価格が上昇しており、1982年は1981年の各価格よりやや低下した。この理由としては、当然のことながら各石油製品の価格が原油価格の影響を大きく受け原油価格に連動して変化しているためと考えられる。

Table IV-1 Trend of Demands for Petroleum Products

(Unit: 10<sup>3</sup> bbl)

	LPG	Premium Gasoline	Reg. Gasoline	Kerosene	Jet Fuel	Gas Oil	Fuel Oil	Others	Remarks
1972	—	626.9	996.2	—	—	1,775.2	—	—	
1973	—	698.6	1,090.3	—	—	1,905.7	—	—	
1974	—	580.6	1,221.9	—	—	1,672.4	—	—	
1975	385.5	690.0	1,263.6	358.3	211.5	1,943.2	1,942.6	337.1	
1976	390.4	802.4	1,350.8	363.8	234.2	2,262.8	2,291.4	344.9	
1977	462.0	1,006.0	1,481.6	391.7	264.7	3,087.8	2,738.8	363.3	
1978	457.6	1,179.5	1,379.4	417.8	313.1	3,579.2	2,695.1	386.7	
1979	513.1	1,077.6	1,478.6	424.4	359.8	3,562.4	3,162.8	351.6	
1980	509.4	967.4	1,263.2	483.6	251.7	3,661.8	3,313.7	293.8	
1981	543.7	944.4	1,064.4	562.2	212.6	3,409.1	2,314.8	260.1	
1982	572.0	921.0	976.8	534.3	176.0	3,047.8	1,817.8	262.7	

Source: Primarily the 1983 edition of Actualidad Petrolera en Guatemala, with partial additions.

Note 1: "Others" include such products as asphalt, lubrication oil and aviation gasoline.



Table IV-2 Trend of Prices of Petroleum Products

(Unit: Q/100 lbs for LPG,  
Q/gal. for others)

	LPG	Premium Gasoline	Reg. Gasoline	Kerosene	Gas Oil	Fuel Oil	Gasoline Av. Price	Remarks
1973	10.500	0.513	0.460	0.250	0.370	0.108	0.481	
1974	10.500	0.742	0.703	0.514	0.535	0.256	0.716	
1975	12.500	0.782	0.743	0.543	0.559	0.303	0.757	
1976	12.500	0.782	0.743	0.543	0.559	0.303	0.758	
1977	17.738	0.969	0.926	0.550	0.562	0.346	0.943	
1978	17.738	0.969	0.926	0.550	0.562	0.346	0.946	
1979	19.472	1.390	1.330	0.680	0.723	0.457	1.355	
1980	20.400	1.895	1.850	0.860	0.965	0.616	1.870	
1981	20.400	2.078	2.029	1.042	1.292	0.929	2.052	
1982	20.375	2.002	1.935	1.120	1.210	0.861	—	

Source: The 1983 edition of Actualidad Petrolera en Guatemala

Note 1: The gasoline average prices listed for reference are the average prices of premium gasoline and regular gasoline, each being multiplied by the quantity and divided by the total quantity.

### 3. 需要構造と経済指標の検討

グアテマラにおける石油製品の主な用途を Table IV-3 にまとめる。製品別に主な用途と関係する経済指標を考察すると次のとおりとなる。

#### ○LPG

民生用として89%使用されている。従って相関する経済指標としては個人消費支出が妥当と考えられる。

#### ○ガソリン(プレミアムガソリンおよびレギュラーガソリン)

輸送用として95%使用されている。従って関連する指標としては乗用車保有台数に相関することが予想され、さらに乗用車保有台数が相関する経済指標としては個人消費支出が妥当と考えられる。

#### ○灯油

民生用、輸送用、工業用、農業用に広く使用されているが、民生用が57%と大半を占めている。従って相関する経済指標としては個人消費支出が妥当と考えられる。

#### ○ジェット燃料

航空機用が100%を占める。従って相関する経済指標としては個人消費支出が妥当と考えられる。

#### ○軽油

輸送用が63%を占める。軽油を使用する車種はトラック等工業用、商業用に使用されることから相関する経済指標としてはグアテマラのGNPが妥当と考えられる。

#### ○重油

工業用として87%使用されており、大部分が火力発電所用として使用されていることから関連指標は発電量と相関することが予想され、さらに発電量が相関する経済指標としてはGNPが妥当と考えられる。

#### ○その他(アスファルト、潤滑油、アビエーションガソリン)

相関する経済指標はGNPが妥当と考えられる。

**Table IV-3 Consumption Ratios of Petroleum Products**

Product	Use	Ratio (%)	Related Item	Macroscopic Economic Index
LPG	Residence	89		Personal consumption
	Transportation	3		
	Industry	8		
Gasoline	Transportation	95	Number of passenger cars owned	Personal consumption
	Industry	5		
Kerosene	Residence	57		Personal consumption
	Transportation	21		
	Agriculture	5		
	Industry	15		
	Others	2		
Jet Fuel	Aviation	100		Personal consumption
Gas Oil	Transportation	63		GNP
	Agriculture	12		
	Industry	25		
Fuel Oil	Industry	87	Power generation	GNP
	Agriculture	7		
	Residence	4		
	Transportation	2		
Others				GNP

Source: Anuario Estadístico, 1982 edition

#### 4. 需要動向分析

グアテマラに於ける石油製品の需要分析を製品別に行なった。相関する経済指標は製品別の用途から想定して選定した。各製品共選定した経済指標と良い相関関係を示した。製品別詳細は次のとおりである。

##### 4.1 LPG

LPGと灯油は民生用として燃料等に共通して使用されるため、LPGと灯油の熱量換算合計量と実質個人消費支出との関連性を調べた。その結果次の構造式で相関係数が0.97であった。一般に相関係数が0.95以上は非常に良い相関関係を示すといわれている。

$$\log(DLK) = -2.900 + 1.182 \times \log(DPRC) \quad (1)$$

ここで DLK : LPGと灯油の熱量換算合計量 (10<sup>6</sup> Kcal/y)

DPRC : 実質個人消費支出 (10<sup>6</sup> Quetzales/y)

実質個人消費支出は名目個人消費支出をデフレーターで除した値であり、Table IV-4に示す。

LPGの量とLPGと灯油の熱量換算合計量との関係を次の(2)式に示す。相関係数は0.98で非常に良い相関関係を示す。

$$\log(DLPG) = -0.6351 + 0.9282 \times \log(DLK) \quad (2)$$

ここで DLPG : LPGの消費量 (10<sup>3</sup> bbl/y)

DLK : LPGと灯油の熱量換算合計量 (10<sup>6</sup> Kcal/y)

Table IV-4 Trend of Real Personal Consumption

(Unit: 10<sup>6</sup> Quetzales, Index)

Year	Nominal Personal Consumption Expenditure	Deflator	Real Personal Consumption Expenditure
1972	1,682	40.7	4,133
1973	2,034	46.6	4,365
1974	2,470	53.9	4,583
1975	2,875	61.0	4,713
1976	3,396	68.0	4,994
1977	4,127	79.2	5,211
1978	4,675	83.5	5,599
1979	5,432	90.7	5,989
1980	6,217	100.0	6,217
1981	7,037	110.0	6,397

Source: International Financial Statistics  
Year Book, 1983

#### 4.2 ガソリン(プレミアムガソリン+レギュラーガソリン)

ガソリンの需要量を分析するに当り、プレミアムガソリンとレギュラーガソリンの合計量を分析した。ガソリンは乗用車用として広く使用されており、乗用車保有台数およびガソリン実質価格が需要に影響を与えるものと予想される。

この関連性を調べた結果を次の(3)式に示す。相関係数は0.97で非常に良い相関関係を示している。

$$\lg(DOAL) = -1.538 + 1.433 \times \lg(AUT) - 0.7730 \times \lg \left\{ \frac{PGAL(-1) + PGAL}{DF} \right\} \dots\dots\dots (3)$$

ここで DOAL: プレミアムガソリンとレギュラーガソリンの合計量 (10<sup>3</sup> bbl/y)

AUT: 乗用車保有台数 (10<sup>3</sup> 台)

PGAL(-1): 当年度一年前のガソリン平均価格 (Quetzal/l)

PGAL: 当年度のガソリン平均価格 (Quetzal/l)

DF: デフレーター (1980年度を100とした指数)

ガソリンの合計量についてはTable IV-1の値を用いた。また、乗用車の保有台数の動向をTable IV-5に示した。ガソリン平均価格について、当年度1年前と当年度価格を加え、デフレーターで除した理由は、価格の影響は約半年遅れて需要に反映されると考えられること、およびデフレーターで除したのは実質価格を出すためである。

ガソリン平均価格はTable IV-2の値を用いデフレーターはTable IV-4の値を用いた。

Table IV-5 Trend of Number of Passenger Cars Owned  
(Unit: 10<sup>3</sup> cars)

Year	No. of Passenger Cars Owned
1971	43.0
1972	54.1
1973	65.5
1974	70.8
1975	76.1
1976	82.7
1977	83.7
1978	90.5
1979	96.1
1980	99.7

Source: Statistical Yearbook, 1979/80,  
United Nations

### 4.3 灯油

4.1節で前述した通り、LPGと灯油の熱量換算合計量は、実質個人消費支出と良い相関関係を示している。

灯油の量とLPGと灯油の熱量換算合計量との関係を次の(4)式に示す。相関係数は0.97で非常に良い相関関係を示している。

$$\log(DKER) = -1.955 + 1.097 \times \log(DLK) \dots\dots\dots (4)$$

ここで DKER: 灯油の消費量 (10<sup>3</sup> bbl/y)

DLK: LPGと灯油の熱量換算合計量 (10<sup>6</sup> Kcal/y)

### 4.4 ジェット燃料

ジェット燃料は航空機用として100%使用されており航空機の航続距離およびジェット燃料の価格が需要に影響を与えるものと予想される。現地調査の結果、航空機の航続距離のデータは得られなかったので、この指標を国民1人当りの実質個人消費支出を代りに用いて関連性を調べた結果、次の(5)式で示す通り相関係数0.88でかなりの相関が認められた。

$$\log(DTUR) = -1.252 + 1.836 \times \log(DPRC/POP) - 1.195 \times \log(PKER/DF) \dots\dots\dots (5)$$

ここで DTUR: ジェット燃料消費量 (10<sup>3</sup> bbl/y)

DPRC: 実質個人消費支出 (10<sup>6</sup> Quetzales/y)

POP: 人口 (10<sup>6</sup>人)

PKER: 灯油の価格 (Quetzal/l)

D F: デフレーター

DTURはTable IV-1, DPRCはTable IV-4, PKERはTable IV-2, DFはTable IV-4の値を各々用いた。人口動向に関してはTable IV-6にまとめる。

Table IV-6 Trend of Population in Guatemala

(Unit: 10<sup>6</sup> persons)

Year	Population
1971	5.42
1972	5.58
1973	5.74
1974	6.05
1975	6.24
1976	6.43
1977	6.63
1978	6.84
1979	7.05
1980	7.26
1981	7.48
1982	7.70

Source: International Financial Statistics Year Book, 1983

#### 4.5 軽油

軽油は輸送用として63%、工業用として25%使用されており、関連する経済指標はグアテマラの実質国民総生産および軽油価格が需要に影響を与えると予想される。

関連性を調べた結果、次の(6)式で示す通り相関係数0.99で非常に良い相関関係が得られた。

$$\lg(DOAS) = -15.39 + 2408 \times \lg(DONP) - 0.4314 \times \lg(PGAS/DF) \dots (6)$$

ここで DOAS: 軽油消費量 (10<sup>3</sup> bbl/y)

DONP: グアテマラ実質国民総生産 (10<sup>6</sup> Quetzal/y)

PGAS: 軽油の価格 (Quetzal/l)

D F: デフレーター

DOASはTable IV-1, PGASはTable IV-2, DFはTable IV-4の値を各々用いた。

グアテマラの実質国民総生産に関してはTable IV-7にまとめた。

#### 4.6 重油

重油は工業用(火力発電用)として87%使用されており、発電量との相関が予想される。

この関連性を調べた結果を(7)式に示す。相関係数は0.97で非常に良い相関関係を示している。

$$\lg(DFUL) = 1.203 + 0.9073 \times \lg(DEL) \dots (7)$$

ここで DFUL : 重油消費量 (10<sup>3</sup> bbl/y)

DEL : 発電量 (10<sup>6</sup> KWH)

DFULはTable IV-1の値を用いた。発電量に関してはTable IV-8にまとめた。

Table IV-7 Real GNP of Guatemala

(Unit: 10<sup>6</sup> Quetzales/y)

Year	Real GNP
1972	5,047
1973	5,410
1974	5,774
1975	5,864
1976	6,310
1977	6,879
1978	7,240
1979	7,598
1980	7,809
1981	7,782

Source: International Financial  
Year Book, 1983

Table IV-8 Power Generation in Guatemala

(Unit: 10<sup>6</sup> kwh)

Year	Power Generation
1975	1,167
1976	1,275
1977	1,564
1978	1,726
1979	1,914
1980	1,970

Source: Statistical Yearbook,  
1979/80 United Nations



#### 4.7 その他(アスファルト, 潤滑油, アビエーションガソリン)

その他の石油製品としてアスファルト, 潤滑油, アビエーションガソリンの総量の需要分析を行なう。関連する経済指標はグアテマラの実質国民総生産および重油価格との関連性を調べた。その結果を(8)式に示す。相関係数は0.98である。

$$\log(DOTH) = 1.406 + 0.1595 \times \log(DONP) - 0.5678 \times \log(PFUL/DF) \dots (8)$$

ここで DOTH: その他消費量 (10<sup>3</sup> bbl/y)

DONP: グアテマラ実質国民総生産 (10<sup>6</sup> Quetzales/y)

PFUL: 重油価格 (Quetzal/l)

D F: デフレーター

DOTHはTable IV-1, DONPはTable IV-7, PFULはTable IV-2, DFはTable IV-4の値を用いた。

#### 4.8 需要分析まとめ

第4.1節から4.7節まで各製品の需要分析の結果を, 過去の実績消費量と構造式(1)-(8)から求めた理論値とを対比してFig. IV-1からFig. IV-7に示す。

各図とも理論値と実績値が非常によく一致することを示している。

また, 構造式(1)-(8)を考察すると, LPG, 灯油, 重油等については価格の需要に与える影響は殆んどなく, ガソリン軽油, ジェット燃料, その他製品は価格の影響に敏感であるのが解る。

Fig. IV-1 LPG Consumption

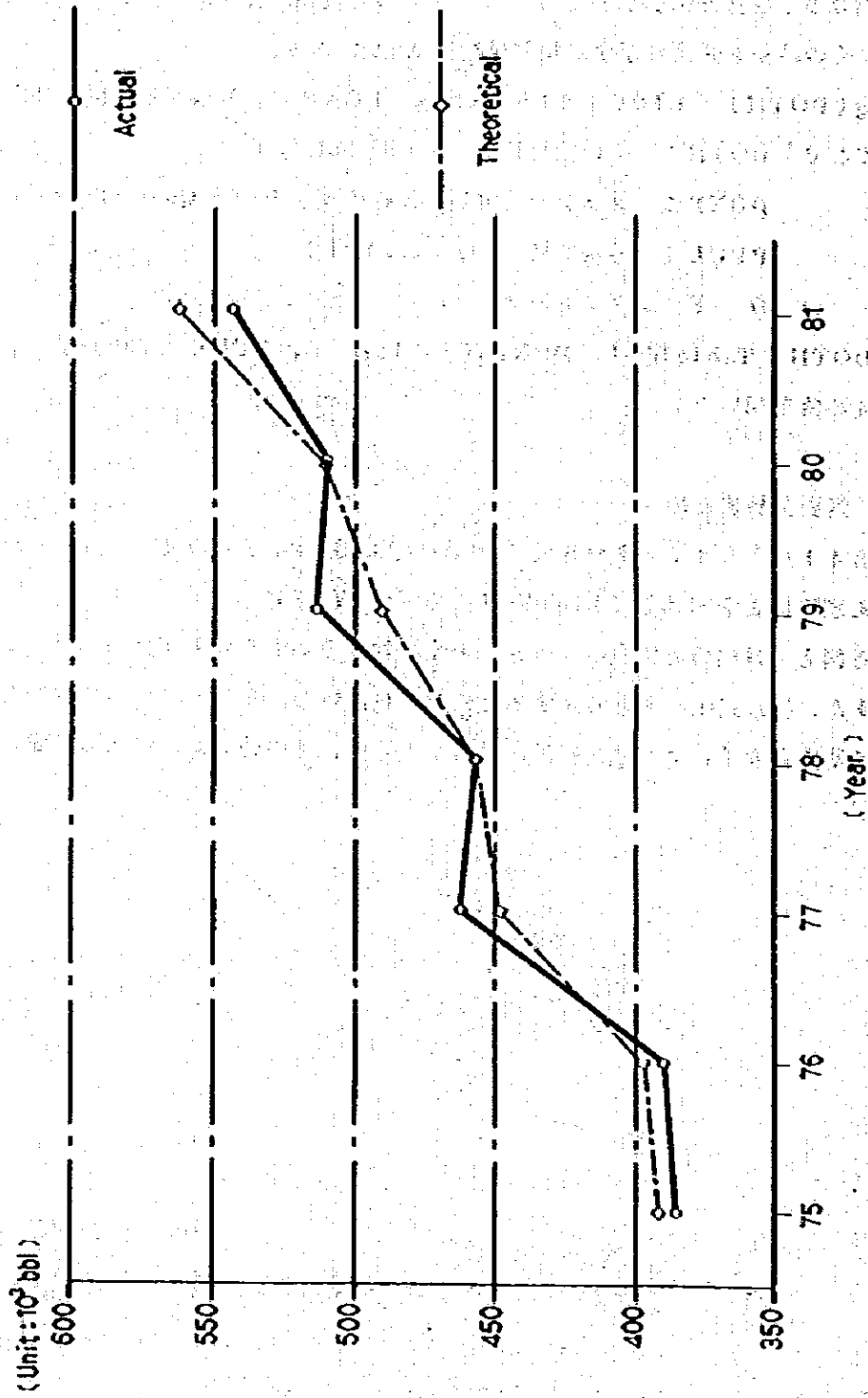


Fig. IV-2 Gasoline Consumption

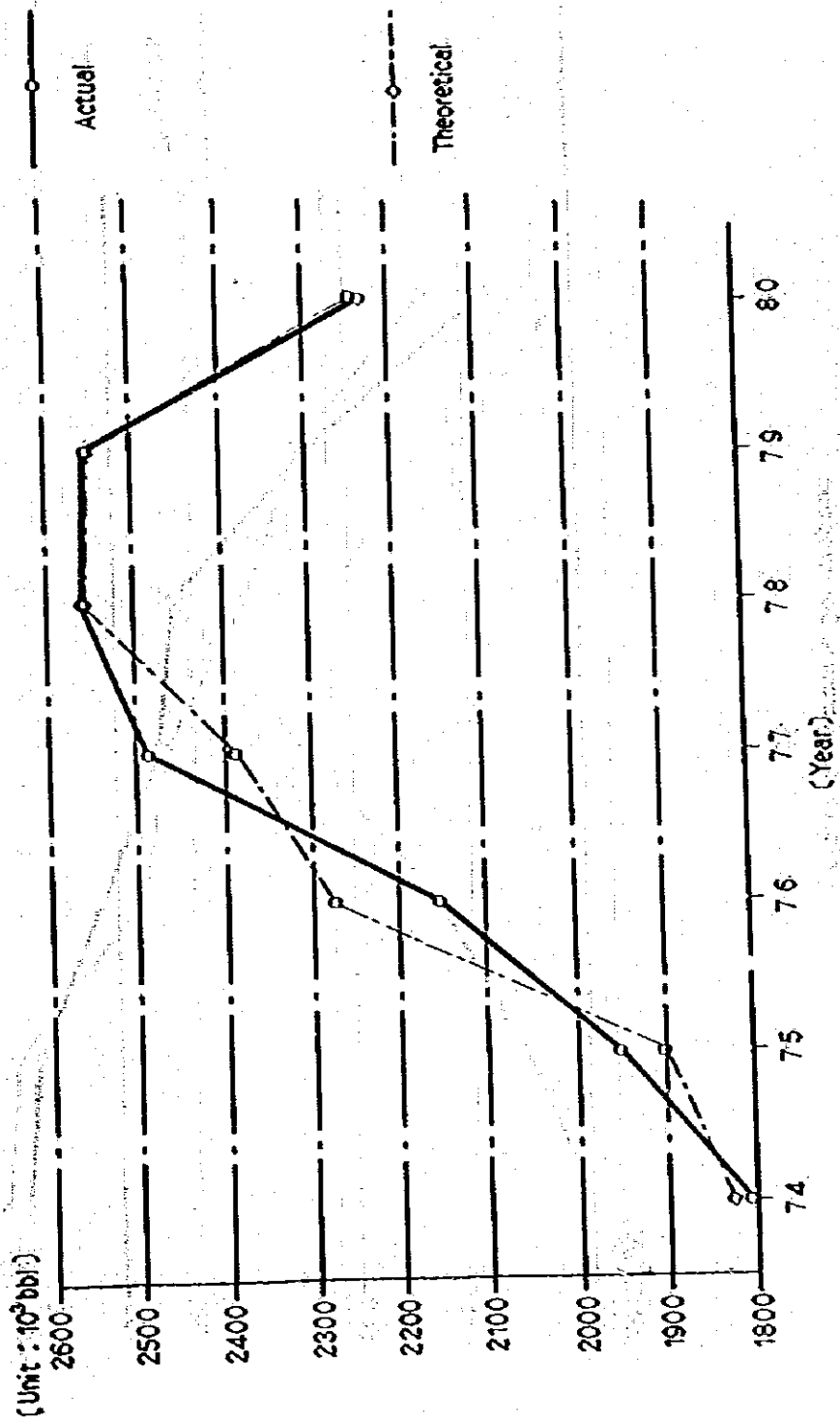


Fig. IV-3 Kerosene Consumption

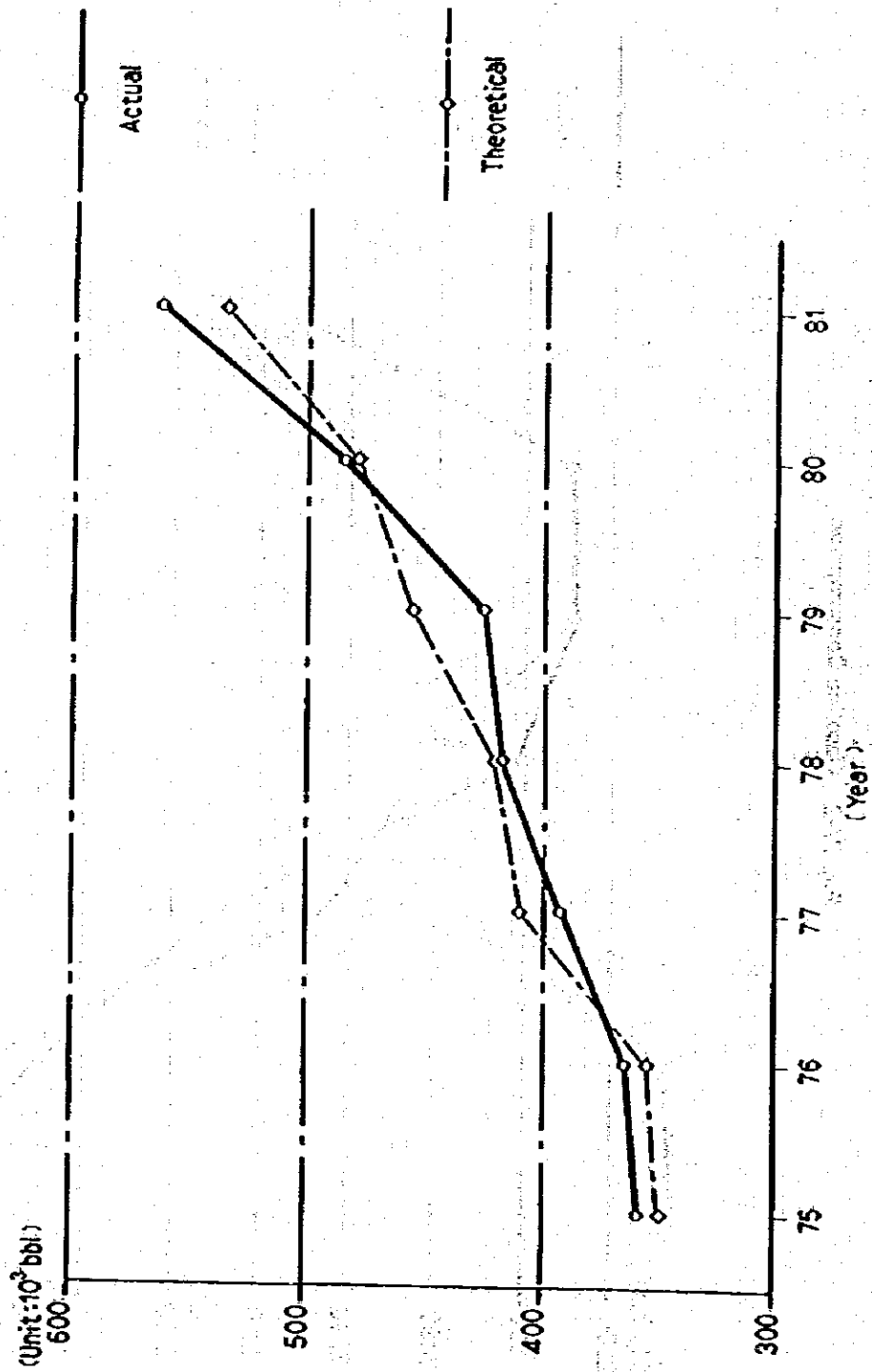


Fig. IV-4. Jet Fuel Consumption

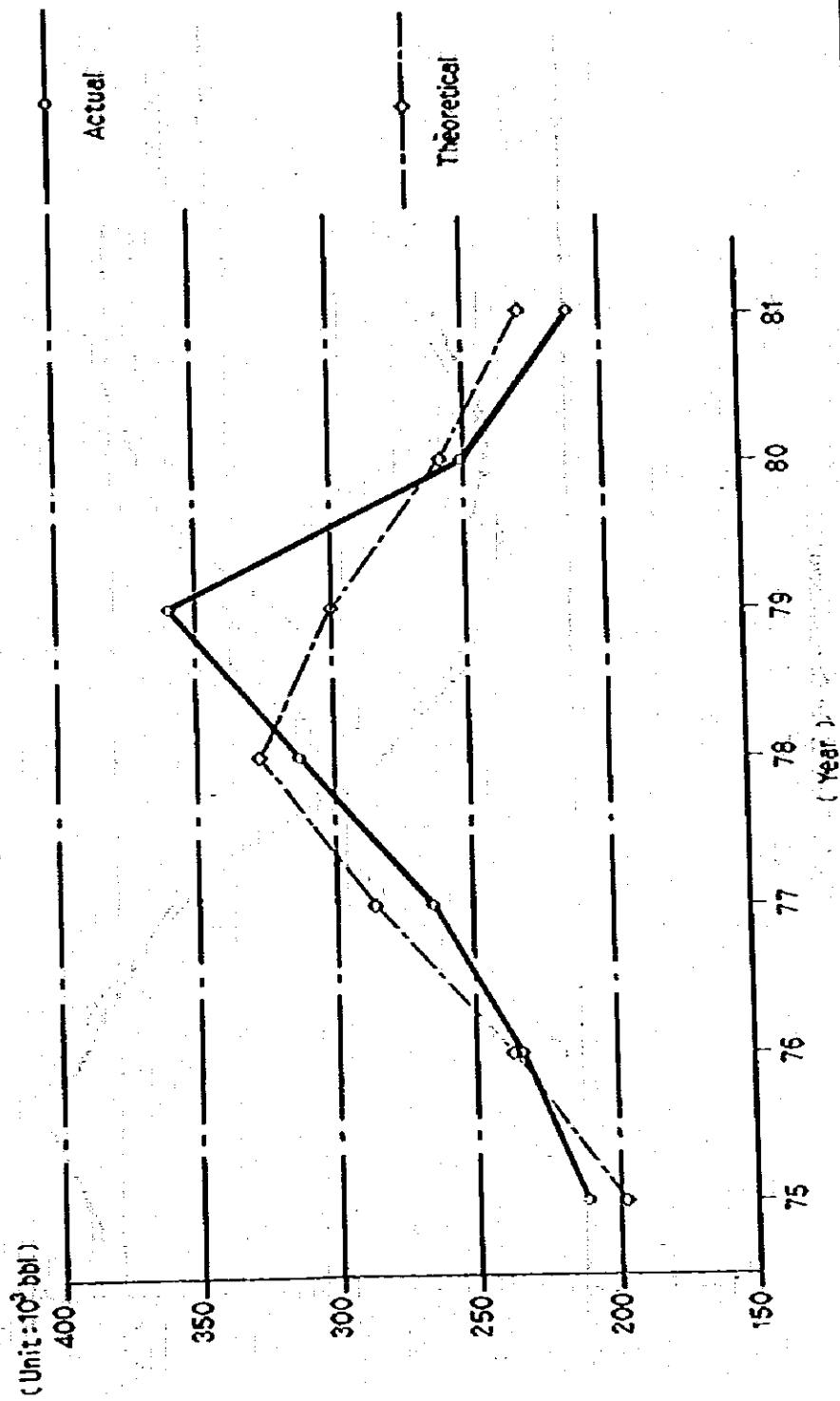


Fig. IV-5 Gas Oil Consumption

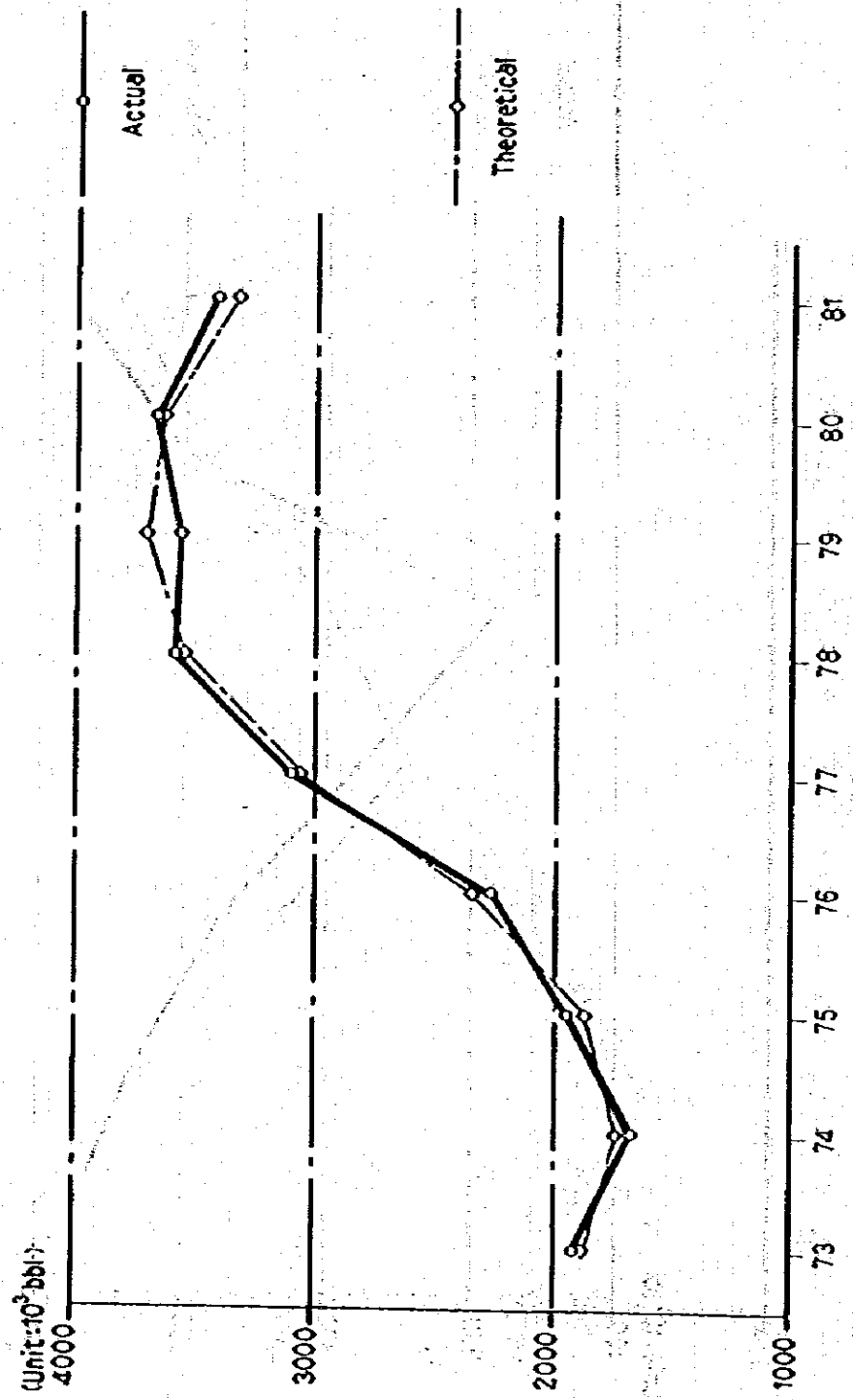


Fig. IV-6 Fuel Oil Consumption

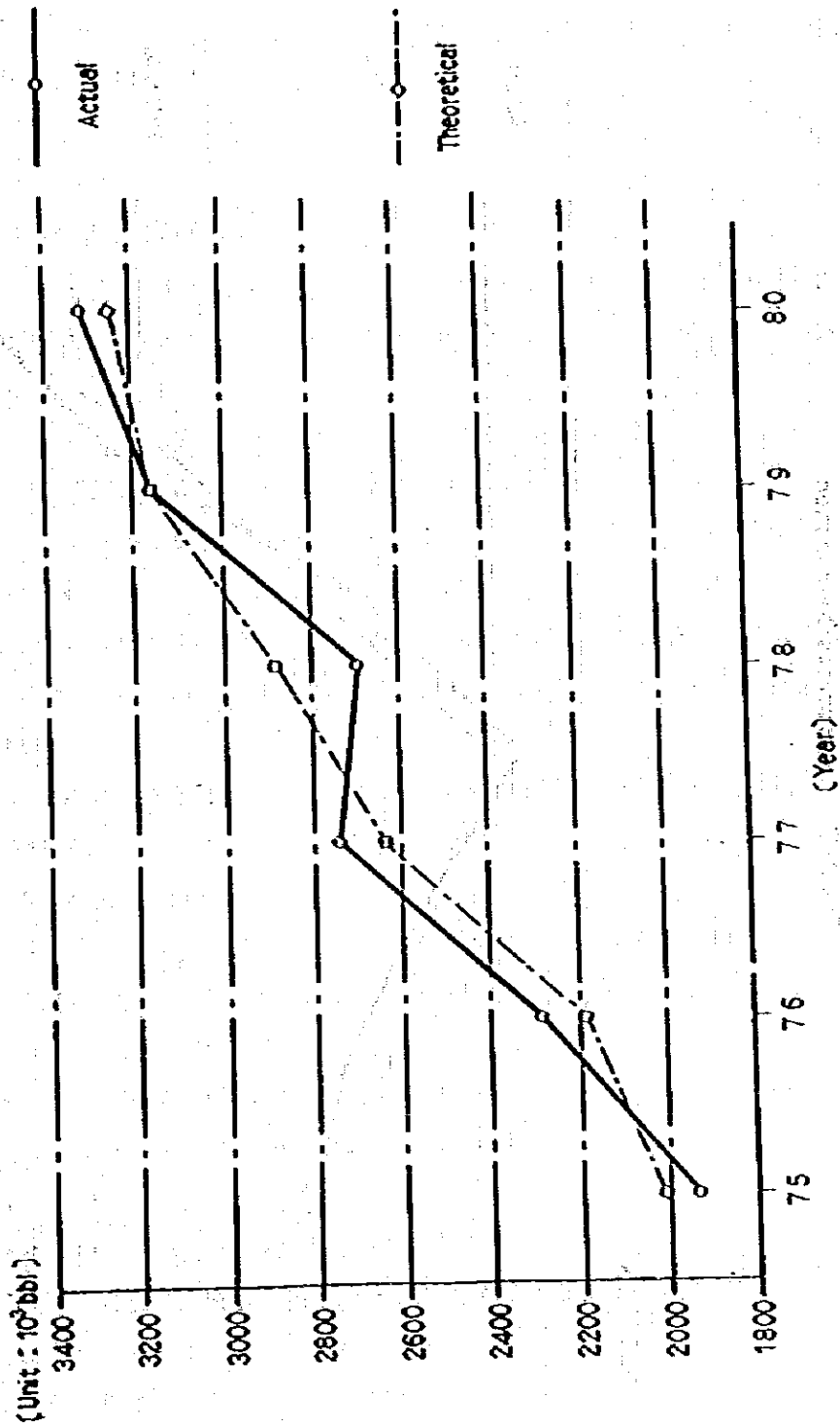
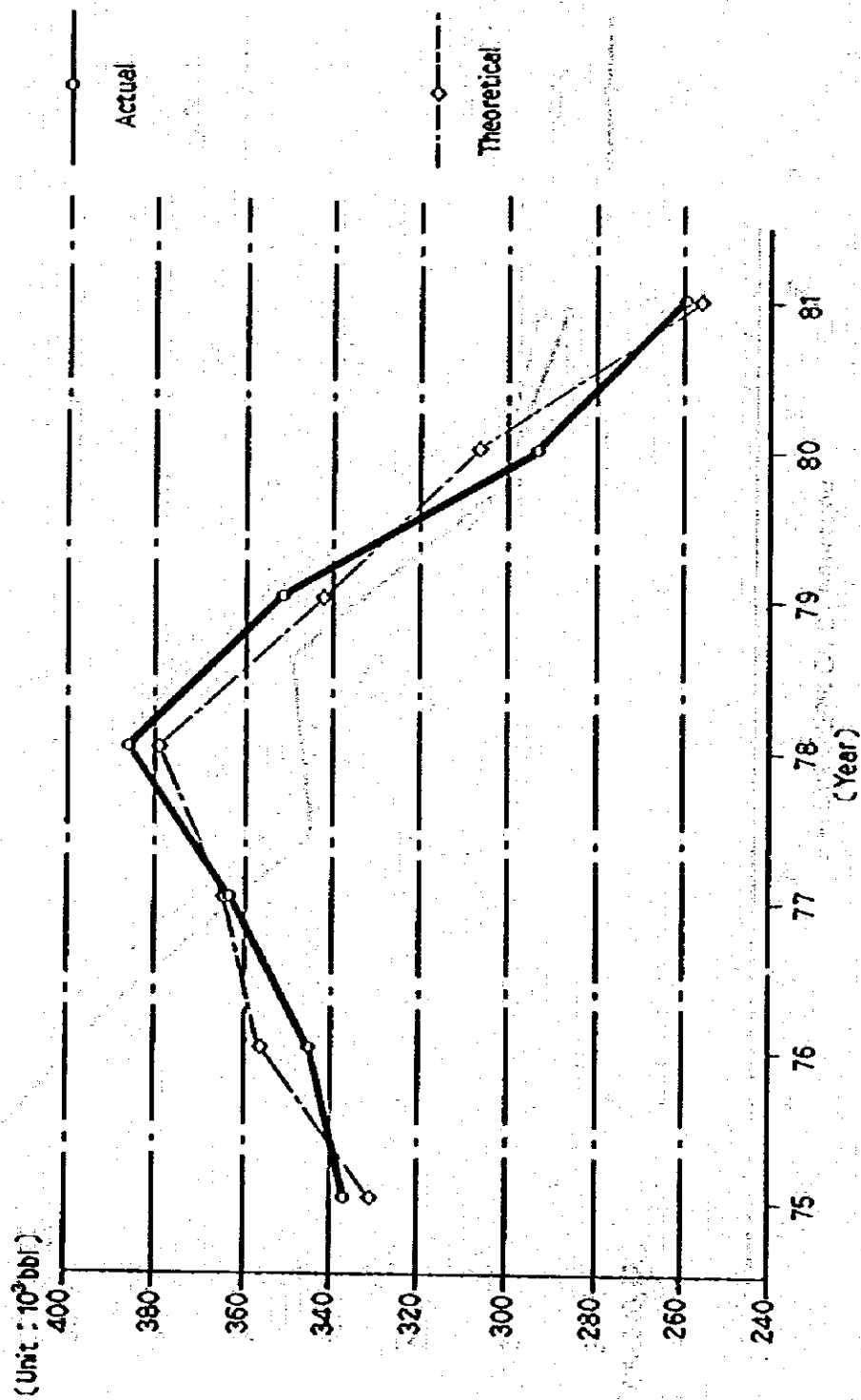


Fig. IV-7 Miscellaneous Consumption





## 5. 需要予測

第4章で検討した需要分析結果を利用し、グアテマラにおける石油製品の需要予測を行なう。すなわち各石油製品と各々の経済指標の間には式(1)~(8)まで非常に良い相関関係が得られているが、この相関関係は過去のデータに相関関係が認められるのであり、これがそのまま将来の予測に適用できるかどうかを十分考察し、予測式を作成することとした。

### 5.1 LPG

第4.1節からLPGの需要を求める式は

$$\lg(DLK) = -2.900 + 1.182 \times \lg(DPRC) \dots\dots\dots (1)$$

$$\lg(DLPG) = -0.6351 + 0.9282 \times \lg(DLK) \dots\dots\dots (2)$$

の(1)式と(2)式から求める。

ここで DLK: LPGと灯油の熱量換算合計量 (10<sup>6</sup> Kcal/y)

DPRC: 実質個人消費支出 (10<sup>6</sup> Quetzales/y)

DLPG: LPGの消費量 (10<sup>3</sup> bbl/y)

#### (1) 需要を求める式の考案

(1)式は実質個人消費支出が仮りに1%伸びた場合に、LPGと灯油の熱量換算合計量が1%×1.18倍(1.18%)伸びることを示しており、将来に適用しても妥当と考えられる。すなわち(1)式の1.182はいわゆる弾性値といわれる数値である。

(2)式もLPGと灯油の熱量換算合計量が仮りに1%伸びた場合、LPGの消費量は1%×0.93倍(0.93%)伸びることを示しており、将来に適用しても妥当と考えられる。

#### (2) 予測式作成のための前提経済指標

(1)式にはDPRCすなわちグアテマラにおける実質個人消費支出が含まれており、この将来の値を予測する必要がある。このため過去のグアテマラにおける実質個人消費支出と実質国民総生産の関係を調べた。

$$\lg(DPRC) = 0.2219 + 0.9486 \times \lg(DONP) \dots\dots\dots (9)$$

ここで DPRC: 実質個人消費支出 (10<sup>6</sup> Quetzales/y)

DONP: 実質国民総生産 (10<sup>6</sup> Quetzales/y)

(9)式の相関係数は0.99で非常に良い相関関係が得られる。

(9)式からグアテマラの実質個人消費支出の伸びを予測するためには、実質国民総生産の伸びを予測すれば良いことがわかる。

グアテマラの実質国民総生産の伸びの予測を現地調査で調査したが、グアテマラ経済省からもこの予測値は得られなかった。グアテマラはコーヒー、綿の輸出で米国経済にかなり依存しているので、グアテマラと米国の実質国民総生産の関係を調べた。

$$\log(DONP) = -2.339 + 1.432 \times \log(DUONP) \dots\dots\dots 00$$

ここで DONP : グアテマラ実質国民総生産 (10<sup>6</sup> Quetzales/y)

DUONP : 米国実質国民総生産 (10<sup>9</sup> US\$/y)

00式の相関係数は0.99で非常に良い相関を示している。また、00式は米国の実質国民総生産が1%上昇した場合、グアテマラの実質国民総生産は約1.4%上昇することを示している。米国の実質国民総生産の過去のデータをTable IV-9に示す。

Table IV-9 Real GNP of USA

(Unit: 10<sup>9</sup> US\$/y)

Year	Real GNP, USA
1971	2,002.6
1972	2,115.9
1973	2,237.9
1974	2,223.7
1975	2,197.4
1976	2,316.3
1977	2,443.8
1978	2,566.8
1979	2,639.6
1980	2,631.7
1981	2,700.9
1982	2,650.3

Source: International Financial Statistics  
Year Book, 1983

以上からグアテマラの実質個人消費支出の予測は、米国の実質国民総生産の予測値が得られれば良いことがわかる。

米国の実質国民総生産の今後の伸びに関しては、各種の報告があるが

2.5%/y 経済審議会

3.6%/y Chase Econometrics

2.7%/y 日本経済研究センター

本調査では米国の近年の実績値を参考とし2.5%/yを採用した。

従って LPOの需要は(1),(2),(9),00式により予測できる。

## 5.2 ガソリン(プレミアムガソリン+レギュラーガソリン)

第4.2節からガソリン(プレミアムガソリン+レギュラーガソリン)を求める式は

$$\log(DOAL) = -1.538 + 1.433 \times \log(AUT) - 0.7730 \times \log \left\{ \frac{PGAL(-1) + PGAL}{DF} \right\} \dots\dots\dots (3)$$

ここで DOAL : プレミアムガソリンとレギュラーガソリンの合計量 (10<sup>3</sup> bbl/y)

AUT : 乗用車保有台数 (10<sup>3</sup> 台)

PGAL(-1) : 当年度一年前のガソリン平均価格 (Quetzal/l)

PGAL : 当年度のガソリン平均価格 (Quetzal/l)

D F : デフレクター

### (1) 需要を求める式の考察

(3)式は乗用車の保有台数に対するガソリンの消費量の弾性値は1.433であり、乗用車保有台数が1%伸びると約1.4%ガソリン消費量が伸びることを示しており、道路事情等の改善により今後乗用車1台当りの走行距離が伸びること等を考慮すると、将来に適用しても妥当と考えられる。またガソリン平均価格が1%上昇した場合、消費量が約0.8%減少する価格弾力性も妥当であると考えられる。

### (2) 予測式作成のための前提経済指標

(3)式にはAUTすなわち乗用車保有台数が含まれており、この将来の値を予測する必要がある。このため過去の乗用車保有台数と実質個人消費支出の関係を調べた。

$$\log(AUT) = -5.236 + 1.128 \times \log(DPRC) \dots\dots\dots (11)$$

ここで AUT : 乗用車保有台数 (10<sup>3</sup> 台)

DPRC : 実質個人消費支出 (10<sup>6</sup> Quetzales/y)

(11)式の相関係数は0.98で非常に良い相関関係を示す。

以上より第5.1節で述べた(9)式と(10)式により米国の今後の実質国民総生産の伸び予測値2.5%を代入すれば良い。

(3)式における第3項のPGALすなわちガソリン価格の予測を行なう必要がある。ガソリン価格は当然原油価格と相関し、過去のデータで相関関係を調べると

$$\log(PGAL) = -2.310 + 0.8796 \times \log(CRD) \dots\dots\dots (12)$$

ここで PGAL : ガソリンの平均価格 (Quetzal/l)

CRD : ブラビアンライト原油価格 (US\$/bbl)

(12)式の相関係数は0.98で非常に良い相関関係を示している。

今後の原油価格の予測については、世界銀行、国際エネルギー機関等の予測値があるが、本調査では世界銀行の出した

1990年	アラビアンライト実質価格	37.0 US\$/bbl
2000年	「	41.0 US\$/bbl

を採用した。

(3)式における第3項に含まれるグアテマラのデフレーターについて過去の米国卸売物価指数との相関関係を調べると

$$\log(D/F) = -0.6281 + 1.145 \times \log(UDF) \dots\dots\dots 03$$

ここで D/F : グアテマラデフレーター

UDF : 米国卸売物価指数

03式の相関係数は0.99で非常に良い相関関係を示している。

今後の米国の卸売物価指数の予測値については、日本経済研究センター「世界の中の日本経済」から5%/yの上昇を察核するものとした。

米国卸売物価指数の過去の動向をTable IV-10に、原油価格の基準となるアラビアンライトの原油価格の過去と将来の予測値をTable IV-11に示す。

Table IV-10 Wholesale Price Index, USA

(Unit: 1980 = 100)

Year	US Wholesale Price Index
1972	44.3
1973	50.1
1974	59.6
1975	65.1
1976	68.1
1977	72.3
1978	77.9
1979	87.7
1980	100.0
1981	109.1

Source: International Financial Statistics  
Year Book, 1983

Table IV-11 Crude Oil Nominal Price

(Unit: US\$/bbl)

Year	Price	Year	Forecasted Price
1976	11.510		Figures in parentheses are real prices forecasted.
1977	12.395		
1978	12.700	1990	46.700 (37.0)
1979	17.259		
1980	28.667	2000	91.900 (41.0)
1981	32.500		
1982	34.000		

Source: World Bank

以上によりガソリン(プレミアムガソリン+レギュラーガソリン)の合計需要は(3),(9),  
00,00,00,00式により予測できる。

プレミアムガソリンとレギュラーガソリンの振り分けについて検討する必要があるが、参  
考としてグアテマラの過去におけるプレミアムガソリンのガソリン全体に占める割合を Table  
IV-12に示す。

Table IV-12 Ratio of Premium Gasoline

Year	Premium Gasoline/Whole Gasoline
1973	0.391
1974	0.322
1975	0.353
1976	0.373
1977	0.404
1978	0.461
1979	0.422
1980	0.434
1981	0.470

Source: Actualidad Petrolera en Guatemala,  
1983

Table IV-12に示す如く、プレミアムガソリンのガソリン全体に占める割合は年々上昇  
しており、1981年で47%まで上昇している。従って将来の予測については

プレミアムガソリン 50%

レギュラーガソリン 50%

として各々の需要量を予測した。

### 5.3 灯油

第4.3節から灯油の需要を求める式は

$$\lg(DLK) = -2.900 + 1.182 \times \lg(DPRC) \quad (1)$$

$$\lg(DKER) = -1.955 + 1.097 \times \lg(DLK) \quad (4)$$

ここで DLK: LPGと灯油の熱量換算合計量 (10<sup>6</sup> Kcal/y)

DPRC: 実質個人消費支出 (10<sup>6</sup> Quetzales/y)

DKER: 灯油の消費量 (10<sup>3</sup> bbl/y)

#### (1) 需要を求める式の考察

(1)式の妥当性は第5.1節で考察した通り妥当と判断される。

(4)式はLPGと灯油の熱量換算合計量が仮に1%伸びた場合、灯油の消費量は約1.10%伸びることを示しており将来に適用しても妥当と考えられる。

#### (2) 予測式作成のための前提経済指標

第5.1節で述べた通り

$$\lg(DPRC) = 0.2219 + 0.9486 \times \lg(DONP) \quad (9)$$

ここで DPRC: 実質個人消費支出 (10<sup>6</sup> Quetzales/y)

DONP: 実質国民総生産 (10<sup>6</sup> Quetzales/y)

$$\lg(DONP) = -2.339 + 1.432 \times \lg(DUONP) \quad (10)$$

ここで DONP: グアテマラ実質国民総生産 (10<sup>6</sup> Quetzales/y)

DUONP: 米国実質国民総生産 (10<sup>9</sup> US\$/y)

の相関関係が得られている。

従って、今後の米国実質国民総生産の伸びの予測値2.5%/yを(10)式に入れることにより、(1),(4),(9),(10)式でグアテマラの灯油の今後の需要が予測できる。

### 5.4 ジェット燃料

第4.4節からジェット燃料の需要を求める式は

$$\lg(DTUR) = -1.252 + 1.836 \times \lg(DPRC/POP) - 1.195 \times \lg(PKER/DP) \quad (5)$$

ここで DTUR: ジェット燃料消費量 (10<sup>3</sup> bbl/y)

DPRC: 実質個人消費支出 (10<sup>6</sup> Quetzales/y)

POP: 人口 (10<sup>6</sup>人)

PKER: 灯油の価格 (Quetzal/l)

DF: デフレーター

(1) 需要を求める式の考察

(5)式は1人当りの実質個人消費支出が仮に1%伸びると、ジェット燃料の消費量は約1.8%伸び、ジェット燃料の実質価格が仮に1%上昇すると、ジェット燃料の消費量は約1.2%下降することを示しており、将来の予測に適用しても妥当と考えられる。

(2) 予測式作成のための経済指標

DPRCすなわち実質個人消費支出については第5.1節で述べた通り

$$\lg(DPRC) = 0.2219 + 0.9486 \times \lg(DGNP) \quad (9)$$

ここで DPRC: 実質個人消費支出 (10<sup>6</sup> Quetzales/y)

DGNP: 実質国民総生産 (10<sup>6</sup> Quetzales/y)

$$\lg(DGNP) = -2.339 + 1.432 \times \lg(DUGNP) \quad (10)$$

ここで DGNP: グアテマラ実質国民総生産 (10<sup>6</sup> Quetzales/y)

DUGNP: 米国実質国民総生産 (10<sup>9</sup> US\$/y)

で米国の実質国民総生産の伸びの予測値 2.5%/yを(10)式に入れることにより予測できる。

POPすなわちグアテマラの今後の人口の伸び率推定については、Table IV-6から過去12年間の平均伸び率が3.0%/yであるので、今後もこの伸び率が継続するものとした。

PKERすなわち灯油価格の今後の予測を行なう必要がある。灯油価格は原油価格と相関し、過去のデータで相関関係を調べると

$$\lg(PKER) = -2.210 + 0.6412 \times \lg(CRD) \quad (11)$$

ここで PKER: 灯油価格 (Quetzal/l)

CRD: 原油価格 (US\$/bbl)

(11)式の相関係数は0.99で非常に良い相関関係を示す。従って 第5.2節で述べた通り、今後の原油価格の予測値を繰り込むことにより今後の灯油価格の予測ができる。

DFすなわちデフレーターについては、(13)式により

$$\lg(DF) = -0.6281 + 1.145 \times \lg(UDF) \quad (13)$$

ここで DF: グアテマラデフレーター

UDF: 米国卸売物価指数

により、米国の卸売物価指数の今後の上昇予測値 5%/yを繰り込むことにより今後のグアテマラデフレーターの子測ができる。

従って、グアテマラの今後のジェット燃料の需要は、(5),(9),(10),(13),(11)式により予測できる。

## 5.5 軽油

第4.5節から軽油の需要を求める式は

$$\lg(DOAS) = -15.39 + 2.408 \times \lg(DONP) - 0.4314 \times \lg(POAS/DP) \dots (6)$$

ここで DOAS : 軽油消費量 (10<sup>3</sup> bbl/y)

DONP : 実質国民総生産 (10<sup>6</sup> Quetzales/y)

POAS : 軽油の価格 (Quetzal/l)

D、P : デフレーター

### (II) 需要を求める式の考察

(6)式は実質国民総生産が仮に1%伸びた場合に、軽油消費量は約2.4%伸びることを示している。通常エネルギー関係の消費量の実質国民総生産に対する弾性値は1.0に近い値が普通であるため、(6)式をそのまま将来の軽油の需要量求めている式として使用するのには問題があると考えられる。すなわち、グアテマラに於て過去10年間の統計によれば、実質国民総生産の伸びに対し軽油の需要量は、約2.4倍伸びたが、将来もこの比率で伸びるとは考えられない。

従って、本調査ではこの弾性値2.408が

現在 - 1985年迄 2.0

1986年 - 2009年迄 1.4

として弾性値が将来は減少するものとした。

また、将来の軽油の需要はChixoy水力発電所の稼働の影響で

1983年 235 × 10<sup>3</sup> bbl/y の減少

1984年以降 380 × 10<sup>3</sup> bbl/y の減少

という報告が Tratado General de Integración Económica Centroamericana にあるので、これを採用し、(6)式で求める値から該当年度は需要量を差引くこととした。

(6)式の価格の項については、軽油の価格が仮に1%上昇した場合、需要は約0.4%減少することを示しており、将来に適用しても妥当と考えられる。

以上に於て軽油の需要を求める式は

現在 - 1985年迄

$$\lg(DOAS) = -15.39 + 2.0 \times \lg(DONP) - 0.4314 \times \lg(POAS/DP) \dots (9)$$

但し { 1983年度は上記式から求めた DOAS - 235  
1984年 - 1985年は上記式から求めた DOAS - 380 }

1986年 - 2009年迄

$$\lg(DOAS) = -15.39 + 1.4 \times \lg(DONP) - 0.4314 \times \lg(POAS/DP) \dots (10)$$

但し (上記式から求めた DOAS - 380)



とした。

(2) 予測式作成のための前提経済指標

DGNPすなわち実質国民総生産については、第5.1節で述べた通り

$$\lg(DGNP) = -2.339 + 1.432 \times \lg(DUGNP) \quad \text{00}$$

ここで DGNP: グアテマラ実質国民総生産 (10<sup>6</sup> Quetzales/y)

DUGNP: 米国実質国民総生産 (10<sup>9</sup> US\$/y)

で米国の実質国民総生産の伸びの予測値25%/yを、00式に入れることにより予測できる。

PDISすなわち軽油価格の今後の予測を行なう必要があるが、軽油価格は原油価格と関連し、過去のデータで相関関係を調べると

$$\lg(PGAS) = -2.474 + 0.7566 \times \lg(CRD) \quad \text{01}$$

ここで PGAS: 軽油価格 (Quetzal/l)

CRD: 原油価格 (US\$/bbl)

01式は相関係数0.99で非常に良い相関関係を示している。従って、第5.2節で述べた通り、今後の原油価格の予測値を繰り込むことにより今後の軽油価格の予測ができる。

DPすなわちデフレーターについては03式により

$$\lg(DP) = -0.6281 + 1.145 \times \lg(UDF) \quad \text{03}$$

ここで DP: グアテマラデフレーター

UDF: 米国卸売物価指数

により米国の卸売物価指数の今後の上昇予測値5%/yを繰り込むことにより、今後のグアテマラのデフレーターの予測ができる。

従って、グアテマラの今後の軽油の需要は、00,01,03式、そして05または06式により予測できる。

## 5.6 重油

第4.6節から重油の需要を求める式は

$$\lg(DFUL) = 1.203 + 0.9073 \times \lg(DEL) \quad \text{(7)}$$

ここで DFUL: 重油消費量 (10<sup>3</sup> bbl/y)

DEL: 発電量 (10<sup>6</sup> KWH)

(ii) 需要を求める式の考察

(7)式は発電量が仮に1%伸びた場合に、重油消費量が約0.9%伸びることを示しており、将来に適用しても妥当と考えられる。

ただし、将来の重油の需要はChixoy水力発電所の稼働の影響で、1984年以降425×10<sup>3</sup> bbl/yの減少という報告が、Tratado General de Integración Eco-

nomica Centroamericanaにあるのでこれを採用し、(7)式で求める値から該当年度は需  
要量を差引くこととした。

(2) 予測式作成のための前提経済指標

(7)式に含まれるDELすなわち発電量の予測を行なう必要がある。発電量は実質国民総生  
産と相関するのでこの相関関係を調べると

$$\lg(DEL) = -9.731 + 1.933 \times \lg(DGNP) \dots\dots\dots (8)$$

ここで DEL: 発電量 (10<sup>6</sup> KWH)

DGNP: 実質国民総生産 (10<sup>6</sup> Quetzales/y)

(8)式の相関係数は、0.99で非常に良い相関関係を示している。

また、(8)式のDGNPすなわち実質国民総生産については第5.1節で述べたとおり

$$\lg(DGNP) = -2.339 + 1.432 \times \lg(DUGNP) \dots\dots\dots (9)$$

ここで DGNP: グアテマラ実質国民総生産 (10<sup>6</sup> Quetzales/y)

DUGNP: 米国実質国民総生産 (10<sup>9</sup> US\$/y)

で米国の実質国民総生産の伸びの予測値2.5%/yを、(9)式に繰り込むことにより予測できる。

従って、グアテマラの今後の重油の需要は(7),(9),(8)式で求めた結果に対し、1984年以降  
は425 × 10<sup>3</sup> bbl/yの減少を繰り込み予測できる。

5.7 その他(アスファルト、潤滑油、アピエーションガソリン)

第4.7節からその他の需要を求める式は

$$\lg(DOTH) = 1.406 + 0.1595 \times \lg(DGNP) - 0.5678 \times \lg(PPUL/DF) \dots (8)$$

ここで DOTH: その他消費量 (10<sup>3</sup> bbl/y)

DGNP: 実質国民総生産 (10<sup>6</sup> Quetzales/y)

PPUL: 重油価格 (Quetzal/l)

D F: デフレーター

(1) 需要を求める式の考察

(8)式は実質国民総生産の伸びが仮に1%伸びた場合、その他の需要は約0.2%伸びるこ  
を示しており、やや需要量の実質国民総生産に対する弾性値が低い。潤滑油等の需要量は  
それほど実質国民総生産の伸びに対して大きく影響を受けないと考えられるので、将来の予  
測も(8)式を使うこととした。また、その他製品の価格が不明であるので代りに重油価格を用  
いたが、この弾性値約0.57は妥当と判断される。

従って、(8)式全体としてその他製品の需要予測に用いるのが妥当と考えられる。

(2) 予測式作成のための前提経済指標

(8)式のDGNPすなわち実質国民総生産については、第5.1節で述べたとおり

$$\log(DGNP) = -2.339 + 1.432 \times \log(DUGNP) \dots\dots\dots 00$$

ここで DGNP: グアテマラ実質国民総生産 (10<sup>6</sup> Quetzales/y)

DUGNP: 米国実質国民総生産 (10<sup>8</sup> US\$/y)

で米国の実質国民総生産の伸びの予測値 25%/y を、00 に繰り込むことにより予測できる。

PHEV すなわち重油価格の今後の予測を行なう必要があるが、重油価格は原油価格と相関し過去のデータで相関関係を調べると

$$\log(PFUL) = -3.434 + 0.9283 \times \log(CRD) \dots\dots\dots 09$$

ここで PFUL: 重油価格 (Quetzal/l)

CRD: 原油価格 (US\$/bbl)

09 式は相関係数 0.98 で非常に良い相関関係を示している。従って、第 5.2 節で述べた通り今後の原油価格の予測値を繰り込むことにより今後の重油価格の予測ができる。

DF すなわちデフレーターについては 03 式により

$$\log(DF) = -0.6281 + 1.145 \times \log(UDF) \dots\dots\dots 03$$

ここで DF: グアテマラデフレーター

UDF: 米国卸売物価指数

により米国の卸売物価指数の今後の上昇予測値 5%/y を繰り込むことにより、今後のグアテマラのデフレーターの予測ができる。

従って、グアテマラの今後のその他製品の需要は(8),00,03,09 式により予測できる。

## 6. 需要予測結果まとめ

第1章から第5章まで各石油製品の需要予測結果をTable IV-13にまとめる。

Table IV-13の一番下の欄は参考値として LPG, 灯油, プレミアムガソリン, レギュラーガソリン, ジェット燃料油, 軽油, 重油, アスファルトの合計量を1日当りのパーレル量で示したものである。この量は需要予測量を合計したもので, 新製油所のプラント能力決定のための基礎資料となりうるものである。

Table IV-13から1989-2008年における主な石油製品需要の平均伸び率は次のとおりである。

- LPG            約 3.7%/y
- ガソリン        # 4.3 #
- 灯油            # 5.0 #
- 軽油            # 5.4 #
- 重油            # 6.8 #

また参考として, 今までに述べた石油製品の需要予測算出に用いた(1)-(13)式を次にまとめて記す。

$$\lg(DLK) = -2.900 + 1.182 \times \lg(DPRC) \dots\dots\dots (1)$$

$$\lg(DLPG) = -0.6351 + 0.9282 \times \lg(DLK) \dots\dots\dots (2)$$

$$\lg(DGAL) = -1.538 + 1.433 \times \lg(AUT) - 0.7730 \times \lg\left\{\frac{PGAL(-1) + PGAL}{DF}\right\} \dots\dots\dots (3)$$

$$\lg(DKER) = -1.955 + 1.097 \times \lg(DLK) \dots\dots\dots (4)$$

$$\lg(DTUR) = -1.252 + 1.836 \times \lg\left(\frac{DPRC}{POP}\right) - 1.195 \times \lg\left(\frac{PKER}{DF}\right) \dots\dots\dots (5)$$

$$\lg(DGAS) = -1.539 + 2.408 \times \lg(DONP) - 0.4314 \times \lg\left(\frac{PGAS}{DF}\right) \dots\dots\dots (6)$$

$$\lg(DFUL) = 1.203 + 0.9073 \times \lg(DEL) \dots\dots\dots (7)$$

$$\lg(DOTH) = 1.406 + 0.1595 \times \lg(DONP) - 0.5678 \times \lg\left(\frac{PPUL}{DF}\right) \dots\dots\dots (8)$$

$$\lg(DPRC) = 0.2219 + 0.9486 \times \lg(DONP) \dots\dots\dots (9)$$

$$\lg(DONP) = -2.339 + 1.432 \times \lg(DUONP) \dots\dots\dots (10)$$

$$\lg(AUT) = -5.236 + 1.128 \times \lg(DPRC) \dots\dots\dots (11)$$

$$\lg(PGAL) = -2.310 + 0.8796 \times \lg(CRD) \dots\dots\dots (12)$$

$$\lg(DF) = -0.6281 + 1.145 \times \lg(UDF) \dots\dots\dots (13)$$

$\log(\text{PKER}) = -2.210 + 0.6412 \times \log(\text{CRD})$ .....	04
$\log(\text{DGAS}) = -1.539 + 2.0 \times \log(\text{DGNP}) - 0.4314 \times \log\left(\frac{\text{PGAS}}{\text{DF}}\right)$ .....	09
$\log(\text{DGAS}) = -1.539 + 1.4 \times \log(\text{DGNP}) - 0.4314 \times \log\left(\frac{\text{PGAS}}{\text{DF}}\right)$ .....	06
$\log(\text{PGAS}) = -2.474 + 0.7566 \times \log(\text{CRD})$ .....	07
$\log(\text{DEL}) = -9.731 + 1.933 \times \log(\text{DGNP})$ .....	08
$\log(\text{PFUL}) = -3.434 + 0.9283 \times \log(\text{CRD})$ .....	09

DLPG	:	LPG消費量 (10 <sup>3</sup> bbl/y)
DLK	:	LPGと灯油の熱量換算合計量 (10 <sup>6</sup> Kcal/y)
DOAL	:	プレミアムガソリンとレギュラーガソリンの合計量 (10 <sup>3</sup> bbl/y)
AUT	:	乗用車保有台数 (10 <sup>3</sup> 台)
DOAL(-1)	:	当年度一年前のガソリン平均価格 (Quetzal/l)
POAL	:	当年度のガソリン平均価格 (Quetzal/l)
DF	:	デフレーター (1980年度を100とした指数)
DKER	:	灯油の消費量 (10 <sup>3</sup> bbl/y)
DTUR	:	ジェット燃料消費量 (10 <sup>3</sup> bbl/y)
DPRC	:	実質個人消費支出 (10 <sup>6</sup> Quetzales/y)
POP	:	人口 (10 <sup>6</sup> 人)
PKER	:	灯油の価格 (Quetzal/l)
DGAS	:	軽油消費量 (10 <sup>3</sup> bbl/y)
DGNP	:	グアテマラ実質国民総生産 (10 <sup>6</sup> Quetzales/y)
DFUL	:	重油消費量 (10 <sup>3</sup> bbl/y)
DEL	:	発電量 (10 <sup>6</sup> KWH)
BOTH	:	その他消費量 (10 <sup>3</sup> bbl/y)
PFUL	:	重油価格 (Quetzal/l)
DUONP	:	米国実質国民総生産 (10 <sup>9</sup> US\$/y)
CRD	:	アラビアンライト原油価格 (US\$/bbl)
UDF	:	米国卸売物価指数

Table IV-13 Summary of Forecasted Demands for Petroleum Products

(Unit: 10<sup>3</sup> bbl/y)

YEAR	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
LPG	617.100	640.190	664.143	688.993	714.772	741.516	769.261	798.043	827.903	858.880	891.016	924.354
Premium G.	1535.313	1632.459	1685.269	1739.687	1792.078	1848.347	1925.987	2022.528	2125.918	2234.608	2348.045	2467.016
Regular G.	1535.313	1632.459	1685.269	1739.687	1792.078	1848.347	1925.987	2022.528	2125.918	2234.608	2348.045	2467.016
Kerosene	674.945	704.024	734.346	765.963	798.930	833.305	869.147	906.528	945.483	986.110	1028.469	1072.634
Jet Fuel	309.784	309.313	310.943	310.598	310.647	311.177	317.984	325.096	332.567	340.022	347.561	355.275
Gas Oil	4827.589	5017.854	5261.037	5499.221	5750.772	6017.291	6352.272	6706.229	7080.714	7473.138	7885.366	8319.319
Fuel Oil	2566.400	2758.427	2962.740	3180.124	3411.416	3657.507	3919.341	4197.928	4494.339	4809.713	5145.265	5502.285
Asphalt	118.111	116.373	115.198	113.534	111.993	110.590	110.718	110.883	111.094	111.264	111.413	111.568
Total	12184.560	12811.102	13418.948	14037.811	14682.690	15368.084	16188.901	17089.758	18043.939	19048.346	20105.185	21219.470
bbl/day	36922.911	39821.323	40663.480	42538.822	44493.000	46569.951	49057.378	51787.146	54678.604	57722.261	60924.894	64301.424

YEAR	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
LPG	958.940	994.819	1031.041	1070.636	1110.716	1152.275	1195.388	1240.115	1286.515	1334.651	1384.589	1436.394
Premium G.	2592.318	2724.763	2862.850	3007.539	3160.920	3321.749	3489.999	3667.884	3854.436	4049.851	4256.475	4472.621
Regular G.	2592.318	2724.763	2862.850	3007.539	3160.920	3321.749	3489.999	3667.884	3854.436	4049.851	4256.475	4472.621
Kerosene	1118.680	1166.688	1216.741	1268.923	1323.330	1380.050	1439.184	1500.833	1565.104	1632.107	1701.958	1774.777
Jet Fuel	363.246	371.548	379.565	388.096	396.877	405.897	414.668	424.163	433.463	443.214	453.251	463.219
Gas Oil	8776.976	9260.378	9763.912	10297.734	10860.362	11450.639	12071.348	12728.910	13415.607	14141.720	14907.012	15708.247
Fuel Oil	5882.147	6286.312	6716.336	7173.872	7660.680	8178.634	8729.727	9316.077	9939.942	10603.721	11309.968	12061.401
Asphalt	111.740	111.943	112.050	112.226	112.413	112.569	112.718	112.926	113.061	113.239	113.459	113.570
Total	22396.367	23641.218	24946.349	26336.569	27786.222	29323.367	30943.035	32658.796	34462.568	36308.359	38383.160	40502.852
bbl/day	67867.761	71640.055	75594.997	79777.483	84200.675	88958.688	93766.774	98966.048	104432.025	110207.149	116312.607	122735.917

## 7. 石油製品の流通

グアテマラにおける原油の生産・石油製品の生産・流通フローを Fig. IV-8 に示す。

石油製品の需要は、国内でただ1ヶ所稼動している Texas Petroleum Co. からの石油製品と、あとの不足分は輸入で賄われている。この石油製品の生産量と輸入量について Table IV-14 に示す。

Table IV-14 Production and Import of Petroleum Products

(Unit:  $10^3$  bbl/y)

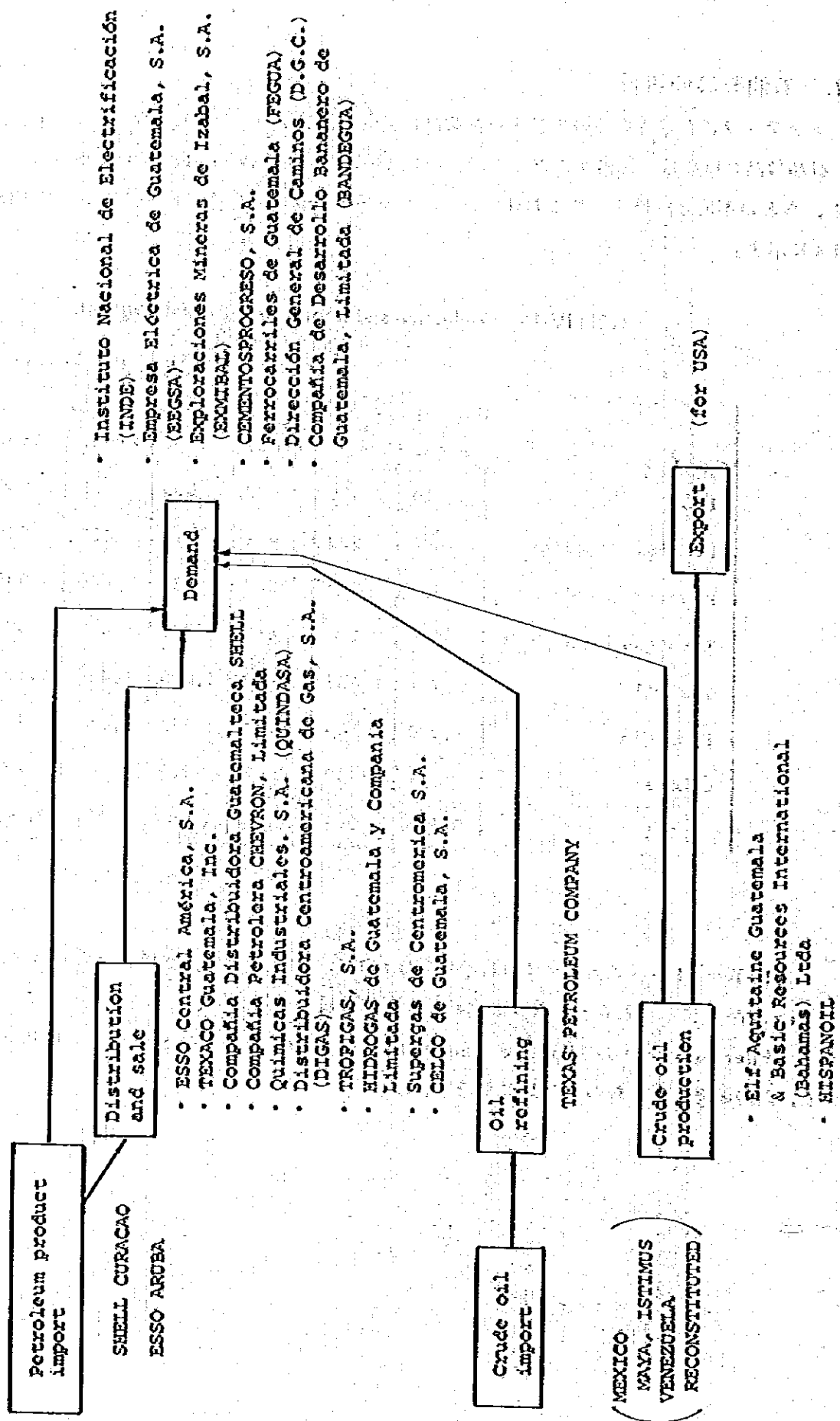
	1980		1981		1982	
	Prod.	Imp.	Prod.	Imp.	Prod.	Imp.
LPG	19	600	22	599	25	560
Premium Gasoline	402	539	421	518	405	545
Regular Gasoline	518	704	502	538	440	539
Kerosene, Jet Fuel	536	186	482	305	419	305
Gas Oil	1,751	1,883	1,602	1,675	1,476	1,598
Fuel Oil	2,070	1,165	2,211	131	1,627	147
Others	-	292	-	289	-	238
Total	5,296	5,369	5,240	4,055	4,392	3,932

Source: HEM

Table IV-14 からグアテマラの石油製品はおよそ国内生産と輸入が半々であるのがわかる。

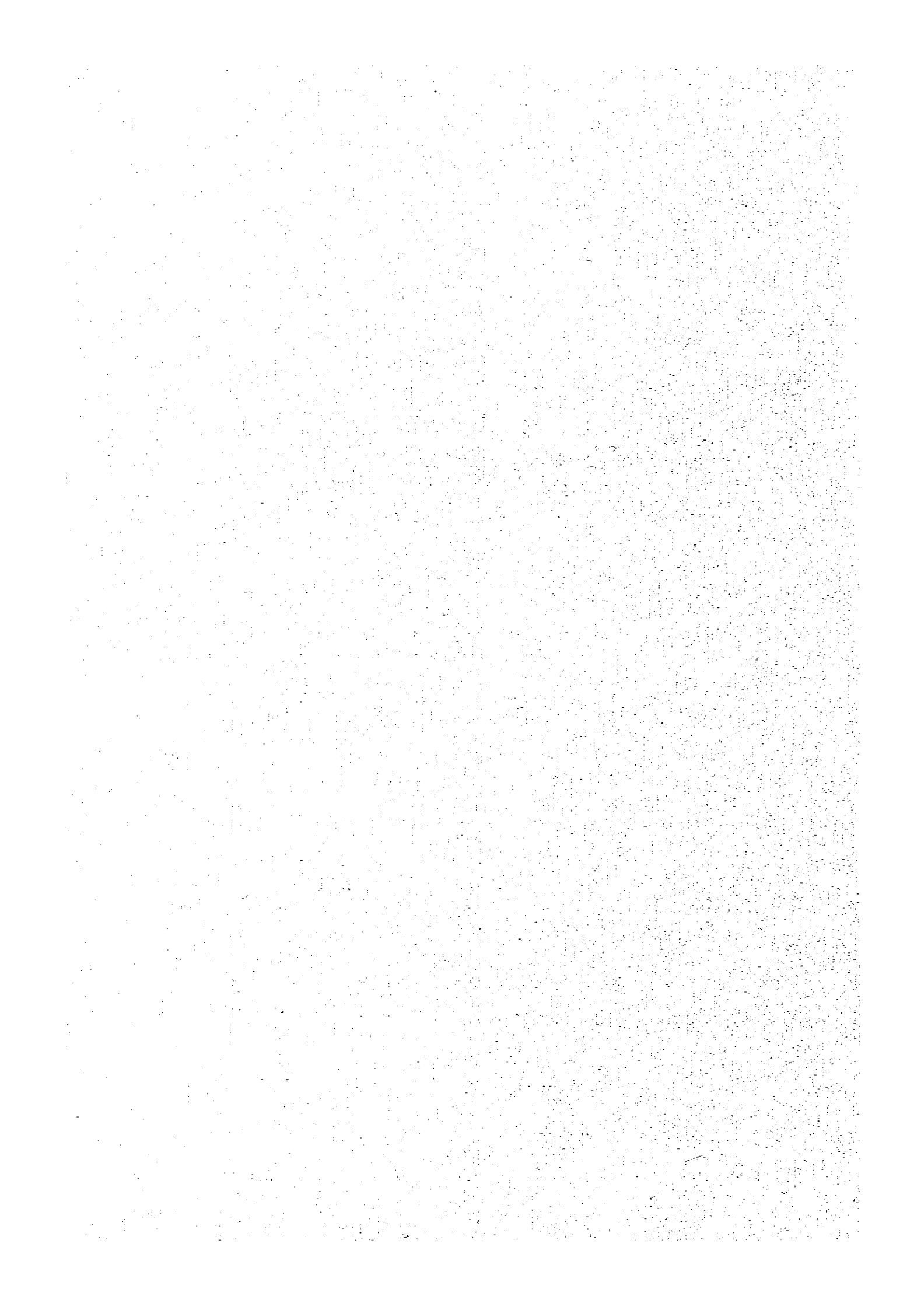
Fig. IV-8 に示すとおり、石油製品輸入は、国際石油資本を中心とした民間企業が行っており、Puerto Barrios, Puerto Santo Tomas de Castilla, San Jose に基地をもっており、国内販売もかれらのブランドで行なわれている。

Fig. IV-8 Production and Distribution Flow of Crude Oil and Petroleum Products in Guatemala





## 第V編 立地



## 第V編 立 地

### 1. 製油所立地

#### 1.1 自然条件

##### (1) 気 象

熱帯の気候に属し、年間降水量は約800mmとグアテマラ市と余り大きな差はないが、気温、湿度ともに高く、可成り蒸し暑い気候である。El Ranchoから約15km離れたMorazan測候所の1981年度を例とした気象データをTable V-1に示す。この年度は特に年間降水量の多い年に当っており、平均的年間降水量は800mm程度である。

##### (2) 地勢・地質

製油所候補地であるEl RanchoはEl Progreso県に属し、太平洋岸と大西洋岸を結ぶ主要幹線道路であるCA 9がCobanからの国道17号線と合流する三叉路付近に位置し、首都グアテマラの北東約80km、大西洋岸の港町Puerto Barriosの南西約200kmの地点にある。

また、大西洋に注ぐMotagua川中流の海拔約280mの谷あいにある。なお、この辺一帯は主として堆積層からなっている。

Table V-1 Meteorological Data in El Progreso (1981)

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual
Atmospheric Temp. (°C)	Av. Max.	31.5	32.9	36.2	35.8	37.7	33.5	33.5	33.6	33.0	32.7	33.2	33.8
	Av.	24.5	26.0	29.0	28.7	30.5	27.7	27.7	27.7	26.9	25.6	26.3	27.3
	Av. Min.	15.6	17.0	19.7	19.6	20.7	21.3	21.5	21.5	21.3	17.4	18.7	19.6
Relative Humidity (%)	Max.	99	93	92	90	96	98	98	97	98	98	97	99
	Av.	64	58	52	53	54	72	72	71	74	65	64	64
	Min.	28	27	17	22	25	43	44	42	50	36	30	17
Total Rainfall (mm)	2.4	1.8	9.6	8.3	168.6	266.9	174.9	253.9	185.7	253.4	3.0	11.3	1339.8
No. of Rainy Days	3	3	4	4	11	23	18	16	21	22	2	4	131

Maximum Rainfall (mm) from 1973 thru 1982	in 1 hr.	57.6	Rec'd in Mar. 3, 1978
	in 24 hrs.	97.2	Rec'd in Oct. 18, 1975

Source: Data obtained from INSIVUMEH

## 1.2 社会, 経済環境

### (1) 人口, 労働力

El Rancho は El Progreso 県の San Agustín 市に属し, その面積, 人口等は Table V-2 のとおりである。

Table V-2 Area and Population of El Rancho, etc.

	Area (km <sup>2</sup> )	Population	Density of Population (No./km <sup>2</sup> )
El Progreso Dept.	1,922	81,100	42
San Agustín City	253	19,300	76
El Rancho	Approx. 18	Approx. 3,000	Approx. 17

Source: Hearing from mayor of the city

当地における失業率は約 20% と非常に高く, 労働力は豊富にあるが, 簡単な機械の運転員, 自動車の運転手および単純作業員として使用可能な程度の労働力が大半であり, 技術者, 熟練工等の質の高い労働力は期待出来ない。

### (2) 工業

San Agustín 市の産業はタバコの栽培等の農業を中心とした第一次産業が主体である。主要な工業としては現在建設段階ではあるが, 当地の森林資源を原料とする大規模な製紙工場が El Rancho に建設中である。この他に小規模な製材所および皮革産業がある程度で, 当地の雇傭源となる産業は極めて少ない。

## 1.3 用役, インフラストラクチャー

### (1) 用水

製油所候補地付近にはグアテマラの主要河川である Motagua 川が流れており, 工場の用水は主としてここから取水することになる。また地下水位は大体 GL 下 7-8 m であるので井水も容易に得ることが出来る。

### (2) 電力

電力会社 (INDE) の送電線が (69 kV, 60 Hz) が近くを走っているが, 停電が多く信頼性は低い。

### (3) 通信手段 (電話)

製油所候補地近くの国道 CA 9 沿いを国営の Guatel が管理している電話線が走っており,

こゝから引込み可能である。

また、グアテマラ国内の主要な地区はグアテマラ市とマイクロウェーブ網で結ばれており、主要地間の通信が可能である。

(4) 道路

製油所候補地は大西洋岸の Puerto Barrios - グアテマラ市 - 太平洋岸の San Jose 間を結ぶ同国の主要幹線である CA 9 に面しており交通の便は良い。

(5) 教育機関および医療機関

周辺の教育機関としては小学校 1 校と補助小学校 20 校があり、生徒数約 8,000 人、また中学校 2 校で生徒数約 400 人が通学している。

しかし、高校、大学および技術訓練校等、高等教育機関は存在しない。

(6) 公共消防設備

公共的に利用される消防車等の消防設備はない。

1.4 立地の選定

現地調査を行った際に、製油所の候補地として El Rancho 地区と大西洋岸の Puerto Santo Tomas de Castilla 地区間で比較検討をした。その結果を Table V-3 に示す。

Table V-3 Selection of Site

(Unit: US\$ million/y)

	El Rancho	Sto. T. Castilla
Annual Expenses Related to Equipment*	67	44
Annual Expenses Related to transportation	13	52
Total	80	96

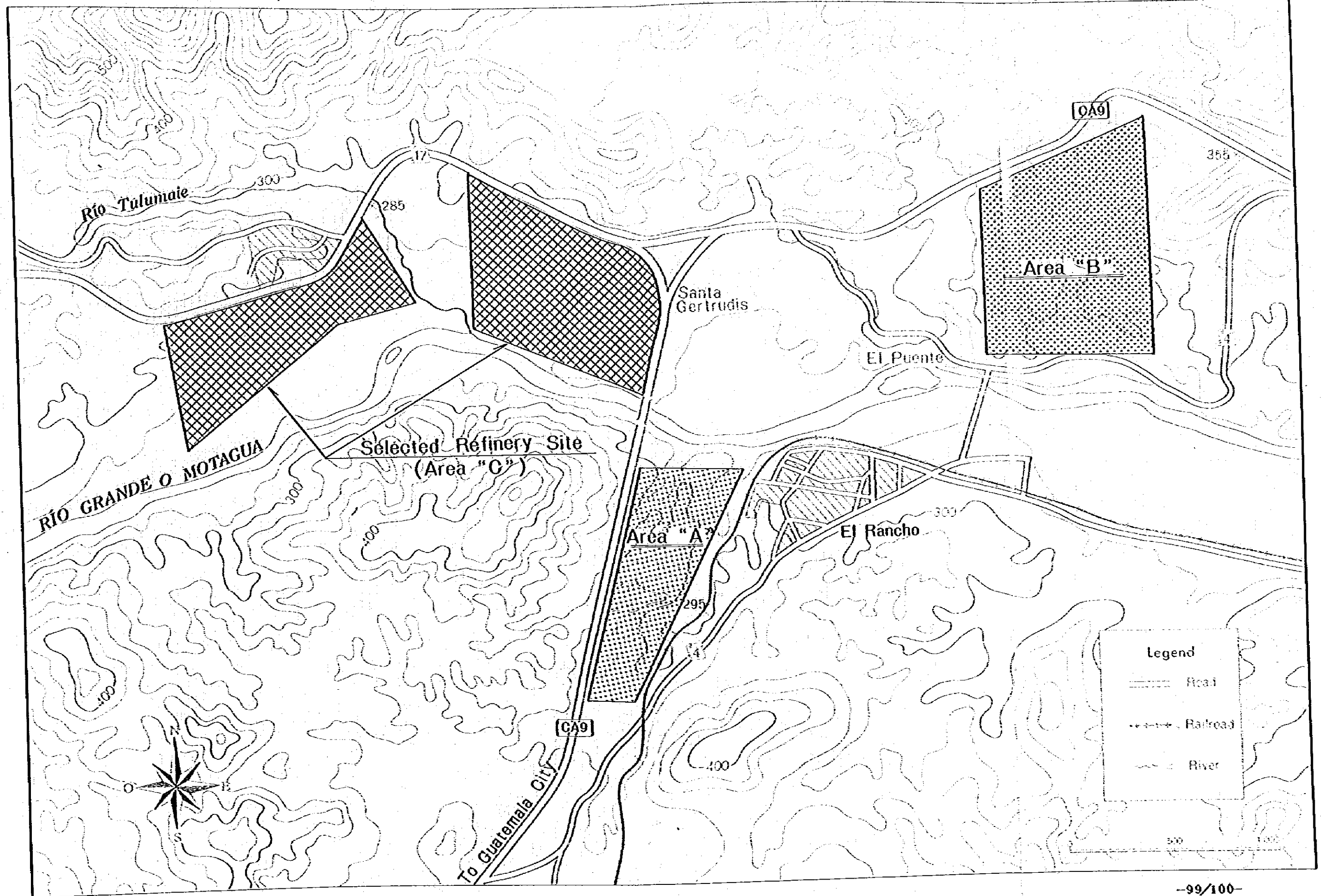
\* Depreciation 10%, Insurance 1%, Interest 4% and maintenance 3% are assumed.

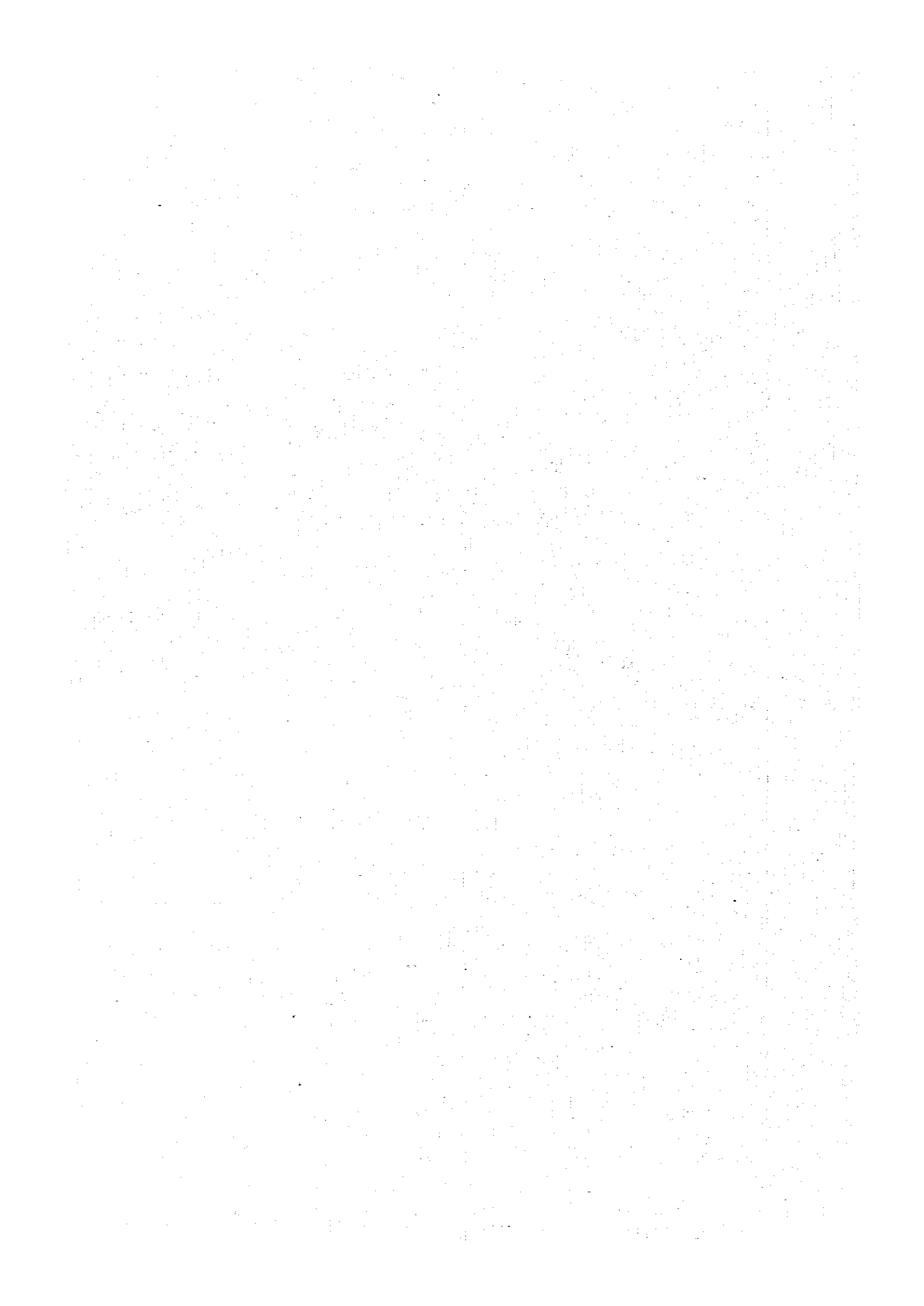
上表に示す通り、設備費に関連する年間経費と製品を輸送するための年間輸送経費を合計すると El Rancho が優れていたため同地区を製油所の立地として第 1 次選定した。

次に El Rancho 地区内で最適地域の検討をした。検討対象とした地域は次のとおりである。

- Area A : Motagua 川の南側
- Area B : CA 9 と 4 号線の間

Fig. V-1 Selected Refinery Site







◦ Area C : CA9と17号の交差点付近

上記3地域はMotagua川および国道CA9に沿った近接地域である。このため用水の取水、重機器の搬入、製品の輸送コスト等はほぼ同条件である。そこで3地域に対して地質および地形、整地費、並びに利用可能敷地について検討した。

Table V-4 Location of Oil Refinery

	Area A	Area B	Area C
Geology	Sandy soil	Rocky soil	Sandy soil
Topography	Gentle slope	Steep slope	Farm land
Cost of Land Development	Expensive	Expensive	Cheap
Available Land Size ( $10^3 m^2$ )	325	712	985
Overall Evaluation			○

Table V-4に示したとおり、Area A, B地域は、傾斜地であり、Area Cに比べ整地費用が多く必要である。さらに、本製油所の必要敷地は約980,000 $m^2$ であるため、この敷地を確保出来るのは、Area Cである。

以上から製油所の立地としてArea Cを選択した。

なお、Area A, B, C地区の関係をFig. V-1に示す。

## 2. 原油受入れ基地（ターミナル）立地

### 2.1 自然条件

#### (1) 気象

熱帯の気候に属し、気温、湿度が高く可成り蒸し暑い気候である。年間降雨量は3000—4000mmと同国でも最も雨量の多い地区である。

Santo Tomas de Castillaに近いPuerto Barriosの1981年度を例とした気象データをTable V-5に示す。

#### (2) 地勢、地質

Puerto Barriosと並びカリブ海に面するグアテマラの主要な貿易港であり、同国の主要幹線であるCA 9の東端に位置する貿易および運輸上の重要地点である。

当地区は低湿地帯のため地盤は弱く、地層は堆積層から成っている。

Table V-5 Meteorological Data in Puerto Barrios (1981)

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual	
Atmospheric Temp. (°C)	Av. Max.	25.6	27.2	30.6	30.0	32.4	31.8	30.5	31.2	30.7	29.8	28.9	27.3	29.7
	Av.	20.9	22.2	24.9	25.1	26.8	26.7	27.1	27.4	27.1	26.3	24.7	23.8	25.2
	Av. Min.	16.9	18.7	20.5	20.5	22.2	22.5	21.6	22.3	22.1	21.8	19.7	19.3	21.1
Relative Humidity (%)	Max.	100	100	98	97	100	97	97	98	98	98	97	N.A.	100
	Av.	88	91	84	87	95	87	83	81	83	85	80	N.A.	86
	Min.	46	36	37	48	47	55	68	62	52	65	57	N.A.	36
Total Rainfall (mm)	179.9	546.1	157.3	179.7	44.6	342.8	320.0	270.0	326.3	428.2	185.2	693.7	3,673.8	
No. of Rainy Days	14	19	7	20	8	24	26	21	22	26	18	16	221	

Maximum Rainfall (mm) from 1973 thru 1982	in 1 hr.	67.6	Rec'd in Dec. 4, 1981
	in 24 hrs.	334.0	Rec'd in Nov. 13, 1981

Source: Data obtained from INSIIVUMEH

## 2.2 社会, 経済環境

### (1) 人口, 労働力

Puerto Santo Tomas de CastillaはIzabal県に属し, その面積, 人口等はTable V-6のとおりである。

Table V-6 Area and Population of Puerto Santo Tomás de Castilla

	Area (km <sup>2</sup> )	Population	Density of Population (No./km <sup>2</sup> )
Puerto Santo Tomas de Castilla	12	10,000	83

Source: Hearing from mayor of the city

当地における労働力は豊富であり, 自動車の運転手や一般事務員等の労働力は得やすいが, 技術者, 熟練工等の質の高い労働力は余り期待出来ない。

### (2) 工業

Puerto Santo Tomas de Castillaは30年の歴史を持つ貿易港であることから, 主要な産業として港湾関連の荷役, 輸送業および倉庫業が多く存在する。その他には小規模な清涼飲料工場や製材業がある程度である。

また, Guatemala California Oil Co.もあるが, 1975年の下期以来停止しており, 現在は単に輸入石油製品の貯蔵基地として使われているに過ぎない。

## 2.3 用役, インフラストラクチャー

### (1) 用水

当地の用水源は専ら井水に依存することとなる。なお, 地下水位はGL下5m程度である。

### (2) 電力

電力公社(INDE)の電力を引込み可能だが, 停電が多いため信頼性は低い。

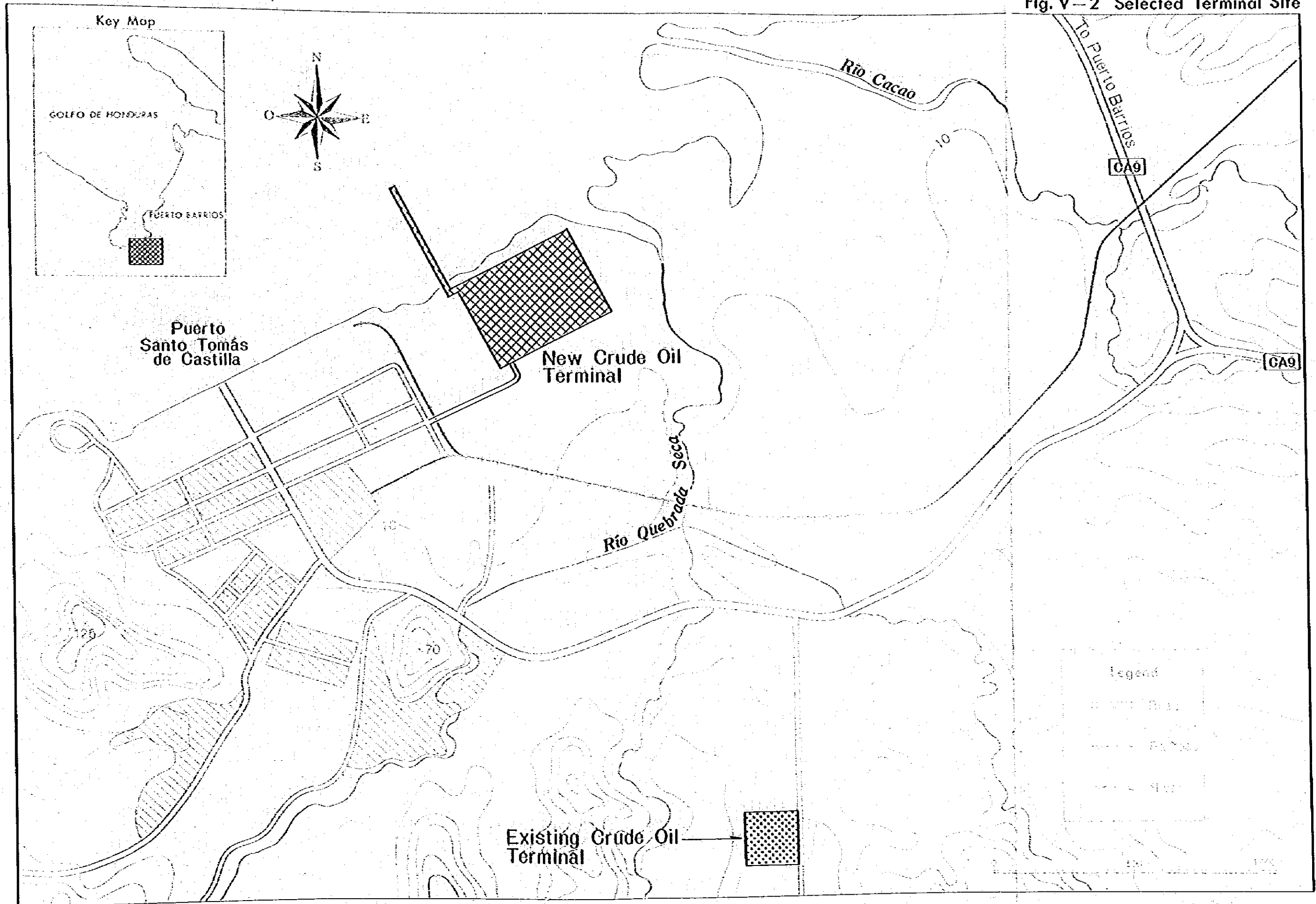
### (3) 通信手段(電話)

国営の電話公社(Guatel)より電話の引込み可能である。

### (4) 道路

グアテマラの幹線道路であるCA9がグアテマラ市および太平洋岸のSan Jose迄通じており, 交通の便は良い。

Fig. V-2 Selected Terminal Site





(5) 教育機関

近くの Puerto Barrios には小学校 11 校があり、その生徒数は 418 名である。しかし、高等教育機関は無く、高等教育は専ら首都グアテマラ市の教育機関に頼っている。

(6) 医療機関

国立および市立の病院が Puerto Barrios には 4 ヶ所あり、それ等の総ベット数は 940 に達する。また、救急車 1 台を保有している。

(7) 公共消防設備

Puerto Barrios には消防自動車 2 台を保有する。

## 2.4 立地の選定

原油ターミナルの候補地として Puerto Santo Tomas de Castilla 地区と San Francisco del Mar 地区が上げられていた。現地調査した際、両地区のインフラストラクチャーを比較した結果、前者を選定した。この検討の対象とした Puerto Santo Tomas de Castilla の候補地は Fig. V-2 に示すように既設の港湾設備に隣接した平坦な遊休地である。そして敷地は十分にあり、周辺のインフラストラクチャーも整備されている。さらに既設の原油ターミナルが近接してあるため、原油ターミナル及びパイプラインの運転にも都合がよい。

## 3. パイプラインルートを選定

前述したように、製油所とターミナルの立地は、El Rancho と Puerto Santo Tomas de Castilla を選定した。そして両地点を結ぶパイプラインは、Motagua 川に隣接した渓谷に設置することとなる。

まず、この地区の地理的状況は次のとおりである。Motagua 川が Chichicastenango 付近(標高約 2000m) を源として Honduras 湾へ注ぐ途中に開かれた渓谷である。そして Fig. V-3 に示すように Motagua 川に沿って国道 CA 9 と鉄道が走っている。国道 CA 9 は Izabal 湖寄りの山裾沿いに位置している。また、Motagua 川は相当迂回しており Los Amates 付近で鉄道と交差している。製油所となる El Rancho 付近の標高は約 280m である。

また一般的にパイプラインは保安上の問題および、外力、温度変化、風雨、火災等の影響を減らすため地下へ埋設する方式が普通である。そして MEM も埋設方式を指摘したこともあり、パイプラインは、地下埋設式を前提とした。

次にパイプラインのルートを Motagua 川の渓谷に 3ヶ所想定した。

- Route 1 : 国鉄 CA 9 沿い
- Route 2 : 鉄道沿い
- Route 3 : Motagua 川沿い

そして、3ルートに対し、建設費、運転および保全の難易性の面から比較検討をした。検討結果をTable V-7に示す。

Table V-7 Selection of Pipeline Route

	Route 1	Route 2	Route 3
Construction Cost	Cheap	Expensive	Expensive
Operation and Maintenance	o	x	x
Overall Evaluation	o		

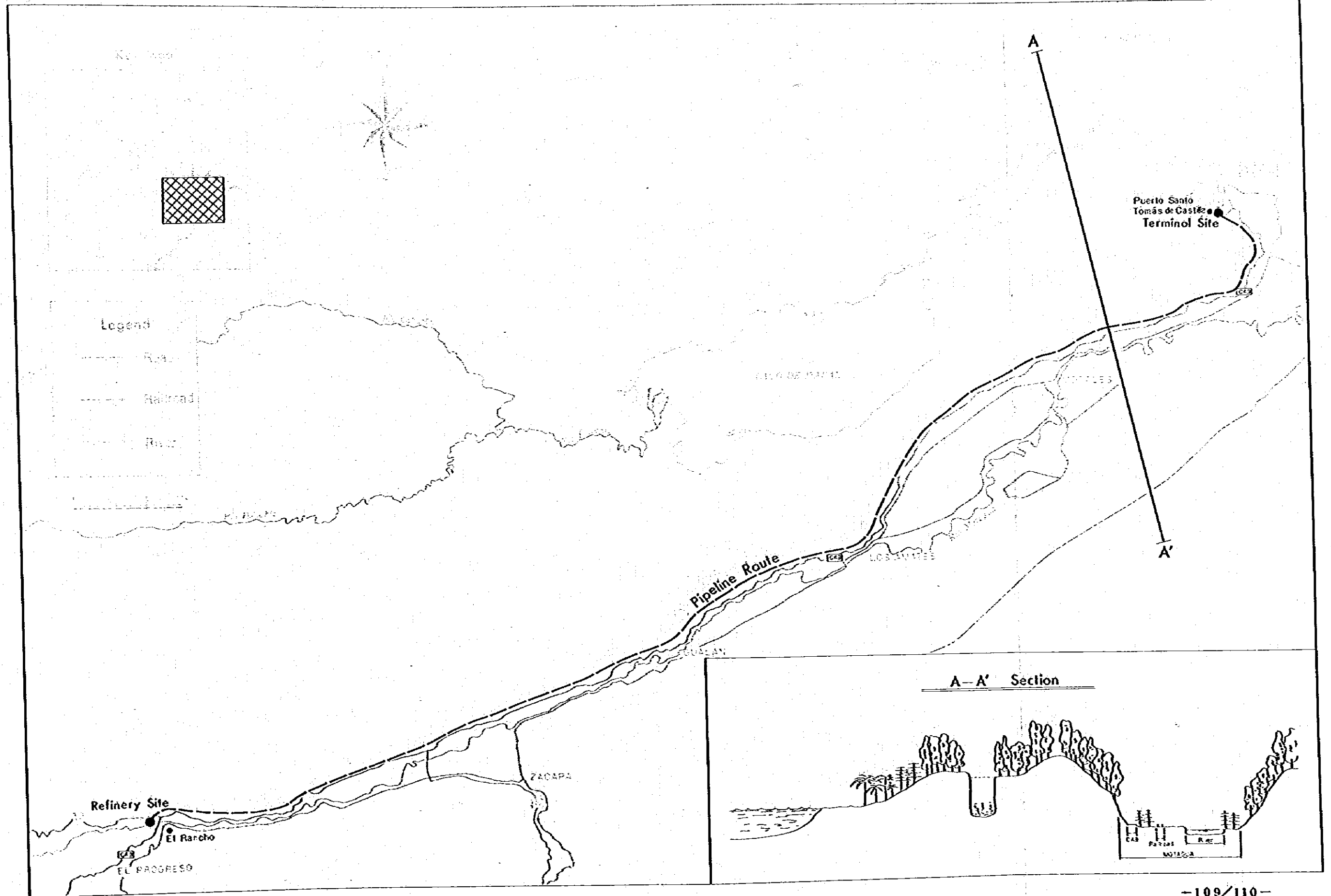
一般的にパイプラインの建設費を低くするには、建設の容易な場所とパイプラインの距離を短かくする(直線)ルートの選定が必要である。そして上記3ルートに対し、これらの条件を比較すると距離面では余り差はない。しかし、工事の難易性からはRoute 2と3はアクセス道路の新設が必要なため、Route 1が有利であり、建設費が安くなる。

次に運転および保全面から検討すると、日常の運転および保全が出来ると共に、万一の緊急時の対応が早急に出来る立地条件が必要であり、この面からもRoute 1は優れている。

以上によりパイプラインのルートは国道CA 9沿いのRoute 1を選定した。尚、ターミナルより製油所までのパイプラインルート的高低図をFig. V-4に示す。



Fig. V-3 Pipeline Route



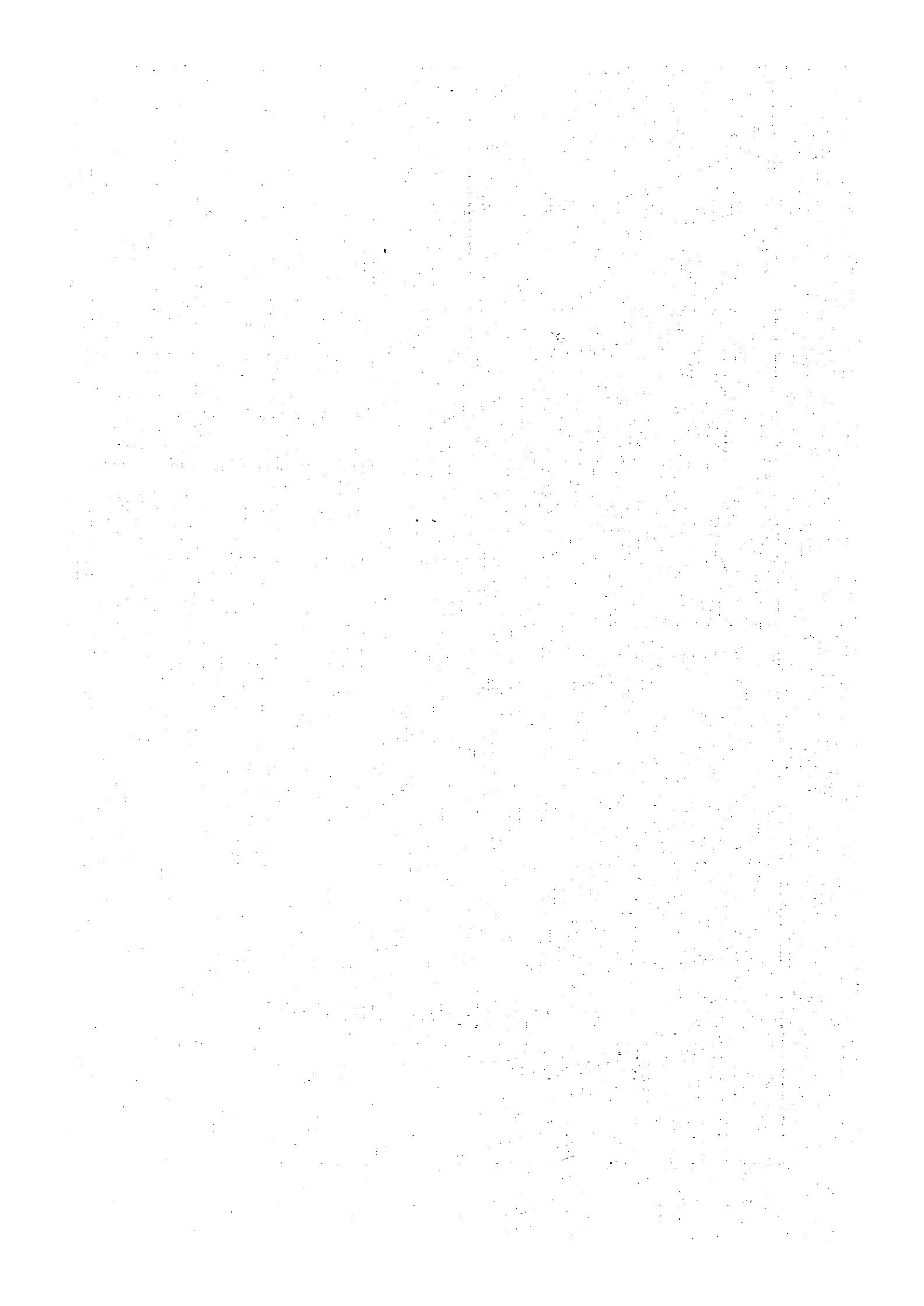
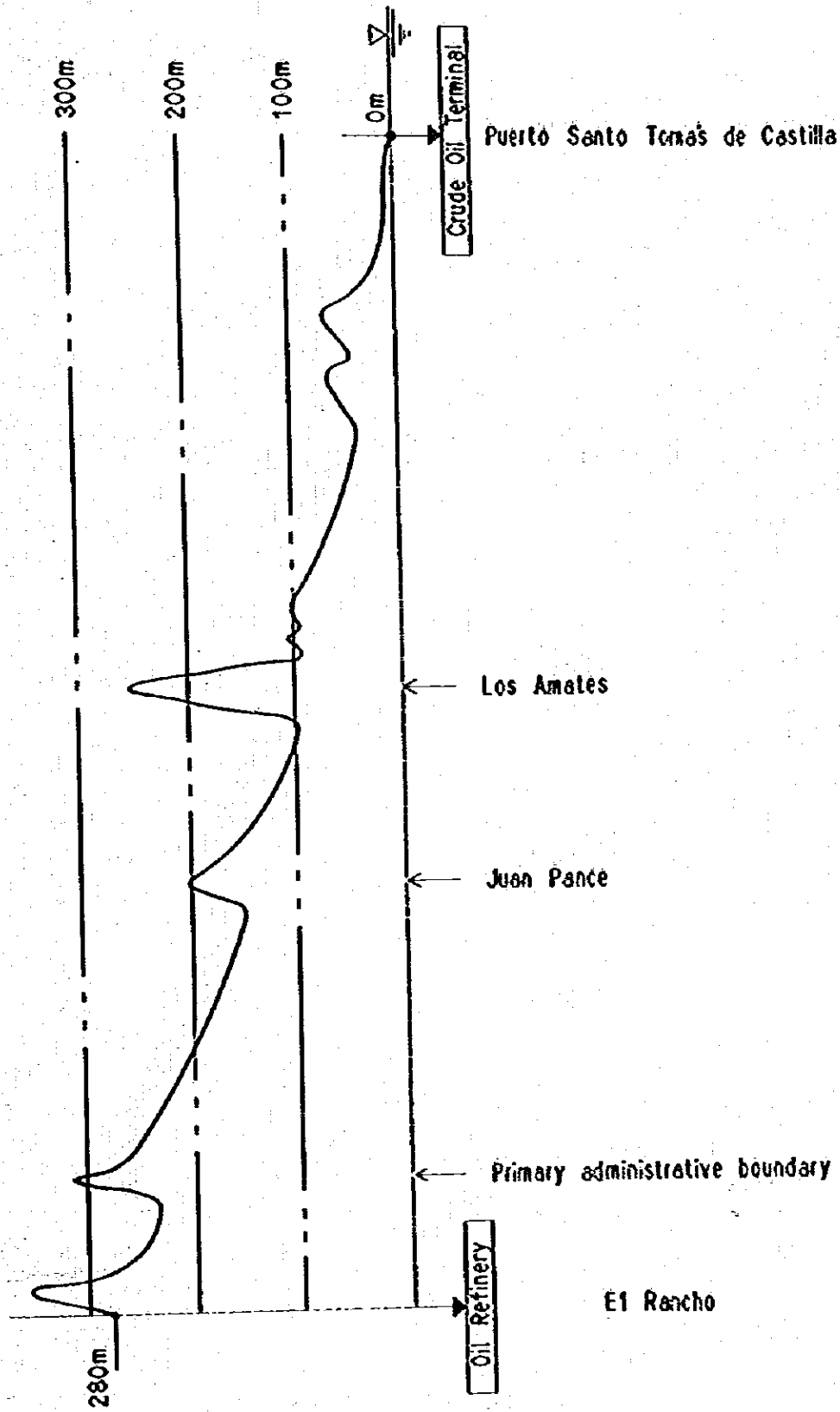
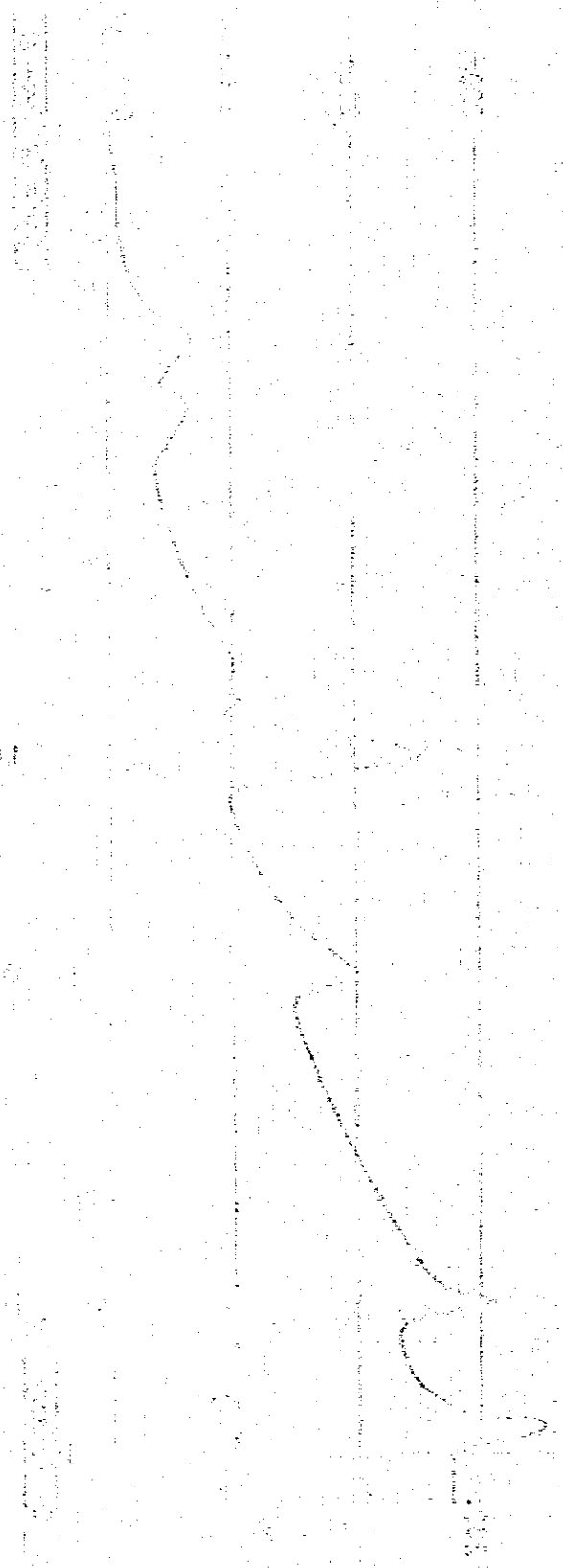


Fig. V-4 Undulations of Pipeline Route



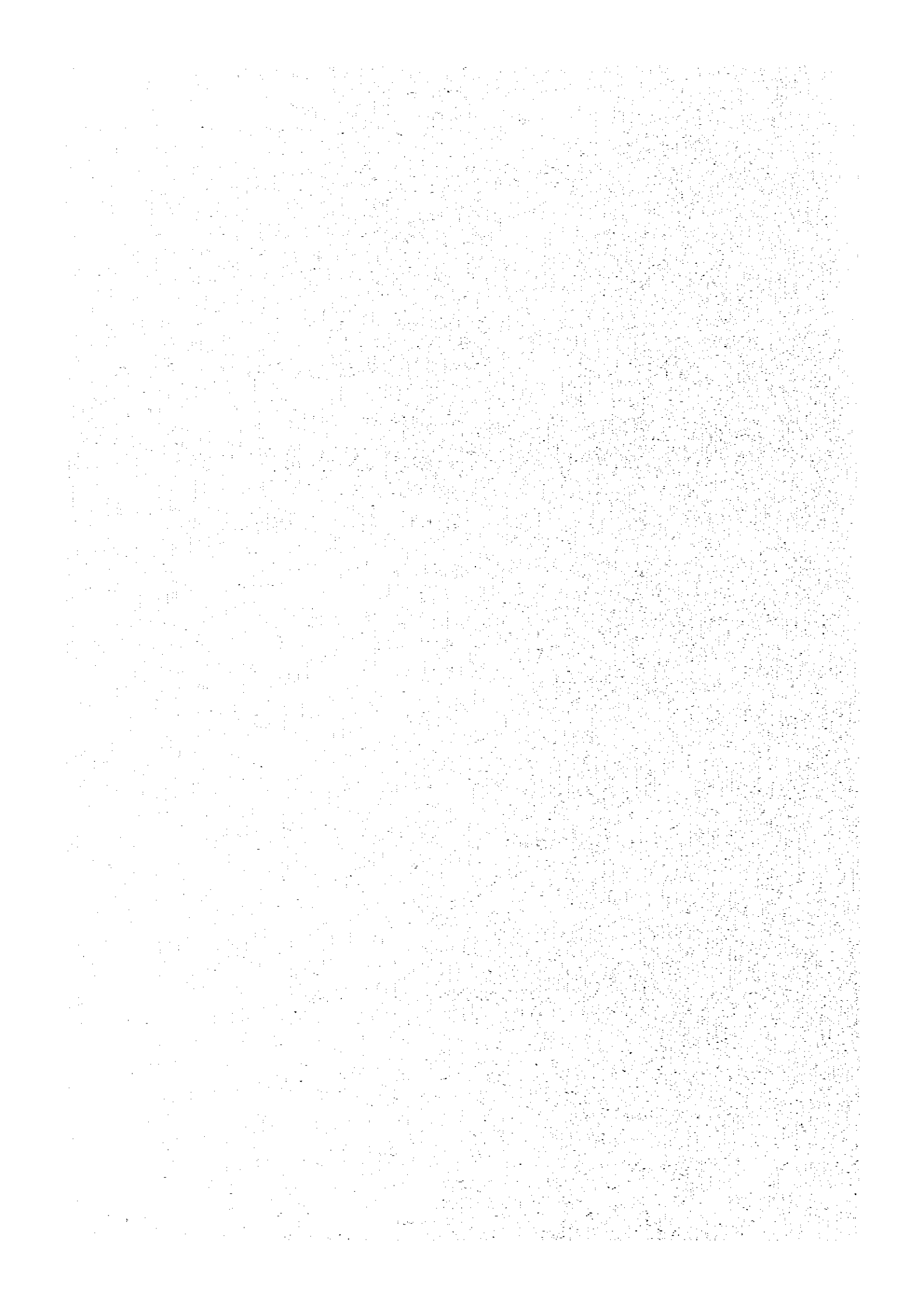
Vertical text on the left margin, possibly a page number or reference code.

# Vertical title text at the top of the page.



Vertical text on the right margin, possibly a page number or reference code.

## 第VI編 設備基本計画



## 第VI編 設備基本計画

### 1. 設備基本計画上の主要前提

#### 1.1 設備基本計画の範囲

新製油所の計画の範囲は次のとおりとした。

##### (1) 製油所

製油所敷地内の製油プロセス本体の他、用役設備として発電・蒸気設備、冷却水設備、付帯設備として原料、製品タンク、出荷設備、事務所、計器室、保安設備として消防車、各種消火設備および環境設備として廃水処理設備等を範囲に含めた。この他製油所敷地外の設備としてアクセス道路、(主要道路から製油所への取り付け道路)取水配管、廃水設備等を範囲に含めた。

##### (2) 原油受入れ基地(ターミナル)

ターミナルとして原油タンクの他、保安設備として水タンク、消火設備、付帯設備として事務所、計器室、そして用役設備としてジーゼル発電機等を範囲に含めた。

##### (3) パイプライン

製油所とターミナルを結ぶパイプラインについては、パイプライン本体の他ブースターステーション(ジーゼル発電機、ポンプを含む)を範囲に含めた。

#### 1.2 設備基本計画主要前提

製油所、ターミナルおよびパイプラインの設備設計基準を決める主要前提として関連法規、構造設計基準、原油油種、石油製品規格等について次のとおりとした。

##### 1.2.1 関連法規・規格

次に列記する米国、日本の法規・規格に依り概念設計を実施した。

##### (1) 土木・建築

Uniform Building Code

ANSI A581

##### (2) ボイラー・圧力容器

American Society for Mechanical Engineers または同等規格

##### (3) 回転機器

Japanese Industrial Standards または同等規格

##### (4) 電気設備

National Electrical Manufactures Association または同等規格

(5) 計装設備

Instrument Society of America または同等規格

(6) 消火設備

National Fire Protection Association または同等規格

(7) 材 料

American Society for Testing and Materials または Japanese Industrial Standards または同等規格

(8) 環境・保安関係設備

日本の関係法規

### 1.2.2 構造設計基準

米国または日本の規格により地震力、風圧力に対する設計基準は次のとおりとした。

(1) 地震力

Uniform Building Code の動的耐震設計基準から次の式を用いた。

$$V = Z I K C S W$$

ここで V : 全水平せん断力 (地震力)

Z : 地域係数, この地域係数でグアテマラは地震の頻度が多いので最大の 1.0 とした。

I : 建物, 構造物の重要度係数

K : 建物, 構造物の構造による係数

C :  $C = 1/15 \sqrt{T}$  T は一次固有周期

S : 地盤と建物の一次固有周期によって定める指数

W : 建物, 構造物の重量

(2) 風圧力

日本の Japan Petroleum Institute の基準により

構造物の高さ  $H > 16 m$  の場合  $120 \sqrt{H}$  ㍉

構造物の高さ  $H \leq 16 m$  の場合  $60 \sqrt{H}$  ㍉ とした。

### 1.2.3 原油油種

第田嶺原油第 1.2 節原油生産量で既に述べた通り, グアテマラ産原油の可採埋蔵量は約 40 百万 bbl と見込まれている。新石油法による今後の石油開発が活性化して仮りに可採埋蔵量が 2 倍になったとして約 80 百万 bbl であり, 本調査のプロジェクト対象期間の 20 年で割ると



約4百万 bbl/y となる。さらにこの4百万 bbl/y を年間稼働日数 330 d/y で割ると約 10,000 bbl/d となる。従って不足する原油については輸入する必要があり、MEMから提案のあったメキシコ産マヤ原油を検討したが、マヤ原油は非常に重質の原油であり、石油製品の需要予測と合致せず、又現在の技術ではこのように重質の原油を分解する技術が完成されているとはいえないので、同じメキシコ産イスマス原油を使用することとし、輸入原油はマヤ原油を50%、イスマス原油を50%使用することとした。

従って、プロジェクト対象期間の20年平均した使用原油としては次のとおりと考えられる。

グアテマラ産原油 10,000 bbl/d

不足部分は マヤ, イスマス 各50%

但し、製油所および関連施設の基本計画前提としては、短期的にグアテマラ産原油のみを使用、または輸入原油であるマヤ、イスマス各50%の混合品のみを使用することが十分ありうるので

Aケース： グアテマラ産原油 100%

Bケース： メキシコ産原油； マヤ, イスマス 各50%

とし、製油所および関連施設はAケース、Bケース共稼働できる施設を設計する事とした。

#### 1.2.4 自然条件

設備を設計する場合、気温、雨量等自然条件のデータが、前提として必要となる。第V編立地で述べた如く、製油所はEl Rancho、ターミナルはPuerto Santo Tomas de Castillaに立地が定められたのでこの両地の自然条件をTable VI-1に示す。この自然条件に関するデータは、グアテマラの気象関係を担当するINSIVUMEHから取得した1973-1982年の気象データを参考としてまとめたものである。

Table VI-1 Natural Conditions

Items	Unit	El Rancho	P.S.T. Castilla
Temperature Max.	°C	40	42
Ave.	°C	27.5	25.5
Min.	°C	9.0	20.5
Relative Humidity	%	30 - 90	60 - 90
Rainfall			
Max. in 1 hour	mm/h	58	68
Max. in 24 hours	mm/d	97	330

(Source: INSIVUMEH)

### 1.2.5 地耐力

製油所およびターミナルを建設する場合、地盤の強さ、すなわち地耐力のデータが設計前提として必要となる。El Rancho および Puerto Santo Tomas de Castilla でボーリングデータの有無を調査したが、データが得られなかったため、現地調査時持参したボーリングコアによる測定結果から地耐力を推定した。この結果を Table VI-2 に示す。

Table VI-2 Bearing Capacity of the Soil

(Unit: t/m<sup>2</sup>)

El Rancho	P.S.T. Castilla
15	3

(Source: Study team's estimate)

### 1.3 石油製品規格

石油製品の種類およびその品質規格をグアテマラ規格、JIS および ASTM と対比して Table VI-3 に示す。本製油所の石油製品規格は、基本的にはグアテマラの石油製品規格を採用した。

グアテマラの石油製品規格は、ほとんど ASTM 規格に準拠しているが、一部独自の規格を定めており、必ずしも実用的でない面も見受けられる。そこで諸外国の石油製品規格を参考として、グアテマラの石油製品規格について MEM と打合せを行なった結果、本製油所の製品規格は、既存のグアテマラの石油製品規格を一部変更することとした。変更点は次のとおりである。

#### (1) ガソリン規格

定められている製品規格は、ほとんど ASTM 規格によるが、比重についてはグアテマラ独自の規格を採用している。諸外国の規格をみても、比重が定められている国際的な規格はなく、ガソリン規格として機能上も必要ないこと、および本製油所のプロセス選定上大きな制約になることから、比重の規格をガソリン規格より削除することを MEM に提案し、基本的に了解を得た。

#### (2) ジェット燃料

ジェット燃料のグアテマラ製品規格も ASTM 規格を準用しているが、一部の規格に相違がみられる。とくに燃料特性についてはグアテマラ規格は煙点のみで規定しており、ASTM, IP を始めとする国際規格が、煙点または揮度または煙点とナフタリン分のいずれか一つを満足すればよいのに対してきわめて厳しい規格となっている。グアテマラ産原油の煙点は、それ程高くないため、現状規格通りでは、ジェット燃料採取のために煙点改良装置が必要となるため、MEM に燃焼特性の規格を ASTM と同一とするよう提案し、了解を得た。

Table VI-3 Product Specification

(1) Specification for Liquefied Petroleum Gas

	Guatemala	JIS (Grade 2-2)	ASTM (Grade P-8 Mixtures)
Specific Gravity, (60/60°F) , (15/4°C)	0.500-0.560	- 0.50-0.63	Report -
Sulfur Content, grains/100ft <sup>3</sup> , wt.%	15 max. -	- 0.02 max	15 max. -
Copper Strip Corrosion 1hr at 100°F	2 max.	-	No. 1 max.
Vapor pressure at 100°F	210 max.	(225 max.)	200 max. or (1167-1880x Sp. Gravity)
Volatile Residue; evaporated temperature, 95%, °F	36 max.	-	36 max.
or			
pentane and heavier, max. vol.%	-	-	2.0
Free Water Content	none	none	none
Propane Content, vol.%	40 - 70	-	-
Propane & Propylene Content, vol.%	-	50-90	-
Butane & Butylene Content, vol.%	-	<50	-

(2) Specification for Automotive Gasoline

	Guatemala	JIS	ASTM
Color	Red/Orange	Orange	(1)
Sulfur, wt.%	<0.15	-	<0.15
Copper Strip Corrosion 3hrs at 50°C	1 max.	1 max.	1 max.
Existent Gum mg/100ml	4.0 max.	5 max.	5 max.
Oxidation Stability	240 min.	-	240 min.
Reid Vapor Pressure, psi	10 max.	6.4-11.4	9-15 max.
Anti-knock Index			
RON	87/95	85/95	-
(RON+MON)/2	-	-	87/89/93
Lead Content, g/U.S. gal	3.17 max.	1.1 max.	4.2 max.
API Gravity, 60°F	(58 min)* (-)**	-	-
Doctor Test	Negative	-	-
Mercaptan Sulfur, wt.%	0.005 max.	-	-
ASTM Dist., °C			
10%	65 max.	70 max.	50-70 max.
50%	77 min.		77 min.
50%	118 max.	125 max.	110-121 max.
90%	190 max.	180 max.	185-190 max.
97%	-	205 max.	
End Point	221 max.	-	225 max.
Dist. Residue, vol.%	2.0 max.	2.0 max.	2 max.

\*/\*\* Revised through consultation with MEM.

**(3) Specification for Kerosene**

	<u>Guatemala</u>	<u>JIS</u>	<u>ASTM</u>
API Gravity, 60°F	50 max.	-	-
Flash Point, °C	38 min.	40 min.	38 min.
Saybolt Color	+16 min.	+25 min.	+16 min.
Sulfur, wt. %	0.1 max.	0.015 max.	0.04 max.
Smoke Point, mm	19 min.	23 min.	-
Viscosity at 40°C, cSt	1.0 min.	-	1.0 min.
	1.9 max.	-	1.9 max.
Copper Strip Corrosion 3hrs at 50°C	No. 3 max.	No. 1 max.	No. 3 max.
ASTM Dist., °C			
10%	205 max.	-	205 max.
97%	-	270 max.	-
End Point	300 max.	-	300 max.

(4) Specification for Jet Fuels

	<u>Guatemala</u>	<u>JIS</u> (Grade-1)	<u>ASTM</u> (Grade-Jet A-1)
API Gravity, 60°F	39-51	39-51	37-51
Flash Point, °C	38 min.	38 min.	38 min.
Viscosity, cSt at -34.4°C	-	15 max.	-
at -20°C	-	-	8 max.
at -1 °C	15 max.	-	-
Saybolt Color	21 min.		
Sulfur, wt. %	0.2 max.	0.3 max.	0.3 max.
Doctor Test	negative	-	-
Copper Strip Corrosion 2hrs at 100°C	1b max.	1 max.	No. 1 max.
Existent Gum, mg/100ml	7 max.	7 max.	7 max.
Freezing point, °C	-47 max.	-50 max.	-47 max.
<b>Combustion Properties</b>			
(1) Luminometer no.	(-)* (45 min.)*†	45 min.	45 min.
or (2) Smoke Point, mm	25 min.	25 min.	25 min.
or (3) Smoke Point, mm	(-)* (20 min.)*†	20 min.	20 min.
and Naphthalenes, vol. %	(-)* (3 max.)*†	3 max.	3 max.
Net Heat of Combustion, Btu/lb or Aniline-Gravity Product	- 5,250 min.	18,400 min. 5,250 min.	18,400 min. 5,250 min.
Aromatics, vol. %	22 max.	20 max.	20 max.
Olefines, vol. %	5 max.	5 max.	-

ASTM Dist., °C	Guatemala	JIS	ASTM
		(Grade-1)	(Grade-Jet A-1)
10%	204.4 max.	204 max.	204.4 max.
20%	-	report	-
50%	-	232 max.	report
90%	-	report	report
End Point	288 max.	287.5 max.	300 max.
Residue %	1.5 max.	1.5 max.	1.5 max.
Loss %	1.5 max.	1.5 max.	1.5 max.

\*/\*\* Revised through consultation with MEH.

(5) Specification for Gas Oils

	<u>Guatemala</u>	<u>JIS</u> (Grade-2)	<u>ASTM</u> (Grade-No. 2-D)
Water and Sediment, vol. %	0.05 max.	-	0.05 max.
API Gravity, 60°F	30 min.	-	-
Flash Point, °C	52 min.	50 min.	52 min.
Viscosity cSt at 100°F	1.93-4.28	-	-
at 30°C	-	2.5 min.	-
at 40°C	-	-	1.9-4.1
Pour Point, °C	-7 max.	-10 max.	-
Sulfur, wt. %	0.5 max.	0.5 max.	0.5 max.
Copper Strip Corrosion 3hrs at 50°C	No. 3 max.	-	No. 3 max.
Cetane Index	45 min.	45 min.	40 min.
Conradson Carbon Residue on 10% Residuum, wt. %	0.35 max.	0.10 max.	0.35 max.
Ash Weight, wt. %	0.01 max.	-	0.01 max.
Neutralization No. mg KOH/g	0.5 max.	-	-
ASTM Dist. °C, 90% min.	282	-	282
max.	338	350 max.	338



(6) Specification for Fuel Oils

	<u>Guatemala</u>	<u>JIS</u> (Grade - No. 3-1)	<u>ASTM</u> (Grade - No. 6)
Water, vol. %	0.75 max.	0.5 max.	-
API Gravity, 60°F	12 min.	-	-
Flash Point, °C	60 min.	70 min.	60 min.
Viscosity, (SSU at 122°F (SSP at 122°F	45-300)* 45-300)**	-	-
cSt at 50°C	-	<250	92-638
Pour Point, °C	-1	-	-
Ash Weight, wt. %	0.1 max.	0.1 max.	-
Sulfur, wt. %	3.0 max.	3.5 max.	-
Sediment by Extraction	0.5 max.	-	-
Water & Sediment, vol. %	-	-	2.0 max.

\*/\*\* Revised through consultation with MEM.