

表 5 - 1 0 線路の規格

軌 間	1,4 3 5 mm
最 急 勾 配	4.9 %
最 小 曲 線 半 径	1 1 0 m
最 大 軸 重	1 8.5 t

(出所) Empresa Nacional de Ferrocarriles.

2-4 軌道構造

軌道の規格は表 5 - 1 1、軌道構造の標準断面図は図 5 - 6 の通りである。

表 5 - 1 1 軌道規格

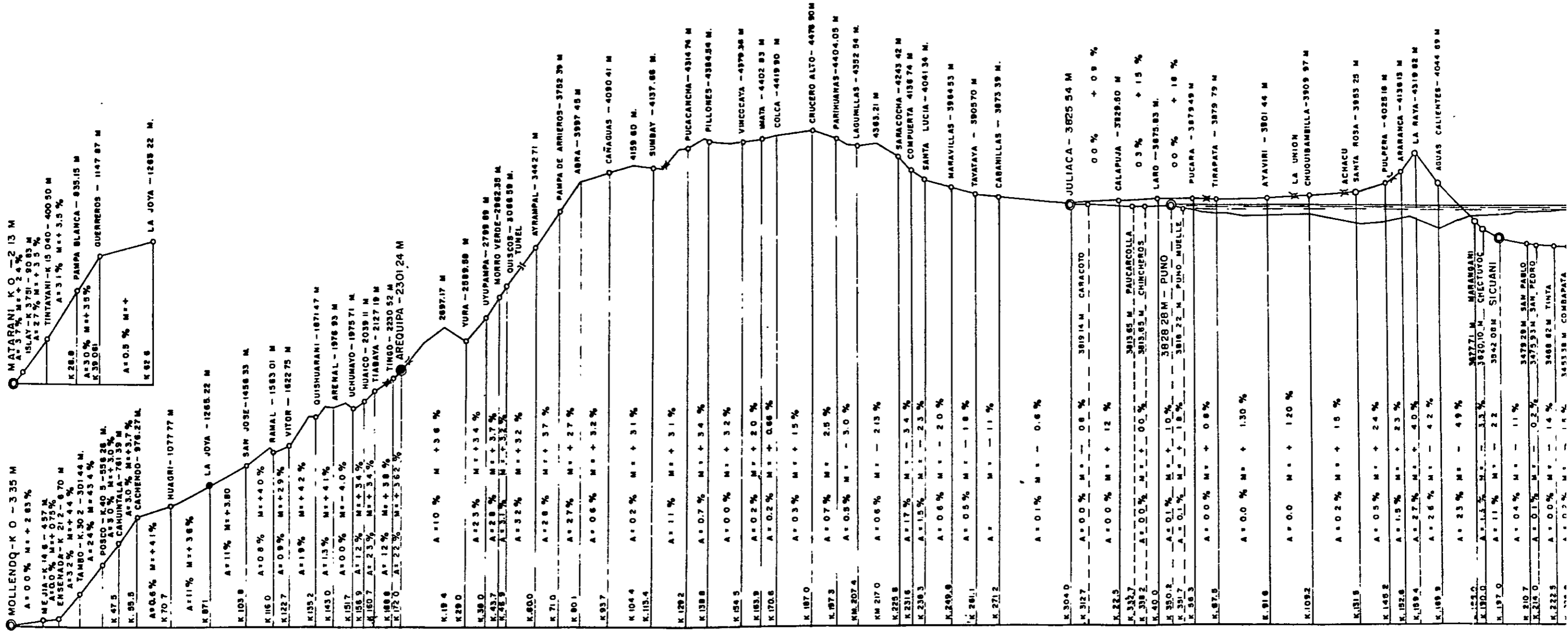
種 別	区 間	規 格
道 床	全 線	碎石、枕木下厚 1 5 cm
まくら木	全 線	寸法 2 0 cm × 1 5 cm × 2 4 0 cm 材質 ユーカリ 間隔 6 0 cm (1 7 0 0 T / km)
レ - ル	アレキーバ～フリアカ間	8 0 ~ 7 5 P / Y
	フリアカ～シクアニ間	7 5 P / Y
	シクアニ～クスコ間	6 0 P / Y

(出所) Empresa Nacional de Ferrocarriles.

2-5 線路および停車場

南部鉄道のうち、本プロジェクトに関係のあるマタラニ～クスコ線の線路平面図は図 5 - 7 で、主要、中間、無人駅別の駅名と杆程、側線の形状、信号扱所等が記入されている。

また各駅の駅間距離、累加距離および標高は表 5 - 1 2 の通りで、アレキーバ起点 1 8 7 km のクルセロアルトが最も高く、海拔 4,4 7 7 m である。



MOLLENDQ-K 0 - 335 M
 A = 0.0 % M = + 2.83 %
 MEJIA-K 14.6 - 437 M
 A = 0.0 % M = + 0.75 %
 ENSENADA-K 21.2 - 670 M
 A = 3.2 % M = + 4.4 %
 TAMBO-K 30.2 - 301.44 M
 A = 2.4 % M = + 4.4 %
 POSCO-K 40.5 - 556.26 M
 A = 3.0 % M = + 3.0 %
 CAMUNITALA-761.39 M
 A = 3.0 % M = + 3.7 %
 CACHENEO- 976.27 M
 A = 0.6 % M = + 4.1 %
 HUAGRI- 1077.77 M
 A = 1.1 % M = + 3.6 %
 LA JOYA - 1266.22 M
 A = 1.1 % M = + 3.80
 SAN JOSE - 1456.33 M
 A = 0.8 % M = + 4.0 %
 RAMAL - 1583.01 M
 A = 0.9 % M = + 2.9 %
 VITOR - 1622.75 M
 A = 1.9 % M = + 4.2 %
 QUISHUARANI - 1871.47 M
 ARENAL - 1976.93 M
 UCHUMAYO - 1975.71 M
 HUAIICO - 2039.11 M
 TIABAYA - 2127.19 M
 TINGO - 2330.52 M
 AREQUIPA - 2301.24 M
 A = 2.2 % M = + 3.62 %

MATORANI K 0 - 213 M
 A = 3.7 % M = + 2.4 %
 ISLAY - K 3791 - 9083 M
 A = 2.7 % M = + 3.5 %
 TINTAYANI-K 15 060 - 400.50 M
 A = 3.1 % M = + 3.5 %
 PAMPA BLANCA - 835.15 M
 A = 3.0 % M = + 3.5 %
 QUERREROS - 1147.87 M
 A = 0.5 % M = +
 LA JOYA - 1266.22 M
 K 28.8
 K 39.081

K 19.4
 K 29.0
 K 38.0
 K 43.7
 K 48.9
 K 60.0
 K 71.0
 K 80.1
 K 93.7
 K 104.4
 K 113.4
 K 129.2
 K 138.8
 K 154.5
 K 163.8
 K 170.6
 K 187.0
 K 197.3
 KM. 207.4
 KM 217.0
 K 225.8
 K 231.6
 K 238.3
 K 249.8
 K 261.1
 K 271.2
 K 304.0
 K 312.7
 K 322.5
 K 332.7
 K 338.2
 K 40.0
 K 350.2
 K 351.7
 K 363.3
 K 375.5
 K 381.6
 K 1092
 K 131.8
 K 146.2
 K 152.6
 K 189.4
 K 189.9
 K 121.0
 K 130.0
 K 197.0
 M 210.7
 K 218.0
 K 222.5

YURA - 2589.58 M
 UYUPAMPA - 2798.89 M
 MORRO VERDE - 2962.38 M
 QUISCOS - 3066.59 M
 AYAMPAL - 3442.71 M
 PAMPA DE ARRIEROS - 3752.39 M
 ABRA - 3987.48 M
 CAÑAGUAS - 4080.41 M
 4159.80 M
 SUMBAY - 4137.66 M
 PUCACANCHA - 4314.74 M
 PILLONES - 4384.54 M
 VINCOCAYA - 4379.38 M
 WATA - 4402.83 M
 COLCA - 4419.90 M
 CRUCERO ALTO - 4478.90 M
 PARIHUANAS - 4404.05 M
 LAQUILLAS - 4352.94 M
 4383.21 M
 SARACOCOA - 4243.42 M
 COMPUERTA 4138.74 M
 SANTA LUCIA - 4041.34 M
 MARAVILLAS - 3984.53 M
 TAYATAYA - 3905.70 M
 CABAMILLAS - 3873.39 M
 JULIACA - 3825.54 M
 0.0 % + 0.8 %
 CALAPUJA - 3829.60 M
 0.3 % + 1.5 %
 LARO - 3875.83 M
 0.0 % + 1.8 %
 PUCARA - 3879.49 M
 TIRAPATA - 3879.79 M
 AYAVIRI - 3801.44 M
 LA UNION
 CHUQUIBAMBILLA - 3909.97 M
 ACHACU
 SANTA ROSA - 3983.25 M
 PULPERA - 4028.18 M
 ANARANCA - 4136.15 M
 LA RAYA - 4319.82 M
 AGUAS CALIENTES - 4044.89 M

A = 1.0 % M = + 3.6 %
 A = 2.3 % M = + 3.4 %
 A = 2.8 % M = + 3.7 %
 A = 3.1 % M = + 3.3 %
 A = 3.2 % M = + 3.2 %
 A = 2.6 % M = + 3.7 %
 A = 2.7 % M = + 2.7 %
 A = 0.6 % M = + 3.2 %
 A = 0.2 % M = + 3.1 %
 A = 1.1 % M = + 3.1 %
 A = 0.7 % M = + 3.4 %
 A = 0.0 % M = + 3.2 %
 A = 0.2 % M = + 2.0 %
 A = 0.2 % M = + 0.66 %
 A = 0.3 % M = + 1.5 %
 A = 0.7 % M = 2.5 %
 A = 0.5 % M = - 3.0 %
 A = 0.6 % M = - 2.13 %
 A = 1.7 % M = - 3.4 %
 A = 1.5 % M = - 2.3 %
 A = 0.6 % M = - 2.0 %
 A = 0.5 % M = - 1.8 %
 A = M = - 1.1 %
 A = 0.1 % M = - 0.6 %
 A = 0.0 % M = - 0.8 %
 A = 0.0 % M = + 1.2 %
 A = 0.0 % M = + 0.0 %
 A = 0.1 % M = + 1.0 %
 A = 0.1 % M = + 1.8 %
 A = 0.0 % M = + 0.6 %
 A = 0.0 % M = + 1.30 %
 A = 0.0 M = + 1.20 %
 A = 0.2 % M = + 1.6 %
 A = 0.5 % M = + 2.4 %
 A = 1.5 % M = + 2.3 %
 A = 2.7 % M = + 4.0 %
 A = 2.6 % M = - 4.2 %
 A = 2.3 % M = - 4.9 %
 A = 1.3 % M = - 3.3 %
 A = 1.1 % M = - 2.2 %
 A = 0.4 % M = - 1.1 %
 A = 0.1 % M = - 0.2 %
 A = 0.0 % M = - 1.4 %
 A = 0.2 % M = - 1.5 %

3877.1 M MARGASANI
 3880.10 M CHECTUYOC
 3942.08 M SUCUANI
 3479.28 M SAN PABLO
 3475.93 M SAN PEDRO
 3468.82 M TINTA
 3453.38 M COMBAPATA

图 5-4 线路纵断面图

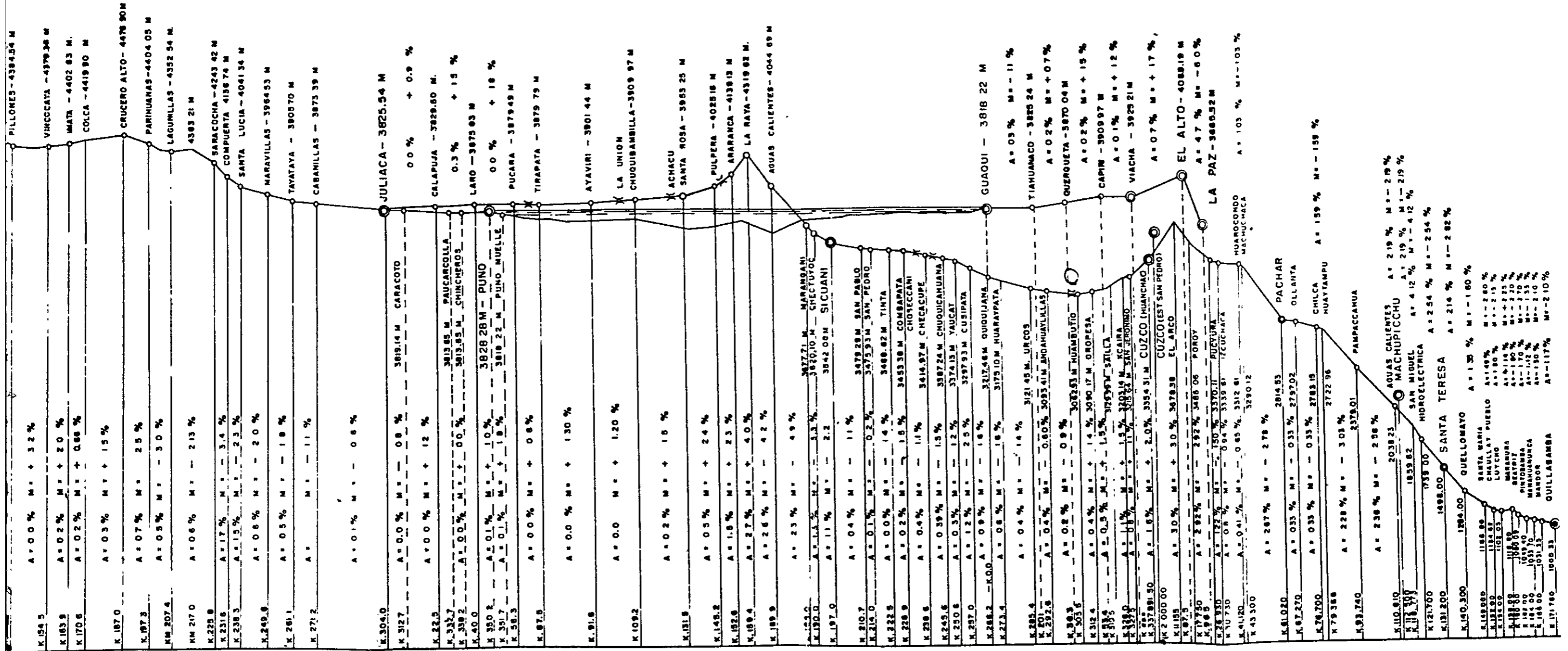
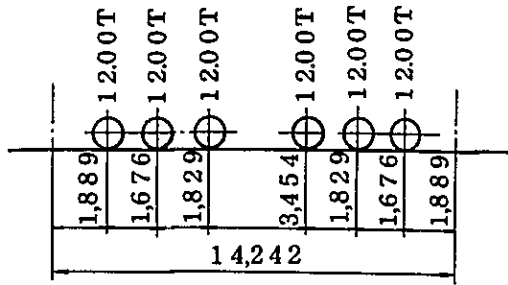
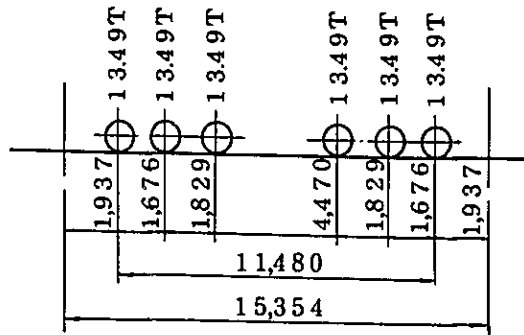


図5-5 機関車の軸重および軸距表



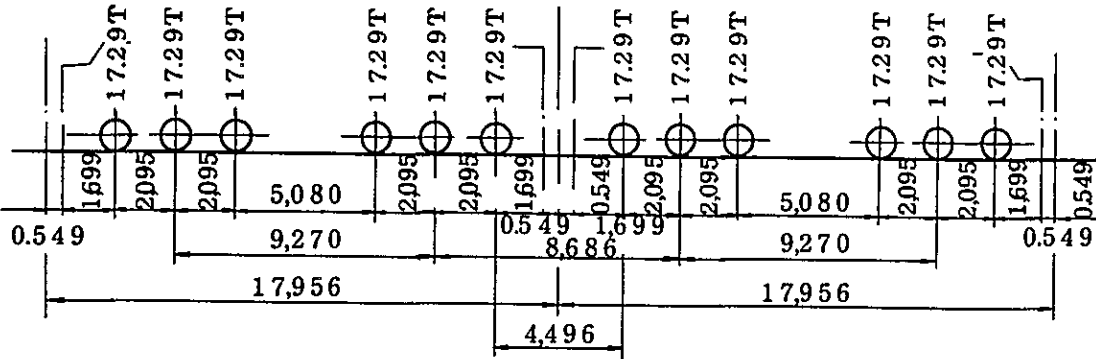
(総重量 7200T)

300 CLASS(300)



(総重量 7200T)

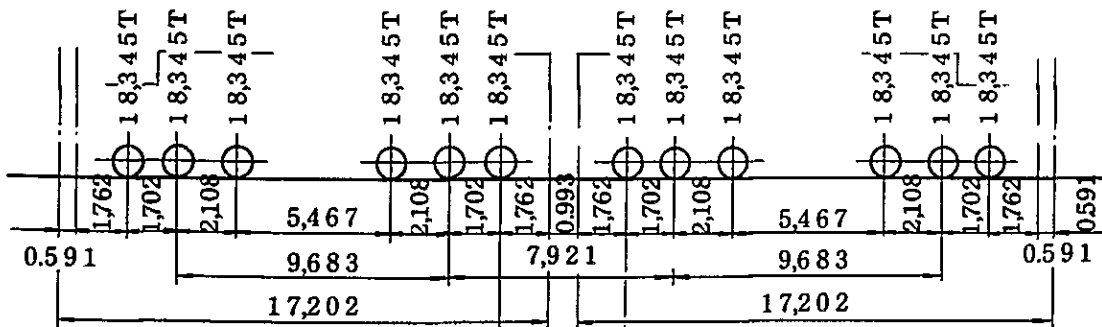
350 CLASS(350~360)



(総重量 103.74T)

(総重量 103.74T)

500 CLASS(500~505)



(総重量 110,070T)

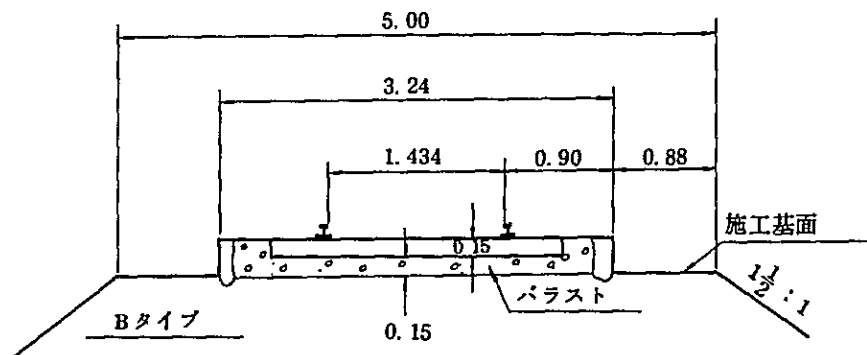
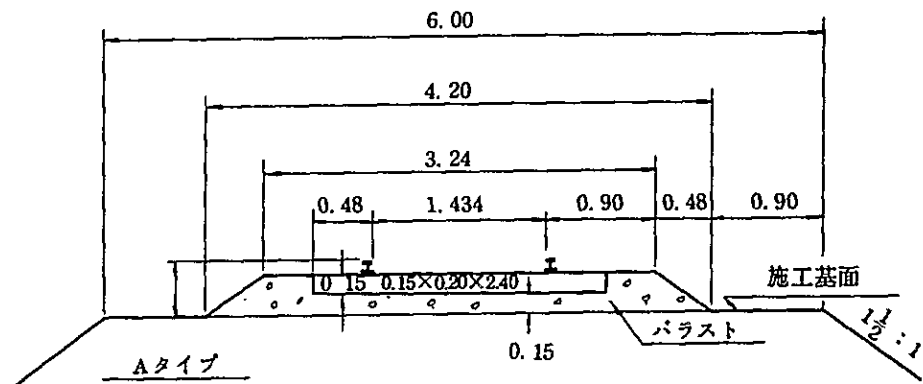
(総重量 110,070T)

550 CLASS(550~555)

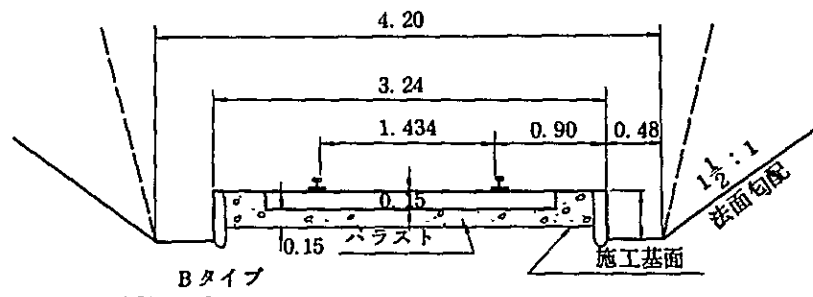
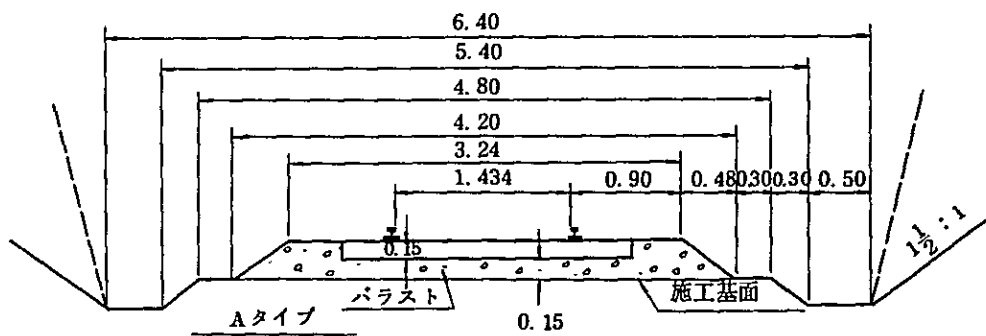
(出所) Empresa Nacional de Ferrocarriles.

図 5-6 軌道構造標準図

盛土

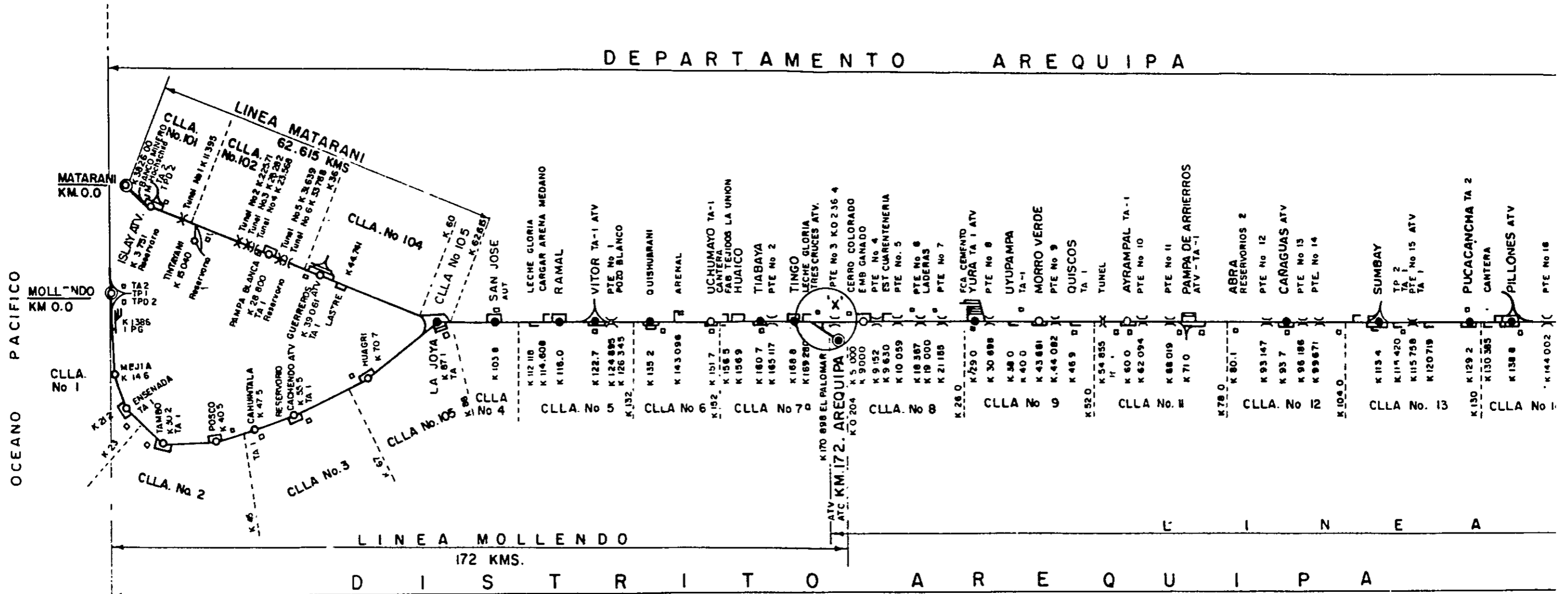


切取



(出所) Empresa Nacional de Ferrocarriles

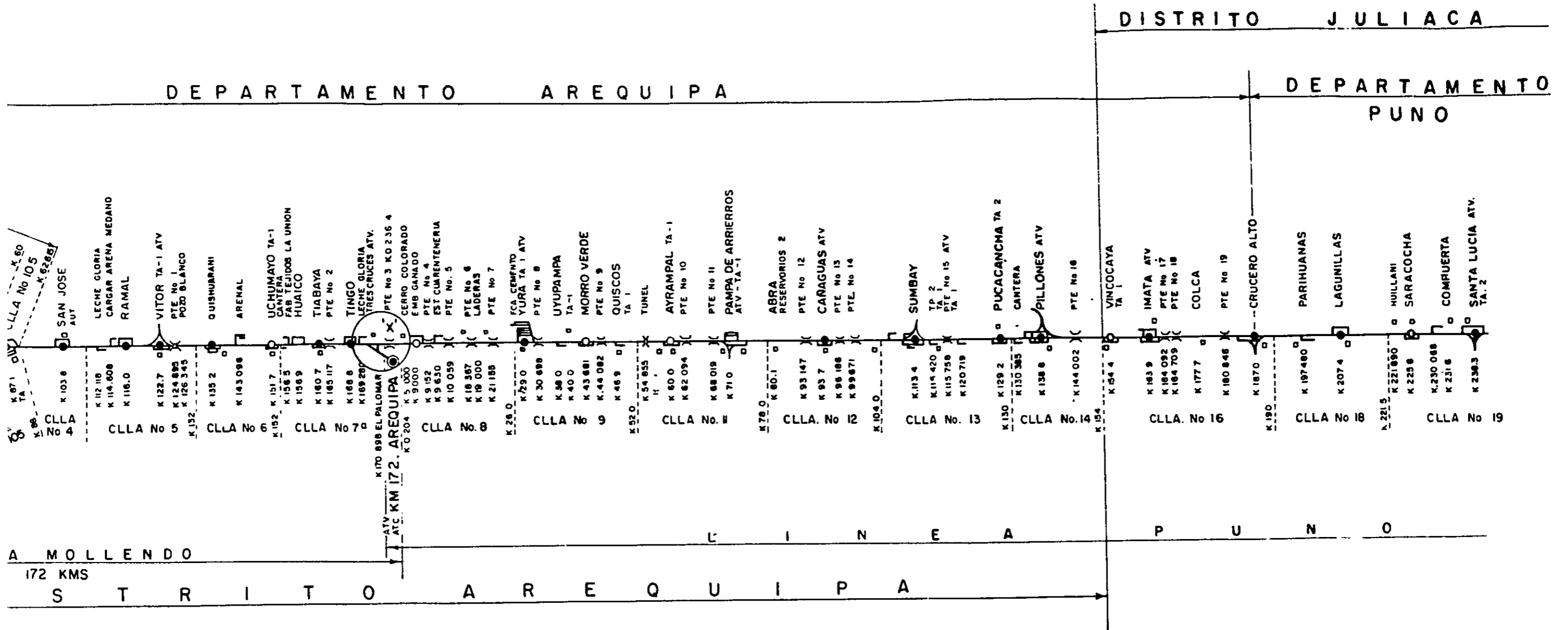
DEPARTAMENTO AREQUIPA

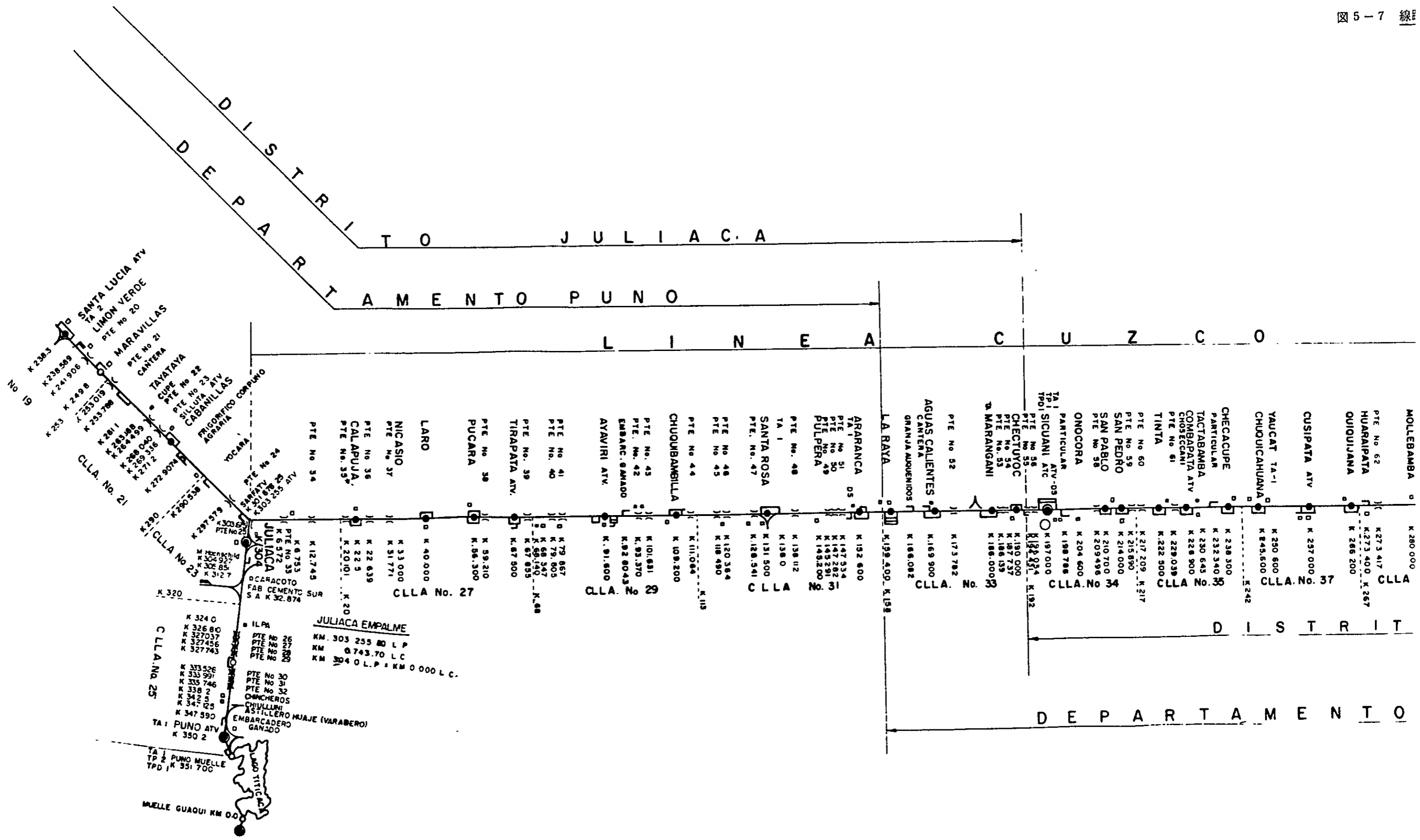


凡例

- 主要駅
- 中留駅
- 無人駅
- 標高
- 信号機
- 投所
- 側線 (両方向進入可)
- (片側のみ)
- △ テルタ機
- ≡ 橋
- ⌒ トンネル
- ⊙ 転車台
- TA 水タンク
- T.P. 油タンク
- TPD. ディーゼル油タンク
- DS 待避線

图 5-7 线路平面图





K 324 0
 K 326 80
 K 327 037
 K 327 456
 K 327 745
 K 333 526
 K 333 991
 K 335 746
 K 338 2
 K 342 4
 K 347 025
 K 347 590
 K 350 2
 TA 1 PUNO ATV
 TA 1 PUNO MUELLE
 TPD 1 K 351 700
 MUELLE GUAQUI KM 0.0

JULIACA EMPALME
 KM. 303 255 80 L P
 KM 0 743.70 L C
 KM 0 4 O.L.P. = KM 0 000 L.C.

K 320
 K 324 0
 K 326 80
 K 327 037
 K 327 456
 K 327 745
 K 333 526
 K 333 991
 K 335 746
 K 338 2
 K 342 4
 K 347 025
 K 347 590
 K 350 2
 TA 1 PUNO ATV
 TA 1 PUNO MUELLE
 TPD 1 K 351 700

No 19
 K 238.3
 K 238.589
 K 241.906
 K 249.8
 K 253
 K 253.788
 K 261.1
 K 263.888
 K 264.499
 K 269.040
 K 269.356
 K 271.2
 K 272.9074
 K 279.579
 K 303.6
 K 303.927
 K 304.927
 K 312.7
 K 320
 K 324 0
 K 326 80
 K 327 037
 K 327 456
 K 327 745
 K 333 526
 K 333 991
 K 335 746
 K 338 2
 K 342 4
 K 347 025
 K 347 590
 K 350 2
 TA 1 PUNO ATV
 TA 1 PUNO MUELLE
 TPD 1 K 351 700

図 5-7 線路平面図 (つづき)

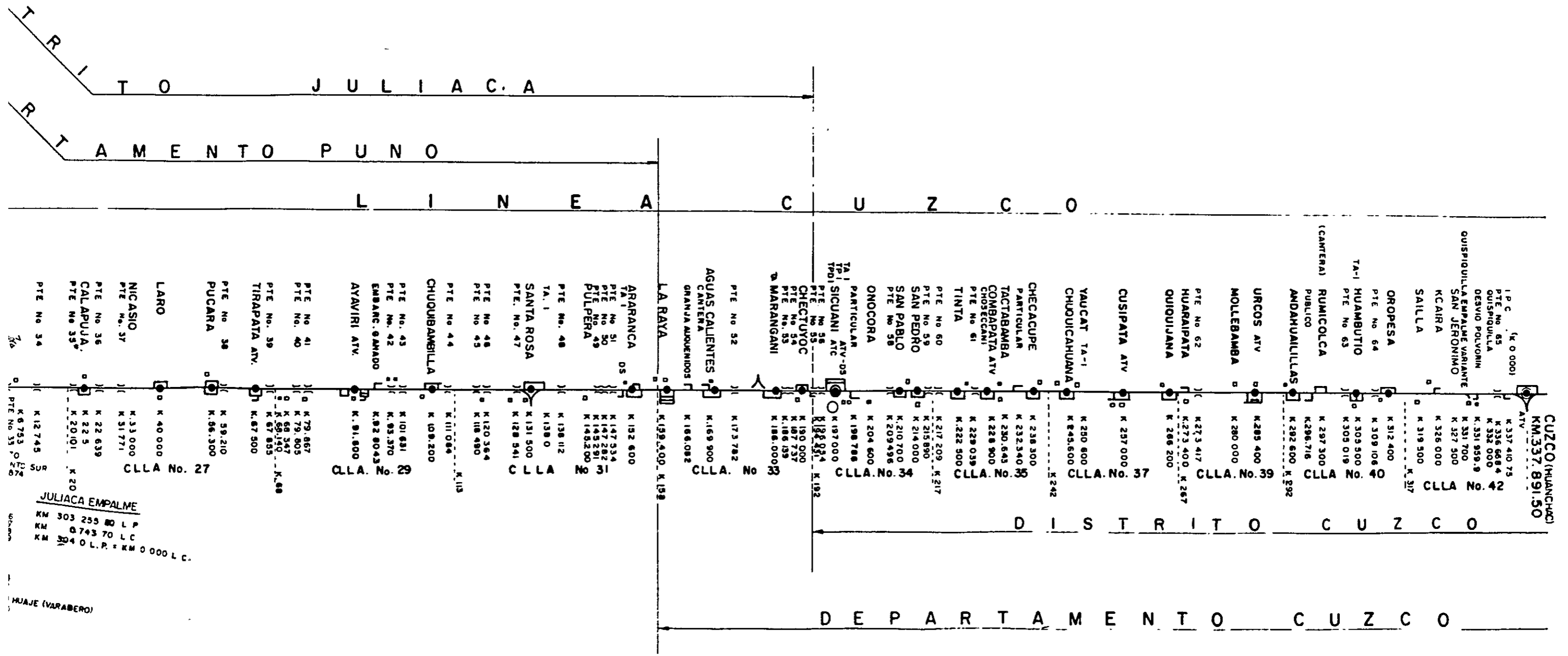


表 5 - 12 マラタニ〜クスコ間各駅の距離および標高

駅名	駅間距離 (km)	累 計 (km)	標 高 (m)
<u>MOLLENDO</u>	0.0	0.0	3
Mejia	14.6	14.6	5
Ensenada	6.6	21.2	7
Tambo	9.0	30.2	301
Posco	10.3	40.5	556
Cahuintala	7.0	47.5	761
Cachendo	8.0	55.5	976
Huagri	15.2	70.7	1,078
<u>MATARANI</u>	0.0	0.0	2
Islay	3.8	3.8	91
Tintayani	11.2	15.0	401
Pampa Blanca	13.8	28.8	835
Guerrero	10.2	39.0	1,148
La Joya	48.0	87.0	1,265
San Jose	17.0	104.0	1,456
Ramal	12.0	116.0	1,563
Vitor	7.0	123.0	1,623
Quishuarani	12.0	135.0	1,871
Uchumayo	17.0	152.0	1,976
Huayco	5.0	157.0	2,039
Tiabaya	4.0	161.0	2,127
Tingo	8.0	169.0	2,231
<u>AREQUIPA</u>	3.0	172.0	2,301
Yura	29.0	29.0	2,590
Uyunampa	9.0	38.0	2,800
Quiscos	9.0	47.0	3,067
Ayrampal	13.0	60.0	3,443
Pampa de Arriero	11.0	71.0	3,752
Canaguas	23.0	94.0	4,090
Sumbay	19.0	113.0	4,138
Pucacancha	16.0	129.0	4,315
Pillones	10.0	139.0	4,385
Vincoçaya	16.0	155.0	4,379

駅名	駅間距離 (km)	累計 (km)	標高 (m)
Imata	9.0	164.0	4,403
Crucero Alto	23.0	187.0	4,477
Lagunillas	20.0	207.0	4,353
Saracocha	19.0	226.0	4,243
La Compuerta	6.0	232.0	4,127
Santa Lucia	6.0	238.0	4,041
Maravillas	12.0	250.0	3,965
Taya Taya	11.0	261.0	3,906
Cabanillas	10.0	271.0	3,873
<u>JULIACA</u>	33.0	304.0	3,526
Caracoto	9.0	313.0	3,819
Paucarcolla	20.0	333.0	3,814
<u>PUNO</u>	17.0	350.0	3,828
Puno Muelle	2.0	352.0	3,818
Carapuja	23.0	23.0	3,830
Nicasio	9.0	32.0	
Laro	8.0	40.0	3,876
Pucara	4.0	56.0	3,879
Tirapata	12.0	68.0	3,880
Ayaviri	24.0	92.0	3,901
Cnuquibambilla	17.0	109.0	3,910
Santa Rose	23.0	132.0	3,953
Araranca	21.0	153.0	4,136
La Raya	6.0	159.0	4,320
Aguas Calientes	11.0	170.0	4,045
Marangani	16.0	186.0	3,678
Chectuyoc	4.0	190.0	3,620
<u>SICUANI</u>	7.0	197.0	
Onocora	8.0	205.0	
San Pablo	6.0	211.0	3,479
San Pedro	3.0	214.0	3,476
Tinta	9.0	223.0	3,469
Combapata	6.0	229.0	3,453

駅名	駅間距離 (km)	累 計 (km)	標 高 (m)
Checacupe	10.0	239.0	3,415
Chuquicahuana	7.0	246.0	3,387
Yaucat	5.0	251.0	3,374
Cusipata	6.0	257.0	3,298
Quiquijana	11.0	246.0	3,217
Huaraypata	27.0	273.0	3,175
Mollebamba	7.0	280.0	
Urcos	5.0	285.0	3,121
Andahuailillas	8.0	293.0	3,093
Rumicolca	4.0	297.0	
Hambutio	9.0	306.0	3,063
Oropesa	6.0	312.0	3,091
Sailla	8.0	320.0	3,130
San Jeronimo	8.0	328.0	3,216
<u>CUZCO</u>	10.0	338.0	3,358
SAN PEDRO	2.0	2.0	3,400
El Arco	9.2	11.0	3,678
Poroy	6.7	18.0	3,480
Pucycuta	9.2	27.0	3,380
IZCUCHACA	3.7	31.0	3,340
HUAROCONDO	10.0	41.0	3,320
Paropiso	4.0	45.0	
Acojolino	1.9	47.0	
Pomatales	6.0	53.0	2,990
Rapeca	5.0	58.0	
Pachar	3.5	61.0	2,800
OLLANTA	6.0	67.0	2,790
Tanccac	6.0	73.0	2,770
Chilca	4.0	77.0	2,760
Chuquillusca	5.0	82.0	2,635
Pampacchua	12.0	94.0	2,400
Artillerayoc	4.0	98.0	

駅名	駅間距離 (km)	累 計 (km)	標 高 (m)
Cedrobamba	3.0	101.0	2,240
Lucmachayoc	3.0	105.0	2,180
Hidroelectrica	2.0	107.0	
Aguas Calientes	4.0	111.0	2,040
Machu-picchu	1.7	113.0	1,998
Mandor	1.9	114.0	1,980
San Miguel	4.0	118.0	1,972
Intihuatana	1.9	120.0	1,827
Santa Teresa	11.0	131.0	1,510
Chaully	18.0	150.0	1,200
Quillabamba	21.5	171.5	-

(出所) Empresa Nacional de Ferrocarriles.

2—6 運転保安設備

列車の閉そく方式は、ほとんどの区間で票券閉そく方式が採用されており、駅長の発行するそれぞれの区間に対する票券を、機関士が携帯して運転することにより、1つの区間に1本の列車しか進入できない方式により、列車の衝突を防止している。

信号機は、本線用のものは腕木に似た円形板が、進行現示のときは隠れ、停止のとき現われる型式で（写真5—2参照）、夜間は同様2現示の色灯式のものを使用されており、信号機の種類は、駅への進入の可否を指示する場内信号機、駅からの進出の可否を指示する出発信号機が大駅に設けられているが、中間駅は駅中央に1カ所設けられているだけである。

信号機相互および信号機と転てつ器を相互に連鎖させて誤った扱いを防ぎ、列車の進路を確保する連動装置はまだ採用されていない。

写真5—2 信号機（停止視示）



2—7 通信設備

長距離通信は、列車の運行本数が少ないため、線路に平行に走る電線によって行われている。この電線は、電話用の2本と電信用のアースされた1本とから成り立っている。

電話器はカーテン型式のもので、電信には手動のモールス電信器が使われている。

この有線電話は、長距離通信の需要を満たすのに充分である。と言うのは、列車の運行時刻表によれば、路線の主要区間（アレキープ〜マタラニ、アレキープ〜プノ、フリアカ〜クスコ）において、1日のいかなる1時間にも、同時に走行している列車は最高2本だからである。

なお下記の2点間の通信には、高周波の無線（シンプレックス — 「押して話す」 — 通信機）を採用している。

アレキープ ～ リマ、アレキープ ～ プノ、アレキープ ～ マタラニ、フリアカ ～ クスコ

2-8 車 両

モジェンド～マタラニ～プノ～クスコ間の列車は、すべて機関車けん引で、従って車両の種類は、機関車、貨車、客車の3種類である。

動力方式は、ディーゼル化が完了しており、ブレーキは空気式で、連結器は自動連結器が使用されている。

車両の修繕は、アレキープにある工場で行われているが、当面の最大の問題は、修理部品の不足で、次は修理機械等の設備の老朽化、技術水準の低さがこれに次いでいる。

1979年現在の機関車および貨車の型式別両数は表5-13で、機関車は41両あるが、稼働しているものは約半数で、修理ができず休車状態の機関車が多いことがわかる。

貨車は有がい車の比率が非常に大きく、総数の52%を占めており、タンク車が17%、無がい車はわずか12%である。

積載量別にみると、40トン積みの車両が最も多いが、最近では50トン積みのものが採用されはじめている。(写真5-3参照)

有がい車はまだ木製のものもあり、老朽化しているが、無がい車および小麦運搬用車両は金属製である。

積荷の高さの最大限度は、図5-8の如く、車体の高さの最大限度と同じく4.20mである。一般には重量貨物の輸送には無がい貨車が用いられるが、その長さは15m、幅3.2m、高さはレール面上1.1m程度であるので、積荷の高さの上限は3.1mである。

重量に関しては、無がい貨車は30トン、あるいは40トンの積載能力をもっており、長さが15mを超える場合は、例外的に他の無がい貨車を接続することができる。

表5-13 機関車および貨車の型式別両数(1979.10現在)

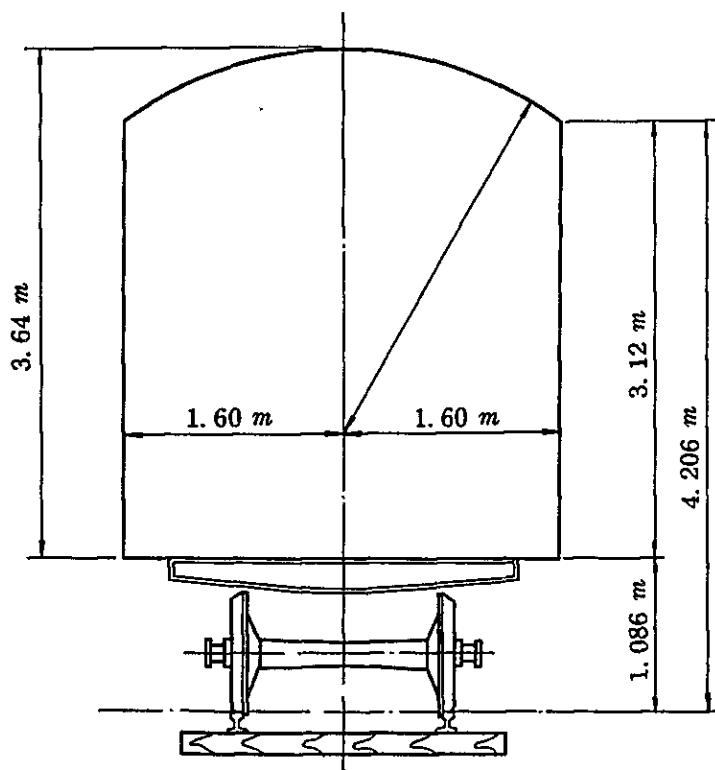
機 関 車				
	2,400 HP	電気ディーゼル		10 両
	1,800 / 2,000 HP	電気ディーゼル		17
	1,200 HP	電気ディーゼル		10
	900 HP	電気ディーゼル		1
	電気×D	ディーゼル(構内用)		3
	合	計		41
貨 車				
有	が	い	車	391 両
無	が	い	車	93
タ	ン	ク	車	128
金	風	車	両	78
そ	の	他		61
合	計			751

(出所) Empresa Nacional de Ferrocarriles.

写真 5 - 3 鉱石輸送用貨車



図 5 - 8 積荷の断面の最大値



(出所) Empresa Nacional de Ferrocarriles.

2-9 運 賃

2-9-1 貨物運賃 (注1)

現行の鉄道貨物運賃は、ORETT理事会決定№313-79TC/ORETT/T(1979-9-3)によって定められたもので、下記の項目により決定される。

- ① 積荷の形態(小口扱い、車扱い)
- ② 貨物の査定(重量、数量、体積等)
- ③ 輸送距離
- ④ 料金区分(荷物の種類により、5種に分かれる)

本計画の主要輸送品目である精鉱、液体燃料、機械類の運賃は、①については車扱い、②については問題はなく、③については、表5-14の駅間料程表より求め、④については燃料・機械類は2種、精鉱は4種であるので、表5-15、5-16の運賃表によって求めることができる。

なお参考までに国際貨物の運賃および料金をまとめると表5-17の通りである。

表5-14 駅間料程表

	Matarani	San José	Vitor	Arequipa	Yura	Pampa de Arriero	Crucero Alto	Santa Lucía	Julíaca	Nicasio	Pucará	Tirapata	Ayaviri	Santa Rosa	Marangani	Sicuani	San Pablo	Tinta	Cusipata	Urcos	Oropesa	Cuzco	
Matarani																							
San José	79																						
Vitor	98	19																					
Arequipa	147	68	49																				
Yura	176	97	78	29																			
Pampa de Arriero	218	139	120	71	42																		
Crucero Alto	334	255	236	187	158	116																	
Santa Lucía	385	306	287	238	209	167	51																
Julíaca	451	372	353	304	275	233	117	66															
Nicasio	484	405	386	337	308	266	150	99	53														
Pucará	507	428	409	360	331	289	173	122	56	23													
Tirapata	518	439	420	371	342	300	184	133	67	34	11												
Ayaviri	542	463	444	395	366	324	208	157	91	58	35	24											
Santa Rosa	582	503	484	435	406	364	248	197	131	76	75	64	40										
Marangani	637	558	539	490	461	419	303	252	186	153	130	119	95	55									
Sicuani	648	569	550	501	472	430	314	265	197	164	141	130	106	66	11								
San Pablo	662	583	564	515	486	444	328	277	211	178	155	144	120	80	25	14							
Tinta	674	595	576	527	498	456	340	289	223	190	167	156	132	92	37	26	12						
Cusipata	709	630	611	562	533	491	375	324	258	225	202	171	167	127	72	61	47	35					
Urcos	737	658	639	590	561	519	403	352	286	253	230	219	195	155	100	89	75	63	28				
Oropesa	764	685	666	617	588	546	430	379	313	280	257	246	222	182	127	116	102	90	55	27			
Cuzco	787	708	689	640	611	569	453	402	336	303	280	269	245	205	150	139	125	113	78	50	23		

(出所) Empresa Nacional de Ferrocarriles.

(注1) ORETTはOrganismo Regulador de Transporte Terrestreの略で、運輸通信省の部局で、日本の陸運局に相当する機関である。

表5-15 マタラニ・クスコ間2種車扱い貨物の運賃表(トン当たり)

(単位:ソーレス)

距離 (Km)	15 t 車	25 t 車	35 t 車	距離 (Km)	15 t 車	25 t 車	35 t 車
0- 15	447	425	415	271-280	3886	3480	3292
16- 20	512	483	469	281-290	4015	3595	3401
21- 25	576	540	523	291-300	4145	3711	3509
26- 30	641	598	578	301-310	4275	3826	3618
31- 35	706	656	632	311-320	4405	3941	3726
36- 40	771	713	686	321-330	4535	4057	3835
41- 45	836	771	741	331-340	4664	4172	3943
46- 50	901	828	795	341-350	4794	4287	4052
51- 55	966	886	849	351-360	4924	4402	4161
56- 60	1031	944	903	361-370	5054	4518	4269
61- 65	1096	1001	958	371-380	5183	4633	4378
66- 70	1160	1059	1012	381-390	5313	4748	4486
71- 75	1225	1117	1066	391-400	5443	4864	4595
76- 80	1290	1174	1121	401-420	5703	5094	4812
81- 85	1355	1232	1175	421-440	5962	5325	5029
86- 90	1420	1290	1229	441-460	6222	5555	5246
91- 95	1485	1347	1283	461-480	6481	5786	5464
96-100	1550	1405	1338	481-500	6741	6016	5681
101-110	1680	1520	1446	501-520	7000	6247	5898
111-120	1809	1635	1555	521-540	7260	6478	6115
121-130	1939	1751	1663	541-560	7519	6708	6332
131-140	2069	1866	1772	561-580	7779	6939	6549
141-150	2199	1981	1881	581-600	8038	7169	6766
151-160	2328	2097	1989	601-620	8298	7400	6984
161-170	2458	2212	2098	621-640	8558	7630	7201
171-180	2588	2327	2206	641-660	8817	7861	7418
181-190	2718	2442	2315	661-680	9077	8092	7635
191-200	2847	2558	2423	681-700	9336	8322	7852
201-210	2977	2673	2532	701-720	9596	8553	8069
211-220	3107	2788	2641	721-740	9855	8783	8286
221-230	3237	2904	2749	741-760	10115	9014	8504
231-240	3367	3019	2858	761-780	10374	9245	8721
241-250	3496	3134	2966	781-800	10634	9475	8938
251-260	3626	3250	3075	801-820	10893	9706	9155
261-270	3756	3365	3183				

表5-16 マタラニ・クスコ間4種車扱貨物の運賃表(トン当たり)

(単位:ソーレス)

距離 (Km)	15t車	25t車	35t車	距離 (Km)	15t車	25t車	35t車
0- 15	410	383	375	271-280	3193	2698	2546
16- 20	462	427	416	281-290	3298	2786	2628
21- 25	515	470	457	291-300	3403	2873	2710
26- 30	567	514	498	301-310	3508	2960	2792
31- 35	620	558	539	311-320	3613	3048	2874
36- 40	672	601	580	321-330	3718	3135	2955
41- 45	725	645	621	331-340	3823	3223	3037
46- 50	777	689	662	341-350	3928	3310	3119
51- 55	830	733	703	351-360	4033	3397	3201
56- 60	882	776	744	361-370	4138	3485	3283
61- 65	935	820	784	371-380	4243	3572	3365
66- 70	987	864	825	381-390	4348	3659	3447
71- 75	1040	907	866	391-400	4453	3747	3529
76- 80	1092	951	907	401-420	4663	3921	3693
81- 85	1145	995	948	421-440	4874	4096	3857
86- 90	1197	1038	989	441-460	5084	4271	4020
91- 95	1250	1082	1030	461-480	5294	4446	4184
96-100	1302	1126	1071	481-500	5504	4620	4348
101-110	1407	1213	1153	501-520	5714	4795	4512
111-120	1512	1300	1235	521-540	5924	4970	4676
121-130	1617	1388	1317	541-560	6134	5145	4840
131-140	1722	1475	1399	561-580	6344	5319	5004
141-150	1828	1563	1481	581-600	6554	5494	5167
151-160	1933	1650	1563	601-620	6764	5669	5331
161-170	2038	1737	1645	621-640	6974	5844	5495
171-180	2143	1825	1727	641-660	7184	6018	5659
181-190	2248	1912	1809	661-680	7394	6193	5823
191-200	2353	1999	1890	681-700	7604	6368	5987
201-210	2458	2087	1972	701-720	7815	6542	6150
211-220	2563	2174	2054	721-740	8025	6717	6314
221-230	3668	2261	2136	741-760	8235	6892	6478
231-240	2773	2349	2218	761-780	8445	7067	6642
241-250	2878	2436	2300	781-800	8655	7241	6806
251-260	2983	2524	2382	801-820	8865	7416	6970
261-270	3088	2611	2464				

(出所) Empresa Nacional de Ferrocarriles.

表 5 - 17 国際貨物の運賃および料金表

(単位：US\$)

マタラニ～プノ埠頭間鉄道運賃				
種 別	混載扱い	貨 切 扱 い		
		15 t 車	25 t 車	35 t 車
1 種	64.00	52.00	52.00	52.00
2 種	40.00	33.00	29.00	27.00
3 種	37.00	30.00	25.00	24.00
4 種	33.00	27.00	22.00	21.00
5 種	29.00	23.00	21.00	19.00

チチカカ湖上輸送運賃		
種 別	プノ～グアキ	
	プノ～グアキ	プノ～チャグアヤ
1 種	11.00	8.00
2 種	9.00	7.00
3 種	8.00	6.00
4 種	7.00	5.00
5 種	6.00	4.00

プノ埠頭での積み換え料金

種 別	料 金
商 品	1.76
鉱 物	1.76
小 麦	2.22

貨物の最低運賃および料金

種 別	運賃および料金
南部鉄道 1 種	2.35
南部鉄道 2 種～5 種	1.34
チチカカ湖上輸送	0.64
積み換え	0.35
出港および投錨	1.00

(出 所) Empresa Nacional de Ferrocarriles.

2-9-2 旅客運賃

旅客運賃も貨物運賃と同様、ORETT理事会決定№313-79TC/ORETT/T(1979-9-3)によって定められたもので、旅行距離に、マタラニ～シクアニ間は急勾配区間・緩勾配区間別、シクアニ～クスコ間は、同一の料当たり単価を乗じて計算される。主要区間の運賃および料金は、表5-18の通りである。

表5-18 マタラニ・クスコ間旅客運賃料金表

運 賃						(単位：ソール)
AREQUIPAより	1 等	2 等	AYAVIRIより	2 等	2 等	
JULIACA	1,505	925	AREQUIPA	2,025	1,245	
PUNO	1,660	1,015	JULIACA	520	320	
AYAVIRI	2,025	1,245	PUNO	675	410	
SICUANI	2,595	1,600	SICUANI	570	355	
CUZCO	3,145	1,925	CUZCO	1,120	680	
JULIACAより	1 等	2 等	SICUANIより	1 等	2 等	
AREQUIPA	1,505	925	AREQUIPA	2,595	1,600	
PUNO	155	90	JULIACA	1,090	675	
AYAVIRI	520	320	PUNO	1,245	765	
SICUANI	1,090	675	AYAVIRI	570	355	
CUZCO	1,640	1,000	CUZCO	550	325	
PUNOより	1 等	2 等	CUZCOより	1 等	2 等	
AREQUIPA	1,660	1,015	AREQUIPA	3,145	1,925	
JULIACA	155	90	JULIACA	1,640	1,000	
AYAVIRI	675	410	PUNO	1,795	1,090	
SICUANI	1,245	765	AYAVIRI	1,120	680	
CUZCO	1,795	1,090	SICUANI	550	325	

料 金

		寝 台	ビュフェ	優 等
AREQUIPA	PUNO	910	510	605
PUNO	CUZCO	—	510	605

クスコのキリヤバンバ線運賃

区 間	1 等 class	2 等 class	区 間	周遊運賃運
CUZCO - HUAROCONDO	160	105		
CUZCO - PTE.RUINAS	435	295	CUZCO-PTE.RUINAS-CUZCO	2,770
CUZCO - STA.TERESA	505	340		
CUZCO - QUILLABAMBA	665	445		
CC IODIAD COCHE ESPECIAL		200		

湖上運賃

区 間	運 賃
PUNO - GUAQUI (Miercoles)	5.555
GUAQUI - PUNO (Viernes)	5.555

(出 所) Empresa Nacional de Ferrocarriles.

第3節 鉱山開発に伴う輸送量と輸送ルート

3-1 輸 送 量

本調査の鉱山開発に伴う輸送関係諸元は、表5-19の通りである。

精鉱輸送のピーク値は、表5-20の如く1989～97年（継続年次）の9年間で年間26万4,000トン、1日あたりは稼働率を0.7とすると約1,000トンである。

表5-19 輸送関係諸元表

鉱 山 名	アタラヤ	チンタヤ	コロコワイコ	ケチュア	備 考
採 掘 法	坑内掘	露天掘と坑内掘の併用	坑内掘	露 天 掘	
建 設 期 間	操 業 中	1980～ 1982	1983～ 1985	1986～ 1988	
操 業 期 間	～1985	1983～ 1997	1986～ 2000	1989～ 2003	
操 業 度(t/日)	450	8,000	1,000	8,000	
建設中運搬量(t)	-	50,000	5,000	30,000	Max, unit φ3m、20t
操業中運搬量(t/年)	12,200	212,000	28,500	141,000	
精 鉱(t/年)	9,600	152,000	20,000	92,000	
資 材(t/年)	1,000	15,000	2,500	15,000	
燃 料(t/年)	1,600	45,000	6,000	34,000	
設 備 電 力(kW)	1,675	15,000	5,200	15,000	常時使用≒×0.75 0.75
年 間 電 力 量(MWh)	6,000	90,000	20,000	68,000	
用 水 量(t/日)	1,500	8,800	3,000	12,500	新水の量のみ
工 業 用(t/日)	1,000	7,000	2,000	11,300	
生 活 用(t/日)	500	1,800	1,000	1,200	
従 業 員 数(人)	262	900	600	650	

表 5 - 2 0 精鉱年次別輸送量

(単位: t)

年	次	ア	タ	ラ	ヤ	チ	ン	タ	ヤ	コ	ロ	コ	ワ	イ	コ	ケ	チ	ェ	ア	計
1981		9,600																		9,600
1982		9,600																		9,600
1983		9,600				152,000														161,600
1984		9,600				152,000														161,600
1985		9,600				152,000														161,600
1986						152,000				20,000										172,000
1987						152,000				20,000										172,000
1988						152,000				20,000										172,000
1989						152,000				20,000						92,000				264,000
1990						152,000				20,000						92,000				264,000
1991						152,000				20,000						92,000				264,000
1992						152,000				20,000						92,000				264,000
1993						152,000				20,000						92,000				264,000
1994						152,000				20,000						92,000				264,000
1995						152,000				20,000						92,000				264,000
1996						152,000				20,000						92,000				264,000
1997						152,000				20,000						92,000				264,000
1998										20,000						92,000				112,000
1999										20,000						92,000				112,000
2000										20,000						92,000				112,000
2001																92,000				92,000
2002																92,000				92,000
2003																92,000				92,000
最盛時 1 日当たり $\frac{264,000}{365} \div 0.7$ (稼働率) = 1,026t \approx 1,000t																				

3-2 輸送ルート

3-2-1 比較ルート

輸送ルートとしては、施設の現況と改良の可能性などを考えると現在ある道路および鉄道を利用することが妥当である。そこで、これらについて道路単独ルートと道路・鉄道併用ルートに分けて比較ルートを整理すれば次の通りとなる。(図 5-9 参照)。

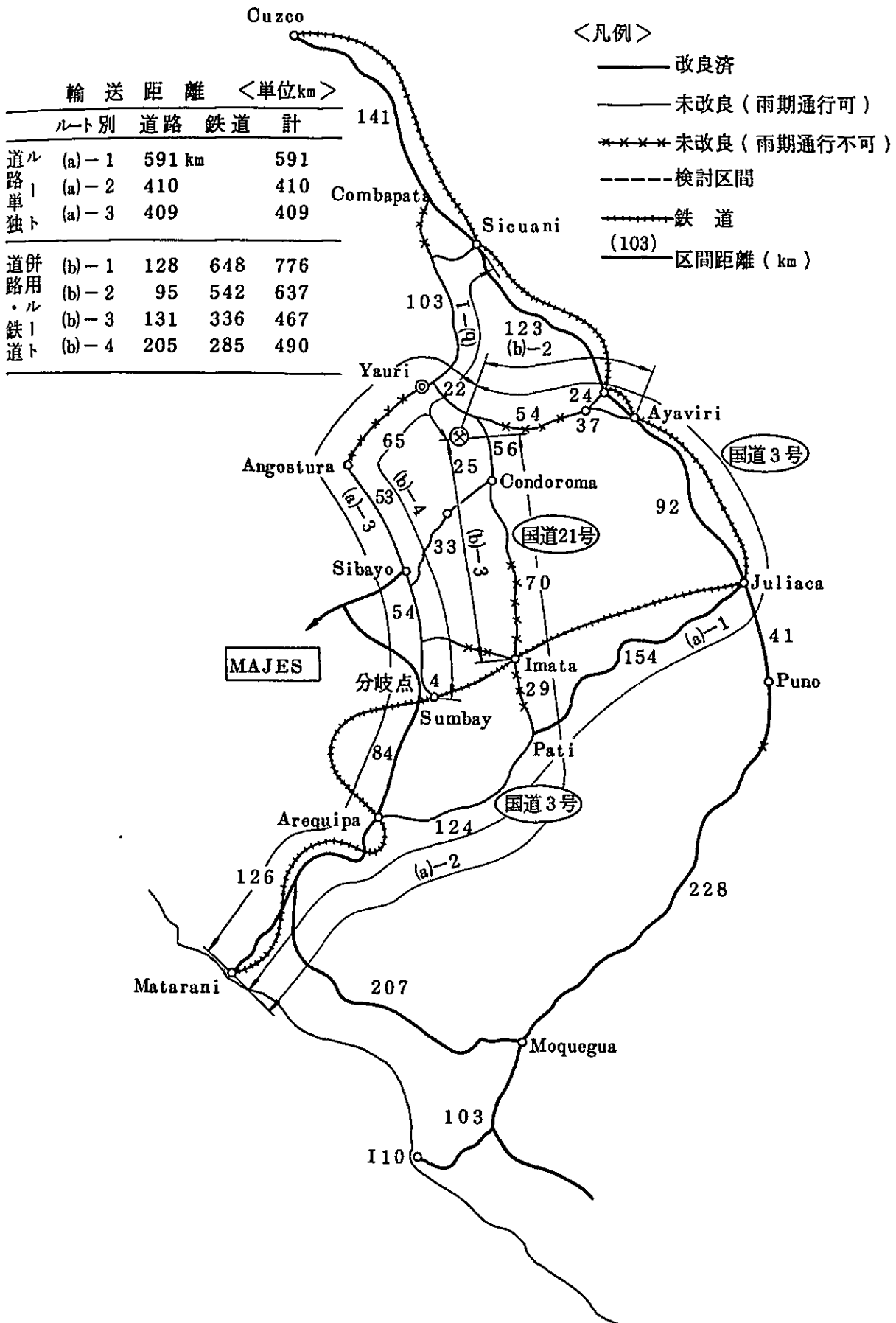
(a) 道路単独ルート

- ① 鉱山～アヤビリ～フリアカ～マタラニ港
- ② 鉱山～コンドロマ～イマタ～マタラニ港
- ③ 鉱山～シバヨ～アレキーバ～マタラニ港

(b) 道路・鉄道併用ルート

- ① 鉱山～(道路)～シクアニ駅～(鉄道)～マタラニ港
- ② 鉱山～(道路)～アヤビリ駅～(鉄道)～マタラニ港
- ③ 鉱山～(道路)～イマタ駅～(鉄道)～マタラニ港
- ④ 鉱山～(道路)～スンバイ駅～(鉄道)～マタラニ港

図 5-9 輸送ルート現況図



3-2-2 道路単独ルート

前記の3ルートのうち(a)-①フリアカ経由ルートは鉾山～アヤビリ間を除いては、現在すでにかかなりの区間が整備されており、輸送路として一応の条件は備えている。

しかし、図5-9(既出)からも明らかなように、他に比べて大幅に距離が長い為、将来の大量輸送ルートとしては好ましくなく、また並行する鉄道との比較においても、一般に輸送距離が同じならば道路輸送より鉄道輸送が有利であることから、このルートを道路単独ルートとして使用することは考えられない。

(a)-②、③ルートは、距離、建設費、走行費用の点では大差はなく、雨期の通行確保、地域開発効果および他のプロジェクトとの関係が比較の対象となる。

すなわち、(a)-②ルートはイマタ周辺部および高原地帯の盆地部において雨期には湿地状となる区間が多く、改良後においても雨期における大型車の通行条件の確保が難しいのに比べ、(a)-③ルートは比較的地盤が良好なため、改良すれば雨期の通行にあまり不安がない。

地域開発効果に関しては、(a)-②ルートは沿線地域に村落、農産業がほとんどなく将来も発展の可能性が少ないのに比べ、(a)-③ルート沿線には現在すでに鉾山も開発され、また村落も多く将来はヤウリ平原における農牧畜の開発の可能性も考えられる。

さらに、(a)-③ルートについてはマヘス計画に関連して、アンゴスツラダム建設用道路として、シバヨ～アンゴスツラ間が改良される計画があり、さらにスンバイ附近でマヘス計画の幹線道路に当ルートが合流するため、アレキーバまではすでに2車線で整備が完了し、将来も使用される予定であることである。

以上から道路単独ルートとしてはマヘス計画との調整によって建設、維持管理コストの低減が図られるとともに効率的な使用、管理が期待出来ることを考慮すれば、(a)-③ルートが優れている。

3-2-3 道路・鉄道併用ルート

既存の道路の状況は(b)-①ルートは現在一応の整備が終っているが、将来の大量輸送ルートとしては不十分で、山岳部通過が長い為拡巾改良にはかなりの費用が必要である。

(b)-②ルートはかなりの区間が未整備であるため根本的な改良を要するが山岳部の通過が少ないため、建設コスト的にみれば、(b)-①ルートに比べ大きな差はない。

一方輸送距離の点からみれば道路の延長は、(b)-①ルートの128kmに対し(b)-②ルートは95kmで約25%短いこと、鉄道の延長もマタラ=港まで(b)-①ルートの648kmに対し、(b)-②ルートは542kmで約15%短縮されることを考えると長期的に(b)-②ルートは輸送費の面で大きな節約となる。

また、鉄道の輸送力の面からもシクアニ、アヤビリ間には本線区中最も急な4.9%の上り勾配があり機関車2両でけん引しても、1個列車の輸送量は400tで、アヤビリ、フリアカ間

の1,500tに比し大きく劣り機関車の運用その他に制約を与えるので(b)－②ルートの方が有利である。

さらに地域開発効果についても、(b)－①ルートはほとんど期待出来ないのに比べ、(b)－②ルートはこの地域の商業的な中心地であるフリアカおよびポリビアとの交易地であるプノとの連絡がよくなるため、相当な開発効果が期待されるので、(b)－②ルートの整備は効果が大きい。

なお、(b)－③、④ルートに関しては、前記の道路単独ルートでの比較から、(b)－④のスパイ連絡ルートが優れていることは明白であるが、全区間の42%が道路輸送であるため鉄道の有する長距離、大量輸送の特質を生かせないため併用ルートとしては不適當である。

以上から鉄道、道路併用ルートとしては将来の輸送費用と地域開発効果等を考慮すれば(b)－②ルートが優れている。

第4節 輸送計画

4－1 鉦山～アヤビリ駅間(95Km)

鉦山からアヤビリ駅までは95Kmで、在来の道路を改良すればよいこと、精鉦の輸送量が1日最大1,000トンであることから、この間に軽便鉄道等の輸送手段を新設することはいたずらにコストを増大させるに過ぎないので、この区間はトラックにより輸送するものとする。

精鉦運搬用トラックとしては、鉦山の規模を考慮してコロコワイコ鉦山は12トン車、他は20トン車とすると、1日所要台数は次の通りである。

① チンタヤ鉦山(1983－97年－継続年次－)

$$\frac{152,000}{365 \times 20} \div 0.7 (\text{稼働率}) = 30 \text{ 台}$$

② コロコワイコ鉦山(1986－2000年－継続年次－)

$$\frac{20,000}{365 \times 12} \div 0.7 = 7 \text{ 台}$$

③ ケチュア鉦山(1989－2003年－継続年次－)

$$\frac{92,000}{365 \times 20} \div 0.7 = 18 \text{ 台}$$

4－2 アヤビリ駅～マタラニ港間(542Km)

4－2－1 輸送列車

本プロジェクトのような大量かつ定常的な輸送に対しては、専用の貨物列車を積み込み駅から取り卸し駅までピストン輸送することが、輸送を確保し、貨車の運用効率を向上させる上で有効である。

表5-5(既出)よりアヤビリ～サンタルシア間は、機関車2両でけん引すれば1個列車で1,500トンの輸送が可能で、最盛期の精鉱の輸送量が1日1,000トンであるので、他の急勾配区間については補助機関車をつける等して1日1個列車の運転とする。

4-2-2 運転時分

マタラニ～クスコ線の現在の各駅間の運転所要時間は、表5-21の通りで、アヤビリ～マタラニ間の所要時間は、約15時間であるが、停車時間および2～3時間の遅延時間を加算する必要がある。

表5-21 マタラニ～クスコ線運転所要時分

駅 間	区間距離 (km)	所要時分 (分)	平均時速 (km/h)
MATARANI - JULIACA			
Matarani - Arequipa	147	261	338
Arequipa - Yura	29	54	322
Yura - Pampa de Arriero	42	91	277
Pampa de Arriero - Crucero Alto	116	170	410
Crucero Alto - Sta Lucía	51	80	382
Sta Lucía - Juliaca	66	91	478
JULIACA - CUZCO			
Juliaca - Nicasio	33	46	430
Nicasio - Pucará	23	29	475
Pucará - Tirapata	11	13	508
Tirapata - Ayavirí	24	28	514
Ayavirí - Sta Rosa	40	48	500
Sta Rosa - Maranganí	55	91	362
Maranganí - Sicuani	11	16	413
Sicuani - San Pablo	14	18	467
San Pablo - Tinta	12	26	277
Tinta - Cusipata	35	78	269
Cusipata - Urcos	28	65	259
Urcos - Oropeza	27	60	270
Oropeza - Cusco	23	58	238
MATARANI - CUZCO	787	1,323	35.7

(出所) Empresa Nacional de Ferrocarriles.

4-2-3 積み込み設備

3-2-3の輸送ルートの検討の結果道路・鉄道併用ルートは、アヤビリ駅経由が優れていることがわかったが、現在のアヤビリ駅は北側は市街地、南側は20mを越す断崖に挟まれていて拡張の余地がない。

このため、アヤビリ駅のクスコ方、フリアカ起点96.5km付近(写真5-4参照)に専用の貨物駅を設けるものとする。

現在シクアニ駅では、表5-22のような方法で積み込みを行っている。

表 5-22 シクアニ駅精鉱積み込み方法

鉱山名	数 (t/日)	荷姿	積み込み方法	1車積み込み 所要時間
アタラヤ	500	バラのまま	ホーム上に仮置き後、人力積み込み またはトラックより直接人力積み込み	4時間
カタンガ	1,000	40kg袋詰め	ホーム上に仮置き後、人力積み込み	2時間

写真 5-4 貨物駅予定地

(フリアカ起点、9.6.5km付近)



上記の方法は、トラックより貨物ホームへの取り卸しと、貨物ホームから貨車への積み込みを人力によっており、非効率であるので、新しい貨物駅はトラックから直接貨車に積み込むことが望ましい。従って貨物駅のレイアウトとしては、本線と平行に有効長400mの着発線および積み込み線を設け、積み込み線に接するホームはダンプトラックより貨車に直接取り卸しが可能な高さとする。

4-2-4 取り卸し設備

マタラニ駅における精鉱の取り卸し方法は、取り卸し場の高さが軌道を中心として片側が軌条面と同一高さ、他方が約1.2m低い取り卸し線上に無がい車を押し込み側板を開いた後、ブルドーザーで低い方に押し落とし、残りを人力で処理する方式であるため、極めて迅速で1車20分程度である。(写真5-5参照)

取り卸された精鉱は、ブルドーザーまたはショベルローダーで運ばれ、ベルトコンベヤーにより船積みされる。集積場の面積もベルトコンベヤーの能力も1日1,000t程度の精鉱が増えても充分処理可能であるので、現設備のままで問題はない。

写真 5-5 マタラニ駅鉱石取卸線



4-2-5 使用貨車

現在、無がい車が不足していることおよび運搬中の飛散、雨水による貨車外への流出等より一部有がい車を使用されているが、ポリピア鉱石輸送用には既に50t積み無がい車を使用されているので、車両製作費の軽減、機械化による積み卸し費の節約等より50t積み鋼製無がい車を使用するのが適当と考えられる。

現在検討中の南部鉄道の復興計画において貨車の増備が考えられているが、本プロジェクトは考慮されておらず計画輸送量の5割に相当する数量であるため、専用貨車の増備が必要である。

精鉱輸送の年次別の貨車の必要両数を運転時間、積み卸し時間を含め1サイクル72時間(3日)とし、検修等の予備車の割合を10%として算出すると表5-23の通りとなる。

表 5-23 貨車の必要両数

	1983-85年 (継続年次)	1986-88年 (継続年次)	1989-97年 (継続年次)
年間精鉱輸送量(t)	152,000	172,000	264,000
1日当たり精鉱輸送量 ¹⁾ (t)	595	673	1,026
1日当たり発送貨車数(両)	12	14	20
運用貨車数(両)	36	42	60
必要貨車数(両)	40	46	66

注) 1) 1日当たりの輸送量は年間輸送量の $\frac{1}{365}$ を稼働率0.7で割った値

第5節 輸送費の比較

3-2で検討した道路単独ルート〔(a)-③鉱山～シバヨ～アレキーバ～マタラニ港〕と道路鉄道併用ルート〔(b)-②鉱山～アヤビリ駅～マタラニ港〕の道路部の条件は図5-

10、図5-11の通りで、これに基づいて両者の輸送費を比較検討する。

5-1 道路単独ルート

道路の走行費用を算出する基礎データとしては ORETT理事会決定 No. 366-79 TC / ORETT / T (1979-9-30) によって決められた表5-24を使用する。

表5-24 トラックの走行費用

基本料金		(単位 ソーレス)		
走行距離	1車当たり走行費(ソーレス)			
0~500 km	$847.5 + 4.68 \times L \times T$			
500 km以上	$6.55 \times L \times T$			
		L: 走行距離	T: 積載トン数	
補正值				
種	別	アスファルト係数	砂利舗装	未舗装
平地	1,000 m以上勾配0~3%	1.00	1.58	2.15
森林	1,000~2,500 m 3~5%	1.20	2.10	2.90
山地	2,500 m以上 5~7%	1.40	2.80	3.90

(出所) Organismo Regulador de Transporte Terrestre.

鉱山~マタラニ港間のうち鉱山~アレキパ間283 kmの補正值を山地の砂利道2.80とアレキパ~マタラニ港間126 kmの補正值を森林および平地のアスファルト道の平均値1.1とし20tトラックの場合のトン当りの走行費を求めると次の通りである。

基本料金 $847.5 + 4.68 \times 409 \times 2 \times 20 = 78,260$ ソーレス

補正值 $(283 \times 2.8 + 126 \times 1.1) \times 1 / 409 = 2.28$

トン当たり走行費 $78,260 \times 2.28 \div 20 = 8,920$ ソーレス

5-2 道路鉄道併用ルート

道路の走行費は前項の表5-24を使用するが、鉄道についてはそれに見合う輸送原価が入手できなかったので貨物運賃を使用することとした。

なお精鉱輸送用の専用貨車の製作費用を鉄道側、鉱山側のいずれが負担するかは今後、協議決定すべき問題である。

日本ではタンク車、底開き車等の特殊貨車は輸送確保の面から企業が車両を購入し、鉄道に運用保守を委託する私有貨車制度が発達しており、全貨車の2割を占めている。

貨物運賃は当然貨車の製作・保守費等の一切を含んだものであるので私有貨車の場合、その相当分を差し引いた割引運賃を適用しており、普通の場合15%引きとなっている。

図5-10 道路条件一覧表 ④ルート

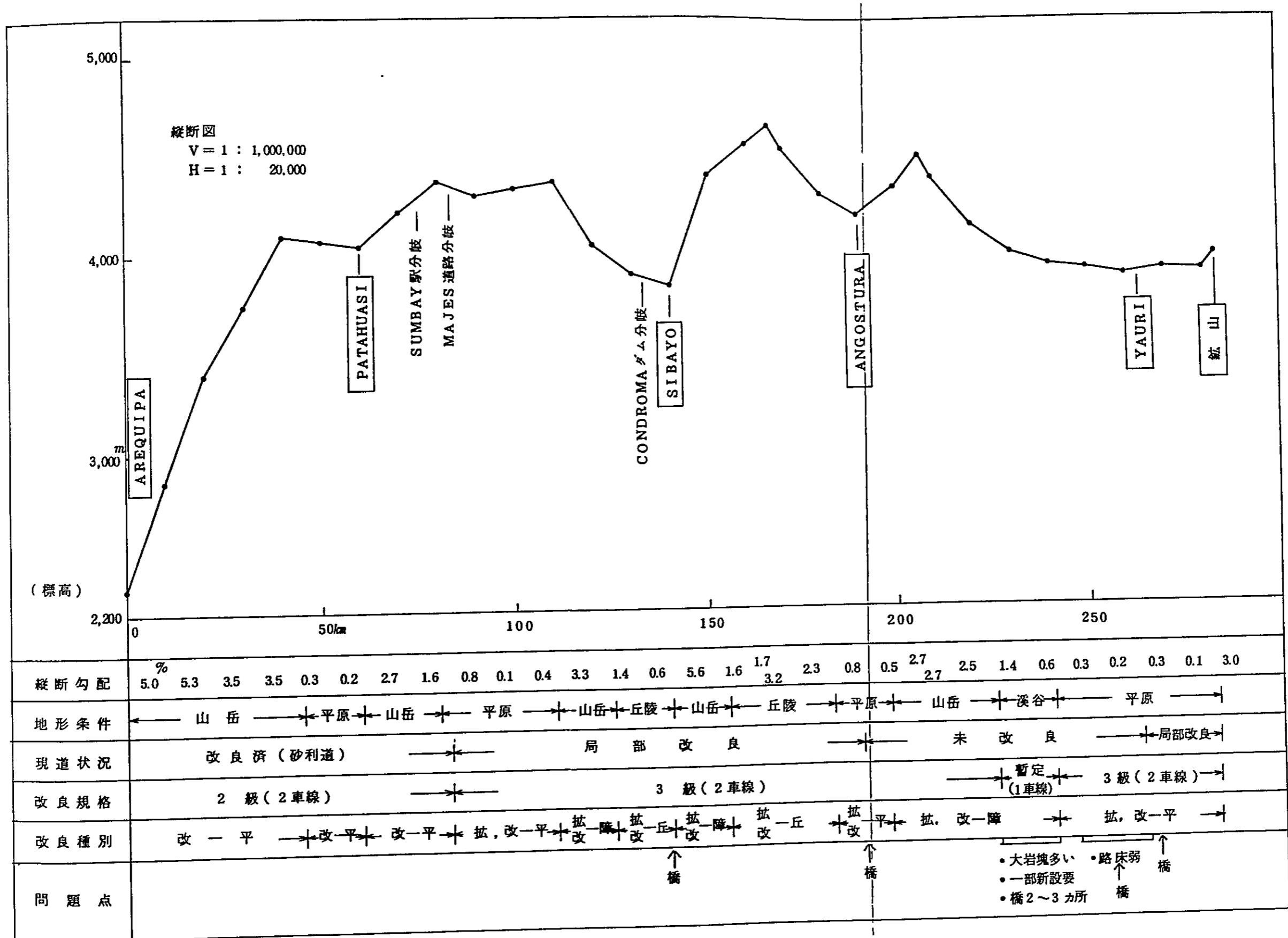
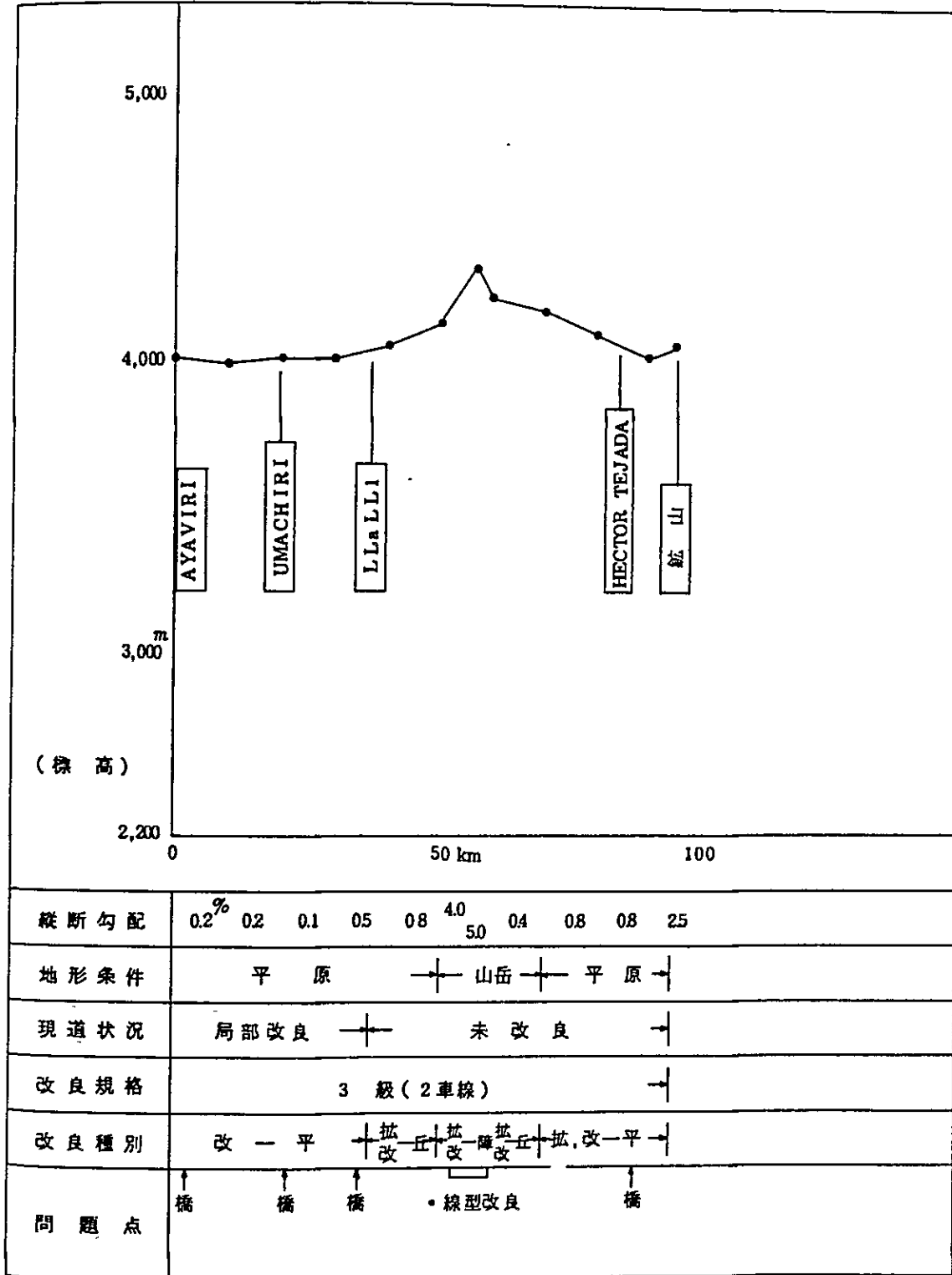


図 5 - 1 1 道路条件一覧表 ⑩ルート



従って今回の輸送費の比較には(私有貨車)+(割引運賃)=(普通運賃)の原則から、便宜上普通運賃を使用して検討するものとする。

① 鉱山～アヤビリ駅間(95 km)

鉱山～アヤビリ駅間95 kmのトン当たり走行費用を、補正率を山地の砂利道の値2.80とし20トントラックとして求めると次の通りである。

基本料金 $847.5 + 4.68 \times 95 \times 2 \times 20 = 17,480$ ソーレス

補正値 2.8 ソーレス

トン当たり送行費 $17,480 \times 2.8 \div 20 = 2,448$ ソーレス

② アヤビリ駅～マタラニ港間(542 km)

精鉱は、4種であるので表5-16(既出)よりトン当たり運賃を求めると4,840ソーレスである。

③ 積卸料

トン当たり積卸料は、表5-17(既出)より積込、取卸料をトン当たり1.75 US \$ = 430ソーレスとすると、 $430 \times 2 = 860$ ソーレスである。

以上より鉱山～マタラニ港間のトン当たり輸送費は、 $2,448 + 4,840 + 860 = 8,148$ ソーレスとなる。

5-3 両案の比較

前2項の検討より精鉱のトン当たり輸送費は道路単独ルートの場合8,920ソーレス、道路鉄道併用ルートの場合8,148ソーレスで道路鉄道併用ルートの方が約8%安い。

このほか道路の建設費も表5-25の如く道路単独ルートは2,077万US \$、道路鉄道併用ルートは566万US \$で大きな差があり、維持管理費もほぼ建設費に比例するので、道路鉄道併用ルートの方が有利である。

表5-25 道路建設費の比較

工種別	地形別	キロメートル 当たり建設費 100万 ソーレス	道路単独ルート案 (a)-③ルート		道路鉄道併用ルート案 (b)-②ルート	
			距離 (km)	建設費 (100万ソーレス)	距離 (km)	建設費 (100万ソーレス)
新設	障害地	39.2	5	196.0	-	-
新設	丘陵地	30.4	15	456.0	2	61
拡張改良	障害地	16.9	68	1,149	8	135
拡張改良	丘陵地	14.4	28	403	23	331
拡張改良	平坦地	8.7	84	731	25	218
改良	平坦地	3.8	8.3	315	37	140
計			283	3,250 (20,768千US \$)	95	885 (5,656千US \$)

註 1978年時点の建設費を1 US \$ = 180ソーレスでドル換算し1979年価格への修正は15%増とした。

第6節 鉄道整備計画

6-1 復興および新線計画における関連項目

現在検討されている復興計画は、1990年までの需要に対応しうるよう老朽化した車両・施設等の取り替えを主とするものである。

その計画には、機関車16両、客車104両、貨車250両の購入が予定されているが、本プロジェクトの精鉱輸送は考慮されておらず、その輸送量は復興計画の5割に相当する大きな数量であるため、十分な協議調整が必要である。

その他レールおよび同付属品9,680トンの交換による軌道強化が計画されているが、これによる列車速度の向上は専用貨車の回転を早めることにより、貨車運用に余裕のことが期待される。

関連のある新線建設工事としては、マタラニ〜イロ間が着工されており、そのうちマタラニ〜モジェンド間約15kmは路盤工事がすでに完了し、80年度には開通の予定である。

現在精鉱および一般雑貨は、マタラニ港で扱っているが、ガソリン、重油等の燃料類はモジェンド港で扱っており両港間に鉄道がないため、ラ・ホヤ〜モジェンド間約87kmは燃料専用の列車を運転しているが、両港が結ばれることにより山間部へ運ばれる燃料用タンク車の運用が容易になる。

6-2 本プロジェクト実施に必要な項目

専用列車による精鉱および発電用重油の輸送に必要な項目は、次の通りである。

- ① 必要な機関車の確保
- ② 必要なタンク車の確保
- ③ 必要な専用貨車の確保
- ④ フリアカ駅入口の短絡線の新設
- ⑤ 精鉱積込専用貨物駅の新設

①については、1個列車1,000トン輸送の場合けん引機関車は2両必要で、アヤビリ〜マタラニ間の運転所要時間は約15時間であるため、アヤビリ駅より積車、マタラニ港から空車だけの専用列車を毎日1本ずつ運転する必要がある。

これらの輸送は、南部鉄道における他の輸送と複雑に結合し、急勾配区間ではさらに補助機関車が必要であるため、列車ダイヤおよび機関車運用計画を充分検討しなければ必要両数は確定できないが、4両程度と考えられる。

②については、コロコワイコ鉱山が操業を開始する1986年には、マチュビチュその他の発電所からの送電網が完成する予定であるので、チンタヤ鉱山に必要な電力のみをディーゼル

発電によるものとする。

その場合の発電用重油の所要量は1日約80トンであるので、所要貨車数は50トン積タンク車2両、精鉱と同じく1サイクル3日とすれば6両、検修予備を含めれば7両程度となる。

タンク車は現在、既に相当数がモジェンド港からシクアニ、クスコ方面への輸送に使用されているので、復興および新線計画と調整することにより、新規の所要両数を減少させることが可能と考えられる。

③の専用貨車については、現在無がい車の占める割合が12%と少ないこと、精鉱運搬用の50トン積み無がい車はポリビアの鉱石輸送に使用されているだけで余裕が全くないこと、また復興計画においてもわずか20両しか考えられておらず、将来全体の貨車数に余剰の生ずる見込みはない。このため当プロジェクトに必要な貨車は、新しく増備することが必要で、その所要両数は最盛期において66両である。

④の短絡線の新設は、現在アレキーパよりアヤビリ、クスコ方面へ向う列車はフリアカ駅に到着後、折返し運転をしなければならない。このため機関車および車掌車の付け替えその他に時間を要するので、フリアカ駅に寄らず直通運転が可能なよう駅の入口に短絡線を新設するものである。

復興計画による列車の速度向上と併せ専用列車の運転時分を短縮することにより、貨車の回転を早め、余裕を生み出すことが可能となる。

⑤の貨物駅の新設は、前述の如くアヤビリ駅には拡張の余地がないため、現駅の終点寄りのフリアカ起点9.65 km 付近に年間扱い能力30万トンの専用貨物駅を新設するものである。

6-3 車両および設備費

本プロジェクト実施に必要な諸施策は、前項で述べた通りであり、年次別の所要金額は表5-26の通りである。

表5-26 年度別車両および設備費

(単位：1,000 US \$)

種 別	単位	単 価	1982年度		1985年度		1988年度		計
			数量	金額	数量	金額	数量	金額	
機関車 110t D. E.	両	880	4	3,520	—	—	—	—	3,520
タンク車 50t 積み	両	60	7	420	—	—	—	—	420
無がい車 50t 積み	両	52	40	2,080	6	312	20	1,040	3,432
短絡線	式	270	1	270	—	—	—	—	270
貨物駅	式	600	1	600	—	—	—	—	600
計			—	6,890	—	312	—	1,040	8,242

第7節 輸送施設整備費の負担区分と輸送費

鉱山開発の経済性を総合的に評価するには、輸送費についても考慮する必要があるが、これには道路の建設費、維持管理費、走行費および鉄道運賃が含まれる。

7-1 道路整備費の負担区分

道路建設費、維持管理費の官民負担区分については、地域開発的な要素をかなり持つ道路であるため、道路開発に伴う地域へのインパクトを考慮して決める必要があるが、現段階においては、具体的な地域開発の計画も立案されていないため、その割合を決めることは困難である。

従って、ここでは現在、道路通行の必要性がほとんどなく、主として鉱山を開発するために道路開発の必要がある区間については全額鉱山負担とすると、鉱山～ヘクトール・テハダ～ヤヌエボ間が対象となる。

なお、維持管理費については、鉱山の重量車の割合が大きいと考えられることから、全区間について、折半、負担とする。

7-2 鉄道整備費の負担区分

本プロジェクトに必要な鉄道施設の整備は6-2にのべた通りであるが、荷主の要望に応え貨物を輸送するのが鉄道の使命で、貨物運賃は輸送施設、動力費、人件費等のすべてを含んだものであるため、輸送に必要な施設の整備は、すべて鉄道側が負担すべきもので、現在立案中の復興計画に折り込まれなければならぬ事項である。

しかし、本プロジェクトの輸送量は復興計画のその5割に相当する極めて大きい数量であること、荷主にとっても輸送の確保という利点があること、貨車製作費を肩代わりする私有貨車制度の採用について、充分鉄道側と打合わせることが望ましい。

この問題は鉄道経営の基本問題で、現在どちらとも判断できないので、(私有貨車)+(特定運賃)=(普通運賃)の原則から、便宜上施設の整備はすべて鉄道側が行うものとし、普通運賃を用いて輸送費を計算するものとする。

7-3 道路走行費および鉄道運賃

5-2において検討した如く鉱山からアヤビリ駅までの道路走行費は、トン当たり2,450ソール、アヤビリ駅からマタラニ港までの積み卸料を含めた鉄道運賃は、トン当たり5,700ソールであるため、年度別および鉱山操業期間中の所要額を79年価格換算で求めると表5-27の通りで、総額4,598万ドルのうち道路走行費1,248万ドル、鉄道運賃3,350万ドルである。

表 5 - 2 7 道路走行費および鉄道運賃計算表

年	割引率 7%/年	輸 送 ト ン 数			鉱山〜アヤビリ駅間		アヤビリ駅〜 マタラニ港間		合 計 US\$
		建設資材	精 鉱	資 機 材	数 量	金 額	数 量	金 額	
		トン/年	トン/年	トン/年	トン/年	US\$	トン/年	US\$	
1979	1.000								
80	0.935	16,670			16,670	158.1	16,670	464.6	622.7
81	0.873	16,670			16,670	148.4	16,670	435.2	584.6
82	0.816	16,670			16,670	138.7	16,670	407.7	546.4
83	0.762	1,670	152,000	15,000	152,000	1,181.4	152,000 16,670	2,523	3,704.4
84	0.712	1,670	152,000	15,000		1,103.9	152,000 16,670	2,926	4,029.9
85	0.666	1,670	152,000	15,000		1,032.6	152,000 16,670	2,737	3,769.6
86	0.623	10,000	172,000	17,500	172,000	1,093.0	172,000 27,500	3,058.4	4,151.4
87	0.582	10,000	172,000	17,500		1,021.1	172,000 27,500	2,857.2	3,878.3
88	0.541	10,000	172,000	17,500		949.1	172,000 27,500	2,655.9	3,605.0
89	0.508		264,000	32,500	264,000	1,368.0	264,000 32,500	3,680	5,048.0
90	0.475		264,000		264,000	1,279.0	264,000 32,500	3,441	4,720
91	0.444		264,000		264,000	1,191.2	264,000 32,500	3,216.3	4,407.5
92	0.415		264,000		264,000	1,117.6	264,000 32,500	3,006.3	4,123.9
93	0.388		264,000		264,000	1,044.8	264,000 32,500	2,810.7	3,855.5
94	0.362		264,000		264,000	974.8	264,000 32,500	2,622.3	3,597.1
95	0.339		264,000		264,000	912.9	264,000 32,500	2,455.7	3,368.6
96	0.317		264,000		264,000	853.6	264,000 32,500	2,296.3	3,149.9
97	0.296		264,000		264,000	797.0	264,000 32,500	2,144.2	2,941.2
98	0.277		112,000	17,500	112,000	316.4	112,000 17,500	882.1	1,198.5
99	0.258		112,000		112,000	294.7	112,000 17,500	821.6	1,116.3
2000	0.242		112,000		112,000	276.5	112,000 17,500	770.6	1,047.1
01	0.226		92,000	15,000	92,000	212.0	92,000 15,000	595.4	807.4
02	0.211		92,000		92,000	198.0	92,000 15,000	555.9	753.9
03	0.197		92,000		92,000	172.7	92,000 15,000	484.8	657.5
<u>計</u>						<u>17,835.4</u>		<u>47,849.2</u>	<u>65,684.6</u>
輸送トン数は稼働率 0.7 として封増してあるので						合計×0.7		<u>33,494.4</u>	<u>45,979.2</u>
						= 12,484.8	内訳	建設資材	1,669.4
								精 鉱	40,191.3
								資 機 材	4,118.5

7-4 輸 送 費

以上検討した道路の建設・維持管理費の官民負担別に、79年価格換算で鉱山操業完了までに要する道路走行費および鉄道運賃をまとめると表5-28の通りで、総額5,190万ドルのうち鉱山負担分は4,994万ドルである。

表5-28 鉱山関連輸送費（1979年価格換算）

費 目	(単位 1,000 US \$)		
	総 額	鉱山負担	公共負担
建 設 費	4,938	3,466	1,472
維 持 管 理 費	980	490	490
道 路 走 行 費	12,485	12,485	—
鉄 道 運 賃	33,494	33,494	—
合 計	51,897	49,935	1,962

- 註1 輸送費用は1983～2003年（継続年次）までの間の値である。
- 2 鉱山操業は、チンタヤ（1983～97年—継続年次—）、コロコワイコ（1986～2000年—継続年次—）、ケチュア（1989～2003年—継続年次—）、アタラヤ（1978～86年—継続年次—）の期間とする。
- 3 道路建設は1982年に完了と仮定し投資中心年は1981年とする。
- 4 維持管理費は200万ソールズ/年・km（1978年単価）を使用する。
- 5 現価換算の割引率は年7%とする。
- 6 1978年時点のドル換算レートは（1US\$ = 180ソールズ）とし、1979年時点への修正は15%増とする。
- 7 道路走行費用および鉄道運賃については1979年でドル換算し、上昇は考えない。

第8節 次期詳細調査への提言

8-1 結 語

本章は銅鉱山開発を軸とする総合地域開発計画のインフラストラクチャーの一部門として、前年度の道路開発調査に引き続き鉄道施設の整備について調査を行ったものである。

本プロジェクトの精鉱のような大量、長距離かつ定常的な輸送は鉄道輸送にもっとも適したものである。鉱山からアヤビリ駅まで95kmは道路、アヤビリ駅～マトラニ港間542kmは鉄道を利用する道路鉄道併用案が鉱山から直接マトラニ港まで409kmをトラックで輸送する道路単独案に比べ、道路の建設、維持費が約3分の1以下で、道路走行費・鉄道運賃の計も約8%安く、今後ますます深刻化する石油事情を考慮すると、省エネルギーの観点からも有

利であると言える。

鉾山主体に考えればこのような結論となるが、道路単独案もエスピナル郡とアレキープおよび海岸地帯との連絡所要時間が大幅に短縮されることに加え、沿線の開発効果の期待が大きいことを考えると、この地域の開発に寄与するところが非常に大きく、中小量物資の速達という面では、鉄道輸送に勝っている。

災害・事故・降雪による通行不能等のリスクを考えると複数の輸送経路を持つことは極めて望ましいことであるので、当面鉾山からの最寄駅であるアヤビリ駅までを道路、アヤビリ駅よりマタラニ港までを鉄道で輸送することが現実的な方法であるが、これと併行してアレキープまでの道路を整備することが望ましい。

8-2 提 言

今回の調査は、道路・鉄道とも限られた短期間の調査であったため、今後詳細調査に当たって検討すべき事項のうち主なものをあげるとつぎの通りである。

8-2-1 道路関係

① この地区の道路の最大の欠陥は、雨期（12～4月）における通行の障害である。

今回の調査は乾期であったため、雨期の状況の詳細な調査が是非とも必要である。とくにアプリマック溪谷通過部は、建設コストも大きく、また将来も通行に支障を与える恐れが強いため、雨期の状況も正確に把握し、慎重な検討が必要である。

② 道路建設等のコストに関しては、現在ペルー国では異常なインフレが進行しており、将来のコストの推定は不可能な状態にあるため、具体的な計画を検討する段階でコストの時点修正が是非必要である。

③ 道路単独ルートは、かなりの区間が何らかの形でマヘス計画と共用となるので、改良、維持管理について、密接な計画調整を図って行く必要がある。

8-2-2 鉄道関係

専用列車による精鉾の輸送は、使用される線路等の諸設備、機関車、貨車等が他の輸送と複雑に結合しているため全体の輸送体系の中で計画しなければならない。

とくに現在南部鉄道は、鉄道復興の長期計画を立案中で、その進捗状況を含め将来計画全体を考慮に入れなければならないので、鉄道側と十分な協議調整を行い、次の事項を検討する必要がある。

① 列車運用状況の把握

現在の運転状況を調査し、機関車性能、軌道状況、構内作業等を明らかにする。

② 輸送時分の算出

軌道強化による速度向上、フリアカ駅入口の短絡線新設による時間の短縮、貨物専用駅における積込時間等を検討して専用列車の1サイクルの所要時間を算出する。

③ 必要車両数の決定

復興計画における車両の増備と調整の上必要な機関車、タンク車、専用貨車の両数を決定する。

第6章 港 湾 开 发



第6章 港 湾 開 発

第1節 ペルー南部港湾の現況

ペルーには30の港湾があり、すべて国家港湾公社（ENAPU：Empresa Nacional de Puertos）により管理されている。それらの港の内、南部に位置するマタラニ港とイロ港は、クスコ州に最も近く、同州南部地区の各鉱山から産出が予想される精鉱積出港の候補地として有望である。図6-1にペルーの港湾位置図を示す。

図6-1 ペルー港湾位置図



1-1 港湾の概況

1-1-1 マタラニ港

(出所) Empresa Nacional de Puertos

(1) 歴史的概要

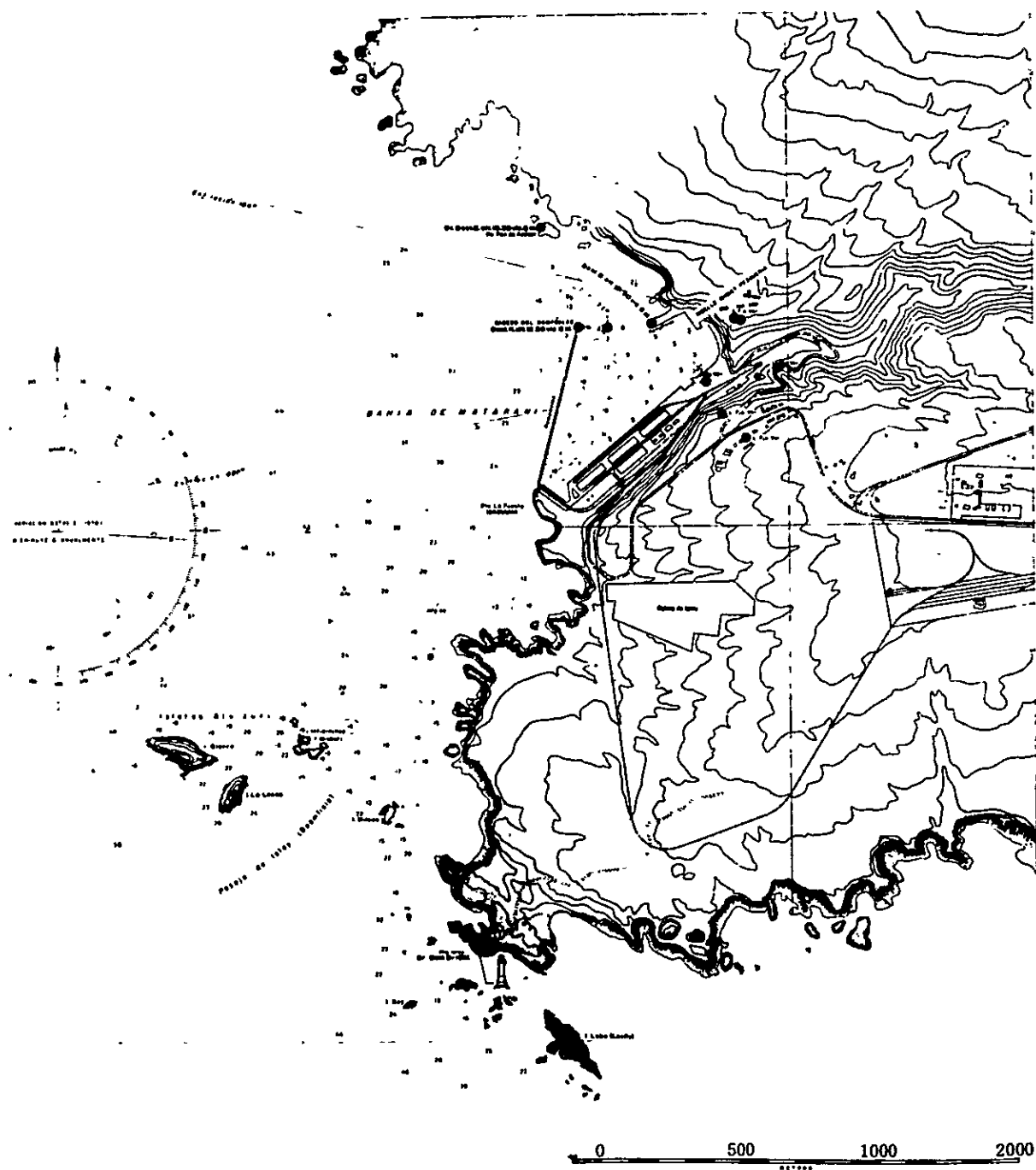
マタラニ港はアレキパ州の主要港であり、モジェンドへ15 kmのイスライ地区に位置する。同港の建設は1942年に完了したが、創業開始は1947年のマンタロ号の接岸以来である。1951年にはマタラニ港とラ・ホヤに鉄道が開通し、1956年には穀物真空吸上げ設備の運転が始まった。また1968年には漁業用埠頭が完成し1970年には延長530 mの鉱石運搬用ベルトコンベアーの運転を開始された。図6-2にマタラニ港の位置図、図6-3にマタラニ港の平面図を示す。

(2) 地理的位置

緯度 南緯 17°00′

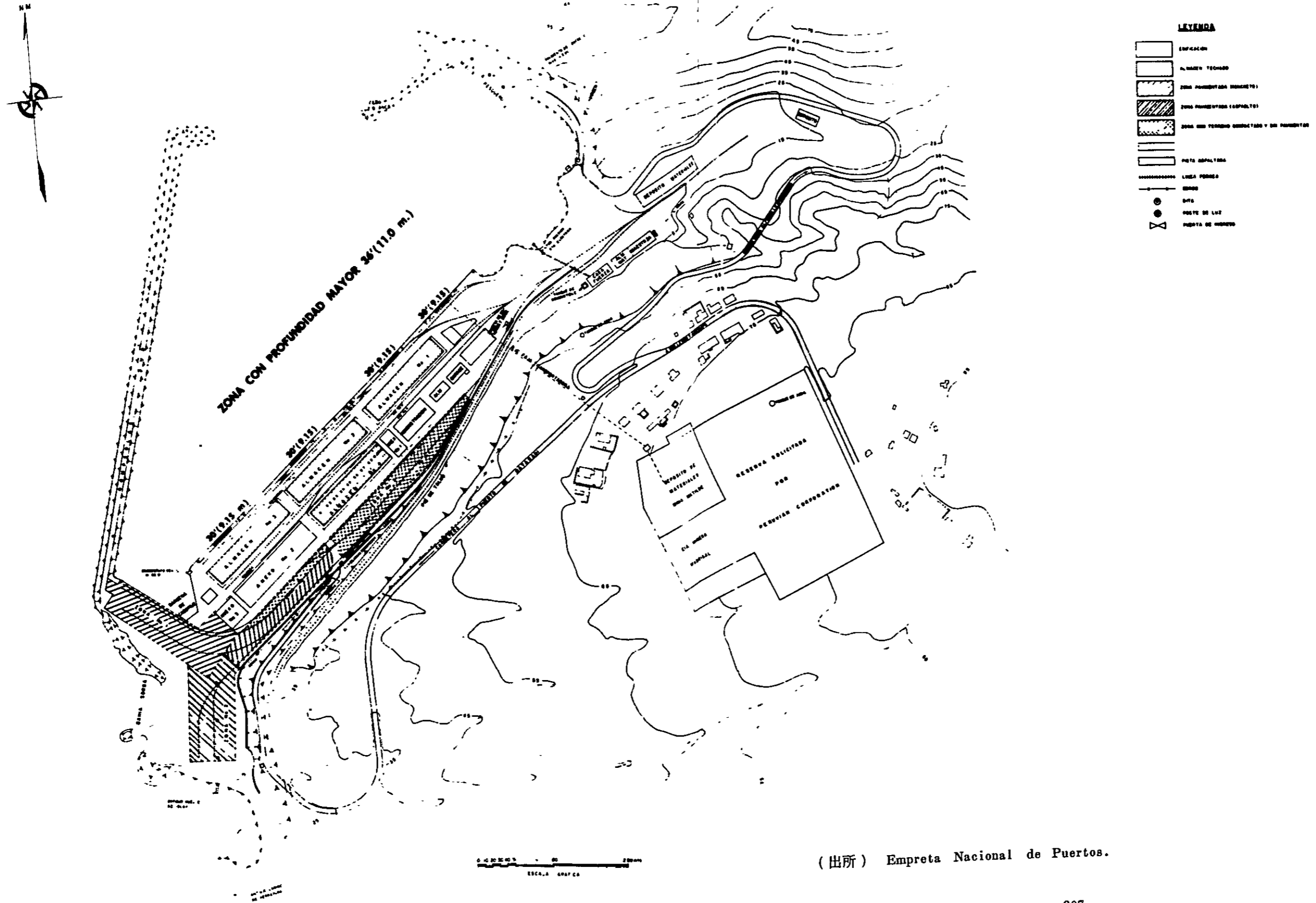
経度 西経 72°07′

図 6-2 マタラニ港位置図



(出所) Empresa Nacional de Puertos.

図 6-3 マタラニ港平面図



(出所) Empresa Nacional de Puertos.

(3) 勢力範囲と交通路

アレキーバ州全域、モケグア州、クスコ州およびプノ州の一部地域をその勢力範囲としている。また海岸線を持たない隣国ボリビア共和国の輸出入の窓口となっている。交通路は以下の通りである。

ハイウェイ：モジェンドまでの15 kmのハイウェイおよび港から800 m離れた位置を起点とするラ・ホヤまでの50 kmのハイウェイ（ラ・ホヤでパンアメリカンハイウェイに接続する）がある。

鉄 道：ラ・ホヤまでの62 kmの鉄道があり、南部鉄道（Ferrocarril del Sur）と接続している。

(4) 港の全景

マタラニ港はモジェンド港の北8.5海里、カヤオ港の南46.5海里に位置し岩丘のふもとにある港である。船舶の安全係留、港内保全のための2本の防波堤がある。港内はあまり広くない。港口部が狭いので、出入港には多少の問題がある。港内水深は-6~-2.9 mである（写真6-1）。

(5) 港湾施設

外郭施設：南防波堤 延長 650 m

東防波堤 延長 145 m

図6-4にマタラニ港の防波堤断面図を示す。

係留施設：水深-10.0 mの岸壁（延長580 m）

図6-5、6-6にマタラニ港の岸壁標準断面図を示す。

エプロン幅20.0 m

倉 庫：第1倉庫（輸入品用）

棚積19万 ft³ 床積9,000 t

第2倉庫（輸入品用）

棚積16万 ft³ 床積9,000 t

第3倉庫（輸出品用）

面積3,533 m²

第4倉庫（容量1万1,000 tの穀物貯蔵サイロ12基）

国内消費およびボリビア共和国向け輸入穀物を取扱う。

付属倉庫 合計面積5,839 m²

野 積 場：合計面積4万2,376 m²

曳 船：800 HP、780 HP、720 HP 各1隻

機械設備：トラクター

22台 能力3,000~8,000 Lbs

フォークリフト

24台 能力5,000~3万 Lbs

移動式クレーン

9台 能力6~25 t

写真6-1 マタラニ港

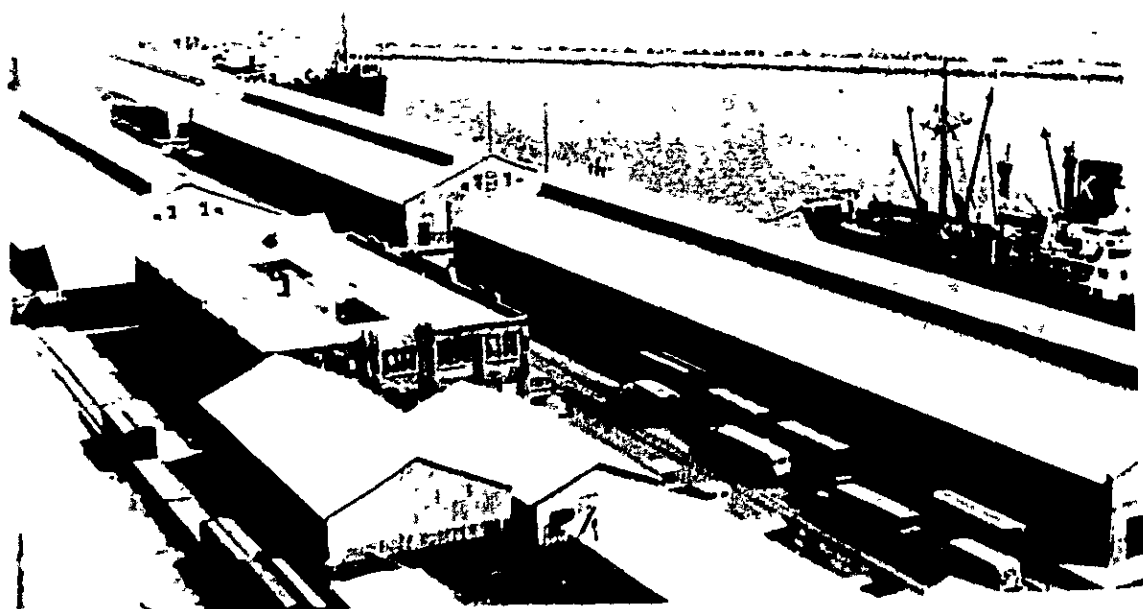
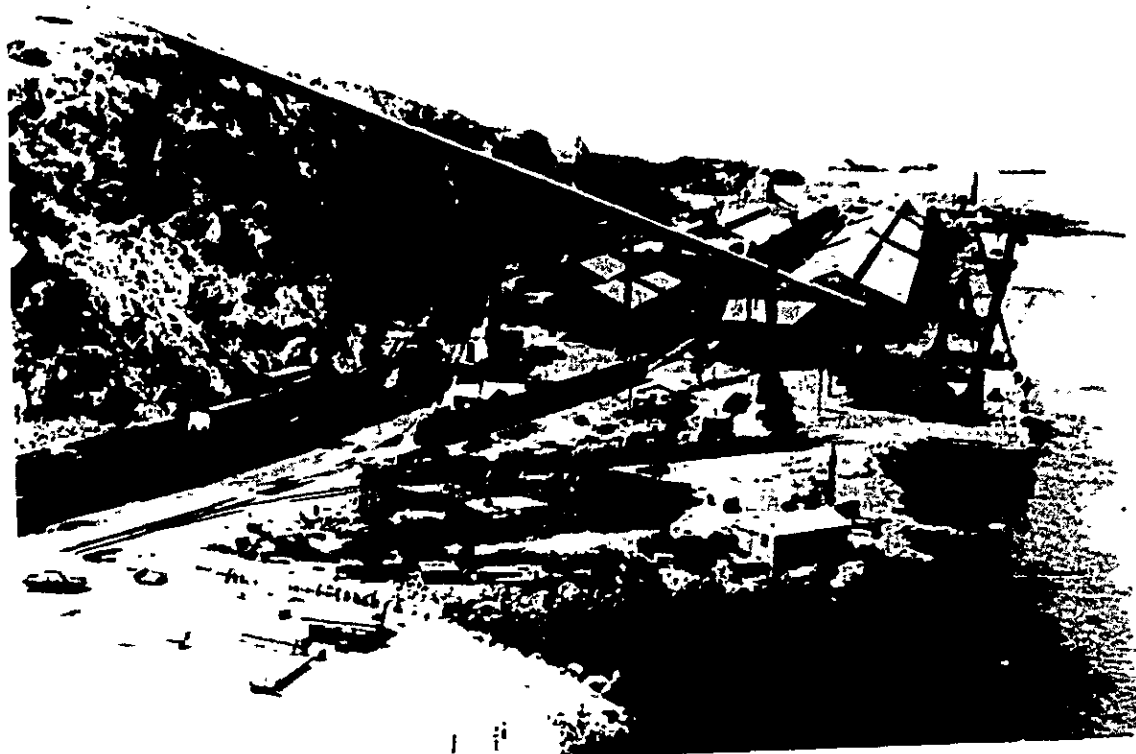
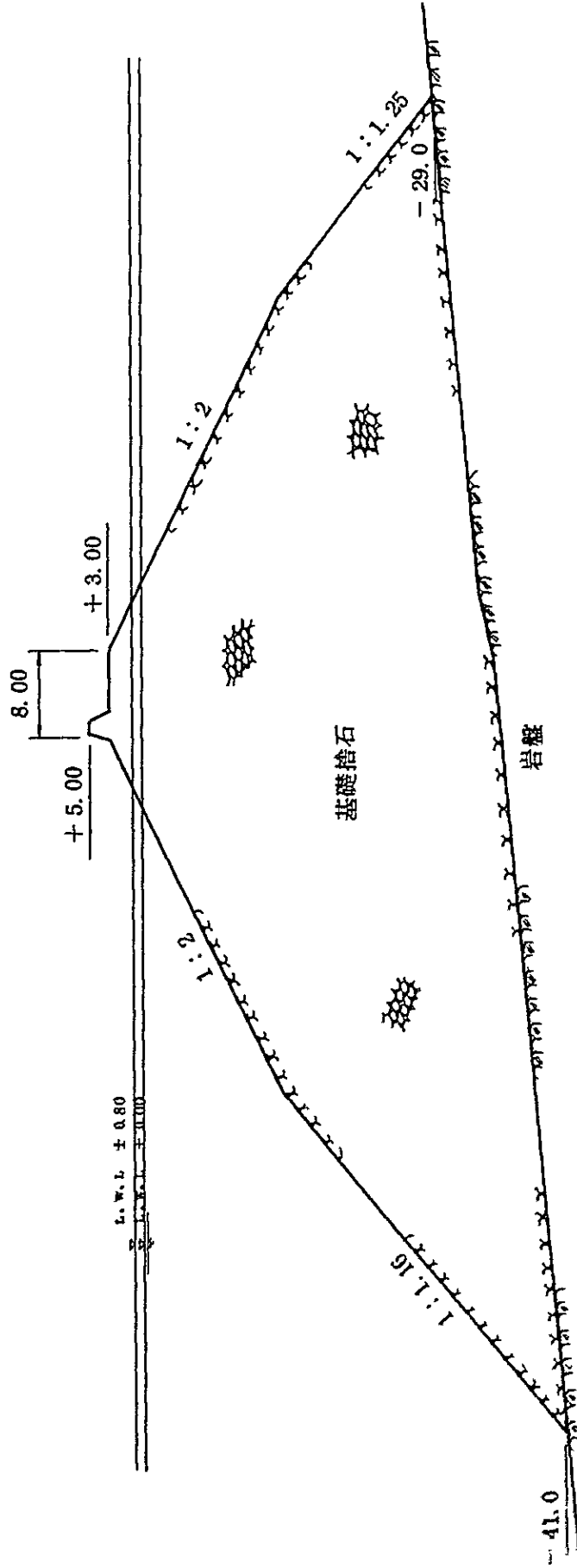


図 6-4 マタラニ港 防波堤断面図

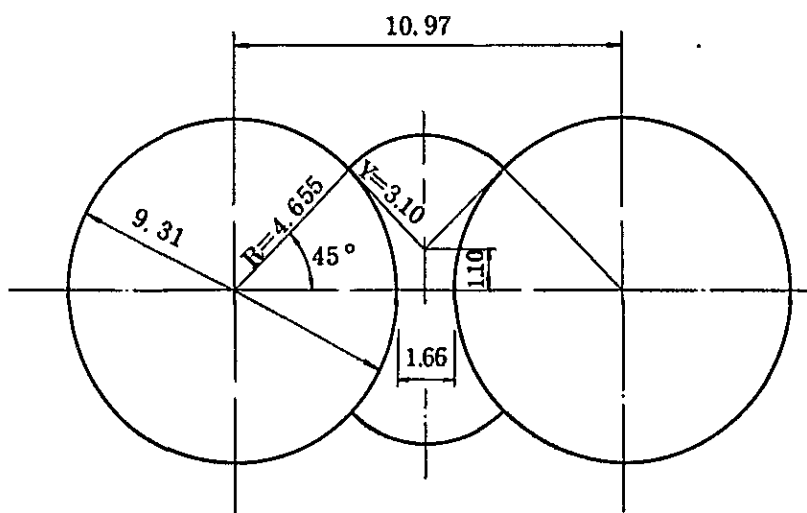
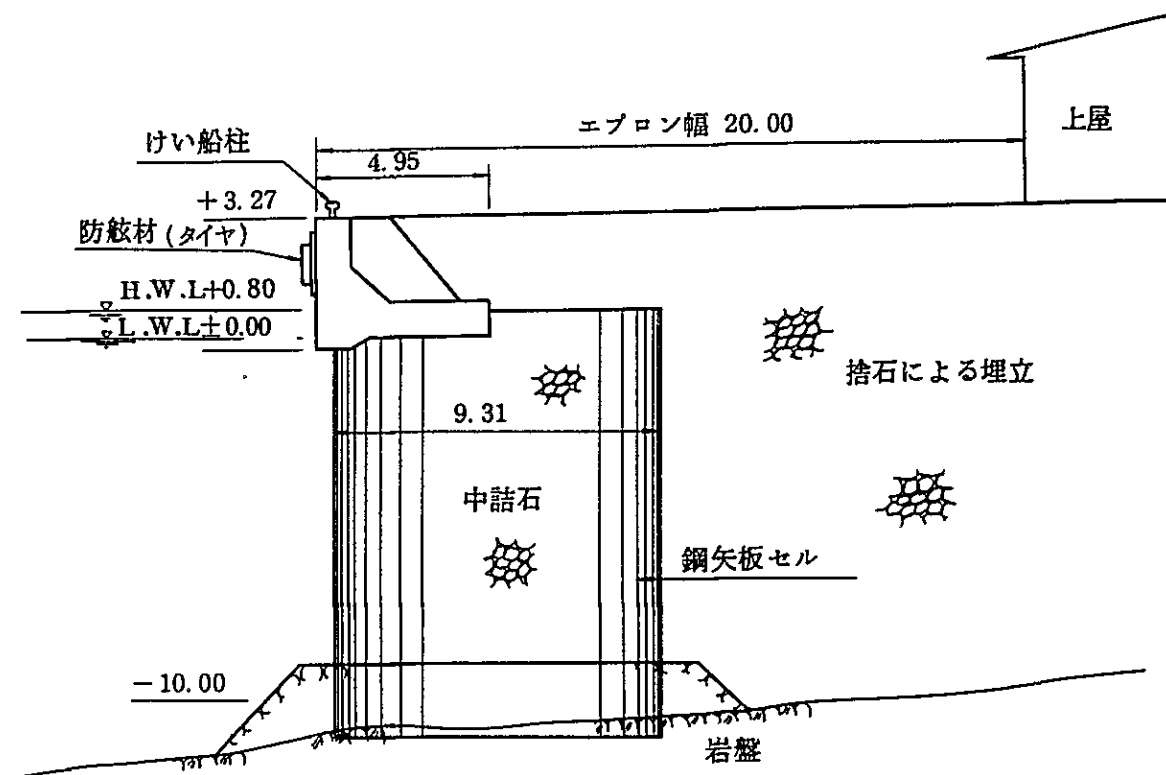
S = 1/600



(注) 基点より 235 m の位置 (全長 625 m)

(出所) Empresa Nacional de Puertos

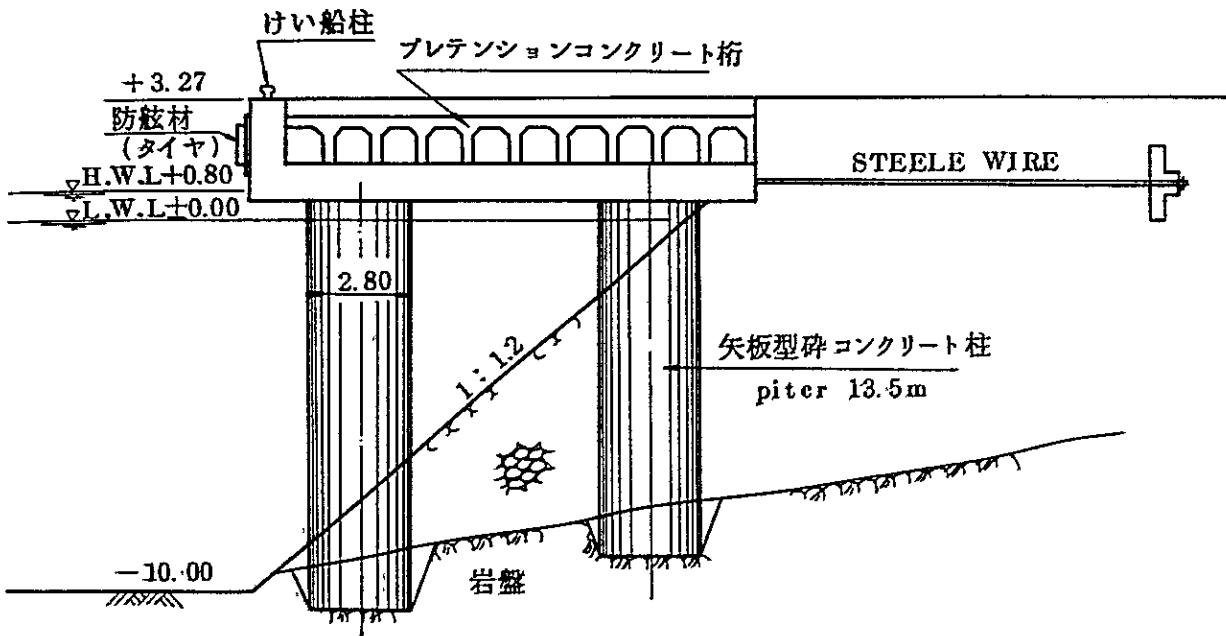
図 6-5 マタラニ港岸壁標準断面図 (鋼矢板セル式)



(注) 直線鋼矢板の1枚当たり幅は1フィートである。

(出所) Empresa Nacional de Puertos

図 6-6 マタラニ港岸壁標準断面図(棧橋式)



(出所) Empresa Nacional de Puertos

トロッコ

368台 能力2,000Lbs

50台 能力4,000Lbs

21台 能力 2万Lbs

30台 能力 3万Lbs

27台 能力 5万Lbs

計量機 容量100t 3台

パレット 4,500枚

給水設備：10万ガロン、2万ガロン貯水タンク各1基

給電設備：能力600kWのディーゼル発電機

穀物真空吸い上げ設備

：容量100t/時間の真空吸上げポンプ2基を有し、穀物は第4倉庫に貯蔵する。

鉱石積込設備

：最大容量1,000t/時間、必要電力500kW延長530mのベルトコンベアーおよび丘の上の面積7万2,000m²の鉱石ストックヤード。

防火設備：近代的な防火設備。

1-1-2 イロ港

(1) 歴史的概要

イロ港はモケグア州の主要港であり、ペルー海岸線の最南端に位置する。1887年に建設されたランチ用埠頭が備わっているにすぎなかった当地に、近代的埠頭の建設が始まったのは1968年であり、それから約2年後の1970年5月29日に近代港として、その機能を開始した。図6-7にイロ港の位置図、図6-8にイロ港の平面図を示す。

(2) 地理的位置

緯度 南緯17°38′

経度 西経71°21′

(3) 勢力範囲と交通路

モケグア州、タクナ州の全域、プノ州の一部地域をその勢力範囲としている。なおイロ～ラバス間に国際道路の建設計画がある。

ハイウェイ：モケグア市、タクナ市、トケバラ鉱山およびクアホネ鉱山とを結ぶアスファルト舗装ハイウェイがある。

鉄道：トケバラ経由クアホネを結ぶ鉄道がある。

飛行場：ボリビアとの協定による滑走路長3,000mのプロペラ機用飛行場がある。ただし一般の旅客便はない。

(4) 港の全景

イロ港はコレス岬の北1海里に位置し、国家港湾公社の管理する埠頭の他にその南側にサザン・ペルー社(SPPC: Southern Peru Copper Corporation)の管理する埠頭

がある。港は浅い入江にある。波を遮蔽するものといえば、南測沖合にある岩礁群程度のもので人為的な施設は、特に見当たらない。水深は海岸付近で-5.5 m、2.4 km 沖合で-55 mである(写真6-2)。

(5) 港湾施設

係留施設：長さ302 m、幅27 mの突堤式埠頭で4バースを有する。図6-9にイロ港の埠頭標準断面図を示す。

1-A(南側)および1-B(北側)バース

水深-10~-16 m

延長197 m 輸出入用

1-C(南側)および1-D(北側)バース

水深-5~-10 m

延長105 m 沿岸貿易用

なお、サザン・ペルー社の埠頭は長さ600フィート、幅60フィート、水深37~65フィートである。

倉庫：面積1,600 m²の倉庫1棟

野積場：合計面積3万3,500 m²

内1万8,000 m²はアスファルト舗装、1万5,500 m²は土固め非舗装

曳船：500 HP 1隻

パイプライン設備

：石油、同副産物荷揚用がある。

機械設備：トラクター

8台 能力3,000 Lbs

フォークリフト

7台 能力7,000~1万5,000 Lbs

移動式クレーン

1台 能力12.5 t

トロッコ

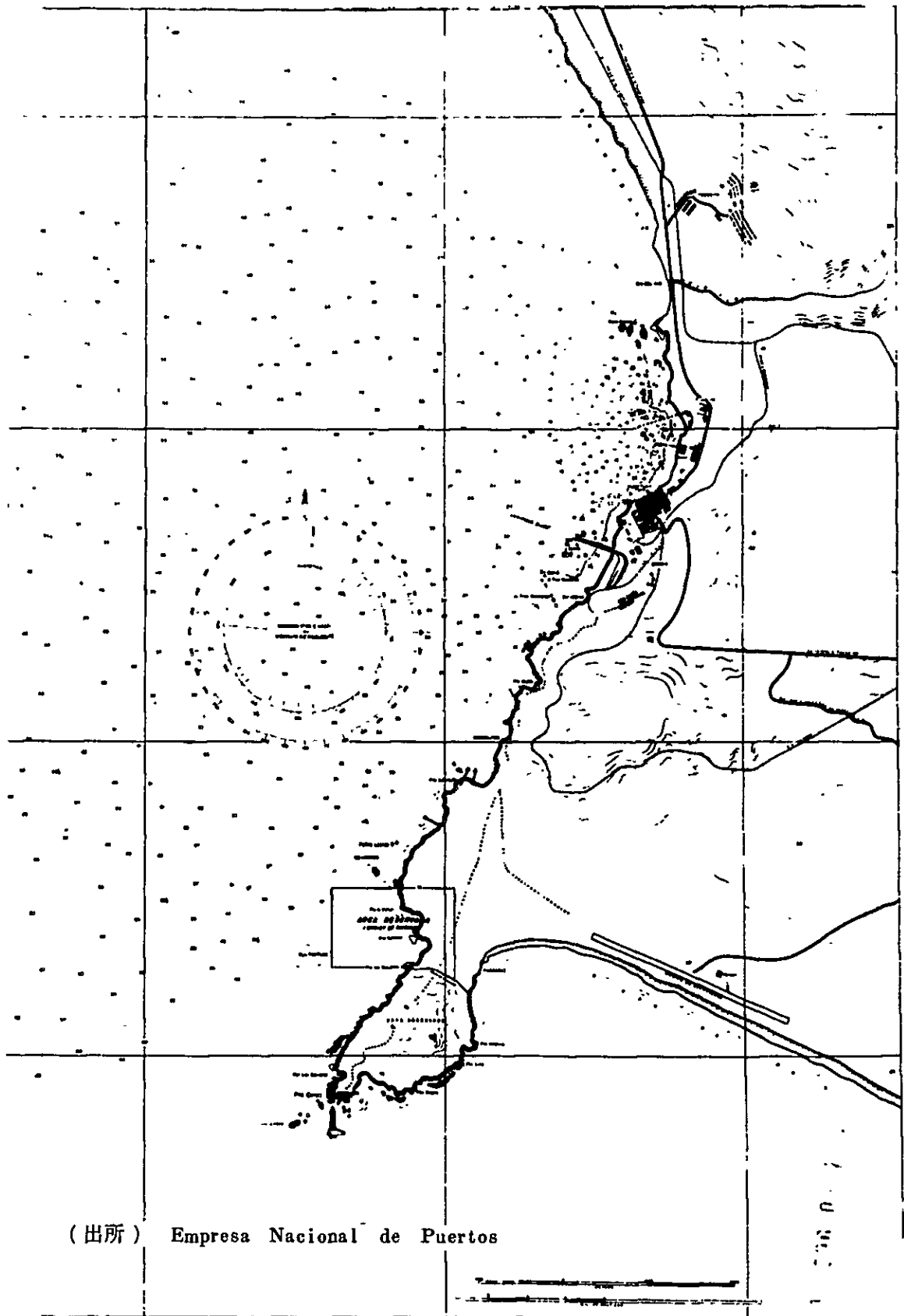
18台 能力1万 Lbs

11台 能力3万 Lbs

パレット 286枚

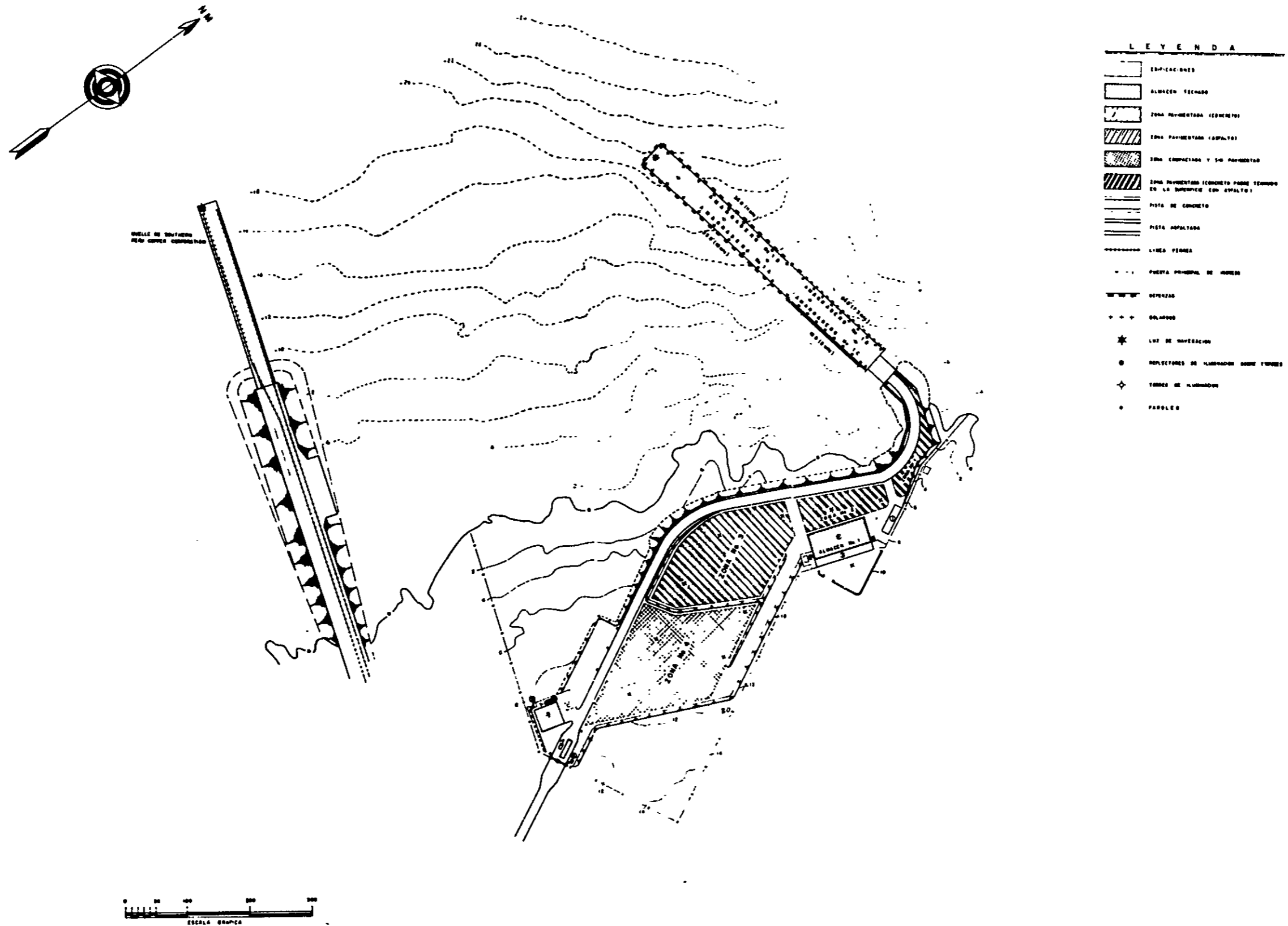
給電設備：イロ市より供給している。

図6-7 イロ港位置図



(出所) Empresa Nacional de Puertos

图 6-8 伊口港平面图



(出所) Empresa Nacional de Puertos

写真 6-2 イ 口 港

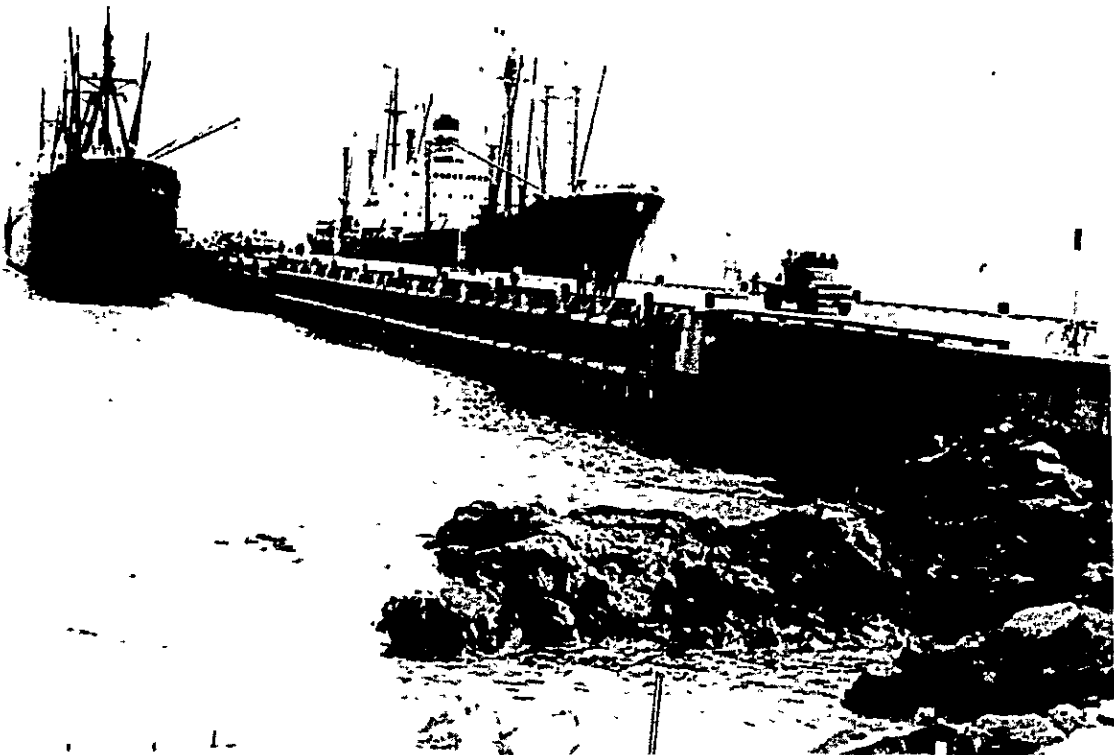
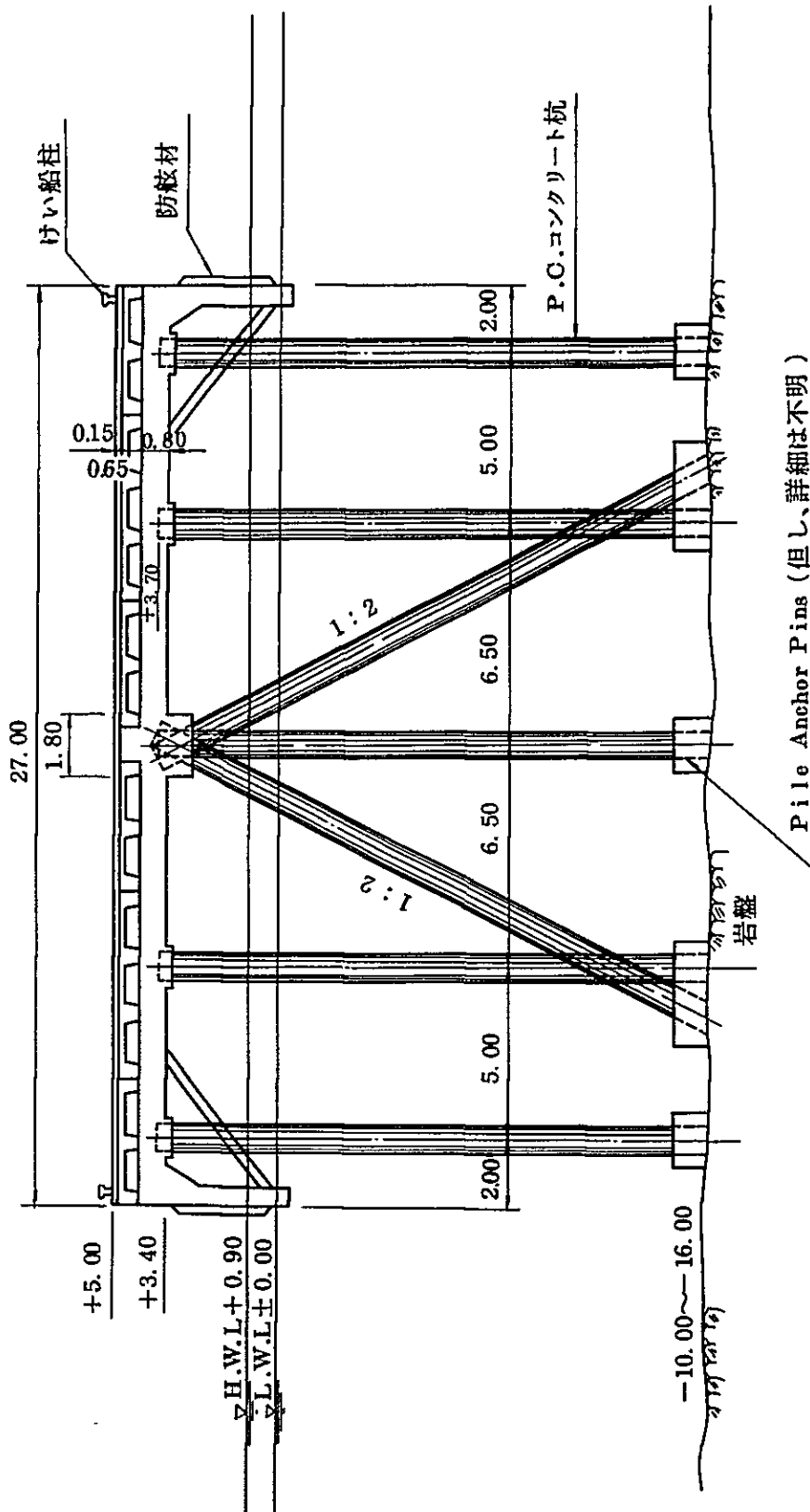


図 6-9 イロ港埠頭標準断面図



(出所) Empresa Nacional de Puertos

1-2 自然条件

1-2-1 気 候

ペルーの南部沿岸地方の気候は、ステップ(半砂漠)気候に属し年間降雨量はわずか25mm以下である。この地域の気候を形成する主な要因は海岸に沿って北東方向に流れているペルー海流と呼ばれる寒流である。夏期(12~2月)の平均気温は約22°Cと、赤道附近にしては低い。同海流は夏の気候を和らげている。また冬(平均気温約16°C)もそれほど厳しくはない。4月から10月の間は曇天の日が多いが、11月になると雲が消え始め1月から3月には快晴の日が続く。霧の発生は稀であるが、初夏に時々発生することがある。

1-2-2 気 温

表6-1、表6-2はイロに於ける1954年から1978年の間の最高気温および最低気温を示している。年間を通して、温度差は小さく、安定している。

1-2-3 雨 量

表6-3にイロに於ける1954年から1978年の間の雨量を示す。1957年(年間雨量33.2mm)が最高であり、その他の年の雨量はほとんど0に近い。

1-2-4 風

表6-4にイロに於ける1954年から1977年の間の月間最大風速を示す。最大値は20m/secで観測期間中6回出現している。風向の出現頻度は南東方向が最も高く、2番目が南南東方向、3番目が南および東南東方向である。

1-2-5 波 浪

波浪観測結果を取りまとめると以下のようになる。

- ① 波高が1.5m以上の波の年間発生確立は約45%であり、その周期は約40%までが6秒以上12秒未満、残りの約5%が12秒以上である。またその波向は約25%までが南方向である。西方向の波はわずかに1%にすぎない。
- ② 波高が3.0m以上の波の年間発生確立は約3.5%であり、その周期は約1.5%までが8秒以上12秒未満、残りの約2%が12秒以上である。またその波向は約2%が南方向であり、約1%が西方向である。

1-3 積み降し費用

1-3-1 マタラニ港

マタラニ港における取扱い貨物の積み降し費用を表6-5に示す。

表6-1 最高气温

(单位: °C)

年	月											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1954	-	-	-	-	(5) 21.6	(7) 19.8	(9) 19.1	(19) 18.2	(19) 18.7	(24) 21.8	(15) 24.0	(20) 27.1
1955	(31) 28.8	(3) 28.6	(1) 27.2	(15) 25.2	(12) 23.8	(11) 21.0	(1) 19.5	(4) 21.5	(26) 19.8	(30) 22.0	(29) 24.9	(27) 25.2
1956	(30) 26.7	(12) 27.1	(4) 26.9	(6) 23.0	(3) 21.9	(8) 19.0	(17) 18.0	(31) 18.0	(20) 19.4	(14) 21.1	(19) 22.4	(10) 23.5
1957	(3) 25.5	(3) 27.0	(30) 24.5	(1) 27.2	(16) 22.9	(2) 21.1	(4) 20.5	(9) 19.8	(18) 19.5	(9) 22.0	(11) 24.8	(31) 25.1
1958	(23) 25.4	(23) 25.9	(2) 26.5	(3) 24.7	(1) 22.9	(1) 21.5	-	-	-	-	-	-
1959	(23) 24.5	(21) 25.8	(12) 26.9	(3) 25.0	(1) 23.0	(2) 20.0	(28) 19.0	(26) 19.0	(28) 20.4	(15) 22.5	(6) 22.4	(26) 25.2
1960	-	-	-	-	-	--	-	-	-	-	-	-
1961	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1962	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1963	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1964	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1965	-	-	-	-	-	(5) 22.4	(3) 21.0	(14) 20.1	(27) 19.1	(29) 21.0	(27) 22.3	(16) 25.4
1966	-	-	-	-	(10) 22.0	(8) 19.3	(13) 18.2	(23) 18.3	(30) 19.1	(19) 21.0	(28) 24.0	(27) 24.1
1967	(30) 25.4	(11) 27.1	(16) 25.0	(18) 26.1	(8) 22.3	(1) 20.0	(7) 17.4	(7) 18.0	(24) 18.0	(28) 20.1	(23) 22.4	(22) 25.0
1968	(26) 26.0	(21) 26.1	(3) 25.1	(3) 24.1	(4) 21.0	(2) 20.4	(3) 18.3	(29) 18.3	(25) 20.0	(23) 20.4	(30) 22.4	(16) 25.1
1969	(22) 25.4	(4) 26.1	(12) 26.3	(16) 24.2	(1) 23.3	(4) 20.2	(27) 18.4	(15) 18.4	(13) 20.0	(31) 22.2	(6) 24.1	(13) 25.1
1970	(16) 26.4	(28) 26.2	(1) 26.1	(9) 24.1	(2) 23.0	(2) 19.3	(1) 18.3	(30) 18.1	(24) 19.1	(30) 20.1	(20) 22.2	(31) 25.3
1971	(9) 26.1	(21) 24.3	(3) 23.4	(1) 23.3	(5) 21.1	(4) 19.4	(31) 17.4	(19) 18.1	(28) 19.3	(28) 20.4	(28) 23.2	(29) 24.4
1972	(28) 26.2	(9) 28.0	(4) 25.3	(9) 23.3	(17) 23.6	(15) 21.2	(28) 19.2	(21) 20.0	(30) 20.4	(25) 23.2	(30) 23.5	(19) 26.6
1973	(10) 28.4	(6) 28.8	(4) 26.2	(1) 23.8	(3) 21.6	(7) 21.4	(16) 19.2	(1) 18.8	(25) 19.0	(5) 23.0	(27) 22.4	(31) 24.2
1974	(14) 26.8	(2) 26.2	(3) 25.0	(24) 24.2	(3) 21.6	(1) 20.4	(13) 19.8	(27) 19.7	(22) 19.8	(10) 20.4	(23) 24.6	(25) 25.6
1975	(23) 25.4	(3) 26.0	(4) 25.4	(27) 23.4	(8) 21.0	(13) 20.4	(15) 19.0	(5) 18.2	(23) 18.6	(28) 21.2	(22) 22.2	(27) 25.8
1976	(29) 28.2	(9) 26.2	(5) 25.4	(6) 25.2	(1) 23.0	(2) 20.4	(21) 19.0	(27) 19.6	(30) 20.0	(26) 21.8	(30) 24.8	(31) 27.4
1977	(16) 27.6	-	-	(20) 25.0	(1) 23.8	(1) 22.0	(3) 20.6	(9) 20.0	(24) 20.4	(31) 22.2	(6) 23.8	(18) 24.4
1978	(13) 26.4	(2) 26.4	(1) 26.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(出所) 气象水文厅

表6-2 最低气温

(单位: °C)

年 \ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1954	-	-	-	-	(14) 12.8	(20) 12.3	(13) 11.9	(9) 11.5	(4) 10.7	(2) 13.0	(1) 13.6	(4) 16.3
1955	(1) 18.8	(21) 16.0	(25) 17.1	(11) 13.7	(1) 14.2	(7) 11.0	(20) 10.1	(2) 11.0	(4) 12.0	(14) 13.5	(3) 12.6	(30) 17.0
1956	(21) 16.3	(4) 17.0	(25) 15.2	(29) 13.9	(10) 12.5	(28) 13.4	(27) 11.2	(14) 11.9	(7) 14.0	(4) 14.9	(16) 14.9	(13) 15.5
1957	(23) 15.5	(23) 17.6	(5) 17.0	(17) 16.5	(7) 17.1	(20) 15.5	(20) 14.2	(27) 13.9	(22) 14.4	(19) 15.5	(26) 16.6	(7) 16.9
1958	(31) 18.8	(2) 18.4	(30) 17.0	(12) 17.0	(28) 16.7	(19) 14.8	-	-	-	-	-	-
1959	(25) 18.5	(16) 19.0	(21) 19.4	(29) 17.7	(23) 15.0	(29) 14.0	(23) 14.0	(17) 12.2	(10) 13.8	(14) 15.0	(20) 16.0	(24) 15.0
1960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1961	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1962	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1963	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1964	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1965	-	-	-	-	-	(6) 16.3	(3) 14.4	(20) 14.0	(6) 13.3	(1) 14.3	(1) 15.1	(1) 16.3
1966	-	-	-	-	(13) 14.4	(24) 12.4	(5) 11.4	(6) 11.4	(17) 13.1	(7) 14.3	(2) 15.1	(30) 16.3
1967	(9) 17.2	(3) 15.1	(7) 17.2	(25) 15.3	(5) 14.1	(8) 13.1	(30) 13.1	(2) 11.4	(14) 11.4	(6) 13.0	(1) 15.0	(18) 15.4
1968	(2) 17.2	(21) 17.4	(22) 15.3	(17) 15.0	(24) 13.2	(27) 13.1	(4) 12.4	(14) 13.1	(11) 14.0	(19) 14.4	(2) 15.1	(4) 16.0
1969	(2) 16.3	(16) 17.3	(24) 15.2	(14) 16.4	(30) 16.2	(29) 13.3	(17) 13.2	(16) 12.3	(9) 14.2	(7) 15.0	(9) 16.4	(11) 17.2
1970	(30) 17.0	(23) 18.0	(22) 17.3	(21) 17.0	(24) 14.2	(16) 13.2	(28) 12.1	(16) 12.2	(13) 13.2	(22) 13.1	(1) 15.0	(2) 15.4
1971	(14) 16.3	(26) 16.3	(21) 15.2	(29) 15.1	(22) 13.4	(23) 13.3	(26) 11.4	(12) 12.3	(8) 13.2	(9) 13.3	(1) 14.1	(3) 15.4
1972	(17) 17.2	(28) 16.4	(27) 16.4	(21) 13.3	(12) 14.6	(23) 13.7	(25) 14.3	(25) 14.0	(29) 14.5	(5) 15.4	(30) 14.4	(3) 15.2
1973	(4) 19.4	(25) 19.8	(31) 16.1	(21) 13.4	(13) 14.4	(30) 12.4	(24) 13.2	(17) 12.2	(14) 12.0	(11) 14.0	(1) 14.8	(27) 15.5
1974	(3) 17.0	(16) 17.0	(22) 16.0	(11) 16.2	(14) 14.2	(28) 14.0	(26) 13.6	(5) 12.2	(11) 13.1	(7) 13.8	(1) 15.0	(3) 15.2
1975	(16) 16.7	(24) 17.4	(27) 16.0	(22) 15.4	(23) 13.0	(21) 12.6	(28) 11.8	(11) 12.3	(2) 12.6	(2) 12.8	(5) 13.4	(1) 16.3
1976	(14) 16.0	(7) 17.4	(30) 16.2	(19) 15.4	(25) 15.0	(27) 15.0	(15) 13.6	(28) 12.5	(9) 13.0	(2) 14.0	(7) 15.6	(10) 16.4
1977	(29) 18.0	-	-	(13) 16.6	(8) 16.0	(25) 14.1	(18) 14.2	(6) 12.8	(3) 14.2	(2) 14.6	(16) 16.0	(9) 16.2
1978	(19) 16.6	(28) 17.6	(30) 17.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(出所) 气象水文厅

表 6-3 雨 量

(单位: mm)

月 年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1954	-	-	-	-	(1) 0.4	(2) 0.6	0.0	(2) 0.6	(6) 2.7	(3) 1.3	(2) 0.3	0.0
1955	0.0	0.0	(1) 2.3	0.0	(1) 0.2	0.0	0.0	(2) 0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
1956	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	(2) 1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1957	0.0	0.0	0.0	0.0	(2) 3.4	(7) 11.1	(4) 3.1	(10) 12.2	(3) 3.4	0.0	0.0	0.0
1958	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	(2) 1.8	-	-	-	-	-	-
1959	0.0	0.0	0.0	(1) 2.0	0.0	0.0	(1) 1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1961	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1962	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1963	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1964	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1965	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1966	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1967	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1968	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1969	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1970	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1971	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1972	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1973	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1974	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1975	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1976	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1977	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1978	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(出所) 气象水文厅

表 6 - 4 月間最大風速

(單位：m/Sec)

月 年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1954	-	-	-	-	E-6	SE-4	SE-6	SE-6	SE-5	SE-6	SE-4	SE-5
1955	SE-4	SE-8	SE-14	SE-14	SE-8	SE-6	ESE-6	ESE-7	SE-7	ESE-6	SE-6	ESE-6
1956	E-8	E-10	E-10	ESE-8	SE-6	ESE-5	ESE-6	SE-7	ESE-6	SE-6	SE-6	SSE-6
1957	SSE-7	ESE-8	ESE-8	SE-10	SSE-10	SE-10	SSE-10	SSE-10	SE-6	SE-5	S-4	SE-6
1958	SE-6	SE-6	SE-6	SE-6	SSE-5	SSE-7	-	-	-	-	-	-
1959	SE-7	SE-7	SE-5	SE-6	SE-6	S-9	SE-8	SE-9	SE-9	SE-6	SE-6	SE-7
1960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1961	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1962	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1963	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1964	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1965	-	-	-	-	-	S-11	S-14	SW-10	NE-14	SE-11	SE-14	SE-14
1966	-	-	-	-	SE-11	SE-14	SE-11	SE-20	S-14	S-11	SE-11	SE-11
1967	SE-11	SE-11	SE-14	SE-11	SE-11	SE-11	SE-14	SE-14	SE-8	SE-11	SE-11	SE-8
1968	SE-11	SE-11	SE-11	SE-11	SE-11	SE-11	SE-8	SE-11	SE-11	SE-11	SE-8	SE-14
1969	SE-11	SE-11	SE-14	SE-11	SE-14	SE-14	N-11	SE-8	SE-11	SE-11	SE-11	SE-8
1970	SE-11	SE-20	S-11	SE-11	SE-14	SE-8	SE-11	SSE-11	SSE-8	SE-11	SSE-14	SSE-8
1971	SE-14	SSE-11	SE-11	SE-14	SSE-8	S-10	SE-14	SE-14	SE-10	SE-8	SE-8	SE-10
1972	SE-10	SE-14	SE-14	SE-10	SW-10	SE-14	SE-20	SE-14	SE-10	SE-10	SE-10	SE-14
1973	SE-14	SE-10	SE-14	SE-20	SE-10	SE-10	SE-10	SE-10	SE-10	SE-8	SW-10	N-10
1974	SE-8	SE-11	SE-10	SE-10	SE-10	S-14	SW-10	SE-20	SE-10	SE-8	SE-8	SE-10
1975	SE-14	SE-14	SE-10	SE-10	SE-10	SE-10	SE-10	SE-20	SE-10	S-10	SE-8	SE-14
1976	SE-12	SE-10	SE-10	SE-10	SE-10	SE-10	SE-10	SE-14	SE-8	SE-14	SE-10	SE-10
1977	SE-10	SE-10	SE-10	SE-10	SE-10	SE-8	SE-10	SE-14	SE-8	SE-10	-	-
1978	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(出所) 氣象水文庁

表 6-5 積降し費用 (マタラニ港)

		(単位：重量又は容積トン当たり)	
項	目	輸入 (US\$)	輸出 (US\$)
A 容器入りまたは単体での固体貨物			
1	一般肥料		
	a) 直接荷降し	303	-
	b) 間接荷降し	324	-
2	指定外貨物		
	a) 直接荷降し～船積	743	363
	b) 間接荷降し～船積	797	385
3	家畜		
	直接荷降し～船積		
3 1	すべての種類の牛・馬 1頭につき	075	075
3 2	すべての種類の羊・山羊および豚 1頭につき	043	043
4	魚粉		
	a) 直接船積	-	343
	b) 間接船積	-	355
5	羊毛		
	a) 直接荷降し～船積	519	090
	b) 間接荷降し～船積	556	092
6	金属		
	a) 直接船積	-	058
	b) 間接船積	-	107
7	鉱石		
	a) 直接船積	-	057
	b) 間接船積	-	106
8	大量消費製品		
	a) 直接荷降し	399	-
	b) 間接荷降し	436	-
B バラ積み固体貨物			
1	ターミナルの設備または装置による船積鉱石全般	-	090
2	利用者の設備または装置による船積		
	a) 魚粉	-	326
	b) 一般の鉱石で桶またはその他の装置に入れられたもの	-	058
3	ターミナルの設備または装置によつての間接荷降し		
	a) 小麦	105	-
	b) その他の穀類および穀粒	105	-
C 無包装の液体貨物			
利用者のパイプまたは装置による直接荷降し～船積			
1	石油及び石油製品 (ターミナル作業エリア内)	019	012
2	その他の液体貨物 (ターミナル作業エリア内)	279	061
D ポリビアからおよびポリビアへの通過貨物			
a) 容器入りまたは単体での固体貨物			
1 指定外貨物			
	a) 直接荷降し～船積	329	329
	b) 間接荷降し～船積	351	351
b) バラ積み固体貨物			
1 ターミナルの設備または装置による間接荷降し			
	1 1 小麦	105	-
	1 2 その他の穀類及び穀粒	105	-
2 ターミナルの設備又は装置による直接船積			
	鉱石全般	-	090

(出所) Empresa Nacional de Puertos

1-3-2 イロ港

イロ港における取扱い貨物の積み降し費用を表6-6に示す。

表6-6 積降し費用(イロ港)

		(単位:重量または容積トン当たり)	
項	目	輸入(US\$)	輸出(US\$)
A 容器入りまたは単体での固体貨物			
1	一般肥料		
	a) 直接荷降し~船積	219	135
	b) 間接荷降し~船積	233	142
2	指定外貨物		
	a) 直接荷降し~船積	311	143
	b) 間接荷降し~船積	332	150
3	家畜		
	直接荷降し~船積		
	3.1 すべての種類の牛・馬 1頭につき	075	075
	3.2 すべての種類の羊・山羊および豚 1頭につき	029	029
4	魚粉		
	a) 直接船積	-	149
	b) 間接船積	-	240
5	金属		
	a) 直接荷降し~船積	311	059
	b) 間接荷降し~船積	332	070
6	鉱石		
	a) 直接荷降し~船積	310	058
	b) 間接荷降し~船積	331	069
7	大量消費製品		
	a) 直接荷降し	114	-
	b) 間接荷降し	121	-
B バラ積固体貨物			
利用者の設備または装置による直接荷降し~船積			
1	魚粉	-	136
2	一般鉱石で桶またはその他の装置に入れられたもの	-	046
3	小麦	097	-
4	その他の穀類および穀粒	097	-
C 無包装の液体貨物			
a)	ターミナルの設備または装置による直接荷降し~船積その他の液体貨物	126	090
b)	利用者のパイプまたは装置による直接荷降し~船積		
	1 石油及び石油製品(ターミナル作業エリア内)	019	012
	2 その他の液体貨物(ターミナル作業エリア内)	097	061
D ボリビアからおよびボリビアへの通過貨物			
貨物全般			
a)	直接荷降し~船積	135	135
b)	間接荷降し~船積	142	142

(出所) Empresa Nacional de Puertos

1-4 港内静穏度

1-4-1 マタラニ港

国家港湾公社の港湾集覧には、「マタラニ港は南防波堤と東防波堤によって保護されているが港内でも、埠頭の岸壁でも波が立っている。」という記述がある。また国家港湾公社の1978年報告には、入江内の波の反射の調査が実施されたことが述べられている。これらの記述は、マタラニ港の港内静穏度があまり良好でないことを想像させるものなので現地調査では、この点に関して港湾管理者に色々な角度から質問を試みた。解答を要約すると以下の通りである。

- ① これまでに船舶の入出港や荷役作業が出来なかったことは一度も無い。
- ② 10年に一度程の確率で防波堤を越波することがある。
- ③ 4月と10月に外海は非常に荒れるが、そのような時でも港内は非常に静かである。

これらの解答から推測する限り港内静穏度には特に問題はなさそうである。現地調査の一環としてランチにて港内、外海を視察した際も、外海には波高1m前後のうねりがありながら港内は非常に静かであった。南防波堤の堤幹部沖合いにある岩礁が波の主方向である南方向の波の一部を遮蔽しているようであり、また港の法線も南方向の波の侵入防止に有効であるよう見受けられる。港内静穏度は良好と考えてよからう。

1-4-2 イロ港

国家港湾公社の港湾集覧には「イロ港は開いた入江にあり、南西風に対する保護に注意すべきである。」という記述がある。イロ港に於ける波の遮蔽物と言え、南側沖合にある岩礁群程度のものであり、記述にある通り、南西風によって引き起こされる風波に対しては無防備である。しかしながら表6-4(既出)を見ると過去19年間で南西方向の風が月間の最大風速を示したのはわずかに3回であり、しかもその時の最大風速はいずれも10m/sec程度の弱い風である。よって南西方向の風波の発生確率は非常に小さく、しかもその波高はあまり大きくないものと推測される。港湾管理者に静穏度に関する質問をしたところ、毎年6~8月の3カ月の間で3日程、埠頭前面での波高(有義波高と考えられる)が1.5m程度になる日があり、そのような時には船舶の着岸が不可能になるとのことであった。いずれにせよ荷役が不能となる日数は、年間で高々1~2%前後にすぎず、港内静穏度は良好と考えてよからう。

1-5 漂 砂

ペルー沿岸には漂砂海岸が多い。サラヴェリ港の漂砂は世界的にも有名である。本調査に於てもヒヤリングと現地踏査による、南部沿岸の概況およびマタラニ、イロ両港の漂砂の状況を調べた。

1-5-1 南部沿岸の概況

カマナからチリとの国境に至る南部沿岸の内でカマナとピラピラ(タクナから50 kmの所にある漁村)の間の80~90%は岩石海岸であり、海岸侵食があまり問題にならない区間である。ピラピラとチリとの国境の間の約50 kmは砂浜であり、砂の粒径も細かいが、侵食、変形等は見受けられず安定している。

1-5-2 マタラニ港の状況

防波堤先端部は水深が29 mあり、非常に深く、底質は岩である。一方港の南西部にある投錨地は底質が砂であるが水深が-31~-70 mというように非常に深いので投錨地の砂が移動するとは考えられない。港湾管理者の話によれば漂砂は見受けられないとのことである。

1-5-3 イロ港

埠頭の先端は水深-16mで、底質は岩である。埠頭の正面、750mの所に水深-24mの投錨地があり、底質は砂と思われる。これだけの水深があれば、砂の移動はまず考えられない。イロ港に於ては埠頭に栈橋式を採用しており、潮流、沿岸流等の海象に大きな変化を与えずに、港灣を建設している。港湾管理者の話によれば、漂砂対策を意識したとのことである。

1-6 取扱い貨物量

1-6-1 取扱い貨物量の推移

マタラニ港で取扱われる貨物は、ペルー貨物とボリビア貨物に大別される。表6-7はペルー貨物量、表6-8はボリビア貨物量の過去9年間の推移を示したものである。貨物のほとんどは鉱石、魚粉、小麦および肥料のような固体貨物である。石油やその副産物等の液体貨物は隣接するモジエンド港で海底パイプラインを通して陸揚げされるのでマタラニ港の取扱い貨物の中には含まれない。表6-7を見るとペルー貨物量が漸増していることが判る。また輸入量は1976年を境に減少に転じているが、輸出量は1978年に空前の伸び(前年の75%増し)を示している。

一方表6-8のボリビア貨物量は横ばいの状態にあり、特に鉱産物の輸出は1973年を境にして漸減している。イロ港で取扱われる貨物は国家港湾公社取扱い貨物とサザン・ペルー社取扱い貨物に大別される。表6-9は国家港湾公社貨物量、表6-10はサザン・ペルー社貨物量を示したものである。国家港湾公社、サザン・ペルー社とも液体貨物量が大きな割合を占めているが、これらは石油やその副産物等であり、埠頭を介してではなく、パイプラインを通して陸揚げされる国内移送貨物である。サザン・ペルー社の取扱い量が1977年、1978年で急増している。固体貨物に関しては国家港湾公社貨物量に変動が多いこと、および埠頭の規模に比して取扱い量が概して少ないこと、またサザン・ペルー社の取扱い量(精鉱粗銅、純銅等の輸出品)が増加の傾向にあり1977年、1978年に輸出量が著しく伸びたこと等がうかがえる。

1-6-2 マタラニ港に於ける鉱石の出荷状況

表6-11~表6-15はマタラニ港でのベルトコンベアーによる鉱石の出荷状況を示したものである。1975年から1979年9月までの4年9カ月の間に入港した鉱石運搬船の係留時間および積込量等がまとめられている。入港隻数は1975年、21隻、また1976年、28隻と少ないが、1977年、46隻また1978年、51隻とそれぞれ増加している。出荷量も約10万t/年から約14万t/年に増加している。平均積込速度は以下に示すようであり年によって変動が見受けられるが、ほぼ80t/時間と考えておけばよい。

表 6-7 マタラニ港取扱貨物量 (ペルー貨物)

(単位: t)

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
輸 出									
魚 産 物	51,986	48,269	79,543	88,526	74,406	85,245	80,166	80,985	127,150
魚 粉	32,190	54,471	47,687	19,316	17,039	28,741	20,483	7,381	13,693
コ ヒ	7,829	9,208	12,391	12,035	5,629	9,217	7,479	7,855	9,189
羊	1,486	1,452	3,285	2,794	1,685	2,130	4,445	2,217	4,292
雑 貨	4,947	3,049	4,902	9,321	4,344	2,427	6,349	4,225	20,361
小 麦	80,721	92,672	84,776	107,552	101,712	123,516	150,302	141,924	144,922
肥 料	5,316	11,928	3,287	12,340	17,025	3,048	4,865	22	2,323
小 麦 粉	1,842	1,725	1,530	780	1,600	1,060	352	423	826
乳 粉	10,680	11,474	13,364	8,724	17,467	17,531	19,421	12,859	12,777
セ メ ン ト	1,343	86	22	44	402	176			
機 械 類	3,235	2,421	2,170	7,374	14,227	19,283	9,006	11,574	15,935
ブ リ キ	8,709	9,508	13,108	13,367	12,903	12,640	14,402	7,690	14
雑 貨	19,854	22,855	34,843	34,879	45,474	57,461	53,930	34,100	30,866
肥 料	7,702	3,632	4,000	4,395	1,541				
銅 精 鉱							7,720		
雑 貨	2,697	2,561	300	236	167	8,431	46	18	
積 み か え	6,150	2,606	3,728	1,174	315	2	348	1,736	553
輸 入									
小 計	246,687	277,917	308,936	322,857	315,936	370,908	379,314	313,009	382,901
液 体 貨 物								42,562	60,621
小 計								42,562	60,621
合 計	246,687	277,917	308,936	322,857	315,936	370,908	379,314	355,571	443,522
(出所)	Empresa Nacional de Puertos								

表 6-8 マタラニ港取扱い貨物量（ポリビア貨物）

		(単位：t)										
		1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978		
輸 出	鉱産物	117,926	115,087	126,855	130,398	117,125	91,282	102,795	99,212	86,084		
	雑貨	695	1,374	3,739	9,118	6,272	5,735	6,585	7,456	9,122		
輸 入	小麦粉	8,709	5,731	8,013	1,384	11,269	14,745	7,096	5,660	13,315		
	雑貨	43,290	44,430	42,072	57,540	82,335	81,977	77,013	80,238	90,230		
合 計		183,519	174,394	205,894	233,299	235,502	208,19	193,530	193,120	214,894		

(出所) Empresa Nacional de Puertos

表6-9 イロ港取扱い貨物量 (国家港湾公社)

(単位 : t)

年 品 物	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
	貨物量合計	252,105 (124)	287,949 (90)	264,277 (72)	121,276 (36)	212,905 (54)	353,261 (26)	345,572 (33)	275,092 (21)
固体貨物量	123,574 (79)	166,231 (53)	148,002 (42)	43,374 (11)	74,875 (34)	66,328 (19)	84,794 (22)	40,218 (9)	89,594 (29)
液体貨物量	128,531 (45)	121,718 (37)	116,275 (30)	77,902 (25)	138,030 (20)	286,933 (7)	260,778 (11)	234,874 (12)	166,849 (13)

(注) () 内は出入港船舶隻数

(出所) Empresa Nacional de Puertos

表6-10 イロ港取扱い貨物量 (サザン・ペルー社)

(単位 : t)

貨物量合計	359,494 (197)	301,239 (164)	373,658 (192)	344,862 (182)	386,918 (160)	364,676 (186)	391,175 (150)	616,498 (193)	687,817 (198)
固体貨物量	169,056 (143)	118,590 (98)	156,516 (119)	139,785 (111)	179,894 (114)	155,949 (140)	218,207 (134)	320,709 (132)	288,631 (148)
液体貨物量	190,438 (54)	182,649 (66)	217,142 (73)	205,077 (71)	207,024 (46)	208,727 (46)	172,968 (16)	295,789 (61)	399,186 (50)

(注) () 内は出入港船舶隻数

(出所) Empresa Nacional de Puertos

表 6-11 ベルトコンベアーによる積出実績 (1975)

船名	着岸期日	着岸時間	離岸期日	離岸時間	係留時間	積込の種類	国内貨物積込重量 (kg)	ポリピア貨物積込重量 (kg)
HOLSTENSTEIN	08-01-75	09.15	12-01-75	07.17	94.02	ZINC	--	2'500.000
CALCZYNSKI	28-01-75	08.05	29-01-75	02.15	18.10	ZINC	--	1'500.000
SNADIECKI	08-02-75	08.40	09-02-75	01.15	16.35	ZINC	--	1'500.000
VENEZUELA MARU	21-02-75	09.30	24-02-75	18.00	80.30	Z.C.P.	6'120.300	--
TRIESERSTEIN	26-02-75	22.45	28-02-75	02.15	27.30	ZINC	--	2'000.000
BORDABARRI	10-03-75	12.30	11-03-75	19.40	31.10	ZINC	--	2'000.000
I. TUPAC YUPANQUI	09-04-75	17.30	11-04-75	08.35	39.05	Z.C.P.	4'519.600	--
ORTEGA	26-04-75	07.45	08-05-75	17.30	297.45	ZINC	--	2'500.000
SATURN	09-05-75	11.00	10-05-75	07.00	20.00	ZINC	--	2'150.000
ORCOMA	20-05-75	10.00	25-05-75	19.35	129.35	PLOMO	--	2'000.000
VALLEJO	31-05-75	07.15	02-06-75	07.45	48.30	Z.C.P.	4'313.900	--
SACHSENSTEIN	07-06-75	09.15	07-06-75	20.30	34.45	ZINC	--	2'000.000
PANETOLIKON	09-06-75	19.50	12-06-75	16.30	68.40	COBRE	10'433.400	--
MAREN OKOU	08-07-75	12.80	12-07-75	00.40	84.20	ZINC	--	5'000.000
HAITI MARU	28-07-75	15.30	02-08-75	16.15	120.45	Z.C.P.	5'696.700	--
AUVERGNE	28-08-75	17.10	30-08-75	01.20	32.10	ZINC	--	5'000.000
VALLEJO	16-09-75	07.55	18-09-75	10.15	50.20	Z.C.P.	5'709.100	--
CAPITAN TOHN STAVRIS	30-09-75	08.00	01-10-75	10.00	26.00	COBRE	1'936.200	--
KANKOKA MARU	06-10-75	07.30	08-10-75	15.25	55.55	COBRE	10'174.000	--
BORDABEKOA	04-11-75	09.35	06-11-75	20.20	58.45	ZINC	--	6'500.000
VENEZUELA MARU	28-11-75	18.45	02-12-75	06.15	83.30	Z.C.P.	6'982.900	--
					1'418.02		55'886.100	34'650.000

月	係数	係留時間	積込重量
1	2	112.12	4'000.000
2	3	124.35	9'620.300
3	1	31.10	2'000.000
4	2	336.50	7'019.600
5	3	198.05	8'463.900
6	2	103.25	12'433.400
7	2	205.05	10'696.700
8	1	32.10	5'000.000
9	2	76.20	7'645.300
10	1	55.55	10'174.000
11	2	142.15	13'482.900
12	--	--	--

(注) ZNC ; 亜鉛
PLOMO ; 鉛
COBRE ; 銅

(出所) Empresa Nacional de Puertos

表 6 - 1 2 ベルトコンテナによる積出実績 (1976)

船名	着岸期日	着岸時間	離岸期日	離岸時間	係留時間	係留時間	積込の種類	国内貨物 積込重量(噸)	ポリビア貨物 積込重量(噸)
ATLANTICO	07-01-76	13.40	09-01-76	20.50	55.10		COBRU	--	5'208.000
ISLA PUNA	18-01-76	07.30	18-01-76	22.00	38.30		ZINC	--	3'001.200
VALLEJO	04-01-76	07.00	06-01-76	05.30	46.40		Z.C.P.	3'209.000	--
CHARTAL	28-01-76	09.15	30-01-76	00.35	39.20		ZINC	--	7'200.000
HAITI MARU	06-02-76	07.35	08-02-76	02.15	42.40		Z.C.P.	5'493.800	--
SATURN	26-02-76	06.45	26-02-76	11.00	28.15		ZINC	--	300.000
VENEZUELA MARU	29-02-76	07.00	01-03-76	21.50	38.50		Z.C.P.	3'421.000	--
ECUADOR	13-03-76	07.40	14-03-76	06.30	22.50		ZINC	--	1'866.000
PRUDENTIAL OCEAN JET	27-03-76	08.00	28-03-76	00.10	16.10		FLOMO	--	1'050.000
VALLEJO	14-04-76	12.15	14-04-76	11.45	47.30		C.Z.P.	6'998.400	--
ANJOU	29-04-76	14.05	30-04-76	08.10	18.05		ZINC	--	4'000.000
ATLANTIC NEPTUNE	10-05-76	08.50	12-05-76	00.45	39.55		COBRE	1'801.000	--
AUVERGNE	18-05-76	07.50	19-05-76	17.10	33.20		ZINC	--	6'200.000
RIMAC	04-06-76	07.10	09-06-76	03.25	116.15		COBRE	4'511.800	--
I. TUPAC YUPANQUI	15-06-76	07.35	17-06-76	15.25	55.50		C.Z.P.	8'259.900	--
AUNIS	20-06-76	07.00	21-06-76	06.15	23.15		ZINC	--	3'500.000
ORBITA	01-07-76	08.00	05-07-76	17.00	105.00		FLOMO	--	2'400.000
VALLEJO	10-07-76	08.30	13-07-76	10.10	73.40		C.Z.P.	3'850.500	--
CHEFTAL	14-07-76	07.50	15-07-76	17.10	33.20		ZINC	--	5'530.000
NOVOMOSKVCZK	17-07-76	08.15	18-07-76	22.10	37.55		COBRE	3'712.500	--
IRCA ROCA	22-07-76	08.15	22-07-76	19.20	11.05		COBRE	1'751.500	--
VENEZUELA MARU	22-08-76	07.45	24-08-76	14.30	54.45		Z.U.P.	4'500.000	--
MAIBAR	15-09-76	08.50	17-09-76	06.00	45.10		COBRE	3'407.000	--
I. TUPAC YUPANQUI	27-09-76	16.30	30-09-76	00.15	55.45		C.Z.P.	5'408.000	--
CHEFTAL	30-09-76	07.00	01-10-76	06.00	23.00		ZINC	--	2'000.000
CHEFTAL	19-10-76	09.20	20-10-76	16.45	31.25		ZINC	--	4'000.000
VALLEJO	01-11-76	07.00	04-11-76	02.45	67.45		C.Z.P.	6'052.000	--
TELIO	15-12-76	06.45	18-12-76	00.30	65.45		C.Z.P.	6'768.000	--
					1'267.00			68'924.400	46'255.200

月	係	数	係留時間	積込重量
1	4		179.30	18'618.200
2	3		109.45	9'214.800
3	2		39.00	2'916.000
4	2		65.35	10'998.400
5	2		73.15	8'001.000
6	3		195.20	16'051.700
7	5		261.00	17'224.500
8	1		54.45	4'500.000
9	3		123.55	10'815.000
10	1		31.25	4'000.000
11	1		67.45	6'052.000
12	1		65.45	6'788.000

(出所) Empresa Nacional de Puertos

表 6 - 13 ベルトコンベアーによる積出実績 (1977)

船 名	着岸期日	着岸時間	離岸期日	離岸時間	係留時間	積込の種類	国内貨物 積込重量(Kg)	ポリビア貨物 積込重量(Kg)
BAMBURY	01-01-77	08.00	02-01-77	17.35	33.35	ZINC	-.-	4'000.000
PRUDENTIAL OCEAN JET	12-01-77	19.00	13-01-77	05.40	10.40	PLOMO	-.-	1'433.000
LEAGE	12-01-77	09.40	15-01-77	17.05	79.25	Z.C.P.	5'399.000	-.-
ARGOS	01-02-77	11.50	03-02-77	01.30	37.40	ZINC	-.-	7'000.000
CHOCANO	26-02-77	14.10	01-03-77	20.15	78.05	C.Z.	5'022.500	-.-
BUENOS AIRES	15-03-77	07.00	16-03-77	05.35	22.35	PLOMO	1'488.500	-.-
TELLO	23-03-77	07.05	26-03-77	02.30	67.25	Z.C.P.	5'143.600	-.-
GOLDEN STAR	27-03-77	06.45	28-03-77	20.05	37.20	ZINC	-.-	10'000.000
PALMA	14-04-77	09.10	14-04-77	23.20	14.10	PLOMO	1'569.000	-.-
SENJ	28-04-77	20.15	29-04-77	11.20	15.05	ZINC	2'500.000	-.-
ORDUÑA	26-04-77	07.00	03-05-77	05.40	166.40	ZINC	-.-	4'000.000
I. TUPAC YUPANQUI	02-05-77	07.50	04-05-77	17.15	57.25	COBRE	3'803.000	-.-
CHRISANTHEMUM	12-05-77	16.45	13-05-77	08.15	15.30	ZINC	1'266.000	-.-
LEAGE	11-05-77	12.00	12-05-77	15.10	27.10	PLOMO	1'019.000	-.-
INCA ROCA	04-05-77	18.30	05-05-77	07.00	12.30	PLOMO	1'573.200	-.-
NOVOVYATSK	06-05-77	07.50	08-05-77	15.50	56.00	COBRE	5'003.600	-.-
CHERTAL	08-05-77	07.15	10-05-77	14.55	55.40	COBRE	3'998.000	-.-
PALMA	02-06-77	07.10	02-06-77	17.30	10.20	PLOMO	1'316.300	-.-
LAGO RIÑIHUE	14-06-77	08.00	15-06-77	03.15	19.15	ZINC	2'534.000	-.-
CHOCANO	20-06-77	08.10	21-06-77	06.00	21.50	COBRE	2'798.200	-.-
INCA ROCA	06-07-77	08.50	07-07-77	14.50	30.00	PLOMO	1'424.500	-.-
PAMEL SZWYDKOJ	10-07-77	06.35	14-07-77	05.10	94.35	ZINC	-.-	3'000.000
PRUDE TIAL OCEAN JET	14-07-77	07.10	15-07-77	05.30	22.20	PLOMO	-.-	997.400
MONTECRISTO	22-07-77	17.40	23-07-77	15.45	22.05	ZINC	-.-	3'400.000
I. MUAYNA CAPAC	03-07-77	08.00	26-07-77	14.35	30.35	COBRE	3'001.200	-.-
BRASILIA	07-08-77	10.25	09-08-77	05.40	43.15	PLOMO	1'510.000	-.-
PALMA	09-08-77	07.20	09-07-77	18.45	11.25	PLOMO	1'337.000	-.-
ARKANDROS	27-08-77	08.00	28-08-77	00.10	16.10	ZINC	2'736.000	-.-
INCA ROCA	28-08-77	08.50	30-08-77	03.40	42.50	PLOMO	1'200.500	-.-
ANNA ULYANOVA	04-09-77	17.15	07-09-77	02.20	57.05	COBRE	5'449.000	-.-
CHERTAL	08-09-77	08.05	09-09-77	08.40	24.35	ZINC	-.-	4'300.000
CHRYSANTHEMUM	22-09-77	06.50	22-09-77	21.00	14.50	ZINC	1'702.500	-.-
HEWELVISZ	26-09-77	19.15	27-09-77	11.15	16.00	ZINC	-.-	2'100.000
PRUDENTIAL OCEAN JET	28-09-77	17.00	29-09-77	06.00	13.00	PLOMO	1'026.000	-.-
ARTICO	29-09-77	08.00	01-10-77	10.45	50.45	ZINC	2'710.500	-.-
CHIHUAHUA	03-10-77	06.30	03-10-77	17.30	11.00	PLOMO	764.000	-.-
INCA TUPAC YUPANQUI	08-10-77	09.20	09-10-77	14.10	28.50	COBRE	3'196.000	-.-
AMAZONAS	06-11-77	02.00	06-11-77	12.50	10.50	PLOMO	1'321.000	-.-
TELIO	04-11-77	06.40	06-11-77	00.10	41.30	COBRE	2'843.000	-.-
SUSANNE SKOU	13-11-77	11.45	15-11-77	19.00	55.15	ZINC	2'764.500	-.-
LAGO HUALIQUIE	25-11-77	07.45	27-11-77	01.15	41.30	ZINC	-.-	4'485.500
VALLEJO	25-11-77	09.45	28-11-77	08.35	70.50	COBRE	2'501.000	-.-
TUMI	10-12-77	10.45	11-12-77	03.20	16.35	PLOMO	1'873.000	-.-
LAGO HUALAIHUE	17-12-77	00.15	17-12-77	14.00	13.45	ZINC	-.-	543.950
BAYERSTEINS	18-12-77	07.05	19-12-77	05.00	21.55	ZINC	-.-	3'100.000
PRUDENTIAL OCEAN JET	19-12-77	11.45	21-12-77	07.00	43.15	PLOMO	2'379.200	-.-
					1'683.05		84'172.800	48'359.850

月	係	数	係留時間	積込重量
1	3		123.40	10'832.000
2	2		115.45	12'022.500
3	3		127.20	16'632.100
4	3		195.55	8'069.000
5	6		224.15	16'662.800
6	3		51.25	6'648.500
7	5		199.35	11'823.100
8	4		113.40	6'783.500
9	6		176.15	17'288.000
10	2		39.50	3'960.000
11	5		219.55	13'915.000
12	4		95.30	7'896.150

(出所) Empresa Nacional de Puertos

表6-14 ペルトコンベアーによる積出実績(1978)

船名	着岸期日	着岸時間	離岸期日	離岸時間	係留時間	積込の種類	国内貨物 積込重量(Kg)	ポリビア貨物 積込重量(Kg)
HILARI B	16-01-78	18.35	19-01-78	07.20	60.45	COBRE	9'877.000	--
TUMI	30-01-78	18.25	31-01-78	06.00	11.35	PLOMO	1'840.000	--
I. HUAYNA CAPAC	31-01-78	07.00	01-02-78	06.10	23.10	COBRE	3'357.000	--
BOLESZAW CHROSET	07-02-78	08.40	08-02-78	20.20	35.40	COBRE	2'084.000	--
PRUDENTIAL OCEAN JET	10-02-78	07.30	12-02-78	05.30	46.00	PLOMO	814.200	--
MONFORT	14-02-78	06.40	15-02-78	10.00	27.20	ZINC	--	3'000.000
INCA ROCA	15-02-78	11.00	16-02-78	15.05	28.05	PLOMO	1'297.500	--
I. TUPAC YUPANQUI	17-02-78	20.00	19-02-78	12.00	40.00	COBRE	5'036.000	--
BASHI MARU	24-02-78	21.00	26-02-78	15.40	18.40	COBRE	1'455.700	--
CLIVIA	26-02-78	10.00	27-02-78	11.00	25.00	ZINC	1'955.500	--
SANTOS	20-03-78	07.30	21-03-78	06.00	22.30	PLOMO	818.000	--
B.A.P. ILO	24-03-78	13.45	26-03-78	13.30	47.45	ZINC	--	4'637.000
TUMI	05-04-78	10.30	05-04-78	18.25	08.25	PLOMO	1'174.900	--
REVENSWOOD	09-04-78	08.45	11-04-78	08.00	47.15	PLOMO	--	735.000
VALLEJO	13-04-78	06.45	15-04-78	10.10	51.25	COBRE	3'072.200	--
GARCILAZO	17-04-78	07.20	17-04-78	23.38	16.18	COBRE	1'713.000	--
IREMES GRACE	28-04-78	16.50	03-05-78	06.00	109.10	ZINC	9'400.000	--
NOTIS	05-05-78	07.15	06-05-78	22.10	38.55	FRANKEITA	--	3'060.000
ORBITA	31-05-78	18.15	05-06-78	15.05	20.50	ZINC	1'118.000	--
PAIHA	10-06-78	10.30	13-06-78	02.30	64.00	PLOMO	2'141.000	--
I. TUPAO YUPANQUI	13-06-78	10.45	15-06-78	01.15	38.30	COBRE	3'561.000	--
PRUDENTIAL OCEAN JET	17-06-78	18.00	20-06-78	02.45	56.45	PLOMO	1'040.000	--
SACHSENTEIN	20-06-78	07.10	21-06-78	05.00	21.50	FRANKEITA	--	2'106.000
I. CAPAC YUPANQUI	27-06-78	12.00	28-06-78	10.05	22.05	ZINC	2'803.300	--
AZAIKA	10-07-78	09.45	11-07-78	04.15	18.30	COBRE	1'504.000	--
B.A.P. ILO	04-08-78	15.50	06-08-78	18.25	50.35	ZINC	--	4'500.000
DELTA BOLIVIA.	06-08-78	20.00	07-08-78	16.50	20.50	PLOMO	2'355.000	--
ALEMANIA	07-08-78	07.20	08-08-78	06.40	23.20	COBRE	1'546.000	--
SCANEASTERN	08-08-78	08.45	10-08-78	16.00	55.15	ZINC	--	11'450.000
BUENGS AIRFS	10-08-78	17.10	11-08-78	06.15	13.05	PLOMO	1'149.000	--
PALMA	10-08-78	08.00	12-08-78	13.30	53.30	ZINC-PLOMO	5'550.000	--
VALLEJO	31-08-78	16.15	02-09-78	12.00	43.45	COBRE	6'060.900	--
ARTICO	04-09-78	08.00	05-09-78	13.00	29.00	COBRE	2'410.500	--
SABOGAL	04-09-78	06.45	05-09-78	22.10	39.25	COBRE	1'064.000	--
CHYSANTEMUN	15-09-78	08.00	16-09-78	21.35	37.35	ZINC	1'485.500	--
BRASILIA	20-09-78	12.05	21-09-78	16.00	27.55	PLOMO	1'086.500	--
ATLANTIC NEPTUNE	29-09-78	13.00	30-09-78	16.50	27.50	COBRE	2'096.000	--
EIBE OLD NDORT	02-10-78	07.50	02-10-78	23.00	15.50	COBRE	2'531.000	--
MIESCO I	16-10-78	07.20	18-10-78	00.30	41.10	ZINC	--	3'200.000
LAJA	17-10-78	20.40	18-10-78	07.55	11.15	PLOMO	1'647.000	--
SADDO MARU	20-10-78	06.50	20-10-78	22.40	16.30	ZINC	1'502.500	--
DEL RIO	01-11-78	21.45	03-11-78	04.55	31.10	PLOMO	--	1'398.000
I. TUPAC YUPANQUI	10-11-78	13.45	11-11-78	23.20	33.35	COBRE	2'428.000	--
TELIO	12-11-78	01.10	12-11-78	21.25	20.15	COBRE	1'168.000	--
LONGAVI	13-11-78	08.00	13-11-78	23.00	15.00	PLOMO	2'232.000	--
MONFORT	17-11-78	14.00	18-11-78	17.00	27.00	ZINC	--	5'384.000
I HUAYNA CAPAC	30-11-78	07.00	01-12-78	15.00	32.00	COBRE	1'822.000	--
VALLEJO	03-12-78	08.45	04-12-78	05.45	21.00	ZINC	2'835.000	--
ATLANTICO	15-12-78	08.15	17-12-78	04.00	43.45	COBRE	2'818.000	--
NIKOLA TESLA	16-12-78	08.25	18-12-78	02.15	41.50	ZINC	2'500.000	--
DEL ORO	16-12-78	06.25	20-12-78	18.30	108.05	PLOMO	1'545.000	--
1'781.08							104'695.200	39'470.900

月	係数	係留時間	積込重量
1	3	95.30	15'074.000
2	7	220.45	16'442.900
3	2	70.15	5'455.000
4	5	232.43	16'096.000
5	2	59.45	4'178.000
6	5	203.10	11'651.300
7	1	18.30	1'504.000
8	7	260.20	32'610.900
9	5	161.45	8'143.500
10	4	84.45	8'880.500
11	6	159.00	14'432.000
12	4	214.40	9'698.000

(出所) Empresa Nacional de Puertos

表6-15 ベルトコンベアーによる積出実績(1979)

船名	着岸期日	着岸時間	離岸期日	離岸時間	係留時間	精鉱の種類	国内貨物積込重量(Kg)	ポリピア貨物積込重量(Kg)
FRIESENSTEIN	04-01-79	06.30	04-01-79	21.05	14.35	COBRE	2'040.000 Kls	--
IWCA ROCA	13-01-79	06.45	16-01-79	06.05	70.10	PLOMO	1'866.000	--
TELLO	01-02-79	07.55	12-02-79	09.30	265.35	COBRE	5'667.000	--
MAREMA	05-02-79	09.20	07-02-79	16.55	55.35	ZINC	2'765.000	--
ANWO VENTURE	08-02-79	07.30	10-02-79	11.50	52.20	ZINC	4'750.000	1'575.000 Kls.
IMPORDA	06-03-79	19.20	08-03-79	18.20	47.00	COBRE	1'983.000	--
SANTO PIONEER	17-03-79	17.55	18-03-79	08.10	14.15	PLOMO	2'498.000	--
SABOGAL	19-03-79	17.25	22-03-79	12.30	66.05	COBRE	4'405.200	--
DEL SOL	27-03-79	17.00	28-03-79	09.35	16.35	PLOMO	1'929.000	--
ATLANTICO	06-04-79	11.30	07-04-79	14.10	26.40	ZINC	2'788.000	--
BRISBANE	28-04-79	21.00	30-04-79	09.35	57.35	PLOMO	1'711.000	--
LAGO RINHUE	20-05-79	07.35	20-05-79	22.20	14.50	ZINC	2'080.000	--
SYMI	17-06-79	17.30	19-06-79	05.30	36.00	PLOMO	2'324.100	--
OROTON	24-06-79	06.15	24-06-79	16.05	9.50	PLOMO	--	1'100.000 Kls.
JAMAICA MARU	25-06-79	13.30	26-06-79	05.10	15.40	COBRE	2'036.000	--
B.A.P. ILO	25-07-79	07.20	28-07-79	04.15	68.55	COBRE	7'052.300	--
AL TANVIR	05-08-79	08.25	06-03-79	11.15	26.50	ZINC	1'882.000	3'008.000 "
AVON	09-08-79	14.00	12.-08-79	16.45	74.45	COBRE	8'559.400	--
CLOVER	18-08-79	18.45	21-08-79	04.50	58.05	COBRE	1'542.000	--
AL TANVIR	07-09-79	14.40	10-09-79	06.00	63.20	ZINC	3'568.000	8'642.000 "
ELDANIA	10-09-79	08.00	11-09-79	02.10	18.10	ZINC	3'503.500	--
ATLANTICO	24-09-79	09.00	25-09-79	05.45	20.45	COBRE	1'975.000	--
VALLEJO	18-09-79	16.30	19-09-79	16.35	24.05	PLOMO	1'800.000	--
月 係数						1,117.40 hrs.	68'724.500 Kls.	14'325.000 Kls.

月	係数	積込重量
1	2	3'906.000 Kls.
2	3	14'757.000 "
3	4	10'815.200 "
4	2	4'499.000 "
5	1	2'080.000 "
6	3	5'460.100 "
7	1	7'052.300 "
8	3	14'991.400 "
9	4	10'846.500 "
23		83'049.500 Kls.

(出所) Empresa Nacional de Puertos

平均積込速度

1975年	→	64 ^t /時間
1976年	→	91 ^t /時間
1977年	→	79 ^t /時間
1978年	→	81 ^t /時間
1979年	→	74 ^t /時間

船舶の離岸から後続船舶の着岸までの時間が3時間以内であった場合、後続船舶は待船したと見なし、その待船の回数および同時に2隻の船舶が着岸した回数を調べると表6-16のようになる。待船や同時接岸の回数が多い程バースが輻湊しているということになる。本バースには月に1度程度の輻湊が見受けられるが、輻湊の回数としては多い方ではない。

表6-16 待船および同時着岸回数

年	出荷量(t)	入港隻数	待船回数	同時接岸回数	輻湊回数
1975	90,536	21	0	0	0
1976	115,179	28	0	0	0
1977	132,533	46	4	3	7
1978	144,165	51	6	5	11
1979 9月まで	83,050	23	1	3	4

(出所) Empresa Nacional de Puertos

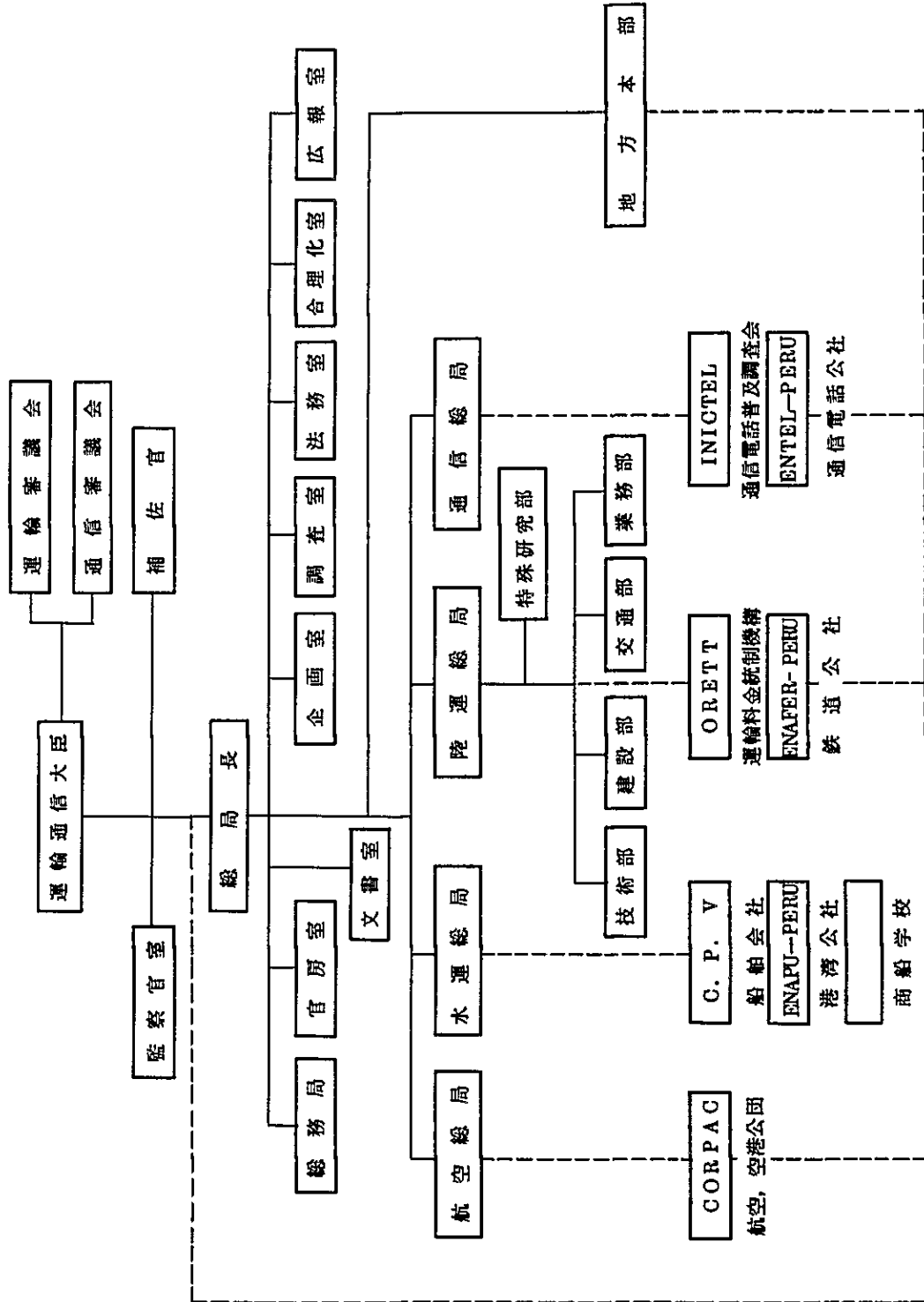
1-7 国家港湾公社の管理運営体制

国家港湾公社は法令17,526号により設立された運輸通信省(MTC:Ministerio de Transportes y Comunicaciones)の分権的公機関であり、1970年1月1日に発足している。行政上、経済上の自治権を有する法人であって、その任務は同法令に定められている。国家港湾公社の管理は理事会が行っており、理事会の構成は以下の通りである。

- ① 運輸通信省の代表1名(理事会の議長)
- ② 海軍省(Ministerio de Marina)の代表1名
- ③ 工業省(Ministerio de Industria y Turismo)の代表1名
- ④ エネルギー鉱山省(MEM:Ministerio de Energía y Minas)の代表1名
- ⑤ 農業食糧省(Ministerio de Agricultura y Alimentacion)の代表1名
- ⑥ 漁業省(Ministerio de Pesqueria)の代表1名
- ⑦ 運輸通信省が指名する港湾管理の経験を有する専門家2名

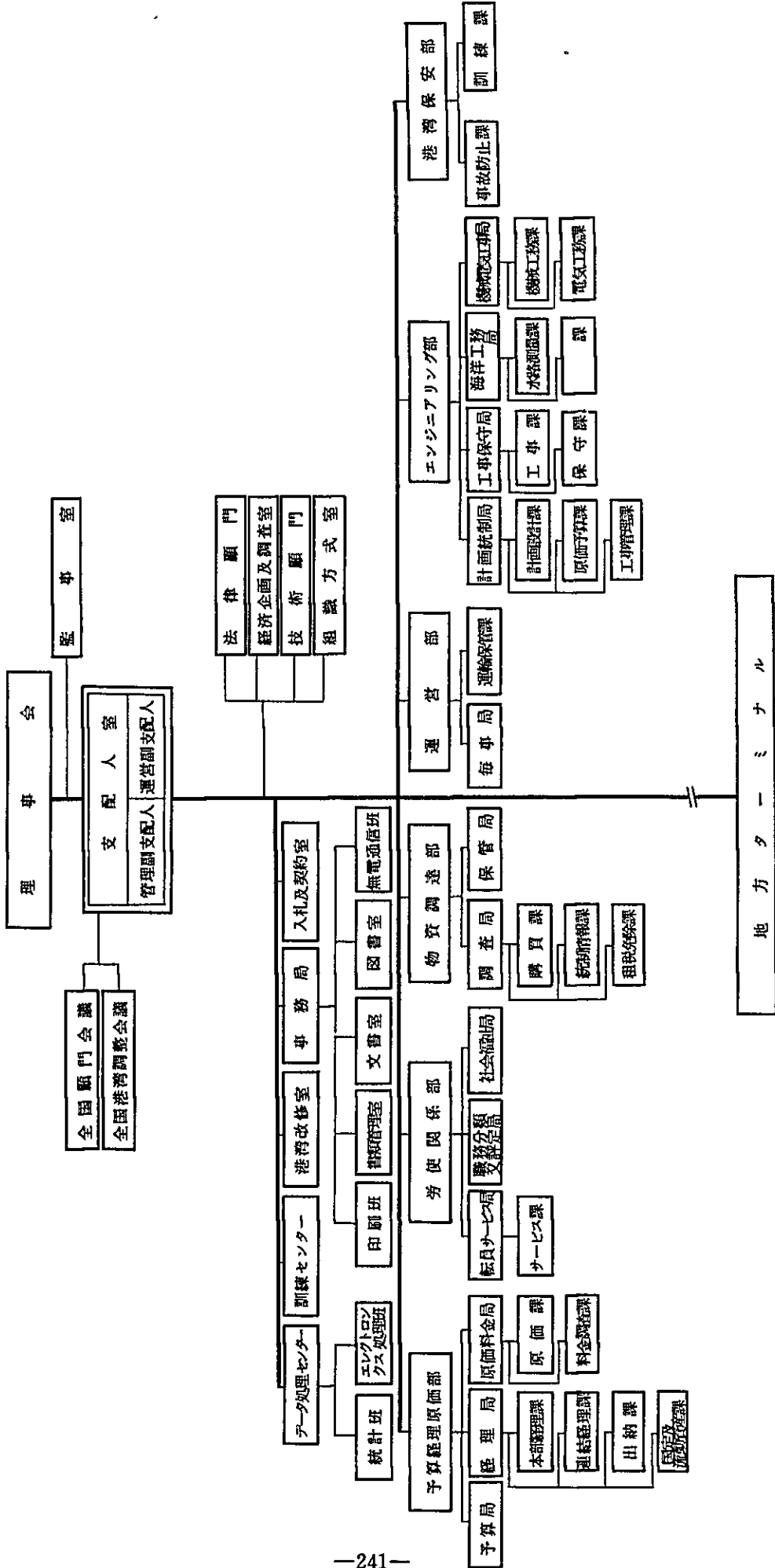
運営は総支配人室が行っており、各港湾を担当している。図6-10～図6-13に運輸通信省、国家港湾公社、マタラニ港湾事務所およびイロ港湾事務所の組織図を示す。

図 6-10 運輸通信省 (M.T.C) の組織図



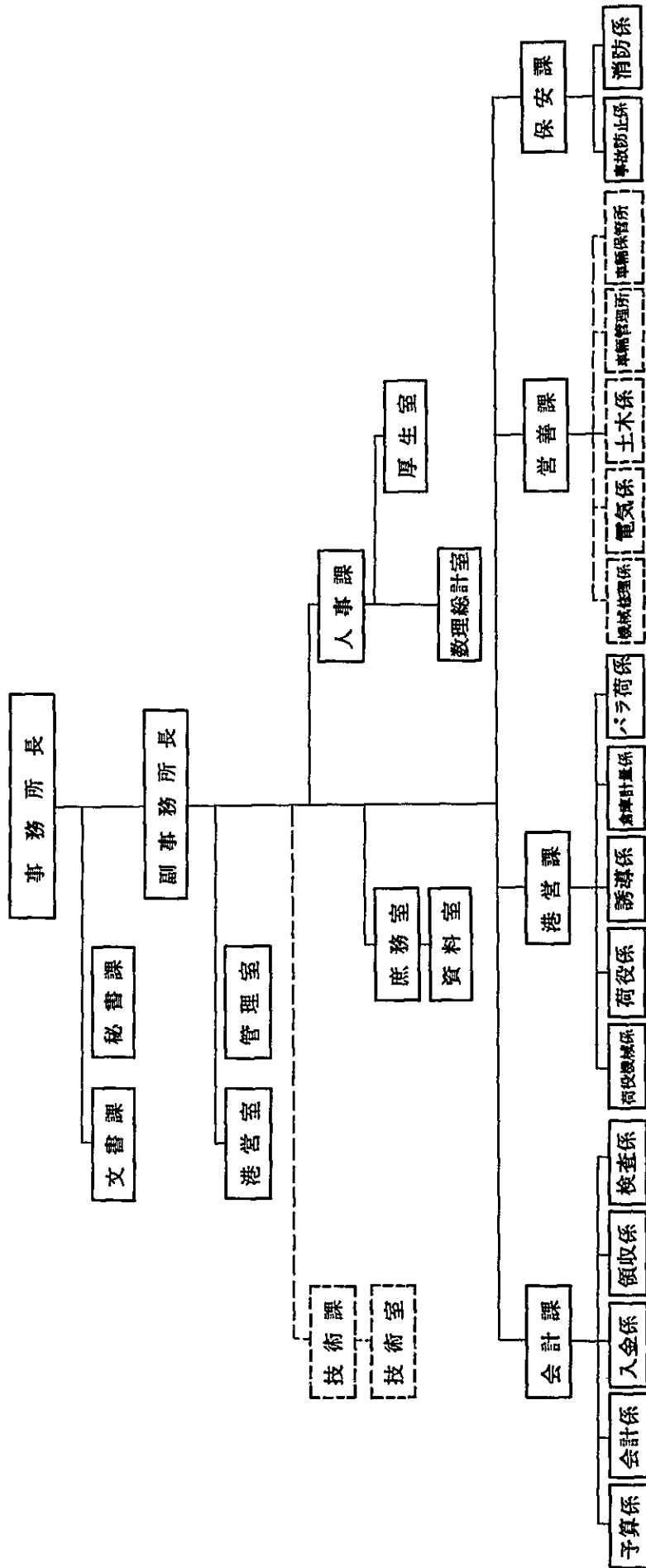
(出所) Ministerio de Transportes y Comunicaciones

図 6-1-1 国家港湾公社 (ENAPU) の組織図



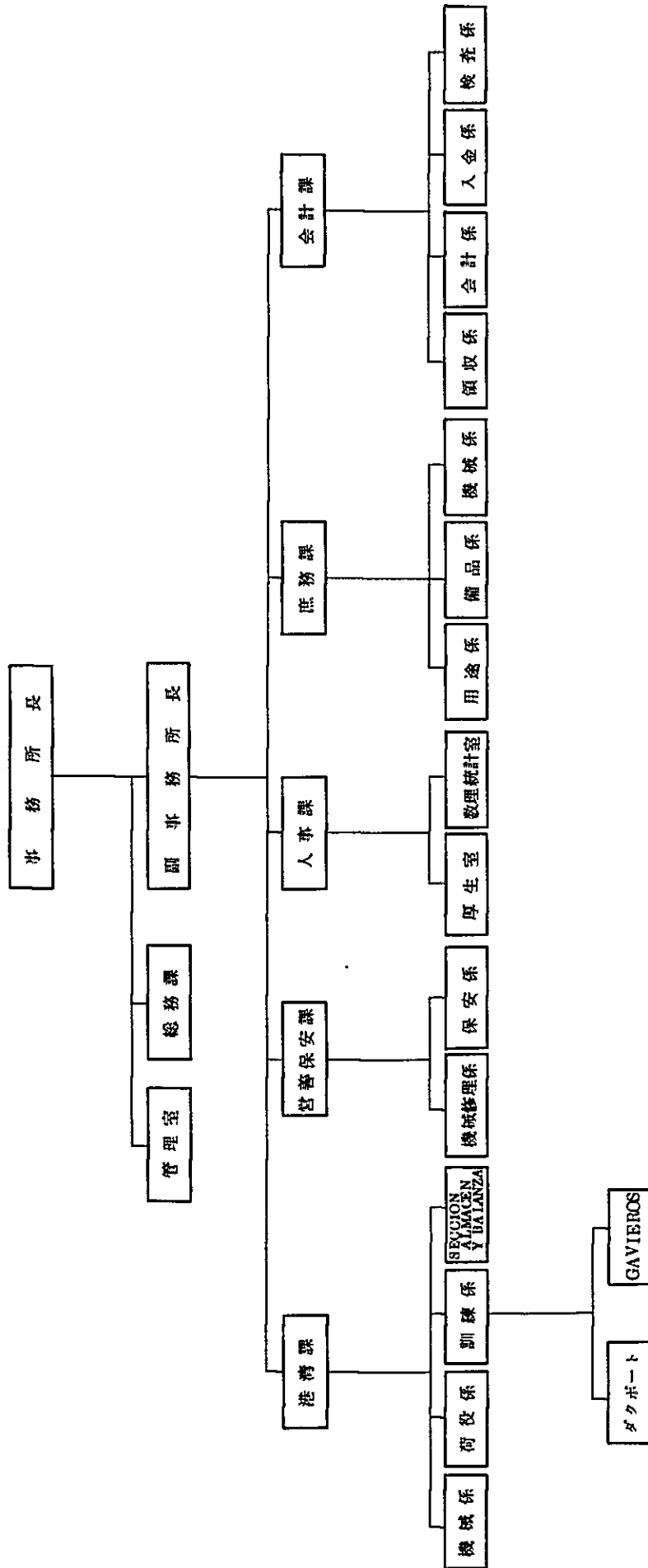
(出所) Empressa Nacional de Puertos

図 6-1-12 マタラニ港湾事務所の組織図



(出所) Empresa Nacional de Puertos

図 6-13 イロ港灣事務所の組織図



(出所) Empresa Nacional de Puertos

第2節 港湾取扱い貨物の将来予測

港湾当局（カヤオ港の港湾公社、マタラニ港湾事務所、およびイロ港湾事務所）への聞き込み調査の結果ではマタラニ港、イロ港のいずれに於ても港湾取扱い貨物の将来予測は行われていない模様である。両港の1970年以後の取扱い貨物量をグラフに表すと図6-14のようになる。マタラニ港のペルー貨物は9年間で1.8倍に伸びており、将来同一勾配で伸びるものとするれば、1985年には60万t/年に達するものと予測される。同じマタラニ港のポリビア貨物は9年の間大きな変動がなく20万t/年を前後している。イロ港の国家港湾公社固体貨物（埠頭で荷役する貨物）についても同様な傾向があり10万t/年を出ない。今後もこのような傾向が続くものとするれば、マタラニ港のポリビア貨物およびイロ港の国家港湾公社固体貨物の取扱い量は将来に渡って増減がなく、それぞれほぼ20万t/年、10万t/年と予測される。

第3節 政府による港湾整備計画

3-1 マタラニ港

マタラニ港に於ける取扱い貨物量は年々少しずつ増加しており、将来既存の施設だけでは貨物をさばききれなくなることも考えられる。このような事態に対応するためか国家港湾公社はマタラニ港の拡張を考えているようであり、英国のコンサルタント、Liversey & Hendersonがマスタープランを提出している。現段階で計画の内容を詳細に知ることは不可能であるが、現在位置の南側に副港的拡張を計画している模様である。計画の実施時期等については非常に流動的であると思われる。

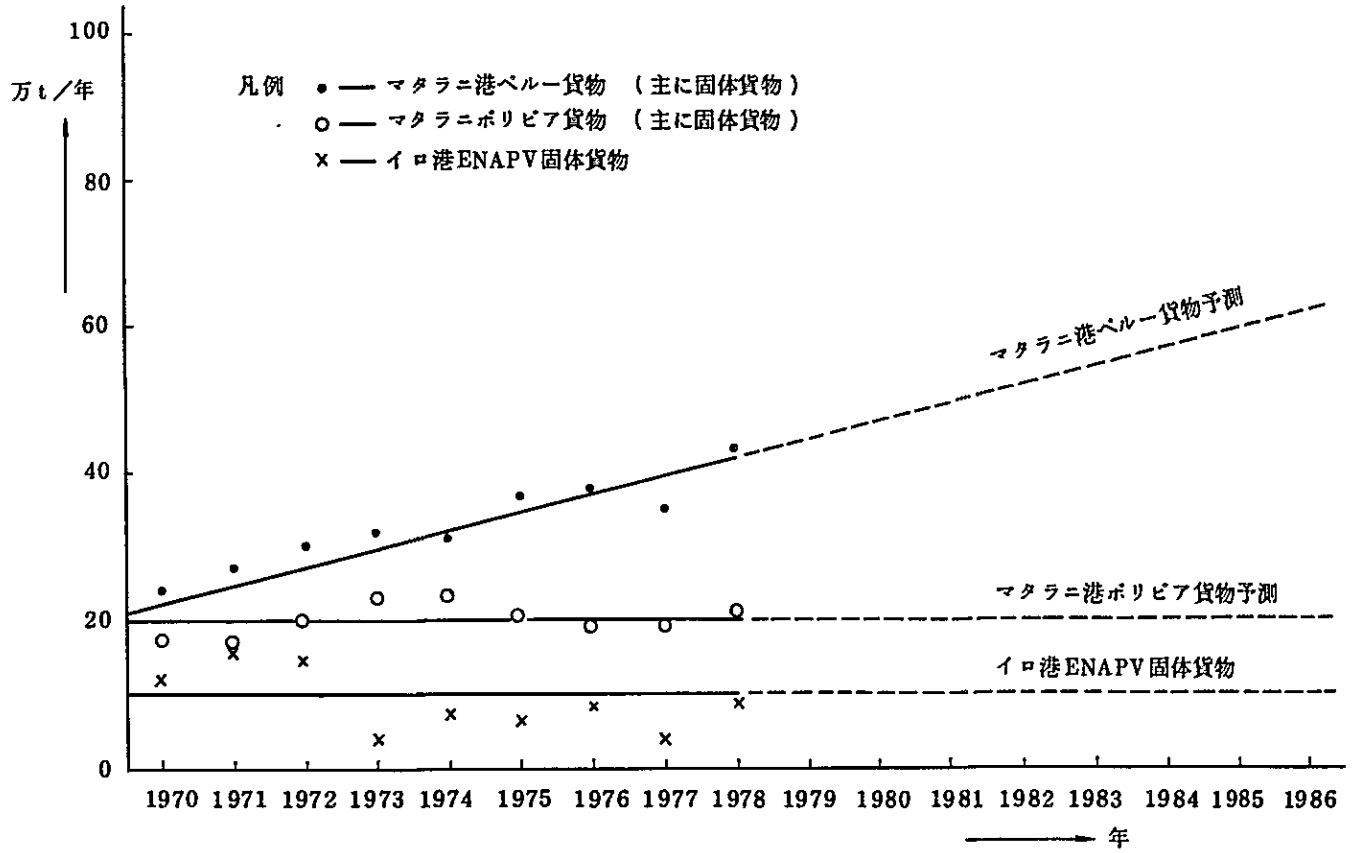
3-2 イロ港

国家港湾公社が管理する埠頭を経由する固体貨物の取扱い量は、ここ9年の間10万t/年を前後した程度にすぎず取扱い量に相当の余裕が残ったままである。港湾公社当局としてもその対策の一環として、当埠頭で精鉱や半製品等鉱業関連貨物の取扱いが可能となるよう、埠頭上に鉄道引込線を設置する案を考えており、そのようなことが可能か否かを検討している模様である。

第4節 鉱山開発に伴う貨物の増加

表6-17はクスコ州南部地区鉱山の開発に伴う、精鉱の想定出荷量を年次別に示したものである。4鉱山の出荷量の合計が積出港に於ける貨物の増加量となる。なお最盛期（1989

図 6 - 1 4 取扱貨物量の推移



(出所) Empresa Nacional de Puertos等

～97年)の出荷量合計は26万4,000t/年である。

表6-17 貨物の増加量

(単位：t)

年次\鉱山名	アタラヤ	チンタヤ	コロコワイコ	ケチュア	合計
1980	9,600				9,600
1981	9,600				9,600
1982	9,600				9,600
1983	9,600	152,000			161,600
1984	9,600	152,000			161,600
1985	9,600	152,000			161,600
1986	9,600	152,000	20,000		181,600
1987	9,600	152,000	20,000		181,600
1988		152,000	20,000		172,000
1989		152,000	20,000	92,000	264,000
1990		152,000	20,000	92,000	264,000
1991		152,000	20,000	92,000	264,000
1992		152,000	20,000	92,000	264,000
1993		152,000	20,000	92,000	264,000
1994		152,000	20,000	92,000	264,000
1995		152,000	20,000	92,000	264,000
1996		152,000	20,000	92,000	264,000
1997		152,000	20,000	92,000	264,000
1998			20,000	92,000	112,000
1999			20,000	92,000	112,000
2000			20,000	92,000	112,000
2001				92,000	92,000
2002				92,000	92,000
2003				92,000	92,000

第5節 積出港としての適否

マタラニ港、イロ港について港までの輸送方法、ストックヤード、積込設備および積込岸壁等を比較することにより精鉱の積出港としての適否を評価する。

5-1 マタラニ港

5-1-1 精鉱、積出量の将来予測

表6-18はマタラニ港の鉱山物積出量(表6-7~表6-8より引用)およびベルトコンベアーにて積出しを行った精鉱の量(表6-12~表6-16より引用)を示したものである。

表6-18 鉱産物積出量

(単位: t)

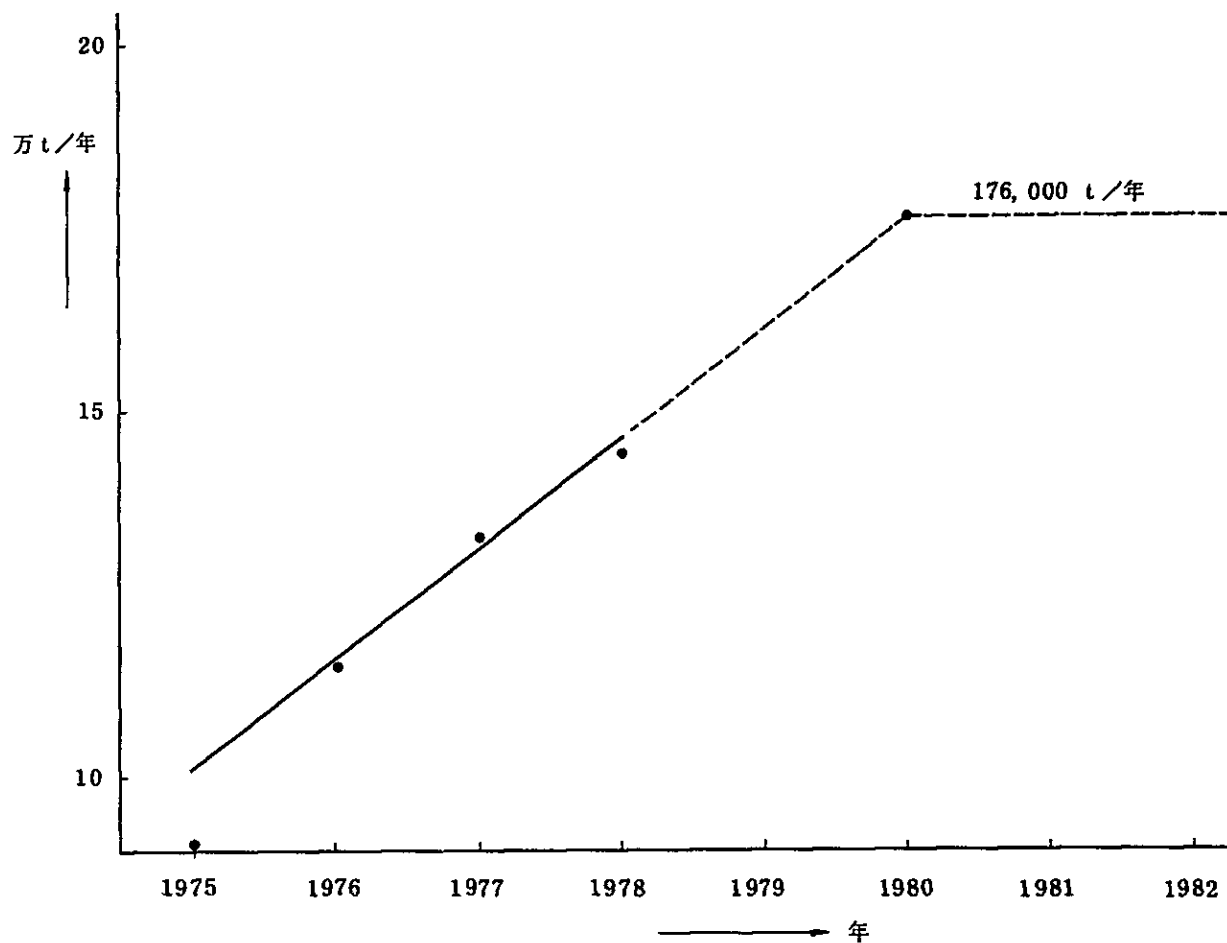
年	鉱産物積出量(A)			精鉱積出量(B)			(B/A)
	ペルー貨物	ポリビア貨物	合計	ペルー貨物	ポリビア貨物	合計	
1970	51,986	117,926	169,912				
1971	48,269	115,087	163,356				
1972	79,543	126,855	206,398				
1973	88,526	130,398	218,924				
1974	74,406	117,125	191,531				
1975	85,245	91,282	176,527	55,886	34,650	90,536	0.51
1976	80,166	102,795	182,961	68,924	46,255	115,179	0.63
1977	80,985	99,212	180,197	84,173	48,360	132,533	0.74
1978	127,150	86,084	231,234	104,695	39,471	144,166	0.68

(出所) Empresa Nacional de Puertos

精鉱は鉱産物の1品目にすぎないが鉱産物に占める割合は非常に高く1977年には74%に達している。鉱産物の積出量はこの9年間20万tを前後しているにもかかわらず、精鉱は年々増加の傾向にある。よって今後も精鉱の積出量は増加して行くものと思われるが適確な予測の方法がなく、資料も少ないので、ここでは便宜的な考えに基づいて予測するものとする。すなわち鉱山開発なくして出荷額の増加はあり得ないので、これから先クスコ州南部地区の開発が始まる、1980年までの2年間は1975~78年の精鉱積出量(過去のデータ)を基に予測することとし1981年以後は他鉱山からの出荷額は一定になると仮定してクスコ州南部地区鉱山からの出荷のみが増分として加わると考えて2003年までの将来予測を行うものとする。図6-15により1980年に於ける既存鉱山からの出荷量は17万6,000t/年と予測される。

この値と表6-17(既出)の合計の和が1980年以後の予測値となる。表6-19は1980年から2003年までの精鉱積出量予測値である。これらの精鉱はすべてストックヤードを経てベルトコンベアーにより船積みされるものとして以後の検討を進める。

図 6 - 1 5 過去のデータに基づいた精鉱出荷額予測



(注) ——— 表 6 - 1 8 の B の値

(出所) Empresa Nacional de Puertos 等。

表 6 - 1 9 精鉱積出量予測値

(単位：t)

年	予測値 (t/年)	予測値 (t/月)
1980	185,600	15,500
81	185,600	15,500
82	185,600	15,500
83	337,600	28,100
84	337,600	28,100
85	337,600	28,100
86	357,600	29,800
87	357,600	29,800
88	348,000	29,000
89	440,000	36,700
90	440,000	36,700
91	440,000	36,700
92	440,000	36,700
93	440,000	36,700
94	440,000	36,700
95	440,000	36,700
96	440,000	36,700
97	440,000	36,700
98	288,000	24,000
99	288,000	24,000
2000	288,000	24,000
01	268,000	22,300
02	268,000	22,300
03	268,000	22,300

(出所) Empresa Nacional de Puertos等

5-1-2 港までの輸送方法

本プロジェクトの国鉄開発部門の調査で鉱山→シパヨ→アレキバ→マタラニ港の道路単独ルートよりは、鉱山→アヤビリ駅→マタラニ港の道路鉄道併用ルートの方が輸送費が安いという結果が出ており、マタラニ港への輸送はアレキバ、ラ・ホヤ経由でペルー南部鉄道と臨港鉄道を利用するのが最も合理的である。

5-1-3 ストックヤード

岩丘の頂上において、国営鉄道公社 (ENAFER: Empresa Nacional de Ferrocarriles) が管理している。敷地面積は7万1,000 m²であり、そのストック能力は3万6,000 tであ

る。現在、ストックヤード内は大まかにペルー鉱山公社 (Minero Perú) 用とボリビア用に区分されている。各々の区分内は必要に応じて精鉱の種類と量によって細分化される。傾向としてはペルー鉱山公社の貨物には銅および鉛の精鉱が、またボリビアからの貨物には亜鉛の精鉱が多い。国営鉄道公社の話によればこれらの区分はあくまでも、固定されているものではなく、また回転さえ順調に行けばさらに相当量の精鉱を取扱うことも可能であり、クスコ州南部地区鉱山の精鉱が新たに加わったとしても貯留上には何ら問題を生じないとのことである。精鉱の積上げ高さはほぼ 5 m で粉塵防止のため四六時中散水が行われている。そのためか法勾配はほぼ 1 : 0.3 の急勾配で維持される。表 6-19 (既出) により精鉱積出量が最大となるのは 1989~97 年で 3 万 6,700 t / 月である。よって約 1 カ月分の収容能力を有していることになり、ストックヤードの規模としては充分であると考えて良い。ストックヤード内での精鉱の移送には 2 台のブルドーザー (能力 2 t) が使用されているがさらに 1 台増加して 3 台で行うほうが能力が良い (カヤオ港では 3 台使用している。)

5-1-4 ベルトコンベアー

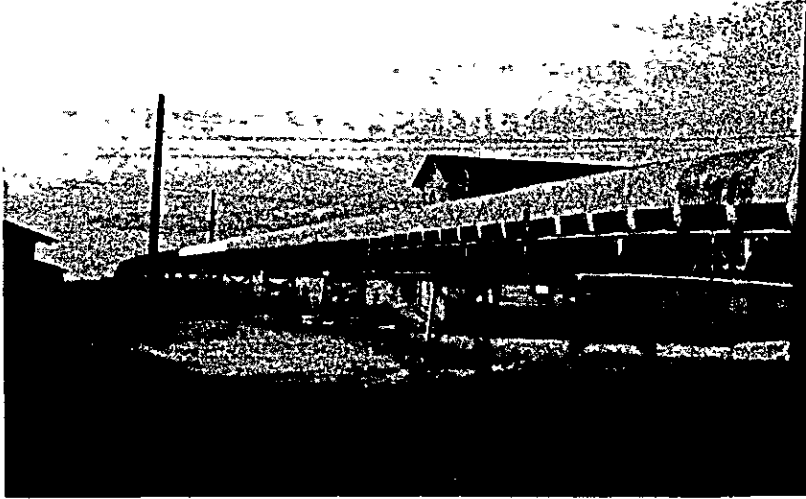
岩丘と埠頭は延長 530 m のベルトコンベアーで結ばれておりストックヤードに搬入された精鉱はこのベルトコンベアーで船積みされる。移送能力は 1,000 t / 時間、使用電力は 500 kW である。当ベルトコンベアーは、カナダの ADD COAL CORPORATION, LIMITED により製作され 1970 年より使用が開始されている。耐用年数は 30 年で、今後 20 年間は使用可能である。運転要員は 1~2 人で昼夜兼行で行われる。粉塵防止のための散水が原因してか、ホッパーが時折り目づまりを起こす他は、現在のところ特注すべき欠陥は無い。精鉱積出量の増加に充分対処出来る移送能力を有しており、また鉱山ライフが終了する 2003 年まで (今後 24 年間) はかろうじて使用出来そうである (写真 6-3)。

5-1-5 積込岸壁

マタラニ港の埠頭は -10 m 水深の岸壁より成り、その延長は 580 m である。その構造形式は第 1~3 バース (延長 450 m) が図 6-6 (既出) に示す鋼矢板セル式、港口部に近い第 4 バース (延長 130 m) が図 6-7 (既出) に示すコンクリート柱棧橋式である。第 1~3 バースは 1942 年に竣工し、第 4 バースは後から 2 回に分けて (90 m と 40 m) 増設されたものである。ベルトコンベアーの終点は第 4 バースにあり、精鉱の積出しはもっぱらこの第 4 バースで行われる。ベルトコンベアーによる積込可能範囲は岸壁延長の内 80~85 m なので、大型船の場合は 1~2 回のシフトが必要である。なお第 3 バースでも精鉱の積込みは可能であり、そのような場合には、特殊な容器を使用し船舶の有するデリッククレーンで行っている。

しかしながらこのような荷役方式の能率は非常に悪く、もっぱら小型船を対象としているようである。外観的にはあるが、第 1~4 バースとも著しい変状は見受けられず、また地震のあまり多くない地域でもあるので、構造面で特に問題となるようなことはなさそうである。表 6-5 (既出) に示すように、1978 年の輻湊回数は 14 万 4,000 t の出荷量に対して月 1 回程度であった。その比率をそのまま使用すると、出荷量がピークとなる 1989~97 年

写真 6-3 マタラニ港ベルトコンベアー



の輻湊回数は44万/14万4,000 \div 3、すなわち月3回程度となることが予想される。極端な例では、すべての入港船舶が待船するような港湾もあり、月3回程度の輻湊は許容範囲内であろう。

5-2 イロ港

5-2-1 精鉱積出量の将来予測

国家港湾公社が管理する埠頭では鉱産物が扱われたことが無いので、表6-17(既出)に

示す貨物増加量の全部または一部を検討上の積出量と考える。

5-2-2 港までの輸送ルート

既存の輸送ルートとして、鉦山→アヤビリ駅→マタラニ港→イロ港が考えられるが、マタラニ港→イロ港の道路輸送の分が上乗せされる形になりマタラニ港積出しに比べて不経済である。

5-2-3 ストックヤードおよびベルトコンベアー

現時点ではいずれも用意されていない。ただし、用地は確保されている。

5-2-4 積込岸壁

水深10～16mの岸壁4バースより成る、長さ302m、幅27mの突堤式埠頭があり、大型船舶の着岸が可能である。

5-3 結 論

鉦山からの距離を比べるとマタラニ港の方が近く、イロ港は遠い。よって輸送費はマタラニ港の方が安く、有利である。

マタラニ港にあるストックヤード、ベルトコンベアーおよび岸壁等の既存の施設は今後の出荷量の増加に対し、量的にも期間的にも耐え得るものであり、問題は見受けられない。

一方イロ港では、これまで鉦産品を扱ったことがなく、精鉦のようなバラ荷を扱う施設がない。これらの施設を用意するためには相当量の投資が必要であり、現時点でイロ港を積出港として選定する理由は見当たらない。よってクスコ州南部地区鉦山より出荷される精鉦の積出港としてはマタラニ港が適当であると考えられる。

イロ港は将来マタラニ港に不測の事態が発生し、港が使用不能に陥った時の代替港と考え、その時点で必要な整備をすれば充分であると思われる。

第6節 次期詳細調査への提言

現地調査の結果、マタラニ港には鉦山開発に伴う増加貨物を受入れる余裕が充分あると考えられる。しかしながら、ストックヤード、ベルトコンベアー、岸壁等の積出施設に対する概略調査を基にした結論であるので、詳細調査では再度の綿密な調査が必要である。特にベルトコンベアーについてはその構造上の問題および耐用年数等の調査が必要である。またベルトコンベアーの輸送能力は公称1,000t/時間と言われているが、実績(積込量を係留時間で割って求めた)は80t/時間と非常に小さい値を示しており、能率向上のためにもその原因究明が必要である。

第7章 地熱開発

4

第7章 地熱開発

第1節 調査概要

1-1 調査地域

調査地域はペルー南部山岳地帯にあり、クスコ州東南部に位置しており、行政区画はエスピナル郡オコロロ村に属する。調査地域の中心は、西経 $71^{\circ}02'30''$ 、南緯 $15^{\circ}05'30''$ に位置し、標高 $4,100\text{ m}$ 前後の草原と、これに連なる標高 $4,400\text{ m}$ 程度の丘陵よりなる。

気候は高地寒冷型で季節風の影響を受けて、雨季と乾季がある。地熱開発候補地キンコージョ地区には、大きな集落は無く人家が極めてまばらに点在する。地熱徴候として、草原を流れるコルバ川沿いに数カ所湧泉が確認されている。

1-2 調査諸元

調査面積 約 50 km^2

調査量内訳

イ ボーリング工事（孔内温度測定を含む）

300 m 1孔（温度測点：150点）

20 m 10孔（温度測点：200点）

ロ 物理探査

Schlumberger法 測線延長 約 20 km （37点）

1-3 物理探査測線およびボーリング位置の設定

物理探査測線は図7-1（別添）に示すように、南北方向に（以下N-S方向と記載する）に1本、東西方向（以下E-W方向と記載する）に2本設定し、測線総延長は 20 km 、測点は合計37点である。

	測 長 線	測 点 数
A 測 線	10 Km	19 点
B 測 線	5 Km	9 点
C 測 線	5 Km	9 点
合 計	20 Km	37 点

測線は53年度地熱調査の原点(P.P)を基点として、ポケットコンパスにより方位および垂直角を測定し、斜距離を間縄により測定した。水平距離250m毎に目印を設け、測点番号を付し、測定は水平距離500m毎に行った。

ボーリング地点については、この区域の地熱徴候に関連があると考えられているN-S方向の地溝帯および既知の湯徴地付近が図7-1(別添)に示すように選定された。

1-4 測定装置

調査に使用した測定装置は表7-1の通りである。

表7-1 測定装置一覧表

	種類	名称	仕様	数量
物理探査	エンジン付発電機	Geotronics 社製 M421型	最大出力 2.0 KW 周波数 400 Hz 定格電圧 115 V単相	1
	送信機	千葉電子研究所製 CH-508A・B	最大出力 2.4 KW 出力電圧 20V~800V 出力電流 0.1~3.0 A 9段切替 周波数 0.1~5.0 Hz 5段切替	1
	受信機	東亜電波工業製 EPR100A ペンレコーダー	電圧測定範囲 1mV~100V/75mm 入力抵抗 2 MΩ 電源 AC100V 50~60Hz DC 12~24V	2
		横浜電子研究所製 ブリボックス	S P補償 ×10 直流増巾付	1
ボーリング工事	試錐機	L-44	穿孔能力 NX 760m BX 975m スピンドル内径 98%	2
	全上エンジン	GMC 3-53	ディーゼルエンジン 1,800 rpm/60ps	2
	試錐ポンプ	535-RQ	圧力 20~50kg	3
	全上エンジン	F-23481	ディーゼルエンジン 2,200 rpm/16ps	3
	発電機	Wisconsin	2 KVA 220V	3
	ミキサー	MCE-100	容量 100ℓ	2
温度測定	感熱・水位センサー	開発工業製	金属抵抗型(白金)	1
	ウィンチ	"	能力 350m	1
	記録計	渡辺測器製 サーボコーダー	電源 E2000 2.25KW	1
	深度発信方式	玉川精器製 パルスエンコーダー	"	1

第2節 地質調査

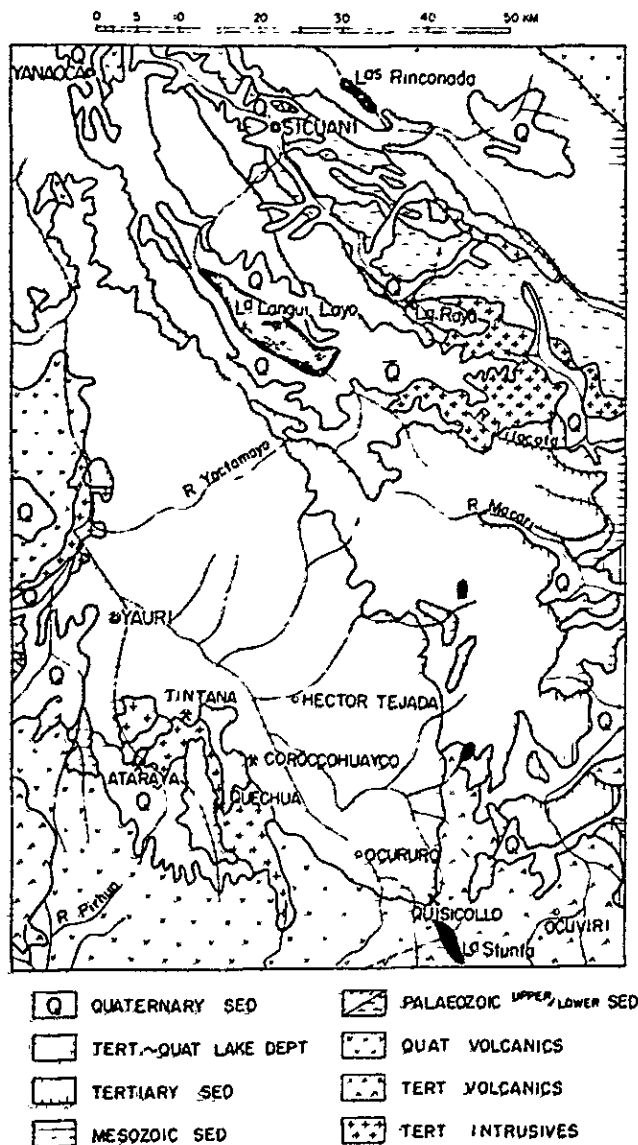
2-1 地質概要

調査地域は海拔約4,200mの平坦なヤウリ盆地の南東部に在り、盆地とその東のララマニ山塊との境界部に位置している。ララマニ山塊は主に白亜紀および第三紀の堆積岩類より成り、ヤウリ盆地は第三紀鮮新世の湖成堆積物で形成されている。前述の境界部には、第三紀始新世に噴出したタカサ火山岩類が分布する。更に第四紀末の水河堆積物がこれらを覆って分布する。

本地域の地熱示徴はハルマ川およびその上流のコルバ川沿いに点在し、温泉湧出と石灰華の分布が見られる。

一方ヤウリ盆地の南西端付近には、中生代末～古第三紀の閃緑岩および斑岩類が分布しており、この活動に伴って、アタラヤ、チンタヤ、コロコワイコ、ケチュアなどの銅鉱床が存在する。(図7-2参照)

図7-2 シクアニ～ヤウリ地区広域地質図



2-2 地質各論

本地域については1976年および1978年の2回にわたって地質調査が実施されており、その調査結果を参照して調査地域内に分布する岩石を検討した。

調査地域内に分布する岩石は、中生代白亜紀モホ層下部のアヤバカス石灰岩層、古第三紀始新世のタカサ火山岩類、第三紀鮮新世～第四紀更新世のバルロソ火山岩類およびその深部相当岩類、第四紀末の氷河堆積物および現世堆積物である。(図7-3参照-別添)

2-2-1 堆積岩類

1) モホ層(アヤバカス石灰岩層)

本層は主に調査地域の西半分に分布し、一般には塊状緻密で岩相の変化は少ないが、稀に泥質または珪質の部分を含み、部分的に方解石脈が発達する。色調は主に灰色ないし暗灰色を呈する。本層の層理は断層ブロック毎に多少の変化はあるが走向はN-SないしNNW-SSEで西または東に急傾斜している。本層は本地域の基盤岩をなし、モホ層下部に相当し、一般にアヤバカス石灰岩層と呼称され、下限は不明であるが上限は古第三紀タカサ火山岩類に不整合に覆われる。

2) 氷河堆積物

本堆積物は、スツタ湖北岸よりキシコージョ中央部の草原一帯および北方のセロ・アグア・カリエンテスに分布し、主に砂礫より成る。礫種は火山礫を主とし石灰岩礫、珪岩礫を含み、本地域の局地性を強く反映している。礫の円磨度は亜角礫で分級は悪く、基質は泥質砂のことが多い。その層厚は、今年度のボーリング結果により200m程度の厚さを確認しているため、本地域においては150～200m以上の層厚を有すると推定される。本堆積物は第四紀末の氷河期に形成されバルロソ火山岩類以前の各層を不整合に覆う。

3) 現世堆積物

本堆積物は、調査地域の中央を北流するハルマ川およびその支流に沿う河床と湿地帯に分布し、砂礫層および砂泥層より成る。本地域に於ける最新の地層で、下位置を不整合に覆う。

2-2-2 火山岩類

1) タカサ火山岩類

本岩類は、調査地域のほぼ東半分を占めて分布し、一般に粗面安山岩および集塊岩より成り一部には火山源物質より成る砂岩などの碎屑岩類を挟在する。色調は褐紫色ないし灰褐色を呈する。その走向傾斜は断層ブロック毎に大きく変化している。本岩類は古第三紀始新世に噴出し、下位のアヤバカス石灰岩層を不整合に覆う。

2) バルロソ火山岩類

本岩類は、調査地域南東方のスツタ湖北東岸に分布し、安山岩、玄武岩、集塊岩など

より成り、ほぼ水平な層理面を有する。第三紀鮮新世—第四紀更新世の産物で、タカサ火山岩類以前の各層を不整合に覆う。

2-2-3 貫入岩類

本岩類の分布は非常に限られている。地表ではハルマ川川底の温泉より約500m下流の同川左岸に分布するタカサ火山岩類中に走向N16°E傾斜80°W、巾1mの岩脈状粗粒玄武岩が観察されるのみであり、そのN-S方向の延長は露出が少なく不明である。一方、IQ-11孔では氷河堆積物の直下で粗粒玄武岩及び、玢岩の岩脈に逢着している。その巾は深度19.630mから22.320mまでの約3.7m間で、後述するように地熱作用に伴う熱水変質を蒙っている。

2-3 地質構造

調査地域の断層系は、N-S系と、これを切るE-W~NE-SW系の2系列が存在する。

N-S系断層は調査地域北部のハルマ川付近で観察されるNNW-SSE方向に延びる断層で代表される。本断層は南へ延びるにつれてその方向をNNE-SSWに転じる。調査地域中央部にはこのNNE-SSW方向の断層と、これからSE方向へ派生した断層とにより、南へ開くグラベン構造が形成されている。このグラベン部分は草原となり現世堆積物が分布している。

このN-S系断層を切るE-W~NE-SW方向の断層が1~数km間隔で発達し、地層はブロック化している。各ブロックともその傾動が異なっており、層理面もブロック間で不連続のことが多い。

2-4 地熱示徴

本地域の地熱示徴は、大きく見て3カ所に分布していて、これらを北よりリオ・ハルマ地区、マカララ地区およびキシコジョ地区と呼ぶ。(図7-4参照)

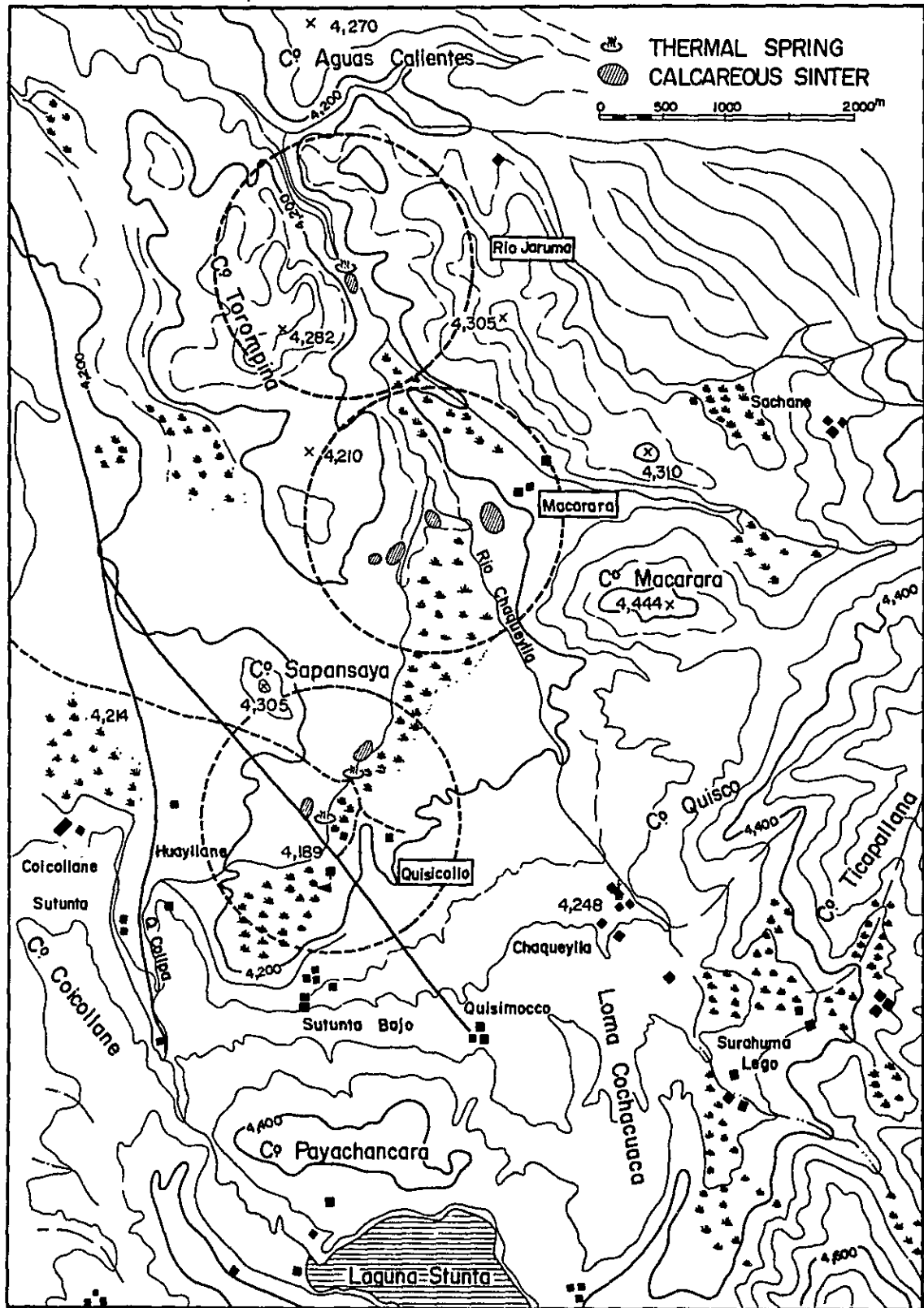
2-4-1 リオ・ハルマ地区

本地区では、ハルマ川々底に厚い石灰岩を伴う温泉が湧出しており、湧出口は2カ所に観察され泉温はそれぞれ50.7°Cと40°Cを示す。温泉付近に露出する石灰岩には方解石細脈が認められる他は地熱変質に伴って見られる変質鉱物の存在は肉眼的に確認出来なかった。温泉近傍には、アヤバカス石灰岩層とタカサ火山岩類を境するNNE-SSW方向の断層との交会部が位置している。

2-4-2 マカララ地区

本地区では、ハルマ川上流のコルバ川とその支流が合流する付近に広く石灰華が分布するが、温泉の湧出は認められない。この石灰華の分布する個所は南へ開くグラベン構造を形成する

図 7-4 調査地域内の地熱示徴



N-S系およびNW-SE系断層と、これを切るENE-WSSW系断層との交会部に位置している。

2-4-3 キンコージ地区

本地区では、平坦な草地をN40°E方向に北流するコルパ川の河原に400m離れて2カ所に示徴があり、その各々には3~4カ所の温泉湧出が認められる。このうち下流側の温泉示徴は53.5°Cの泉温で石灰華を伴う。上流側では58°Cの泉温を示し、この値は調査地域内の最高温度である。ここでは石灰華は高さ約1mの扁平な小丘状に沈積しており、温泉はその中心部から湧出している。示徴地は草地のために露頭がなく地質状況は不明であるが、調査地域内の地表、地質調査では、本示徴近傍をNNE-SSW方向の断層が走り、本示徴の北側にはE-W方向の断層が斜交していると推定されている。

2-5 コア鑑定およびボーリング孔の地質

2-5-1 コア鑑定

20m深ボーリング孔(IQ-1~IQ-10)および300m深ボーリング孔(IQ-11)の地質は次の通りである。

1) IQ-1 孔の地質

0~2.80m: 土壤

赤茶色を呈する風化土壤で上部はやや砂質である。

2.80~5.60m: 礫層

中礫層で、礫種は安山岩類が殆んどを占め、円磨度は亜角礫である。分級は悪い。

5.60~20.50m: 集塊岩

安山岩質物質より成る集塊岩で、赤紫色を呈する。稀に石灰岩角礫を含む。傾斜30°の層理面を示す。礫質部を一部に含む。

2) IQ-2 孔の地質

0~17.45m: 土壤

安山岩質岩の風化生成土壤のようで赤茶色を呈する。中部に安山岩類を主とする亜角礫を含む。

17.45~20.00m: 集塊岩

安山岩物質より成り、赤紫色を呈する。

3) IQ-3 孔の地質

0~3.00m: 土壤

上部1mは黒色、下部2mは茶色を呈する安山岩類の風化土壤である。

3.00~20.00m: 集塊岩

30mm以下の安山岩質角礫及び同質の基質より成り、赤紫色を呈する。深度7~9m間は破碎され粘土化している。

4) IQ-4 孔の地質

0~5.15m: 砂礫層

極粗粒砂または、細礫より成り、現世の河床堆積物である。

5.15～7.00 m：泥層

部分的に細礫を含む泥層で灰色～黄土色を呈する。

7.00～20.00 m：礫層

下部に大礫を含む中礫層で、礫種は安山岩類が大部分を占め円磨度は亜円礫である。基質は泥質中粒砂である。分級はやや悪い。

5) I Q-5孔の地質

0～5.30 m：砂層

褐色を呈する泥質中粒砂で、現世河床堆積物と考えられる。

5.30～8.40 m：礫層

安山岩質亜円礫より成る中礫層で基質は茶色の砂質泥である。

8.40～14.00 m：集塊岩

細～中礫サイズの安山岩質角礫および同質基質より成り、赤紫色を呈する。

14.00～20.00 m：砂岩

赤紫色粗粒の安山岩質砂岩で、葉理を示す。

6) I Q-6孔の地質

0～7.60 m：礫層

下部に大礫を含む中礫層で、大部分が安山岩質礫より成る。基質は砂質泥である。分級は悪い。

7.60～20.70 m：泥層

上部及び最下部に礫層を挟在する暗灰色または、茶色の砂質泥層で、部分的に細～中礫を含む。

7) I Q-7孔の地質

0～2.10 m：土壌

茶黒色の風化土壌で、中礫を含む。

2.10～20.40 m：礫層

7.60～10.70 m間に泥質粗粒砂を挟在する中～大礫層である。安山岩質礫を主とし、円磨度は亜角礫、基質は泥質粗粒砂で、分級は悪い。

8) I Q-8孔の地質

0～2.00 m：土壌

黒色腐植土壌で、中礫を含む。

2.00～20.00 m：礫層

最下部に大礫を含む中礫層である。亜円礫、安山岩質礫及び砂質泥の基質より成り、分級は悪い。

9) I Q-9孔の地質

0～4.50 m：土壌

赤茶色を呈する風化土壌で、部分的に細～中礫を含む。

4.50～13.00 m：砂層

中礫を中部に含む泥質中粒砂で、黒褐色を呈する。無層理で、分級は悪い。

1 3.0 0～2 0.8 0 m：礫層

大礫を含む中礫層で、安山岩質礫が大部分である。円磨度は亜角礫で分級は悪い。

1 0) I Q-1 0 孔の地質

0～1.7 0 m：土壌

赤茶色を呈する風化土壌である。

1:7 0～4.1 0 m：安山岩

割れ目沿いに風化が進み、礫状の見かけを呈する安山岩で、風化部分は赤茶色を呈し砂質泥状の外観となっている。

4.1 0～1 7.5 0 m：安山岩

粗粒安山岩で、赤紫色を呈する。傾斜 3 0～4 5°の層理を示す。

1 7.5 0～2 0.0 0 m：集塊岩

細礫サイズの安山岩質角礫及び同質基質より成り、青灰色を呈する。一部に粗粒砂質部を挟在する。

1 1) I Q-1 1 孔の地質

0～3 5.3 0 m：中礫層

所々に大礫を含む中礫層である。礫種は安山岩類が大部分で、少量の斑岩、閃緑岩を含む。円磨度は亜円礫で、基質は砂質泥から泥質中粒砂で褐色を呈する。分級は悪い。

3 5.3 0～5 2.5 0 m：砂層

中礫を混える泥質砂層で下部に砂質泥層を挟在する。分級は悪く、細砂から粗砂まで変化し、褐色を呈する。

5 2.5 0～6 1.6 0 m：中礫層

上部に薄い泥質砂層を挟在する中礫層で、分級は比較的良い。礫種は安山岩類が主で、円磨度は亜円礫である。基質は泥質な細～中砂である。褐色を呈する。

6 1.6 0～7 6.0 0 m：互層状砂泥層

砂質泥および泥質砂の 1～5 m 単位の互層状の層で、部分的に中礫を含む。分級は比較的良く、赤褐色を呈する。中部に薄い中礫層を挟む。下部に向いリモナイトの汚染が見立つ。

7 6.0 0～8 0.2 0 m：中礫層

火山岩礫を主体とする中礫層で、礫の円磨度は亜角礫で、基質は泥質砂となり、分級が非常に悪くなる。

8 0.2 0～8 5.0 0 m：泥 層

所々に細礫を含む砂質泥層で黒茶色を呈する。無層理塊状である。

8 5.0 0～1 7 5.7 0 m：礫 層

層厚 0.3 m から 1.5 0 m の薄い泥層または砂層を上部に 2 層、下部に 2 層、それぞれ挟在する中礫層で、大礫を所々に含んでいる。

礫種はその殆んどが火山岩で、円磨度は亜角礫から亜円礫まで変化している。基質は泥質の中粒～粗粒砂である。分級は非常に悪い。深度 1 1 0 m 付近より、リモナイト汚

染が見られると共に、基質の固結度がやや高くなり、部分的に礫層が岩芯状に採取されているのが観察される。

175.70～180.60m：砂泥層

固結度がやや高く、無層理塊状の砂泥層で茶色を呈する。泥質部は粗粒砂を含み、砂質部は、泥質中～粗粒砂で細礫を含んでいる。

180.60～187.20m：礫層

大礫を含む中礫層で、礫種は安山岩類が殆んどを占めており、基質は泥質中～粗粒砂で固結度はやや高い。円磨度は亜角礫で分級は悪い。

187.20～196.30m：礫層を挟在する泥層

層厚1m前後の大礫を含む中礫層を3層挟在する泥層で、部分的に細～中礫を含んでいる。色調は褐色を呈し、固結度はやや高くCoringは良い。

196.30～213.15m：粗粒玄武岩

粗粒の長石、石英、輝石および雲母より成る粗粒玄武岩で、全体に弱緑泥石化、弱粘土化している。部分的に石膏細脈が発達する。鉱物粒間隙をリモナイトが汚染している。上部は変質および砂礫層堆積前の風化のため軟弱化している。

213.15～233.20m：玢岩

長石、角閃石および輝石を斑晶とする玢岩で、灰緑色を呈する。弱い緑泥石化を受け、割れ目に沿って白色粘土化が著しい。特に深度229.0～230m間は完全に白色粘土化されている。稀に、緑れん石が散在する。

233.20～253.90m：安山岩

長石及び角閃石を斑晶とする安山岩で青灰色ないし灰色を呈する。全体に弱粘土化、弱緑泥石化を受け、割れ目の発達する部分は特に粘土化が著しい。

253.90～300.50m：断層破碎帯

安山岩類及び極少量の石灰岩、断層角礫と赤茶色の断層粘土より成り、石膏脈が発達する。部分的に脱色化、粘土化している。

2-5-2 変質作用

調査地域内には温泉湧出に伴う石灰華の沈澱の他は顕著な変質露頭は殆んど分布していない。今回の調査で確認された変質作用は主にIQ-11孔で逢着した岩脈類、安山岩および断層破碎帯に認められている。これら変質作用の性状をより詳しく知るために、ボーリング岩芯の顕微鏡観察と粘土鉱物のX線分析を行っており、その結果を表7-2および表7-3に示す。

変質作用としては粘土化および緑泥石化が主で、その他に絹雲母、緑れん石、ぶどう石、石膏及び黄鉄鉱の変質鉱物が見られる。

粘土化変質は、IQ-11孔下部の火山岩類および断層帯に認められ、一般的には斑晶長石の変質および岩石の脱色として認められるが、クラック沿いには白色粘土化が著しく、特に破碎の進んだ個所では強い粘土化を蒙っている。IQ-11孔の深度229.00～230.00m間の玢岩および深度241.40～242.50m間の安山岩は白色粘土となっており、前者は黒色化黄鉄鉱を伴っている。粘土化作用はX線回折分析によれば、モンモリロン石族のサボナイ

トを主体とする。変質程度により強・中・弱の3段階に区分して柱状図およびX線分析結果に示してある。その規準は日本の地熱変質調査で一般的な次の区分によった。

弱変質帯：原岩の構造は、ほぼ残っており、長石は変質。

中変質帯：石基は部分的に変質。原岩の構造は残っている。

強変質帯：原岩の構造は消失し、殆んど粘土となっている。

緑泥石化は、IQ-11孔下部の火山岩類に認められ、有色鉱物の緑色化およびマトリックスの帯緑色化として観察される。粘土化と同様クラックの発達する部分は緑泥石化も強い傾向にある。変質区分は有色鉱物の緑泥石化を弱変質とし、更に石基部分が帯緑化したものを中変質とし、柱状図に示した。

IQ-11孔下部で逢着している断層粘土はX線回析分析の結果、石英を多量に伴うことが判明したが、同時に方解石も多量に検出されている。

石膏は、IQ-11孔下部で逢着した断層破碎帯中に脈状で存在したり、角礫を膠着している他、火山岩類中に細脈として属する。絹雲母、ぶどう石が鏡下でIQ-2孔とIQ-3孔の砂岩中およびIQ-11孔の火山岩類に認められている。

緑れん石は、IQ-11孔の玢岩に散点状に産する。

地表に分布する石灰華については、昨年度の調査でX線回析分析が行われており、それによれば主成分は方解石である。

表 7-2 顯微鏡觀察結果

Spl. No.	Loc.	Rock Name	Microscopic Observation
No. 1	IQ-1 10.00~10.10m	Conglomerate	Consisting of rock fragments (2 to 4mm), and grains (0.1 to 0.3mm) of quartz and plagioclase. Rock fragments is composed of sandstone, granitic rock and limestone with fossil. Matrix consists of calcite, quartz, feldspar, limestone and clay minerals. Secondary minerals including calcite and sericite are also present.
No. 2	IQ-5 18.00~18.10m	Arkose sandstone	Consisting of grains (0.1 to 0.4mm) of plagioclase, quartz, biotite and white mica, and rock fragments of andesite and granite porphyry. Matrix is composed of calcite, limonite, and clay minerals. Secondary minerals are prehnite, sericite and chlorite.
No. 3	IQ-10 18.60~18.70m	Arkose sandstone	Consisting of grains (0.1 to 0.5mm) of plagioclase and quartz, and fragments (0.1 to 1.5mm) of andesite, sandstone, granitic rock and limestone. Matrix are composed of calcite, and secondary minerals of sericite, prehnite and limonite.
NO. 4	IQ-11 207.60 ~207.70m	Dolerite	The rock consists mainly of coarse-grained plagioclase (0.5 to 1mm), quartz, clinopyroxene, and biotite. Secondary minerals are sericite chlorite and sphene.
No. 5	IQ-11 215.30 ~215.40m	Porphyrite	The rock consists of lath-like plagioclase (0.1 to 0.4mm), clinopyroxine (0.2 to 0.5mm), hornblende and accessory minerals of sphene. Secondary mineral is prehnite.
No. 6	IQ-11 234.60 ~234.70m	Andesite	The rock consists of lath-like plagioclase (0.1 to 0.3mm) and porphyritic hornblende (0.5 to 1.0mm). Secondary minerals are prehnite, sericite and chlorite.

Spl. No.	Loc.	Rock Name	Microscopic Observation
No. 7	IQ-11 240.00 ~240.10m	Andesite	Consisting of lath-like plagioclase (0.1 to 0.2mm), and porphyritic hornblende (0.3 to 0.5mm). Secondary minerals are actinolite, prehnite, chlorite and sericite.
No. 8	IQ-11 250.50 ~250.60m	Andesite	Consisting of lath-like plagioclase (0.1 to 0.2mm), porphyritic hornblende and augite (0.3 to 0.5mm). Secondary minerals are sericite and calcite.
No. 9	IQ-11 270.60 ~270.70m	Gypsum	The rock consists mainly of gypsum (0.1 to 1.0mm) including euhedral calcite (0.05mm)

表 7 - 3 X線解析結果

	Spl. Loc.	IQ-11 229.7m	IQ-11 241.7m	IQ-11 246.50	IQ-11 255.30
	Occurrence	White clay along a fissure in porphyrite	Strongly argillized andesite	Strongly argillized andesite	Sheared caly
Mineral	Saponite	◎	◎	○	○
	Ganophyllite	○	○		
	Tale		△	○	△
	Oligoclase	○	○	○	○
	Microcline			△	○
	Quartz	△	.		◎
	Calcite	△	.	△	◎
	Gypsum				△
	Halite				.

◎ : Large amounts

○ : Usual amounts

△ : Small amounts

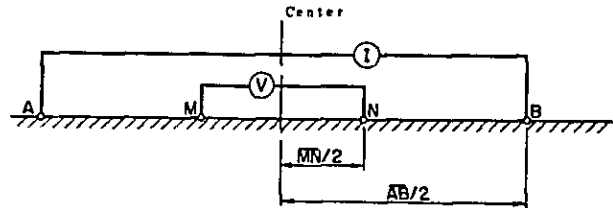
. : Traces

第3節 物理探査

3-1 調査方法

垂直探査は、図7-5に示すような Schlumberger 電極配置により、電極間隔の最大値が $\overline{AB}/2 = 2,000\text{ m}$ までの測定を行った。

図7-5 Schlumberger 電極配置図



電流電極 A、B より 0.1 Hz および 0.3 Hz の交替電流を送信し、電位電極 M、N 間の電位差 V を測定して、下式により見掛け抵抗を算出した。

$$\rho_a = K \cdot \frac{V}{I} \quad (\Omega \text{ m}) \quad K = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{(\overline{AB})^2 - (\overline{MN})^2}{\overline{MN}} \quad (\text{m})$$

- ここで
- K : 幾何係数
 - \overline{AB} : 電流電極間隔 (m)
 - \overline{MN} : 電位電極間隔 (m)
 - V : 受信電位差 (mV)
 - I : 送信電流 (mA)

$\overline{AB}/2$ および $\overline{MN}/2$ の選定は $\overline{AB}/2 \geq 5 \overline{MN}/2$ になるように表7-4の組合せによった。

表7-4 Schlumberger 電極配置表

$\overline{MN}/2$ $\overline{AB}/2$ (m)	2 m	7 m	30 m	100 m	250 m
10	↕	↕	↕	↕	↕
15					
25					
35					
50	↕	↕	↕	↕	↕
70					
100					
150					
250	↕	↕	↕	↕	↕
500					
750					
1000					
1250	↕	↕	↕	↕	↕
1500					
2000	↕	↕	↕	↕	↕

3-2 解析方法

測定結果より計算した見掛比抵抗値 ρ_a を、両対数方眼紙の縦軸に、 $\frac{\overline{AB}}{2}$ の長さを横軸にとり、VES 曲線を作成した。解析はこの VES 曲線に対し、^(注1) 標準曲線群の中より良く一致するような曲線を選び出し、地下比抵抗構造を解析した。3層以上の構造を反映していると思われる VES 曲線の場合は、補助曲線 (A型、K型、H型、Q型の4種) を利用した。標準曲線照合法により解析された比抵抗構造を電子計算機に入力し、この比抵抗構造により理論的に計算される VES 曲線^(注2) をプロッターで書かせ、実測値と対比した。この操作を繰り返して、実測値に理論計算値が出来るだけ一致するように、地下比抵抗構造を解析した。

このようにして出来た比抵抗構造図は、現実の地質構造に合わない場合もあるため、等価の原則により比抵抗と層厚の組み合わせを変え、どうしても不連続な部分については地質不連続線を仮定している。表7-5は比抵抗解析 Flow Chart である。

3-3 調査結果

3-3-1 見掛比抵抗分布断面図にみられる傾向

各測線沿いの地形断面図で各測点の下に鉛直線を引き、その鉛直線上に、地表から $\overline{AB}/2$ の位置をとり、その $\overline{AB}/2$ の位置に測定した見掛比抵抗値を記入し等見掛比抵抗線を入れたものを、見掛比抵抗分布断面図と称している。(1つの $\overline{AB}/2$ に対し、2つの $\overline{MN}/2$ で測定した場合、その幾何平均値をとった。)

今回の場合、 $\overline{AB}/2$ が 35m 以下の時は記入が困難なので縦軸は対数目盛でとり、コンターも対数等間隔 (1、1.4、1.9、2.7、3.7、5.2、7.2、10……等) で行い、見掛比抵抗分布を見易くした。

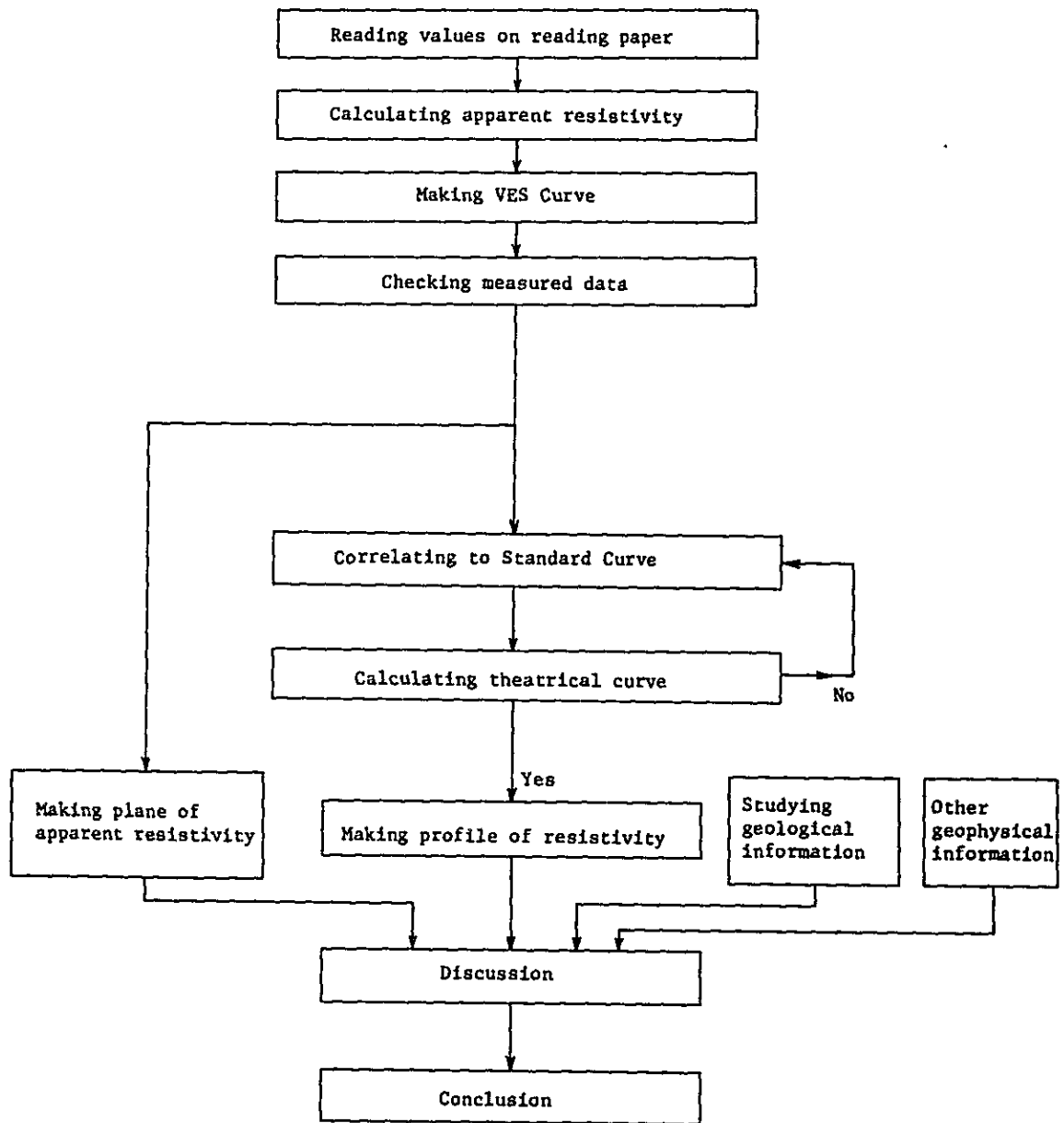
以下見掛比抵抗分布について各測線別に述べるが、解析に都合のよいように適当な等値線により区分した。

10		37		72		190		(Ωm)
超低	低	中	高	超高				
UL	L	M	H	UH				

(注1) P.K. Bhattacharya and H.P. Patra, 1968, Direct Current geoelectric sounding, Elsevier, Amsterdam.

(注2) H.K. Johansen, 1975, an interactive computer graphic - display - terminal system for interpretation of resistivity soundings, Geophysical prospecting, vol. 23, pp 449 - 458.

表 7-5 比抵抗解析フローチャート



1) A 測線 (図7-6参照 — 別添)

この測線はB測線とC測線に直交してN-S方向に設定されたものである。

大局的にみて測点14付近地表浅部から南側に高見掛比抵抗ゾーンが分布している他は、中・低見掛比抵抗ゾーンが広範囲に分布している。局所的にみた場合、高見掛比抵抗ゾーンは、①測点14付近から南側に広範囲に分布して南傾斜で深部にのびており、②測点22、26、および測点34付近は地表浅部にみられる。超低・低見掛比抵抗ゾーンはこの①の高見掛比抵抗ゾーンに境して、南側は測点18付近から南傾斜で深部まで分布しており、一方北側は測点18～20間付近から垂直方向に深部へと伸びている。最小見掛比抵抗値は $2\Omega\text{m}$ を示し、 $10\Omega\text{m}$ 以下の超低見掛比抵抗は測点18から14に至る範囲におよんでいる。

今、測点24付近以南について極小点と極大点を結んだ線を考察してみると、極小点は地表より -250m ～ -500m 付近でほぼ水平に南北にのびる傾向を示しており、VES曲線の型状がH型であること等から、この付近に基盤が推定できる。

極大点を結んだ線は測点8付近から南側深部にのびており、測点12付近の極大点を結んだ線も考慮すれば、測線南端深部からの高比抵抗値をもつ岩石の分布が推定出来る。

また、凡そのVES曲線の型状から①測点20、18、16および14はH型、②測点12以南および測点22以北はK型と大別でき、測点14付近と測点20～22付近に地下比抵抗構造の変化が考えられる。

2) B 測線 (図7-7参照 — 別添)

大局的にみれば測点17付近から測点10付近間の低見掛比抵抗ゾーンと、測点17付近以西および測点10付近以東の高見掛比抵抗ゾーンに二分される。

局所的に高見掛比抵抗ゾーンをみると、①測点2付近より測点3付近にかけて分布する高見掛比抵抗ゾーンは、地表浅部から徐々に緩傾斜しながら測点10付近までのびているが、測点10付近を境にして急傾斜で深部にのびている。②測点18付近には地表浅部より垂直に深部へのびる高比抵抗ゾーンが分布している。

一方低見掛比抵抗ゾーンをみると、①測点14付近から測点16付近の低見掛比抵抗は地表浅部より垂直に、深部にのびて分布している。②測点10付近地表浅部および測点12付近中間部に低見掛比抵抗の分布がみられる。ここで、各測点における極小点および極大点をむすんで考察してみると、測点10付近を境にしてVES曲線の型状は東側はK型を示し、西側はH型を示しており、見掛比抵抗からみて両者間にある境界を示唆しているものと思われる。また、極大点(K型)を結んだ線からは、測線末端東側深部より急傾斜で西側上部へのびる構造が推定出来る。

見掛比抵抗分布を大まかに見て東側の高見掛比抵抗は層状に、測線中央より西側の低見掛比抵抗は垂直に分布しているなど、前述の推定とも考えあわせて、測点9～10付近に比抵抗構造の変化があるものと推定することが出来る。

3) C 測線 (図7-8参照 — 別添)

測線全域を通じ、広範囲に高見掛比抵抗が分布している中で、測点12の深部にある低見掛比抵抗は更に深部に連続する姿態を示している。

見掛比抵抗分布は、上記低見掛比抵抗ゾーンを除き地表にほぼ平行な分布を示しており、この測線の比抵抗構造はほぼ成層構造をなしているものと推定できる。

測点12付近下部の低見掛比抵抗ゾーンは比抵抗等値線のみだれ等から推定して、地下比抵抗構造に変化があることが考えられる。

地表地質調査所見からは、この付近に断層が推定されており、見掛比抵抗分布より比抵抗不連続線の存在を考えても矛盾はない。一方、各測点における極小点および極大点をむすんで考察した場合、測点10付近を中心として、VES曲線の形状は東側はK型であり、西側はH型となっており、この付近に見掛比抵抗より比抵抗構造変化を推定できる。

3-3-2 見掛比抵抗平面図にみられる傾向

見掛比抵抗の深度別傾向をみる為 $\overline{AB}/2 = 250\text{m}$ と、 $\overline{AB}/2 = 500\text{m}$ の深度における平面図を作成し、その等値線は見掛比抵抗断面図と同様、対数間隔を用いた。

1) $\overline{AB}/2 = 250\text{m}$ (図7-9参照 — 別添)

大別して、調査域東側に高見掛比抵抗、西側に中・低見掛比抵抗が分布し、中央部に低・超低見掛比抵抗がほぼNNE-SSWの方向に分布する。

$3.7\ \Omega\text{m}$ 以下の見掛比抵抗の中心は、A測線測点16~18付近にあり、それを取り囲む様な形で $10\ \Omega\text{m}$ 以下の超低見掛比抵抗が、NNE-SSEの方向にのびている。 $3.7\ \Omega\text{m}$ 以下の低見掛比抵抗ゾーンは、北側は測点19付近までであり、B、C両測線の見掛比抵抗分布から東側へはのびないものと推定する。

これは地表地質調査所見によるA測線測点25付近とC測線測点3付近を通るNNW方向の構造線に規制されていることが考えられる。南側へも、A測線とC測線の見掛比抵抗分布より推定して、更に伸展する可能性は小さい。

この低見掛比抵抗は、地表地質調査所見による構造線に沿って分布していること及び、地表の地熱徴候のあるところと一致していることは注目される。

北側のB測線とA測線の交会部付近に $5.2\ \Omega\text{m}$ 以下の中見掛比抵抗が分布している。地表では、川沿いにJaruma温泉がみられる所であり、推定される地質構造線や地熱示徴を伴う変質等により見掛比抵抗が低くなったものと考えられる。

A測線北側末端部付近に低見掛比抵抗が分布しているが、地表示徴も認められずデータ不足の為ははっきりしない。

2) $\overline{AB}/2 = 500\text{m}$ (図7-10参照 — 別添)

$\overline{AB}/2 = 500\text{m}$ の分布とほぼ同じ見掛比抵抗分布をしているが、超低見掛比抵抗の範囲は小さくなっている。すなわち、① $3.7\ \Omega\text{m}$ 以下の見掛比抵抗が消滅し、② $1.4\ \Omega\text{m}$ 以下の見掛比抵抗の範囲が小さくなる。

低見掛比抵抗の分布範囲は、この深度でも変わっていない。見掛比抵抗分布断面図からも推定出来るごとく、この低見掛比抵抗ゾーンは、なお、深く分布していることが考えられる。A測線北側末端部に低比抵抗ゾーンがみられるが、測線末端部のため $\overline{AB}/2 = 250\text{m}$ と同様ははっきりしない。

3-3-3 VES曲線にみられる傾向

VES曲線の多くはA、BおよびC測線を通じて4～5層構造を示す。

表7-6に各測点ごとにVES曲線にみられる傾向を分類した。3層またはそれ以上の層構造として解析した場合、連続する層の比抵抗の大小により次のように分類した。

H型: $\rho_1 > \rho_2 < \rho_3$ HK型 $\rho_1 > \rho_2 < \rho_3 > \rho_4$
 K型: $\rho_1 < \rho_2 > \rho_3$ KH型 $\rho_1 < \rho_2 > \rho_3 < \rho_4$
 Q型: $\rho_1 > \rho_2 > \rho_3$
 A型: $\rho_1 < \rho_2 < \rho_3$

ρ_1 、 ρ_2 、 ρ_3 は連続する層の比抵抗で添字の小さい方が上層である。

VES曲線にみられる傾向としては

- ① A測線では、測点16-18-20でH型→HK型→H型、測点24-26-28-30でH型→KH型→HK型→K型と変化している。
- ② B測線では、測点10～12付近でK型→H型に変化している。
- ③ C測線では殆んどH型である等、

隣接する測点間の比抵抗層の厚さの相違から水平方向に連続しない位置に比抵抗不連続線が考えられるので、次項の解析にあたっては、地質不連続線を推定して解析を行う。

3-3-4 岩石および水の比抵抗

現地で採取した岩石サンプルのうち、13ヶについて、比抵抗を測定した。試料はダイヤモンドカッターにより、4cm×3cm×2cmの直方体、試錐コアについてはそれぞれのサイズ×4cmの円柱体に整形したのち、0.1NのKcl溶液（比抵抗50Ωm、水温15℃）に48時間浸し、湿潤状態で測定した。

岩石の比抵抗 ρ は次式で求められる。

$$\rho = \frac{S}{l} \cdot \frac{V}{I} \times 10^{-2} (\Omega \cdot m)$$

ここに S: 試料断面積 (cm²)
 l: 試料長 (cm)
 V: 電位差 (mV)
 I: 供給電流 (mA)

岩石比抵抗測定システムは次の通り。

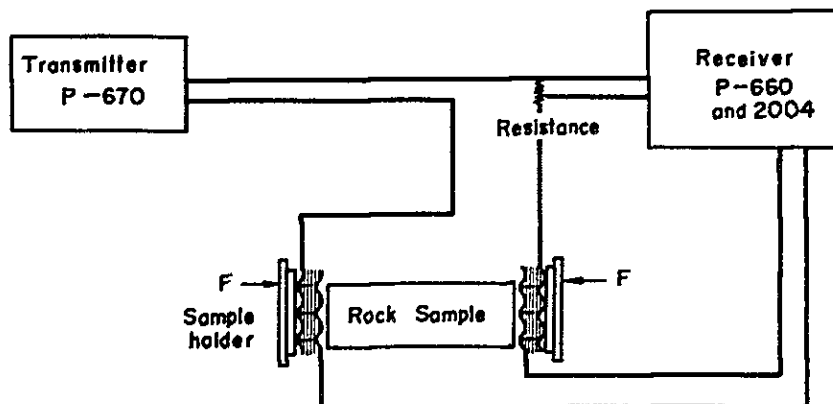


表 7 - 6 VES 曲線の型式分類表

No. of station	Line A		Line B		Line C		Note
	classification	type	classification	type	classification	type	
2	$\rho_1 < \rho_2 < \rho_3 > \rho_4$	K	$\rho_1 < \rho_2 > \rho_3 < \rho_4$	H	$\rho_1 < \rho_2 > \rho_3 < \rho_4$	H	
4	$\rho_1 < \rho_2 > \rho_3 > \rho_4$	Q	$\rho_1 < \rho_2 > \rho_3 < \rho_4 > \rho_5$	H K	$\rho_1 < \rho_2 > \rho_3 < \rho_4$	H	①
6	$\rho_1 > \rho_2 > \rho_3 < \rho_4$	H	$\rho_1 < \rho_2 < \rho_3 > \rho_4$	K	$\rho_1 < \rho_2 > \rho_3 < \rho_4$	$\rho_1 > \rho_2$	
8	$\rho_1 > \rho_2 > \rho_3 < \rho_4$	H	$\rho_1 > \rho_2 < \rho_3 < \rho_4 > \rho_5$	K	$\rho_1 < \rho_2 > \rho_3 < \rho_4$	H	
10	$\rho_1 < \rho_2 > \rho_3 < \rho_4$	H	$\rho_1 < \rho_2 > \rho_3 < \rho_4$	H	$\rho_1 < \rho_2 > \rho_3 < \rho_4$	H	
12	$\rho_1 < \rho_2 > \rho_3 < \rho_4$	H	$\rho_1 > \rho_2 < \rho_3 > \rho_4 < \rho_5$	K H	$\rho_1 < \rho_2 > \rho_3 < \rho_4$	H	②
14	$\rho_1 > \rho_2 > \rho_3 < \rho_4$	H	$\rho_1 < \rho_2 > \rho_3 < \rho_4$	H	$\rho_1 < \rho_2 > \rho_3 < \rho_4$	H	
16	$\rho_1 > \rho_2 > \rho_3 < \rho_4$	H	$\rho_1 < \rho_2 > \rho_3 < \rho_4$	H	$\rho_1 < \rho_2 > \rho_3 < \rho_4$	H	
18	$\rho_1 > \rho_2 > \rho_3 < \rho_4 > \rho_5$	H K	$\rho_1 > \rho_2 < \rho_3 > \rho_4$	K	$\rho_1 > \rho_2 < \rho_3$	H	
20	$\rho_1 < \rho_2 > \rho_3 > \rho_4 < \rho_5$	H					
22	$\rho_1 < \rho_2 > \rho_3 < \rho_4$	H					
24	$\rho_1 < \rho_2 > \rho_3 < \rho_4$	H					
26	$\rho_1 < \rho_2 > \rho_3 < \rho_4 > \rho_5 < \rho_6$	K H					
28	$\rho_1 < \rho_2 > \rho_3 < \rho_4 > \rho_5$	H K					
30	$\rho_1 > \rho_2 < \rho_3 > \rho_4$	K					
32	$\rho_1 > \rho_2 < \rho_3 > \rho_4 < \rho_5$	K H					
34	$\rho_1 > \rho_2 < \rho_3 > \rho_4 < \rho_5$	K					
36	$\rho_1 > \rho_2 < \rho_3 > \rho_4 < \rho_5$	H					
38	$\rho_1 < \rho_2 > \rho_3 < \rho_4$	H					

- ① C 測線の測点 4 を 5 に変更
- ② B 測線の測点 1 2 を 1 3 に変更

測定結果を岩種別に分類すると以下の通り。

Rock	Resistivity(Ωm)	Porosity (%)
Andesite	1,280 ~ 8,130	1.41 ~ 2.49
Limestone	4,900 ~ 22,100	0.34 ~ 1.34
Agglomerate	1,380	9.41
Conglomerate	698	8.74
Dolerite	-	15.12
Altered Andesite	63 ~ 226 \rightarrow	6.84 ~ 14.39

。 地表水等の比抵抗 (表 7-7 参照)

地表水、熱水等の測定は東亜電波製の OM-1K 携帯用電導度計を使用し、結果 20℃ に換算し、とりまとめると次の通りになる。

河川水 (含温泉水混入)	0.41 ~ 1.30 Ωm
温泉熱水	0.34 ~ 0.35 Ωm
河川水	3.9 Ωm
湧水 (コロツコワイコボーリング孔)	2.5 Ωm

本地域の河川水は、ほとんど温泉水が混入している。混入していない河川水と温泉水の間には比抵抗差は大きい。

表7-7 地表水の比抵抗

No.	Locality	Resistivity Measured ($\Omega m / ^\circ C$)	Resistivity at 20 $^\circ C$ ($\Omega m / 20^\circ C$)	Note
1	Quisicollo 学校裏タマリ水	45/12	38 ※	
2	" 河川水	41/16	36 ※	
3	" 河川水	42/13	37 ※	
4	Quisicollo 温泉	0.22/51	0.35	Hot spring
5	温泉と河川水の合流点	1.4/22	1.4	0.34~0.35 $\Omega m / 20^\circ C$
6	沢 水	25/16	22 ※	
7	ボーリング座真下河川水	0.51/27	0.55	Surface water Containing hot spring
8	" 上流100m地点河川水	0.40/36	0.47	0.41~1.30 $\Omega m / 20^\circ C$
9	" 上流200m地点湧元	0.41/39	0.52	
10	" 上流250m地点 "	0.23/52	0.41	other surface water
11	" 下流100m地点河川水	0.62/25	0.63	9~39 $\Omega m / 20^\circ C$
12	" " 河川合流点	12/14	9 ※	
13	含塩分と不含塩分河川合流点	1.4/16	1.3	
14	Jaruma 温泉	0.19/53	0.34	
15	Condorama 川	41/18	39 ※	
16	宿舍水道(ボーリング孔よりの湧水)	32/12	25 ※	

注 1) 20 $^\circ C$ 換算には Schlumberger の NaCl 溶液濃度と比抵抗関係グラフ使用。
2) ※印は塩分を含まない河川水

53年度行われた温泉水化学成分によると、 Na^+ 、 Cl^- はキシコージ $\#$ 泉で14,680 p.p.m、ハルマ泉で19,000 p.p.mを示している。

Resistivity graph for salinity and Temperature of NaCl Solutionのグラフによれば15,000 p.p.mで0.25 Ωm (52 $^\circ C$) 0.3 Ωm (38 $^\circ C$)が示されており、上記測定値は妥当な値であると同時に多量の塩分を含んでいることになる。

(注3) RESISTIVITY DEPARTURE CURVES 1949 ISSUE WELL SURVEYING CORPORATION SCHLUMBERGER DOCUMENT NUMBER 3

3-4 解析結果と解釈

先ず、解析にあたり、次のような手順で行った。

- a) 見掛比抵抗断面と一点毎のVES曲線を検討して、VES曲線の形状、見掛比抵抗全体の値およびVES曲線を平行移動して曲線カーブに合いそうな型に分けるなどしてグループ分けを行う。
- b) グループ毎に隣接するVES曲線を考慮しながら標準曲線照合法により比抵抗構造を解析し、解析された比抵抗構造を電子計算機に入力し、理論的に計算されたVES曲線と実測値の対比を両者がほぼ一致するまで繰返し地下比抵抗構造を解析する。
- c) ρ_a の極小点 $\overline{AB}/2$ の位置を利用する方法および縦電導度を利用する方法等から基盤深度の解析を行う。

これらの結果がb)で行った解析に対し妥当であるかどうか、またグループ分け自体が妥当であるかどうか検討する。

3-4-1 解析結果

以下手順に従い解析した結果を述べる。

今回の解析に当っては、この地域の主要な地質構造に沿うA測線に重点を置き、B、C測線については検討程度にとどめた。

- a) については、下記のように4つのグループに分けられる。

	Group	Apparent Resistivity	Type of VES curve
1	測点 2～測点 12 間	高～超高	KH型
2	測点 14～測点 18 間	超 低	H 型
3	測点 20～測点 26 間	中～高	KH型
4	測点 28～測点 38 間	中～低	ほぼ一層

なお、グループ1と3については、VES曲線の上昇および下降の位置がほぼ同じであることから、(絶対値も似かよっている)基盤深度は同一水準にあるものと推定出来る。

- b) および c) について

各グループ毎に隣接するVES曲線を考慮しながら標準曲線照合法により解析した結果を相互の関連が把握し易いように柱状にして、並べて示したのが図7-6(別添一既出)である。点線で示したのが ρ_a の極小点の $\overline{AB}/2$ の位置、一点鎖線は各測点において、基盤と推定出来る層のすぐ上層の比抵抗値と 45° 漸近線との交点より読みとられる深度を示し、二点鎖線は各グループの中の基盤のすぐ上層の比抵抗の中で一番低い比抵抗値を、

グループ全体の値と仮定した場合、その値と45°漸近線との交点より読み取られる深度を示している。(いわゆる縦電導度を利用する方法、以後S線法と称する)

以上 a) b) および c) について検討した結果次の如く推定出来る。

- ① 測点18と測点20間の見掛比抵抗分布の等値線が垂直方向を向く個所と比抵抗解析結果から推定出来る比抵抗不連続線の位置が一致している。
- ② グループ1の中で測点12-10-8の比抵抗分布は水平方向を示すことから、似かよった水平層構造をしていると考えられる。
- ③ ①と②の結果を考慮しながら、グループ2の見掛比抵抗分布をみると、この分布が測点18から順次測点12の方へ連続するものか、あるいは測点14-12間に比抵抗不連続線が設定出来るものか、この段階では明確でない。
- ④ グループ1では測点8-6-4-2と南方に向かって高見掛比抵抗層が厚くなって行く。
- ⑤ グループ3の深部の見掛比抵抗分布の等値線が水平的であることより、深部は水平層構造をしていると推定される。

3-4-2 基盤深度の推定

前記①～⑤の結果から解析された基盤深度を検討してみると、次の如くなる。これらはいずれも ρ_a の極小点の $AB/2$ の深度およびS線法による解析深度(一点鎖線および二点鎖線)が、標準曲線照合法による解析深度と相対的に同じような傾向にあり、解析基盤深度は妥当であると考え下記の如く基盤深度を推定した。

- i) グループ3 推定基盤深度 460m～760m
- ii) グループ2 推定基盤深度 150m～260m
- iii) グループ1 推定基盤深度 500m～600m

3-4-3 解 釈

見掛比抵抗断面図と解析断面図の結果より推定されるA測線の地下構造は図7-6(別添一既出)の如くである。

a) 断面的解釈

比抵抗断面図より測点18と測点20の間に比抵抗不連続線が設定されるので、この付近に地質不連続線を推定した。なお、この不連続線を傾斜にした理由としては次の事実が挙げられる。

- ① 電位電極が同じ位置にあった時VES曲線の形状は

No of station	Character of VES Curve
A-14	右枝上昇部が $\frac{AB}{2} = 1500m$ まで上昇し、 2000mでは下降の傾向
A-16	右枝上昇部が $\frac{AB}{2} = 1250m$ まで上昇し、 1500mで一旦下降、更に2000mで上昇

A-18	右枝上昇部が $\frac{AB}{2} = 500m$ まで上昇, 2000mまでゆるやかな上昇になる。
A-26	右枝上昇部が $\frac{AB}{2} = 750m, 1000m,$ 次いで1250m と上昇し, 1500mで一旦下降, 2000mでやゝ上 昇する

のような事実がある。

- ② この事実が電流電極の影響(地表の影響)と考えその変化位置を求めると、

No. of station	$\frac{AB}{2}$	Locating of Current Electrode	Character
A-14	1500m	8-20	上昇
	2000m	6-22	下降
A-16	1250m	11-21	上昇
	1500m	10-20	下降
A-18	500m	16-20	上昇
	750m	15-21	ゆるやか上昇
A-26	1250m	21-31	上昇
	1500m	20-30	下降

上表の如くなる。

この表よりVES曲線の下降する傾向、すなわち、 $\frac{AB}{2}$ の深度が比較的一致している点は、測点20~22の間(中心21)である。すなわち、測点21付近地表浅部に低比抵抗ゾーンがあると考えられる。

- ③ 測点18-20間に推定される比抵抗不連続線は深部のものである。

これら②、③の事実より、傾斜構造を推定した。測点12-14間に推定した比抵抗不連続線は、グループ1とグループ2の間で、基盤深度の落差があることおよび中間層比抵抗に差があることなど、比抵抗不連続線が設定出来、この傾斜も左の比抵抗不連続線に同様の傾向を示すものであろうと推定し、地質不連続線をひいた。

地下構造断面から推察出来る通り、グループ3とグループ1は元々連続していたものであり、グループ2が構造運動によりブロック化し、上昇したものと解釈する。測点

28以北の比抵抗不連続線は、はっきりしないので明確な比抵抗不連続線は設定出来ない。

④ 以上がグループ別による解釈であるが、この中で特に、重視されるグループ2のVES曲線の中で、測点14および16のVES曲線に較べて測点18のVES曲線の上昇カーブが $\overline{AB}/2 = 1250\text{ m}$ 以上になると、ゆるくなる傾向があるので、なお詳細に解析した結果、深度340m以深に40Ωmの低比抵抗帯の存在が考えられる。この低比抵抗帯はこの付近に推定出来る地質不連続線とほぼ一致した位置にあり、付近は変質粘土化されている可能性がある。

⑤ 地下構造断面図(図7-6、別添一既出)よりは、次のことが解釈出来る。すなわち測点18付近の深部から断層または弱線に沿って上昇した熱水や蒸気による変質作用の影響が、測点18付近に集中し、これが1.5~1.6Ωmの低比抵抗層としてあらわれたものと推定する。

この低比抵抗層は、浅部にあり、地質断面図から砂礫層準に対比できる。熱水・蒸気が浅部の砂礫層中を側方移動し、弱線に沿って地表へ温泉として湧出したものと考えられる。ボーリングIQ-11周辺は岩芯による知見から低温性の熱水が上昇したものと考えられ、この地区の熱源の中心は比抵抗値よりみて測点18付近の深部と推定する。

c) 平面的解釈

$\overline{AB}/2 = 500\text{ m}$ の見掛比抵抗平面分布図と地表地質図とを対比検討し、図7-11(別添)を作成した。

その結果より、

- ① A測線測点18~20間に推定される比抵抗不連続線は測点20付近を通るE-W系の地質不連続線に一致している。
- ② A測線測点12~14間に推定される比抵抗不連続線は測点14~12付近を通るE-W系の地質不連続線に一致している。
- ③ C測線測点12の第2層の比抵抗が隣接する測点の比抵抗と較べて低く、浅部に比抵抗不連続線を推定すれば、これは測点12付近を通るN-S系地質不連続線に一致している。
- ④ A測線測点28付近以北およびB測線測点10付近以東は一層と考えても差支えない。比抵抗値は東側が高く、北側は低い値である。解析された比抵抗値からは石灰岩と火山岩類の区別は、はっきりしない。
- ⑤ C測線測点10~8間にやや明確さを欠くが比抵抗不連続線が推定出来る。東側は比抵抗が高く、見掛比抵抗平面分布図と対比して、傾向がよく一致している。一般には、緻密堅硬な地層は比抵抗値が高く、この区域の比抵抗も地表地質調査所見と同じく、火山岩類に対比されるものと推定する。

以上のことから平面的解釈を要約すれば、

- ① 二つの地質不連続線に囲まれて、非常に低い比抵抗層が分布しており、変質(粘土化)および熱水の賦存を示すものと推定する。
- ② この地域の地熱示徴と密接に関連しているN-S系地質不連続線にA測線が沿う様に設定された為、E-W系の不連続線は明確に把握出来たが、N-S系の不連続線は不明