

表3-2-29 国別輸出入貨物輸送状況 (噸、千ト)

輸出入別	チリ		アルゼンチン	ブラジル	計	シェア
	Avaroa	Charana	Villazon	Quijarro		
輸出	107.0	80.8	6.5	0.3	194.6	100.0
鉄鉱産品	103.7	51.3	1.0	0.2	156.2	80.3
飼料	2.8	27.1	-	-	29.9	15.4
輸入	124.2	103.4	44.7	0.1	272.4	100.0
小麦	101.2	49.8	0.2	-	151.1	55.5
パン	2.5	0.6	6.3	-	9.4	3.5
紙	0.2	7.3	1.0	-	8.5	3.1
鉄	0.4	1.4	6.2	-	8.0	2.9
自動車	0.3	3.3	0.8	-	4.4	1.6
輸出入計	231.2	184.2	51.2	0.4	467.0	-
シェア	49.5	39.5	11.0	-	100.0	-
貨物のシェア	43.3	34.5	9.6	-	(534.3千ト)	-

② 東部局 (1988年)

東部局の輸出入貨物は257.2千トで局総貨物量の76.0%を占めているが、西部局に比べると国内貨物の割合が若干高くなっている。このうち輸出は84.5千ト(32.9%)、輸入は172.6千ト(67.1%)で西部局に比べてさらに輸入の割合が高くなっている。

品目別には輸出では木材26.6千ト(31.5%) 飼料12.2千ト(14.4%)とこの2品目で45.9%とほぼ半数に近く、輸入では鉄とその製品45.4千ト(26.3%) 小麦26.3千ト(15.2%)でこの2品目で41.5%を占めているが、あとは西部局同様多品目に分かれている。

また、国別には輸出入とも、ブラジルのシェアがやや高いが、輸出入合計ではブラジルが52.3%、アルゼンチンが47.7%とほぼ相半ばしている。次にその内容を示したのが表3-2-30である。

表3-2-30 国別輸出入貨物輸送状況 (噸、千噸)

輸出入別	アルゼンチン	ブラジル	計	シェア
	Yacuiba	Quijarro		
輸 出	39.9	44.6	84.5	100.0
お飼料	0.9	11.3	12.2	14.4
木材	16.6	10.0	26.6	31.5
輸 入	82.8	89.8	172.6	100.0
お鉄製品	17.3	28.1	45.4	26.3
機械	2.7	4.5	7.2	4.2
小麦	26.3	-	26.3	15.2
輸出入計	122.7	134.4	257.2	
シェア	47.7	52.3	100.0	
総貨物のシェア	36.3	39.8	(338.1千噸)	

d) 区間別輸送量

貨物の区間別流動は図3-2-4のとおりである。(1989年の資料が入手出来ないため1988年で示す。)1988年は貨物が大きく落ち込んだ年であるので、輸出入貨物の増加したViacha-Charana間を除いては全ての区間で前年より減少がみられる。

1988年までは輸入貨物が輸出貨物を上回っていたので、貨物流動は各国境駅からLa Paz方向に向かっており、西部局ではUyuni-Rio Murato間で(一日平均往復で796トン)また東部局ではSanta Cruz-Quijarro間で(同、490トン)それぞれ最大となっている。

e) 月別輸送概況

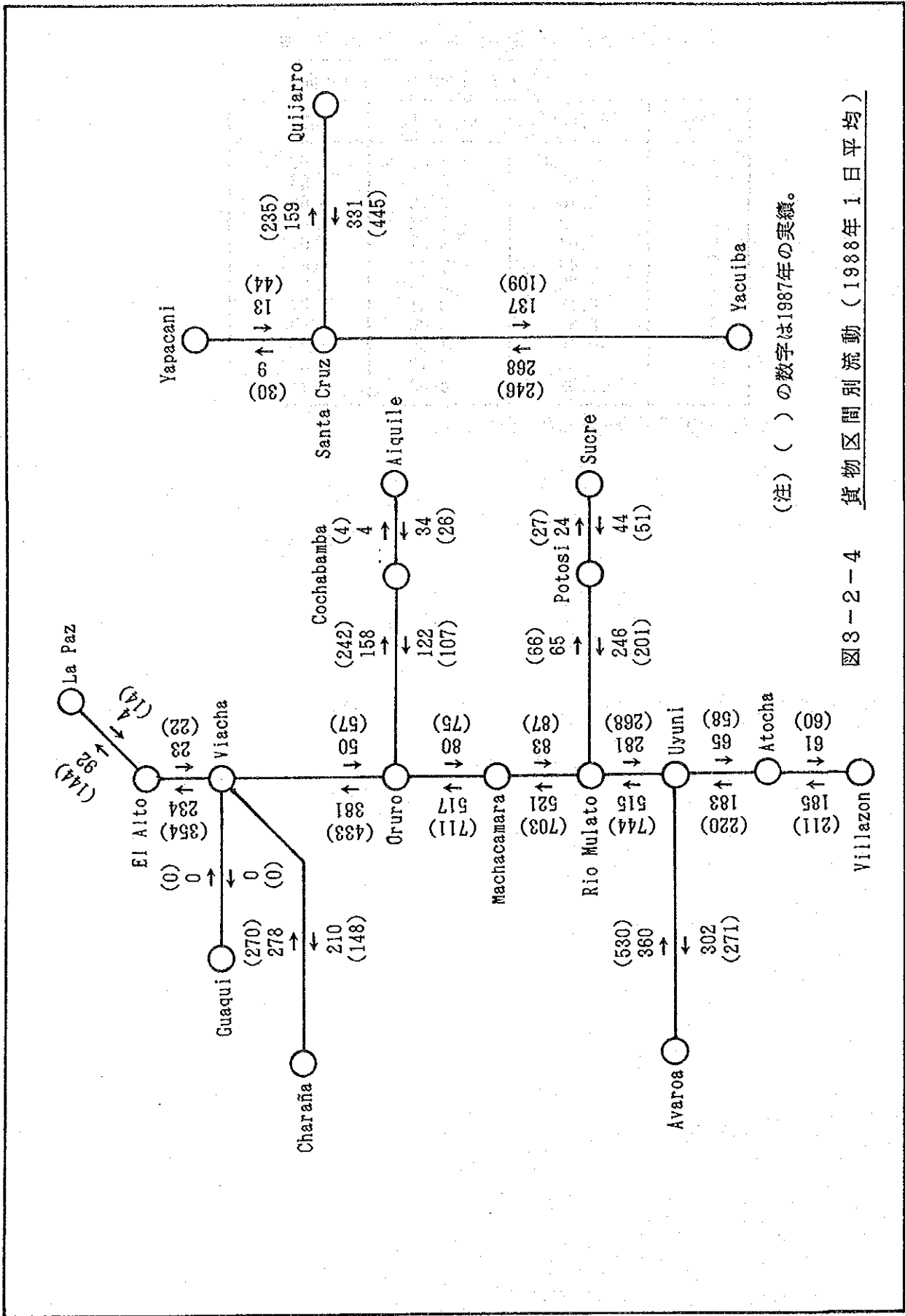
西部局及び東部局の最近3ヶ年の月別輸送状況は図3-2-5のグラフのとおりである。また、両局の3ヶ年の月別輸送ウエイトは表3-2-31のとおりで、1・2月の輸送ウエイトが低いという共通の点を除けば、西部局の輸送は10月をピークに9~12月までが比較的が高くなっている。一方、東部局では6月を頂点として5~8月までの輸送がピークを形成しており、旅客とは異なり地域的な特異性があらわれている。

表3-2-31 貨物輸送の月別波動

(1987~1989年の3ヶ年間)

月別	西部局	東部局	計
1月	7.69%	6.40 %	7.05 %
2	7.07	6.90	6.98
3	9.10	8.15	8.62
4	9.12	8.23	8.68
5	7.07	9.07	8.07
6	6.49	10.70	8.60
7	8.25	9.84	9.04
8	8.13	8.61	8.37
9	8.81	8.06	8.43
10	10.40	7.39	8.90
11	8.93	8.16	8.55
12	8.92	8.50	8.71

(注) 年間の100とした割合を示す。



(注) () の数字は1987年の実績。

図3-2-4 貨物区間別流動 (1988年1日平均)

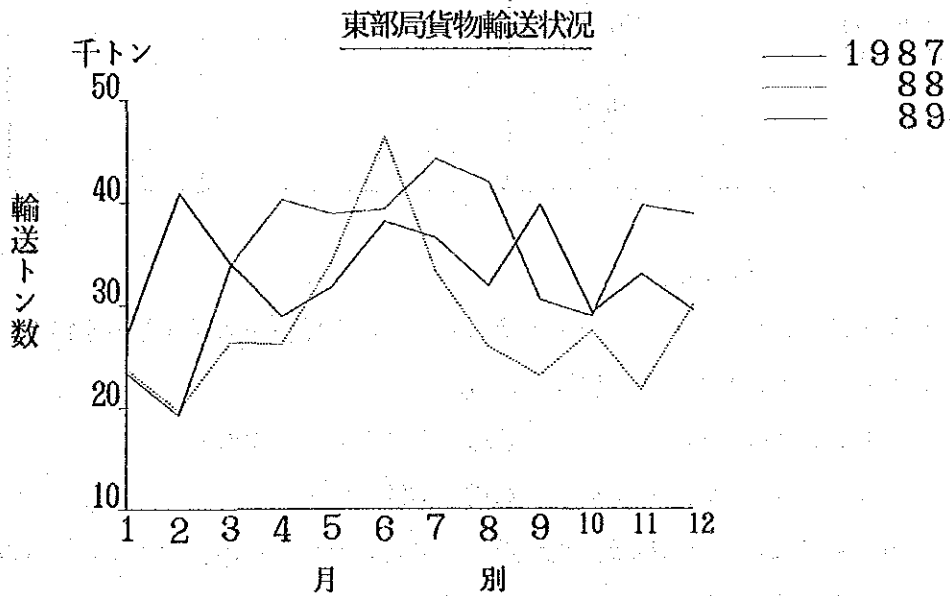
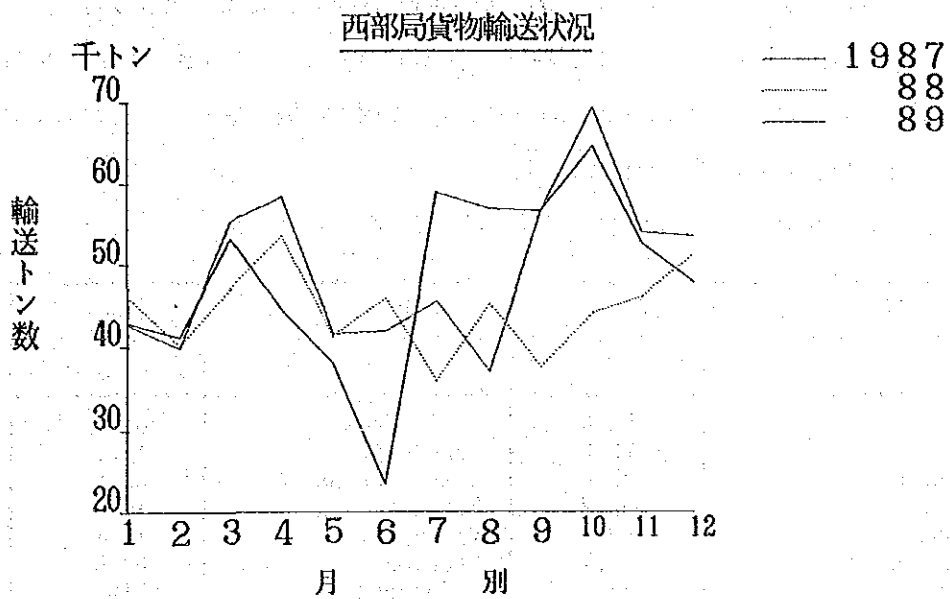


図3-2-5 貨物月別輸送状況

f) 駅別の貨物取扱量

ENFEの主な貨物駅の発着トン数は表3-2-32のとおりである。

西部局ではチリー国境のCharana が輸出入貨物の取扱で22万トン、インターモーダルなど東西連絡貨物を取り扱うCochabambaが11万トン、錫、亜鉛等の輸出貨

物でAgua Castilla が7万トンを取り扱っているほかは、各地に発着貨物が分散していることがうかがわれる。一方、東部局ではSanta Cruzが発送9万トン、到着19万トン合計28万トンで東部地区の発着貨物の一大中心地となっている。また、アルゼンチン国境のYacuiba が輸出入貨物の取扱で9万トンとなっているほかは、目立った取扱の駅は少ない。

表3-2-32 主な駅の貨物発着トン数

西部局		東部局	
駅名	発着トン数	駅名	発着トン数
La Paz	52.6 千トン	Santa Cruz	281.1 千トン
El Alto	20.3	San Jose	19.1
Aduana	25.4	Suares Arana	32.8
Viacha	52.2	Boyube	10.5
Oruro	59.8	Villa Mntes	16.1
Machacamara	13.7	Yacuiba	89.8
Uyuni	16.3	(Corumba)	(115.7)
Esconani	19.0	(Pocitos)	(39.6)
Tupiza	13.6		
Villazon	52.2		
Charana	217.5		
Cochabamba	107.5		
Agua Castilla	70.8		
Chaguarani	24.8		
Potosi	38.0		
Bentanzos	28.2		
Guaqui	12.2		

g) インターモーダル輸送

現在ENFEでインターモーダル輸送として、異種の交通機関との連絡を行っているのは、主として次の2区間である。

- ① Guaqui-Puno(ペルー) 鉄道-湖(船) - (鉄道)
- ② Santa Cruz-Cochabamba 鉄道-道路-鉄道

このうち①は古くから国際連絡輸送として行われてきたが、②については近年の道路整備に伴い実施されるようになったものである。

鉄道線路が東西に分断されているENFEにとっては、東西を繋ぐインターモーダル輸送は非常に重要な意義をもっているが、現在ENFEが扱っている量はそれほど大きいものではない。Santa Cruzで受け付けたものは、ENFEの責任でCochabambaまでトラック輸送を行い、貨車に積み替えている。トラック輸送及び貨車への積み替えはENFEが業者との契約で運送や取扱を委託している。これらはすべて手作業で、トラック1台について6人~8人の班が対応しており、現

在のところで荷役機械による取扱は行われていない。東部局の調査によれば、Cochabamba-Santa Cruz 間で1990年1月から8月までの間に取り扱った貨物は、次のように発送8,441 トン、到着961 トンの合計9,402 トン（一日平均39トン）となっている。

表3-2-33
インターモーダル輸送実績

(Cochabamba-Santa Cruz)

月別	発送	到着	計
1月	671 トン	127 トン	798 トン
2	28	11	39
3	258	352	610
4	60	251	311
5	513	50	563
6	150	45	195
7	136	125	261
8	6,625	-	6,625
計	8,441	961	9,402

(注) Santa Cruzにおける取扱の実績である。

4) 運賃改訂後の営業状況

前述したようにENFEは1990年3月貨物運賃の改訂を行ったが、その後3月～8月までの営業成績は表3-2-34のとおりであるが、その概要は次のとおりである。

- a) 輸送トン数は104 %、21千トン増加した。
- b) 輸送トンキロは0.3 %、889 千トンキロの減。
- c) 収入は125 %、10百万ボリヴィアノスの増加
- d) この結果、1トン当たり収入は昨年同期の0.150 ボリヴィアノスから125 %0.038 ボリヴィアノス向上して0.188 ボリヴィアノスとなった。

つまり運賃値上げにより収入は25%増加したが輸送トン数も4%増加している、という結果がもたらされたのである。この点8月に行った旅客運賃改訂が収入は3%減、輸送人員は22%減というのとは対照的である。

このことは、前述したように値上げ後の荷主との商業契約による割引措置、とくに責任トン数の設定がはずかって力があつたものといわなければならない。今回の荷主との交渉、契約はむしろ荷主の側から積極的に求めたものであるが、割

引に伴う条件設定という商業契約の効果が如実に示されたものということができる。今後の貨物営業の方向を示すものとして注目したい。

ただ、東部局においては、道路事情などから契約の件数は少ないことは前述した。しかし、改訂後の事情は西部局と異なり5～11%程度の減送がみられる。荷主との契約体制について一考を要する機会であろう。

表3-2-34 貨物運賃改訂後の成績

局別	項目	単位	1989年	1990年	%	増減
西部局	輸送トン数	トン	279,693	313,144	112.0	33,151
	輸送トンキロ	千トン	139,259	152,494	109.5	13,235
	平均輸送キロ	キロ	498	487	97.8	▲ 11
	貨物収入	B s	19,663,586	26,746,895	136.0	7,083,309
	1トンキロあたり	B s	0.141	0.175	124.1	0.034
東部局	輸送トン数	トン	239,315	226,798	94.8	▲ 12,517
	輸送トンキロ	千トン	129,472	115,348	89.1	▲ 14,124
	平均輸送キロ	キロ	541	509	94.1	▲ 32
	貨物収入	B s	20,651,814	23,606,458	114.3	2,954,644
	1トンキロあたり	B s	0.160	2.205	124.1	0.045
計	輸送トン数	トン	518,806	539,942	104.1	21,136
	輸送トンキロ	千トン	268,731	267,842	99.7	▲ 889
	平均輸送キロ	キロ	518	496	95.8	▲ 22
	貨物収入	B s	40,315,400	50,353,353	124.9	10,037,953
	1トンキロあたり	B s	0.150	0.188	125.3	0.038

(注) 1990年3月～8月の実績を前年と比較したもの。

3-3 運転

(1) 列車運転線区の概要

1) 列車運転線区

ENFEにおける営業列車運転線区は、表3-3-1のとおりであり、営業キロは、約3,510kmである。

表3-3-1 列車運転線区と列車種別

線名	区間	区間キロ (km)	列車種別				
			F.B.	Pas.	Mix.	Car.	Rep.
Villazon	La Paz - Tupiza	746.7	○	○	○	○	○
	Tupiza - Villazon	98.9		○		○	○
Guaqui	Viacha - Guaqui	65.3	※			○	
Charaña	Viacha - Charaña	206.8	○	○		○	○
Avaroa	Uyuni - Avaroa	170.6		○		○	○
Cochabamba	San Pedro - Cochabamba	204.8	○		○	○	○
	Cochabamba - Aiquile	214.5			○	○	
Sucre	Triangulo - Potosi	172.9	○	○	○	○	○
	Potosi - Sucre	175.3		○	○		○
	Sucre - Tarabuco	78.7	※				
西部局計		2,134.5					
Quijarro	Santa Cruz - Quijarro	640.1	○	○	○	○	
Yacuiba	Santa Cruz - Yacuiba	535.5	○	○	○	○	
Yapacani	Santa Cruz - Yapacani	201.5	※				
東部局計		1,377.1					
合計		3,511.6					

そのうち、Viacha~Guaqui間(65.3km)は、1985年から災害のため列車運転が中止され、1990年8月から貨物列車の運転が再開されており、現在、Ferrobus(レールバス)による観光列車の運転が計画されている。

Sucre~Tarabuco間は、正確には営業線とは云えず、旅客の状況によってモーターカーの運転が行われているに過ぎない。

また、Santa Cruz~Yapacani間(201.5km)についても、その中間のMontero~Santa Rosa間(47.9km)が、1984年から災害のため不通となっており、Santa

Rosa～Yapacani間のみ災害時に取り残されたディーゼル機関車（以下、DELと記す。）による貨物列車の運転が行われている。

2) 列車種別と編成

現在運転されている列車の種別は、次の7種類である。

① Ferrobús : レールバス

ギヤ式のディーゼルカー（2両編成：動力車と付随車）である。

この列車は、全車指定席（他の旅客列車も同じ。）であり、主要な線区 La Paz～Tupiza間、La Paz～Charana～Arica(邦国)等の区間に運転されている。

② Expreso : 急行旅客列車

ディーゼル機関車牽引の旅客列車で、7両（La Paz～Villazon間）～12両編成（Santa Cruz～Quijarro間）であり、1等車、普通車、食堂車及び荷物車で編成されている。

La Paz～Villazon間の急行旅客列車は、1等車の1両がアルゼンチン国内まで直通運転されている。

③ Pasajero : 旅客列車

急行旅客列車と同様のディーゼル機関車牽引の旅客列車であり、4、5両～12両編成、座席車を主体として荷物車及び食堂車が連結されている。

④ Mixto : 混合列車

3～4両編成の旅客列車に貨車を連結した客貨混合の列車であり、荷物車及び食堂車が連結されたものもある。

⑤ Carga : 貨物列車

一般的な貨物列車であり、直行貨物列車と一般の貨物列車とがある。

⑥ Reparto : 配給列車

閑散な線区の駅職員等に水、食糧、燃料油等の配送を行う列車で、貨車、タンク車（飲料水用、燃料油用）、荷物車及び緩急車で編成されている。

⑦ L. S. : 単行機関車列車

回送のための機関車だけの列車である。

以上の各種列車の運転系統等を、図3-3-1、2に示す。

凡例 (15) : 片道列車本數合計/週

→ 2 ← : 列車本數/週

—— : F. Bus : 7 車・バス (2 面)

—— : Exp. : 急行 (W: 7 面, E: 12 面)

- - - : Pas. : 普通 (5~2 面)

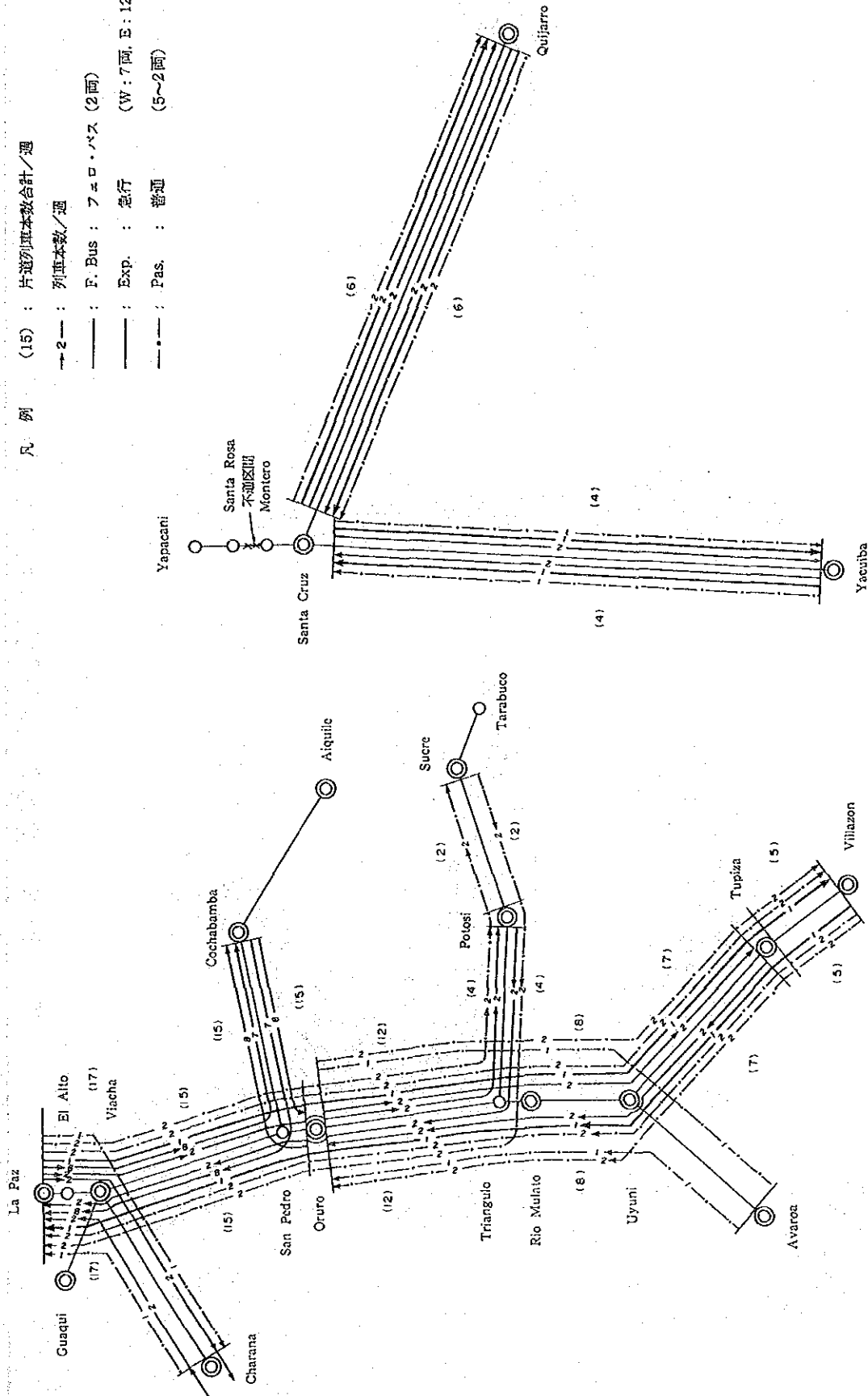


图 3-3-1 線区別 旅客列車運轉狀況 (1990)

凡例 (7) : 直通列車本數合計 / 週

- : Carga - Directo (直通貨物列車)
- - - - : Carga (貨物列車)
- · - · : Mixto (混合列車)
- — : ReParto (配給列車)
- ++++ : L. S. (單行機關車列車)

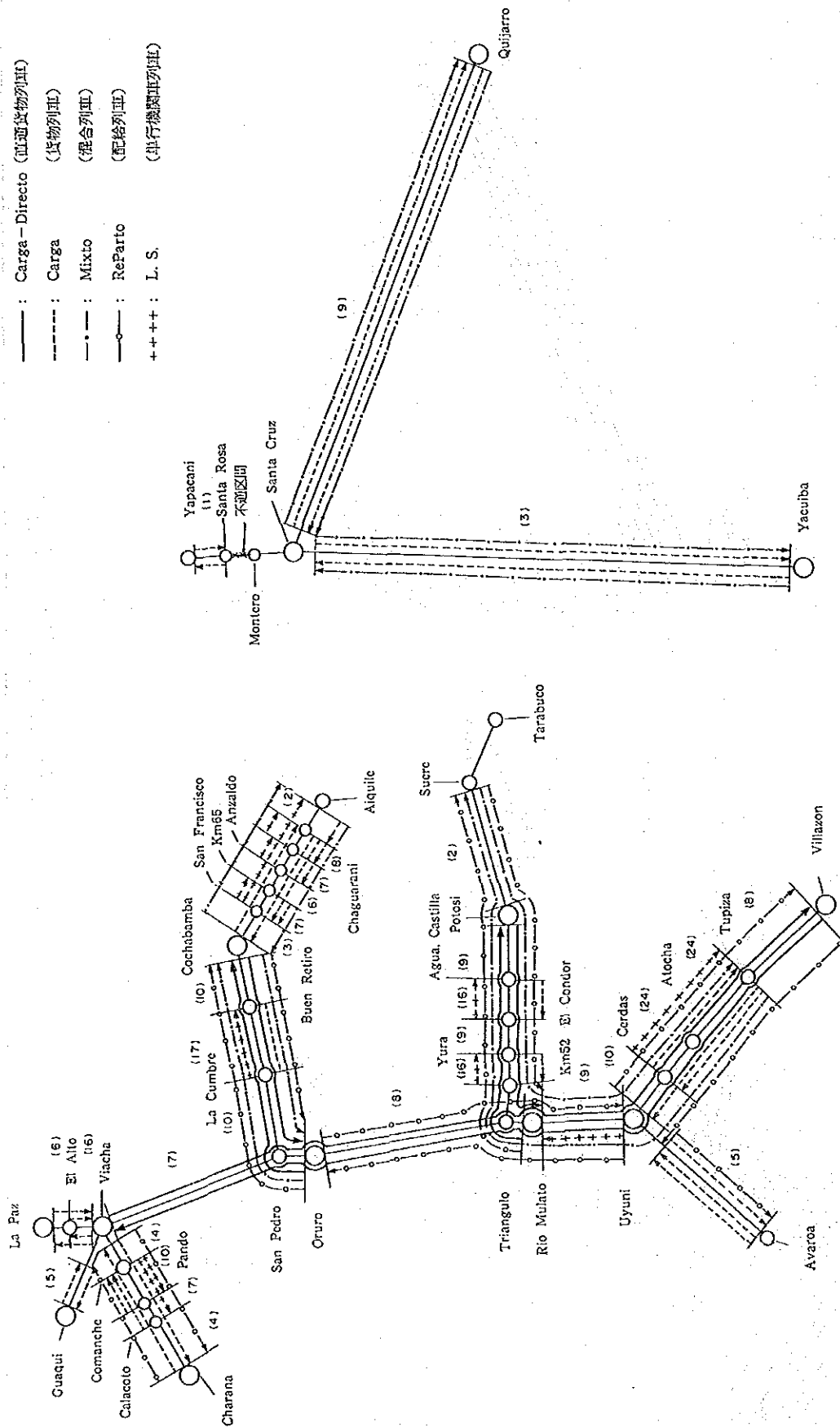


圖 3-3-2 線區別 貨物列車運轉狀況 (1990)

3) 列車運転本数

ENFEにおける列車の運転は、輸送量が少ないことから曜日運転であるため、列車運転本数を1週間の単位で示すと、表3-3-2のとおりである。

1日当りで最大2~12本(上下計)であり、曜日によっては列車の運転されない線区もある。

なお、列車ダイヤは、付属資料3-3-1参照。

表3-3-2 区間別列車運転本数(上下計/週間)

局別	区 間	列車本数合計			1日当り本数			備 考
		旅客	貨物	合計	平均	最大	最小	
西 部 局	La Paz - El Alto	36	12	48	6.9	8	4	
	El Alto - Viacha	36	32	68	9.7	12	9	
	Viacha - Oruro	30	15	45	6.4	8	5	
	Oruro - Rio Mulato	24	16	40	5.7	7	5	
	Rio Mulato - Uyuni	18	17	35	5.0	6	4	
	Uyuni - Cerdas	16	18	34	4.9	6	3	
	Cerdas - Tupiza	16	46	62	8.9	10	7	
	Tupiza - Villazon	10	16	26	3.7	5	2	
	Viacha - Guaqui *	2	10	12	1.7	3	0	
	Viacha - Comanche	6	8	14	2.0	4	0	
Comanche - Pando	6	20	26	3.7	8	0		
Pando - Calacoto	6	14	20	2.9	6	0		
Calacoto - Charaña	6	8	14	2.0	4	0		
Uyuni - Avaroa	2	10	12	1.7	2	0		
Oruro - La Cumbure	34	16	50	7.1	9	6	*85年から運 転休止、8 月中旬から 運転再開 F. Busは計 画中	
La Cumbure - Bu. Retiro	34	30	64	9.1	11	8		
Bu. Retiro - Cochabamba	34	16	50	7.1	9	6		
Cochabamba - Chagarani	2	14	16	2.3	6	0		
Chagarani - Aiquile	2	2	4	0.6	2	0		
Rio Mulato - El Condor	10	16	26	3.7	4	2		
El Condor - A.castilla	10	30	40	5.7	7	4		
A.castilla - Potosi	10	16	26	3.7	5	2		
Potosi - Sucre	6	2	8	1.1	4	0		
東 部 局	Santa Cruz - Quijarro	16	14	30	4.3	6		5
	Santa Cruz - Yacuiba	12	2	14	2.0	4	1	
	Santa Cruz - Montero ※	6		6	0.9	2	0	
	Montero - Yapacani	12		12	1.7	4	0	

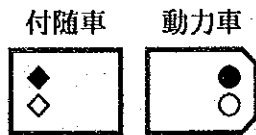
注. 現在の列車ダイヤによる。ただし、不通区間は、従前のダイヤによる。

4) 列車の乗務員

列車の乗務員は、基本的に運転士（機関士を含む）、助手（機関助手を含む）車掌及び転てつ器取扱者（以下、転てつ係と呼ぶ。）となっており、その他必要により荷物取扱者（以下、荷物係と呼ぶ。）、更には監理員（Inspector）が添乗している。

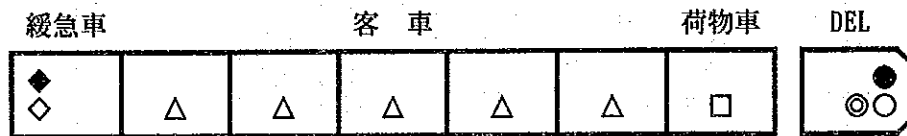
その一例を示すと以下のとおりである。

① Ferrobús : 4人

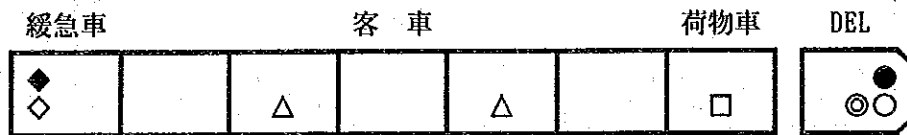


注. ● : 運転士 ○ : 助手又は運転士
 ◆ : 車掌 ◇ : 転てつ係
 ◎ : Inspector □ : 荷物係
 △ : 清掃係

② Expreso : 10 + α人 (7両編成)



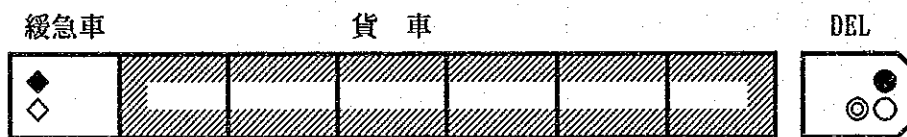
③ Pasajero : 8人 (7両編成)



④ Mixto : 8人 (7~両編成)



⑤ Carga : 4人 (平均13両編成)



⑥ Reparto : 5 + α人 (6両編成)



⑦ L. S. : 4人

なお、各職員の所属については、運転士は、運転区（表3-3-3）に所属し、他の職員は、主要な駅に配置されている。

表3-3-3 運転区別職員数（西部局）

区 所	地上勤務 区長等	運転士等			合 計	備 考
		運転士	助 士	小 計		
Viacha	11	14	15	29	40	
Oruro	11	20	18	38	49	
Cochabamba	9	11	13	24	33	
Tupiza	9	7	7	14	23	
Sucre	3	2	0	2	5	
Potosi	4	7	8	15	19	
Uyuni	9	13	14	27	36	
La Paz	2	4	3	7	9	
R.Mulato	1	-	-	-	1	
Guaqui	2	1	2	3	5	構内入換え 要員 (SL)
合 計	61	79	80	159	220	

表3-3-3 運転区別職員数（東部局）

区 所	地上勤務 区長等	運転士等			合 計	備 考
		運転士	助 士	小 計		
Guaracachi	28	38	20	58	86	
San Jose	3	4	5	9	12	
Robore	10	14	12	26	36	
Quijarro	7	1	2	3	10	
San Antonio	2	-	-	-	2	検査員:2人
Yacuiba	7	8	9	17	24	
Santa Rosa	1	1	-	1	2	検査員:1人
合 計	58	66	48	114	172	

(2) 列車の運転実績等

1) 運転実績

列車の運転計画とその実績は、表3-3-4に示すとおり計画に対して約90%の列車の運転が行われている。

表3-3-4 列車運転計画と実績（1989年）

局別	列車種別		列車本数(本/年)			列車キロ(Km/年)			備考
			計画	実績	%	計画	実績	%	
西部局	旅客 定期	Fer. Bus	1,076	882	82	531,723	436,013	82	
		Expreso	114	110	96	92,521	88,820	96	
		Pasajero	707	653	92	468,114	430,665	92	
		Mixto	473	420	89	120,392	107,149	89	
		Total	2,370	2,065	87	1,212,750	1,062,647	88	
	旅客 臨時	Fer. Bus		70			34,604		
		Expreso		6			5,076		
		Pasajero		19			12,033		
		Mixto		3			760		
	Total		98			52,473			
	旅客計		2,370	2,163	91	1,212,750	1,115,120	92	
	貨物 定期	Directos	8,050	5,043	63	1,092,756	905,542	83	
Repartos		611	518	85	155,000	122,832	79		
Total	8,661	5,561	64	1,247,756	1,028,374	82			
貨物 臨時	Directos		2,206			168,871			
	Repartos		2			474			
Total		2,208			169,345				
貨物計		8,661	7,769	90	1,247,756	1,197,719	96		
西部局計		11,031	9,932	90	2,460,506	2,312,839	94		
東部局	旅客 定期	Fer. Bus	621	307	49	365,409	180,387	49	Pasajero を含む
		Expreso	771	719	93	453,915	423,261	93	
		Mixto	624	576	92	367,848	339,552	92	
		Total	2,016	1,602	79	1,187,172	943,200	79	
	旅客 臨時	Fer. Bus		65			38,907		Pasajero を含む
		Expreso		68			40,086		
		Mixto		30			17,685		
	Total		163			96,678			
	旅客計		2,016	1,765	88	1,187,172	1,039,878	88	
	貨物 定期	Directos	786	386	49	476,578	227,547	48	
		Repartos	-	-	-	-	-	-	
	Total	786	386	49	476,578	227,547	48		
貨物 臨時	Directos		165			100,045			
	Repartos		-			-			
Total		165			100,045				
貨物計		786	551	70	476,578	327,592	69		
東部局計		2,802	2,316	83	1,663,750	1,367,470	82		
旅客 貨物	旅客	4,386	3,928	90	2,399,922	2,154,998	90		
	貨物	9,447	8,320	88	1,724,334	1,525,311	88		
総合計		13,833	12,248	89	4,124,256	3,680,309	89		

2) 乗車効率、積載効率等

a) 旅客列車

① 乗車効率

旅客列車の乗車効率（座席数に対する乗客数の占める割合）は、平均73%となっている。（付属資料 3-3-2 参照）

② 輸送波動

旅客の月別輸送波動は、平均135%である。（付属資料 3-3-3参照）

b) 貨物列車

① 積載効率

貨物列車の積載効率は、表3-3-5に示すとおり、平均凡そ70%となっている。

表3-3-5 貨物列車の積載効率（1988年統計年報による）

項目	輸 出		輸 入	トランジット	国内輸送	
	鉱石	一般貨物	一般貨物		鉱石	一般貨物
A 1車当り平均積載トン数 (ton/車)	34.2	28.5	24.8	26.4	37.1	20.9
B 1車平均積載可能トン数 (ton/車)	40	40	40	40	40	40
C (A/B) 積載効率 (%)	0.86	0.71	0.62	0.66	0.92	0.52
D 平均積載効率 (%)	0.71				0.72	

② 輸送波動

貨物の輸送波動は、表3-3-6に示すとおり、凡そ130%である。

表3-3-6 全貨物の輸送波動（1988年）

月	西部局		東部局		ENFE	
	ton	%	ton	%	ton	%
3	47,203	106	26,348	94	73,551	101
4	53,428	120	26,132	93	79,560	109
6	45,808	103	46,421	165	92,229	127
年平均	44,529	100	28,172	100	72,701	100

③ 空車率

貨物列車の空車率（牽引両数に対する空車の占める割合）は、約2,600本の列車の平均が凡そ39%である。（付属資料 3-3-4参照）

④ 回帰日数

貨車の回帰日数（貨物の積込みから、次の積込みまでの日数）は、5日から40日と大きく変動しているが、凡そ次のとおりである。

表3-3-7 貨車の回帰日数

年次	局	ENFE	私有貨車	平均日数
1988	西部局	17.4	14.2	15.5
	東部局	13.3	69.9	41.6
1989	西部局	輸出・入（チリ、アルゼンチン）		13.5

⑤ 輸出・入用貨車の所属

他国との境界駅における輸出・入用貨車の所属については、次のとおりである。

表3-3-8 輸出・入用貨車の所属

所属	車両数/月	%
ENFE	233.5	63.1
外国車両	136.8	36.9
合計	370.3	100

積車及び空車の割合等についても、次のとおりである。

表3-3-9 輸出・入用貨車の所属と空車率（1990.5）

所属	積車数	空車数	合計	空車率	所属割合
ENFE	690	612	1,302	47.0%	66.2%
外国車両	312	354	666	53.2%	33.8%
合計	1,002	966	1,968	49.1%	100%

3) 列車の遅延状況

列車の遅延状況は、1988年時点で全列車の1本当たり約2時間50分、遅延列車1本当たりでは、約4時間50分となっている。1989年では、西部局で3～4時間30分であり、安定した輸送が行われているとは云えない。

表3-3-10 列車の遅延状況(1988年)

局別	運転本数 本/年	定時運転 本/年	遅延列車 (本/年)		総遅延時分 (分/年)	1列車当たり遅延時分	
				%		全列車当たり (時分/本)	遅延列車当たり (時分/本)
西部局	6,772	1,839	4,933	73	1,335,946	3 : 17	4 : 31
東部局	2,274	1,922	352	15	192,916	1 : 25	9 : 08
計	9,046	3,761	5,285	58	1,528,862	2 : 49	4 : 49

4) 運転事故の概況

ENFEにおける事故については、その定義付けが明確ではないが、衝突、脱線等の事故発生状況は、表3-3-11のとおりである。

表3-3-11 事故発生状況

年次	西部局						東部局					
	① 踏切 事故 等	② 衝突 事故	③ 脱線 事故	④ 障害 事故	⑤ 死者	⑥ 傷害	① 踏切 事故 等	② 衝突 事故	③ 脱線 事故	④ 障害 事故	⑤ 死者	⑥ 傷害
1988	46	37	754	835	9	41	57	10	220	321	21	47
1989	48	31	829	906	8	19	19	1	229	0	5	0

これらの事故の内、特に衝突が30件以上、脱線事故についても1,000件以上に達し、列車によるものか、車両によるものかが判明せず、職員の取扱い誤りによるものか否かも明確ではないが、何れにしても列車運転を大きく阻害する事故が多発の傾向にあると云える。

(3) 運転保安方式

列車の運転において基本となるENFEの運転保安方式は、次のとおりである。

1) 閉そく方式

ENFEの閉そく方式は、全線単線区間であり、駅間を1閉そく区間とした「票式」と呼ばれる「通信式」と云える方式である。これにも次の2方式がある。

- ①「絶対閉そく」：1駅間に対し、1個列車のみ運転させる方式。(略号：A)
- ②「許容閉そく」：1駅間に対し、10分程度の間隔をおき同方向に2個列車運転出来る方式。(略号：P)

これらの方式の外、La Paz～Uyuni間の一部数区間に「棒式」(通票閉そく)の閉そく装置が併設されている。

票式の運転取扱いは、いずれの方式も隣接駅長が相互に打合せた後、列車指令員の許可(番号の指定を受ける。)を得て「通行票」に許可番号及び必要事項を記入のうえ、車掌を経て運転士に授与する方式である。

このため、通過列車であっても駅通過時には、20km/h以下で運転される。

一般の通行票には、白色の票が使用され、P区間の続行列車及び注意を促す区間等に進入する列車に対しては、赤色の票が使用される。また、1閉そく区間内で臨時に列車の行違いを行う必要がある場合には、赤色の×を印した白色の票が交付される。

なお、特に留意すべき点は、臨時に列車が運転される場合などには、「閉そく区間」が容易に変更される点である。また、無人駅又は側線のみ駅であっても閉そくの境界駅とされることである。

各区間別の閉そく方式については、輸送計画・基本計画資料(付属資料8-2-7)に示す。

2) 信号方式

駅等における運転保安設備と呼ばれるものは、転てつ器標識のみであり、一般的に「信号」と云えるものは設備されていない。

ENFEの規程によれば、「信号」の意義は次のとおりである。

「信号の意義」：明確な印や器具の一群を信号と呼ぶ。

「信号の分類」：信号には、固定、暫時、腕、旗、色の光、鐘、笛、警笛及び爆雷。

従って、運転士は、駅に進入する場合又は出発する場合、転てつ器標識を信号として確認し運転している。ただし、駅と駅間を区分する境界標、駅の接近標、キロポスト及びトンネル、橋梁等の接近標等は完備されている。

3) 連動方式

信号機相互間、信号機と転てつ器間等の連鎖をもつ「連動装置」と云えるものは設備されていない。

4) その他

その他、ATS等の補助設備等は無く、踏切についても殆ど無防備となっている。

(4) 運転管理方式

西部局の Oruro及び東部局の Santa Cruz の局庁舎内には、「指令室」が設置され、全線にわたって列車群の管理が行われている。

指令室には、指令長の外、列車指令、機関車指令、車両運用指令及び施設指令が配置され、3交替制、24時間にわたって電話、無線等による指令、情報伝達が行われている。

(5) 線路容量

ENFEの現在の路線は、全て単線区間であり、今後の各種施策の実施による将来の列車増発が想定されることから、現在の線路容量を概略査定する。

その結果は、以下のとおりである。なお、輸送計画・基本計画資料（付属資料8-2-7）に全区間の線路容量を示す。

現状において、特に問題となる区間は無いが、西部局管内の Oruro～Aiquile間及び Rio Mulato～Sucre間に6～11本と線路容量の小さい区間がある。

この数値は、あくまで行違い可能な駅のみを閉そく境界としたものであり、列車の運転速度の向上等によって異なったものとなり、列車ダイヤ設定上及び改良計画をたてるうえでの目安となるものである。

(6) 現状における問題点と改善の方向

今後の再生化、近代化諸施策の導入にあたって、運転関係として特に留意すべき点は、次のとおりである。

1) 運転保安方式

鉄道輸送においては、大量、高速輸送を行うことから、その安全性、安定性を確保するため、列車運転における保安方式の確立が必要かつ不可欠である。

ENFEにおける現在の運転保安方式は、「職員の取扱い」のみによって構成されており、運転保安設備として機械化されているものは殆ど無く、以下の点からも方式として確立されているとは云い難い。

このことから、再生化、近代化に当たって特に次の3点に留意し、実施していく必要がある。

① 運転保安方式の構成と確立

今後、鉄道としての特性を発揮するためには、一定の水準の機械化、近代化施策の導入が必要である。この場合、職員の取扱いと機械化との分担の調和を図り、運転方式として確立することが重要である。

閉そく、信号、連動及び踏切等の各種警報システムは、直接列車運転に関係するものであり、②、③に示す基本事項についての検討、整理を早急に行う必要がある。

② 基本事項の確立

運転保安方式の構成において、その基本となる「列車の運転性能」、特に、非常ブレーキ距離の限界値を決定する必要がある。

これを基礎として、閉そく区間の設定、信号方式、連動の内容更には踏切警報システム等が構成される。

③ 方式の内容の確立

運転方式を構成する各要素、例えば、閉そく、信号、連動等、少なくとも次に掲げる事項について、その意義と基本的考え方を確立しておくことが重要である。

一例：「信号・合図・標識」、「列車・車両」、「本線・副本線・側線」等

2) 運転管理方式

ENFEの現行の指令体制は、情報連絡設備の不備もあって、運転実績の収集、記録が主体となっており、必ずしも指令員本来の指令、判断業務に十分対応できるものとはなっていない。

指令員は、日々の列車運転計画とこれに伴う車両運用計画、更に車両、軌道の保守作業計画等が十分把握出来るシステムを構成し、異常時にも即応できるものとする必要がある。

例えば、今後の列車運転本数の増大に伴い、「基本列車ダイヤ」の他に、列車指令員自身によって作成された日々の「実行計画ダイヤ」によって指令業務を行う体制とすることが急務である。

3) 事故防止体制の確立

輸送業務において、特に重大な列車又は車両の衝突、列車脱線などの事故が多発の傾向にある。

このため、これらの事故を「職員の取扱い誤りによる事故」、「災害等による事故」など、人的、物的対策として計画、実施できるよう目的をもって区分し、分析することが必要である。

事故の分類、分析に当たっても、前述の「列車と車両」、「信号と標識」等の意義を確立しておくことが必要となる。これらを明確に規定しておくことにより、事故の防止対策も必然的に樹立される。

しかし、これらの対策の計画、実施にあたっては、現在のシステム及び設備状況を十分把握しておく必要がある。また、指令員の即応体制を構成すること、更には駅職員、運転士等の教育・訓練の面からも、線区の設備状況を配線略図等を含めて総合的な資料として整理しておくことが切望される。

3-4 車 両

(1) 車両の現状

ボリヴィアの国鉄は大きくいって東部線、西部線の2本からなり、西部線は最急勾配38.5‰、最小曲線半径が72mである。一方東部線は最急勾配が10‰（ごく一部に34‰がある）であり、最小曲線半径は250mで大きく条件が異なっている。また連絡されていないため、車両も相互に行き来することができない。

本線の客、貨車は電気式ディーゼル機関車（DEL）で牽引している。西部局が1000型と900型の二車種（日本製）を使用している。その軸配置方式はB_o-B_o-B_oである。一方東部局はU-20型（1000型相当）とU-10型（900型相当）の二車種（ブラジルGE製）を使用している。この軸配置方式はU-20型がC_o-C_oでU-10型がB_o-B_oとなっている。

入換機関車は両局とも液体式ディーゼル機関車（DHL）を使用しており800型、500型（日本製）の二車種を使用している。

ディーゼル気動車（FERRO BUS）は300型（ドイツFERROSTAL製）一車種である。これは自動車と同じ方式でギアを切り換えて速度制御をする。動力車1両と付随車1両の2両編成で運転されているが線路勾配のきついアリカへは動力車1両で運転している。運転台は動力車に一箇所しかないので方向転換のためのデルタ線が必要である。また総括制御ができない方式であり編成長を増やすことができない。このことは今後の運用効率の面で障害となる。

客車の車両長は、西部局が18メートルであり、東部局は20メートルである。貨車については両局の相違はない。

このように路線条件が両局の車両性能及び規格面に大きく表れている。

車両性能の詳細な主要諸元は付属資料3-4-1に示す。

1) 保有車両数及び使用可能両数

ENFEが保有する車両数は表3-4-1に示す通りである。また事故及び不具合で長期にわたり使用できない車両を除いた両数即ち使用可能両数を表3-4-2に示す。これによると実際使用可能な両数は本線用機関車で1000型が75%、900型が80%、入換機関車は40%、気動車は59%である。

表3-4-1 保有車両数

車両種別		西部局	東部局	合計
本線用 機関車	1000型 (U-20)	16	8	24
	900型 (U-10)	20	9	29
計		36	17	53
入換 機関車	800型	4	2	6
	500型	4		4
計		8	2	10
気動車 300型		8	14	22
客車		146	35	181
貨車		1,318	714	2,032

表3-4-2 動力車の使用可能両数

本線用機関車

1990年8月現在
単位 両

形式	局別	在籍車両	不良車	事故車	使用可能車
1000 (U-20)	西部局	16	2	3	11
	東部局	8	0	1	7
	計	24	2	4	18
900 (U-10)	西部局	20	3	1	16
	東部局	9	0	1	8
	計	29	3	2	24

入換機関車

形式	局別	在籍車両	不良車	事故車	使用可能
800	西部局	4	2	0	2
	東部局	2	1	0	1
	計	6	3	0	3
500	西部局	4	3	0	1
	東部局	0	0	0	0
	計	4	3	0	1

気動車

形式	局別	在籍車両	不良車	事故車	使用可能
300	西部局	8	0	1	7
	東部局	14	8	0	6
	計	22	8	1	13

注. 気動車は動力車と付随車の両数であり使用可能車両数としては半分となる。

2) 車両の経過年数

機関車の耐用年数は一般的に明かになっていないが、日本では概ね25年を経過したものに対して特別保全（更新修繕）もしくは廃車をするのが実態となっている。しかも25年の経年に至る途中においても延命を図るための技術的判断を加えた定期的なそして計画的な検修を実施している。

本線用DELの900型及び入換機関車の800、500型及び気動車の古い年次の300型は、いずれも22～23年経過しており車両の状態からも経年劣化の時期にきている。他の車両は12年～13年の経過であり年次的にはまだその時期に来ていない。表3-4-3に動力車の経過年数を示す。

表3-4-3 動力車の経過年数

形式		経過年	両数
1000	本線用	12	16
U-20	〃	13	8
900	〃	※ 22	20
U-10	〃	13	9
800	入換用	※ 22	6
500	〃	※ 22	4
300 (旧)	本線用	※ 23	14
300 (新)	〃	12	8

注. ※は20年を経過しているもの。

貨車の保有両数は2,032両で国外用と国内用（ENFE用も含む）の二つに分かれている。国外用は1,327両で貨車全体の68%に当る。その中で有蓋貨車が1,088両（88%）をしめている。国内用では経年の多いものとか特殊なものが多くをしめている。

経年的に見ると30年以上が約40%をしめており、今後の輸送量の増大、及び高速化に対して更新が必要である。表3-4-4、表3-4-5に経年分布と国外、国内用の貨車両数を示す。

表3-4-4 貨車の経年分布

経過年数 (年)	車両数 (両)	全体に占める割合 (%)
0-10	103	5.0
11-20	1,103	54.3
21-30	18	0.9
31-40	163	8.0
41-60	645	31.7

表3-4-5 国外用と国内用の両数

単位 両

	東部局	西部局	種別計
国内用	496	876	1,372
国外用	218	442	660
局別計	714	1,318	2,032

3) 本線用動力車の稼働状態

西部局の本線用機関車の900型は新製後22年を経過しており、経年劣化の時期に来ているのと保守技術の問題もあり、900型、1000型とも車両故障が非常に多く、また脱線及び衝突事故が多いため、機関車が修理のため長期間止まっている。このため稼働率が低く運用を圧迫している。図3-4-1、図3-4-2に1986年から1988年の3カ年のDEL(1000型、900型)の稼働率を示す。これを見ると1986年から年を追うごとに稼働率が下がり1988年には50%を割ってしまっている。ここで稼働車両とは営業線に供することの出来る車両を、不稼働車両とは車両故障とか事故で営業線に供することが出来ない車両を表している。また動力車の走行距離とエンジン時間の関係を表3-4-6、3-4-7に示す。

表3-4-6 動力車のエンジン時間と走行距離の関係

(西部局; 1987年)

動力車 形式	走行距離 (Km) 1日1車当たり	エンジン時間 (H) 1日1車当たり	Km/H
	(A)	(B)	(A/B)
DEL 1000	376.8	16.5	22.8
DEL 900	237.0	14.7	16.1
DC 300	230.2	5.8	39.6

(西部局; 1988年)

動力車 形式	走行距離 (Km) 1日1車当たり	エンジン時間 (H) 1日1車当たり	Km/H
	(A)	(B)	(A/B)
DEL 1000	338.3	14.3	23.6
DEL 900	238.7	13.6	17.5
DC 300	149.7	3.9	38.3

表3-4-7 動力車の形式別年間走行距離

1987年

単位 Km

動力車 形式	東 部 局		西 部 局	
	年間走行距離	1車当り	年間走行距離	1車当り
DEL 1000	557,067	69,633	1,201,122	100,094
DEL 900	617,031	68,559	832,955	55,530
DC 300	388,864	77,773	403,261	43,207
DEL 計	1,174,098		2,034,077	
DC 計	388,864		403,261	

1988年

単位 Km

動力車 形式	東 部 局		西 部 局	
	年間走行距離	1車当り	年間走行距離	1車当り
DEL 1000	568,782	71,098	1,007,611	83,967
DEL 900	637,064	70,785	878,346	58,556
DC 300	361,217	45,152	217,311	45,152
DEL 計	1,205,846		1,885,957	
DC 計	361,217		217,311	

注. 気動車は動力車と付随車の両数であり使用可能車両数としては半分となる。

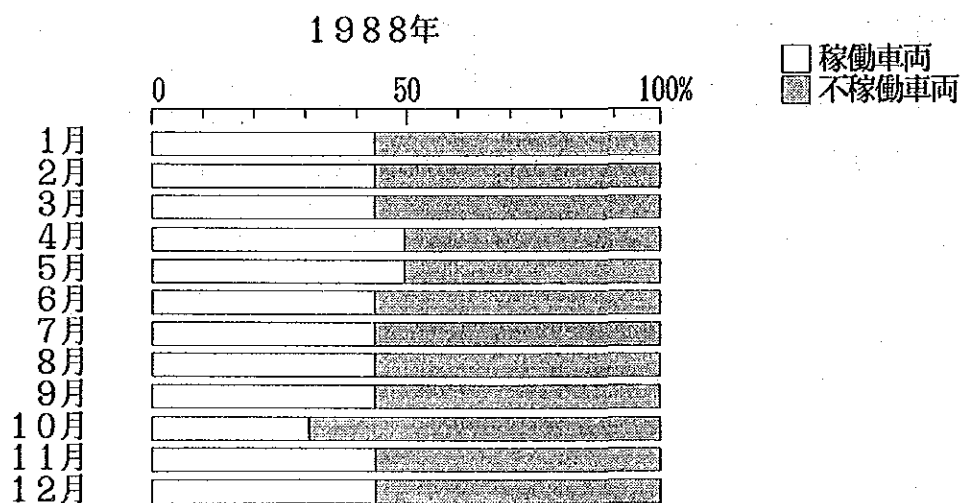
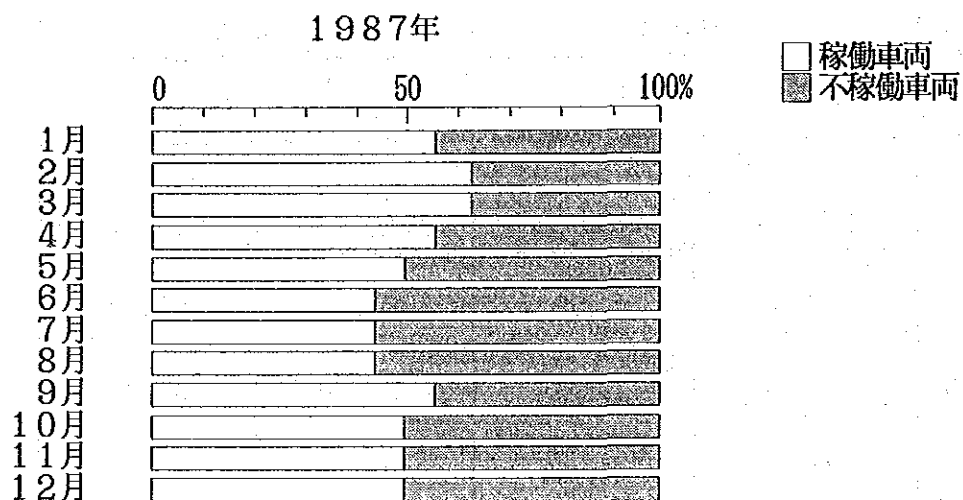
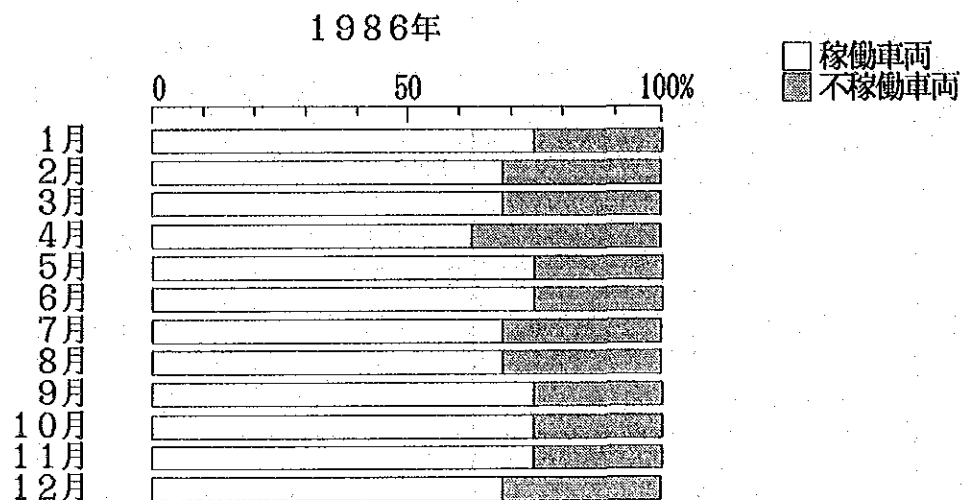


図 3-4-1 本線用DEL(1000型)の稼働率

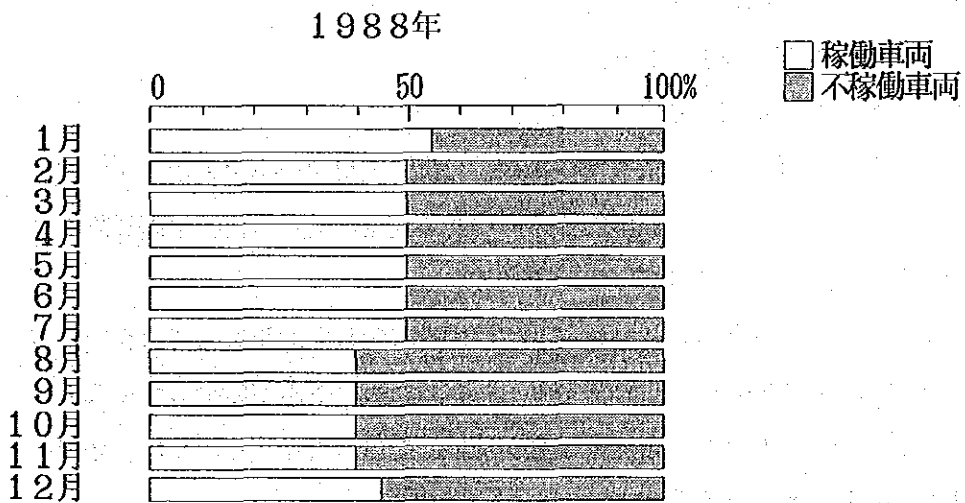
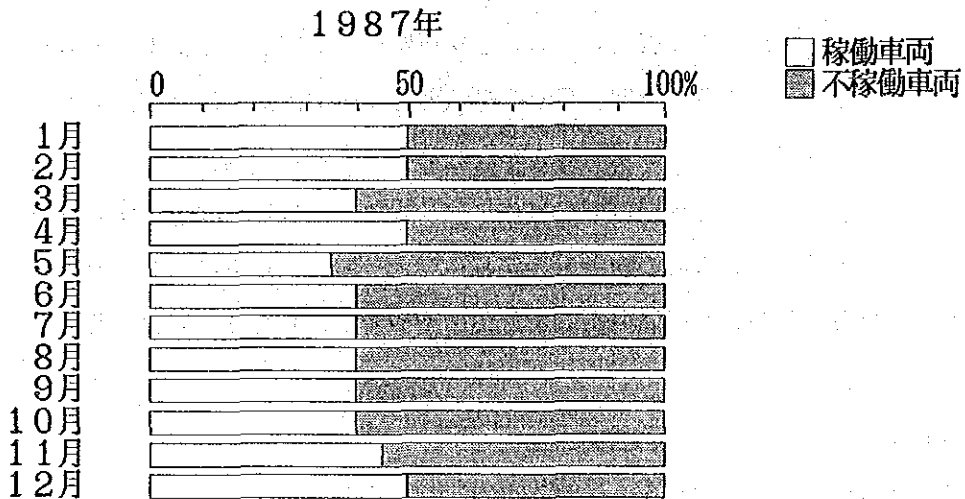
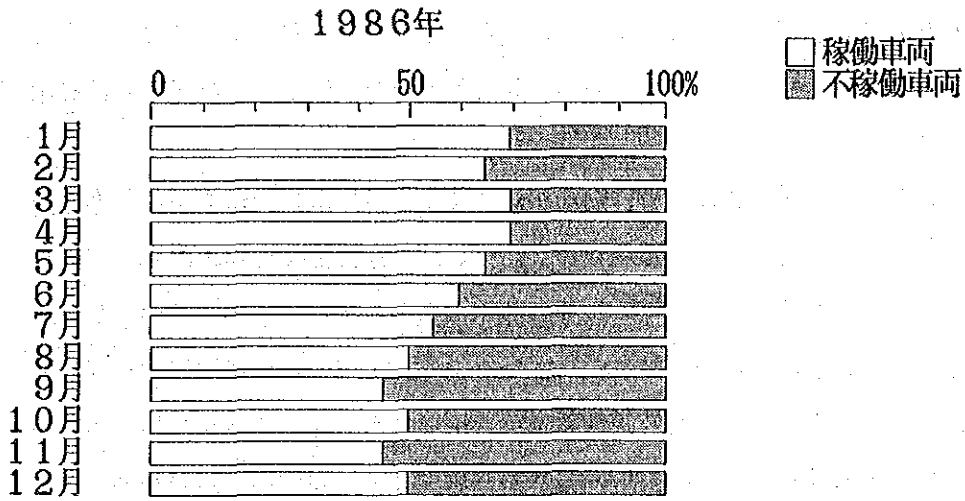


図 3-4-2 本線用DELの(900型)の稼働率

4) 運転事故と車両

1988年の運転事故内容を見ると衝突が47件、脱線が974件等、異常とも思える多い件数である。またこの数字は毎年あまり変化が見られず高い値を示している。

安全にそして安定した旅客や貨物を輸送することは鉄道の使命であり死傷につながる事故は無くさなければならない。一方、旅客や貨物を運ぶ車両は非常に高価でしかも寿命も20～30年の長きにわたるものである。車両の破損事故は1回の事故でも即、廃車につながるが多々ある。このことは新製車両も経年寿命間近の車両でもまったく同じ条件である。廃車に至らなくても完全に新製時の性能状態に修理することは難しい。しかも修理には多額の費用と長い時間を要し、その間稼働車両が不足するため、影響も多大なものとなる。

表3-4-1に事故により破損し1988年以降に修理完了または継続中のDELの状況を示すが、1000型、900型合わせて17両あり保有車両の47%に当たる。これ以前に修理が完了した車両数を入れるとこの割合はもっと高くなると思われる。また最も長期のものは修理完了まで4064日(11年)を要している。これは車両の寿命の約半分の年月に当たる。これらを減らし、無くしていくことはDELの稼働可能車両数を確実に増やすことであり、ENFEの最急課題である。

5) 車両故障

車両の検修は次のことを考えて実行するのが基本である。

- 安全で安定した輸送を確保する。
- 車両の使用効率を向上させる。
- 車両の検修費を低減させる。

このためには各種の実績、情報を収集し、分析して現状の車両の検修を常に見直していくことが必要である。車両検修に関する実績、情報の内、車両故障は車両保守管理の上で特に重要なデータである。

ENFEの場合、発生した故障に対して原因を究明して対策をたて再発防止のための組織だった体制が確立されていない。このために故障が減少していない。また営業線に影響を及ぼしたと云う感覚が薄い。早急に再発防止のための体制を確立し車両故障を減らす必要がある。

ENFE(西部局)の1988年の資料で営業線で発生した車両故障で遅延及び修理に時間を要した件数を見るとDEL(1000型、900型)で119件

ある。日本では営業線で発生した車両故障で「10分以上の遅延または運休及び回送」を阻害の大きいものとし、この件数を100万キロ当りで表している。JRの内燃機関の1988年の数値を見ると2.48件である。ENFEの数値を当てはめると1988年のDEL(1000型、900型)の全走行キロは188万キロであるので約100件となり約48倍の発生率である。厳密に当てはめるとこの数倍になると思われる。表3-4-8にDELの修理状況を示す。

表3-4-8 事故DELの修理状況

(1000型)

車号	発生年月	修理完了年月	経過日数
1014	83/10	90/7	2,474
1013	85/8	89/7	1,440
1017	86/8	90/7	1,626
1016	86/12	90/7	1,333
1019	87/2	89/2	726
1010	88/7	90/7	731
1008	88/9	90/7	675
1018	90/4	90/7	101

(900型)

車号	発生年月	修理完了年月	経過日数
956	84/12	88/10	1,381
969	86/8	90/7	1,430
958	87/1	88/10	632
968	87/10	88/2	112
970	88/1	90/7	916
951	88/9	90/3	552
954	90/4	90/7	113

(2) 車両保守

1) 保守体制

西部局及び東部局の車両保守は、西部局では機関車は Vlacha 工場で、客車、貨車は Uyuni工場で整備した後は Oruro Traccion に所属する Oruro 機関車センター及び各工場で日常点検及び定期検査が実施されている。しかし気動車は Oruro Traccion に所属する Lapaz 工場で整備し、日常点検及び定期検査を実

施している。東部局では機関車は Guaracachi 工場で整備し、その後の定期検査及び日常点検も全て実施している。客車及び貨車は Robore 工場で整備した後は Guaracachi 工場で定期検査および修繕を実施している。

ENFEでは鉄道で使用する全ての物をENFE内の車両工場で保守をしている。このため機関車工場（例；Guaracachi工場）であっても、モーターカーからトラクター、ダンプカー、砂利碎石場の設備機械にいたるまで検査、修繕を実施している。今後産業機械類のように鉄道車両工場以外でも修理ができるものは外注化が可能な時点で経済性を加味して外部へ出すことを考える必要がある。

西部局の支援工場（Cochabamba、Tupiza、Machacamarca、Sucre 各工場）は車両部品の製作を行っているが、分散し過ぎており非効率的である。集約を図る必要がある。場所としては Uyuni 工場に集約するほうが、速応性及び技術管理面からも望ましい。気動車は西部局には8両あり Lapaz工場で工場検修から定期検査及び大修繕まで実施しているが、車両数が多くなれば検修場所としては狭くなるので工場業務は別な場所に移すことが必要である。表3-4-9に工場、保守区の作業分担を示す。

表3-4-9 作業分担

西部局

Viacha 工場	機関車の整備、修繕
Uyuni 工場	客車、貨車の整備、修繕、製作
Oruro 運転部	
Oruro 機関車 保守センター	機関車の検査、修繕
Lapaz 工場	気動車の整備及び検査、修繕
Cochabamba 工場	機関車、気動車の日常点検 客、貨車の検査、修繕 モーターカーの検査修繕 重、軽機械の整備、修理 車両用部品の製作
Sucre 工場	
Machacamarca 工場	
Tupiza 工場	

東部局

Guaracachi 工場	機関車の整備、検査、修繕 気動車の整備、検査、修繕 客、貨車の検査、修繕 モーターカーの検査修繕 重、軽機械の整備、修繕
Robore 工場	貨車、客車の整備、修繕、製作 車両部品の製作

2) 検修体制

a) 検査周期

車両の検査周期は、西部局では走行時間（エンジン時間）を基準に定められているが東部局では走行距離を基準に定められている。これはDELを納めたメーカーが異なるために起きていると思われる。

西部局と東部局では車両の運行条件、路線条件等が大きく異なるため、東部局、西部局が同一の基準である必要はないが、ENFEとして検査周期を確立した上で各々が実施する事が必要である。

西部局ではメーカーが示した検査周期を遵守しているが、東部局では走行距離がメーカーが想定した1ヶ月当たり1万Kmよりはるかに少ない（約5,500 Km）ため8F（1,440,000 Km）の検査が13年たった現在でもまだ実施されていない。また2F（2年）から6F（6年）の検査も実施されておらず1F（1年）の検査の繰り返しを実施している。このように検査深度の高い検査が実施されていないことは車両保守として大きな問題である。

車両を構成している装置及び部品は走行距離で摩耗劣化するものと期間で劣化するものが混在しているので走行距離だけを捕らえて、2Fから6Fの検査を中止することは適正でない。

車両が納められたときに、メーカーが提出する「作業マニュアル」の中に示されている検査周期及び修繕限度等は設計製作面からの数値が多く、使用者側から見ると一般に安全率を多く見込んだものが多い。使用者側はこれをもとに実際に使用した上でこの内容を確認し、使用者の条件にあった内容に修正することが必要である。メーカーの示す検査周期より短い装置があれば周期を短くするか、または装置を改良し周期を長くすることの検討が必要である。これらを含め保守周期及び保守内容の再検討が必要である。

日本では、期間と運転距離の両方の併用で構成されている。いずれかの周期に達したときを検査の時期としている。

ENFEの検査周期を表3-4-10に示す。また日本の車両の検査体系及び検査周期を図3-4-3に示す。

表3-4-10 DELの検査周期

西部局

検査の種類	検査周期 (h)		検査の標準 作業時間 (h、※; d)
	900型	1000型	
A	毎日	毎日	1.5
W2-1	250	375	2.5
W2-2	500	750	6.0
W3	1,500	1,500	※ 1.5
W4	4,000	3,000	※ 20
W5	8,000	8,000	※ 30
W6	24,000	24,750	※ 60

東部局

検査の種類	検査周期 (Km)		検査の標準 作業時間 (h)
	U-10型	U-20型	
	基本	期間換算	
A	毎日	毎日	5
C	10,000	1月	8
D	30,000	3月	16
E	60,000	6月	30
F	120,000	1年	120
2F	240,000	2年	現在実施していない。代わりに1Fの検査を繰り返している。
4F	420,000	4年	
6F	720,000	6年	
8F	1440,000	8年	

注：(h) …時間、(d) …日

種別	検査体系及び周期					
DL	全般検査 ◎	月検査 △ 3月 25,000Km	中間検査 □ 1.5年 125,000Km	要部検査 ○ 3年 250,000Km	中間検査 □	全般検査 ◎ 6年 500,000Km
DC	全般検査 ◎	月検査 △ 3月 25,000Km		要部検査 ○ 3年 250,000Km		全般検査 ◎ 6年 500,000Km

図3-4-3 日本のJRにおける検査体系と検査周期

b) 検査実績

西部局、東部局の動力車の検査実績を見ると東部局はE検査（6月；60,000 km）までは高い実施率を示しているがF検査（1年；120,000）は平均で63%と実施率が低い。現在2Fから6Fの検査は実施していないので、この検査が最高位の検査である。又、西部局はW5、W6の検査（工場検査）は比較的高い実施率を示しているがW2～W4の検査の実施率が非常に低い。各種別の検査を確実に実施することは車両保守の基本であり完全実施が望まれる。表3-4-11に1987年から1989年の3年間の検査実績を示す。

表3-4-11 動力車の検査実績

西部局

DEL 1000型

検査種別	1987年		1988年		1989年	
	計画	実績	計画	実績	計画	実績
W2-1	152	138	110	66	128	62
W2-2	89	80	76	44	87	43
W3	26	21	25	32	31	21
W4	13	10	5	3	9	5
W5	10	9	2	2	5	4
W6	5	5	2	3	0	0

DEL-900型

検査種別	1987		1988		1989	
	計画	実績	計画	実績	計画	実績
W2-1	112	108	83	53	87	38
W2-2	55	53	44	32	42	29
W3	28	26	19	16	21	12
W4	23	20	13	12	14	7
W5	7	6	9	8	6	5
W6	1	1	0	0	2	1

東部局

DEL U-20型

検査種別	1987年		1988年		1989年	
	計画	実績	計画	実績	計画	実績
C	34	34	32	32	32	32
D	6	7	6	6	8	8
E	3	3	4	6	4	4
F	6	5	5	3	4	1
2F~6F	-	-	-	-	-	-

DEL U-10型

検査種別	1987年		1988年		1989年	
	計画	実績	計画	実績	計画	実績
C	34	33	32	30	36	36
D	8	7	10	10	10	10
E	4	3	5	5	2	2
F	4	2	4	3	7	5
2F~6F	-	-	-	-	-	-

3) 工場の保守作業

ENFEの代表的な工場である Viacha機関車工場の平面図を図3-4-4に示す。尚、組織は3-8㊸車両部を参照。

勤務時間 8:00 ~ 16:30

休憩時間 12:00 ~ 12:40 (工場内に食堂がある)

職員数 193名

管理部、技術部、製造部の3部から構成されている。管理部は人事、一般事務関係を担当している。技術部は企画と技術に分かれており、技術が検修に関する技術全般を管理している。技術には装置別（電気、エンジン、台車、ブレーキ及び工場設備）に各々エンジニアがおり、その下に検査官（インスペクター）が配属されている。検査官は作業前の不良部品の確認、良否判定、加修内容の指示及び組み立て後の確認等を行っている。しかし検査のために必要な測定工具や計器が極端に不足しており検査精度に問題がある。この検査官制度は最近導入されたものであるが、現在の製造部の技術レベルの低さを補い検査の品質向上には役立つものである。反面、現場の作業者が指示を受けて作業するだけになり、作業者の作業意欲及び技術レベルを低下させることになる。

日本の鉄道でも検査部門制度は導入されているが、製造職場は自分の職場で検査したものは製造職場として検査の品質を保証し、検査部門は工場全体としての立場で検査の品質を保証することになっている。製造部は車両の整備を直接担当しており、11職場より構成されている。

a) 工程管理

長期入場計画表はあるが、その年の年間入場計画表には車号、月の記載があるだけで入、出場日の記載が無い。

西部局では一応、W5検査で1ヶ月、W6検査で2ヶ月という大雑把な行程日数は決まっているが標準作業行程として確立したものではない。入場しても出場日が明確でなく、入場車の行程を全般的に管理している部署もない。そのため入場車に対して、各職場間の工程打合せが実施されていない。

900型DELのオーバーホール実施に伴いオーバーホール車についての標準作業工程の導入を図ったが、現場の理解が得られず、実現しなかった経緯がある。又、臨時修繕車両の入場が非常に多く、営業車の作業が優先となるため工場検査の行程が確立出来ないことも考えられる。今後車両数が増加すると工場の同時在场車両数を少なくするため必然的に工程を短くする必要がある。今迄の様な場当りの車両管理では今後の車両数増加に対しては対応が不可能となるので、車種別の標準作業工程を確立して計画的な車両管理をすることが是非必要である。図3-4-5に作業日数40日の標準工程表の例を示す。このためには故障による臨時入場車両が定期検査作業を圧迫することがなく、また検修作業のための資材が欠品することがないよう供給されることは絶対の前提条件である。

b) 技術管理

ディーゼル機関車の保守作業は知識と経験の裏付けによってはじめてうまく進められるものである。このためには層の厚い技術集団としての力の存在が非常に重要である。

技術のハード面すなわち車両を分解し組立てる技術は一通りあり、車両の各部位の検査、修繕、試験の記録は各車両毎に記録され保管されているが、このデータを利用して部品の取替率や摩耗管理及び経年管理等は行われていない。ソフト面の技術すなわち管理、検査、部品取り扱い等の総合技術力に欠けている。

蒸気機関車はほとんどのものが外部に露出している構造であり塵埃の付着に特別注意を払わなくていい構造になっているが、ディーゼル機関車の場合構造上塵埃の混入に特別に注意を払わなければならない。しかし部品の洗浄、部品の保管及び作業場を含め防塵に対して極めて関心が薄い。検修の考え方を改める必要がある。

① 治工具

DELの主要機器の保守作業は分解、計測、部品取替と加工、組立調整が主な内容となるので手作業に頼る部分が多い。このため、治具、工具の有無及び良否は作業に非常に大きな影響を及ぼす。しかし職場では汎用工具が中心で、しかも使い古したものが多くまた絶対数も不足している。また知識も関心も薄い。作業方法に合った専用治具、工具の整備は検修作業上欠かせないものである。

② 油と水の管理

西部局では機関潤滑油の検査及び管理は実施されているが冷却用の水の検査及び管理が実施されていない。不適切な水の使用は短期間にその影響は出にくいので無関心になりがちである。しかし長期間の使用に対しては確実に影響があるので実施が必要である。

③ 非破壊検査の導入

機器の重要部位の亀裂及び溶接不良等に対して現在は目視に頼る検査を実施しているが年間5～6件の輪軸切損が発生している。台車及び連結器まわりの亀裂は脱線等の重大事故にただちにつながる。目視で発見出来ない箇所及び発見しにくい亀裂の検査に磁粉探傷検査、超音波探傷検査及び浸透探傷（カラーチェック）検査等の非破壊検査の導入が必要である。また探傷に用いる各機器は余り高価なものでないが探傷に当たる作業者は高度な訓練を積み経験を持つことが必要である。

④ オーバーホール

900型DELは現在オーバーホールを実施中であるが、エンジン修理のトラブルで現在中断している。このDELは既に23年経過しており早期完了が必要である。またオーバーホールの内容はエンジンとトラクションモーターだけであり、しかも新製でなく修理である。またその他の機器に対しての延命対策がとられていないのでDEL全体としての延命対策になっていない。今後DELの各部の状態をよく監視しながら対応を考える必要がある。

4) 工場設備

ディーゼル機関車が蒸気機関車に代わって導入されたのに伴い、設備機械は蒸気機関車の修繕設備の多くをそのまま流用し、ディーゼル機関車の保守に必要な専用設備及び計測器等を付加し整備されたもので、かなり古いものも含まれるが、一応形は整っている。しかし蒸気機関車時代のものは経年劣化で老朽化がひどく、すでに使用不能なものも沢山あり、これらは職場に放置されたままになっている。また使用できるものも古くて、性能が悪く効率も悪い。またディーゼル機関車用に導入したのも既に20年を経過しており、この中にも既に使用不能のものも出ている。使用不能の機器を処理するシステムが無いことが職場の放置につながっているのでは是非確立する必要がある。

車両に経年劣化による寿命があるように、検査設備、作業用機械等の設備機械も経年と共に摩耗劣化してくる。しかも、これらのものを使用して車両の部品を製作したり車両を修理をするため車両機器と同じように重要なものであるが、設備機械は保守管理がされていない。作業場には、不具合部品等が置いてあるため作業スペースが少なくなっている。整理整頓し、作業スペースを確保する必要がある。また作業場の照明が暗いので改善が必要である。また建物は埃が容易に入り込む構造でありディーゼル機関及び電気装置の作業場は改善が必要である。特にGuaracachi工場に新設している電気職場は作業場の温度対策のためか側壁の上部が塞いでない構造であり特に問題である。

(2)、1)の保守体制のところ述べてしたが、車両用部品を製作している支援工場での設備機械が古くまた各地に分散しているので能率が悪い。集約をすることにより設備機械の重複をさけると共に設備機械の更新をし、製品精度の向上と能率化を図ることは最急課題である。又、車輪踏面の削正は工場内で車輪単体にして車輪旋盤で行っているが、急曲線が多い路線のため、フランジの直立摩耗が多いので、車輪単体でなく車両に付いたままで車輪踏面の削正ができる車輪転削

盤を導入し、この作業で工場に入場する回数を早急に減らす必要がある。また工場の車輪旋盤も古くて能率が悪く、Uyuni 工場のように昼夜二交代で作業している工場もあり更新が必要である。

5) 資材管理

車両用部品の購入及び保管は資材局が担当している。各工場に隣接して資材庫が置かれている。資材庫は機械局の管轄でなく資材局の管轄であり必要な時点で工場から払い受け請求により払いだすシステムになっている。資材庫では部品番号別に保管されているが在庫の数量は工場に事前に通知するシステムになっていない。このため払い出し伝票を持って行った時、初めて部品の有無が判る状態である。

車両の日常保守や検査修繕を行うためには、取替のための部品が必要である。そのほとんどを外国から輸入している状態である。必要な部品が必要な時に払い出しできるようにするには、購入資金はさることながら車両の検査修繕の時期、両数、検査内容を正確に検査計画に基づいて予測し、必要部品の準備をしなければならない。この準備が適切でないと不必要な部品が大量に在庫になったり必要な部品が不足したりして標準検査工程の確保及び車両の品質の維持ができなくなる。このことは計画的な車両管理にとって非常に重要なことである。

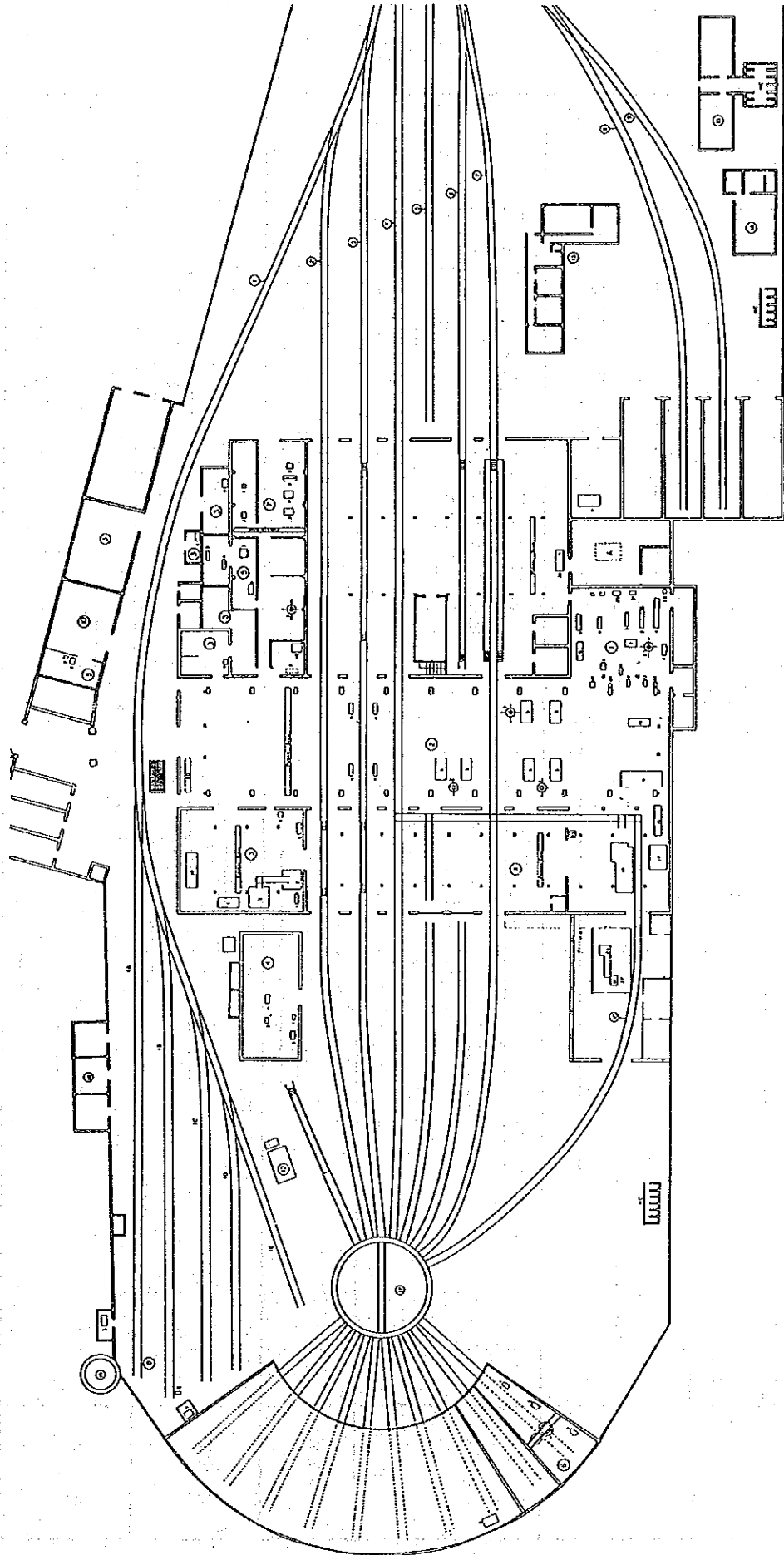


図3-4-4 Viacha工場の平面図

3-5 線路設備

(1) 線路規格と設備数量

1) 線路規格

ボリヴィア国の鉄道はイギリス、ブラジル及びアルゼンチン等によって建設され、当初はそれぞれの国の規格を採用していたために、多少異なっていたようである。しかし1980年代以降フランス国の技術援助や日本の援助による Ipias～Robore間の災害復旧工事等で整備されてきたが、地形上やむを得ない箇所については、建設当時の規格のままになっている。主要な諸元を掲げると次の通りである。

- 設計最高速度 80 Km/Hr
- 軌 間 1,000 mm
- 最小曲線半径 線区によって異なる。
Red Andina R = 72 m
Red Oriental R = 250 m
- 最大設定カント量 C = 120 mm (現在100 mm)
- 最大スラック量 S = 30 mm
- 最急勾配 線区によって異なる。
Red Andina G = 38.5 ‰
Red Oriental G = 33.3 ‰
- 設計荷重 Cooper E-40, 6.0 t/m
- 建築限界 図3-5-1に示す通り。
- 施工基面幅 土道床 4.40 m (図3-5-2)
バラスト道床 6.00 m (図3-5-3)

GALIBO

PERFIL MINIMO DE OBRA

PERFIL MAXIMO DE TREN RODANTE

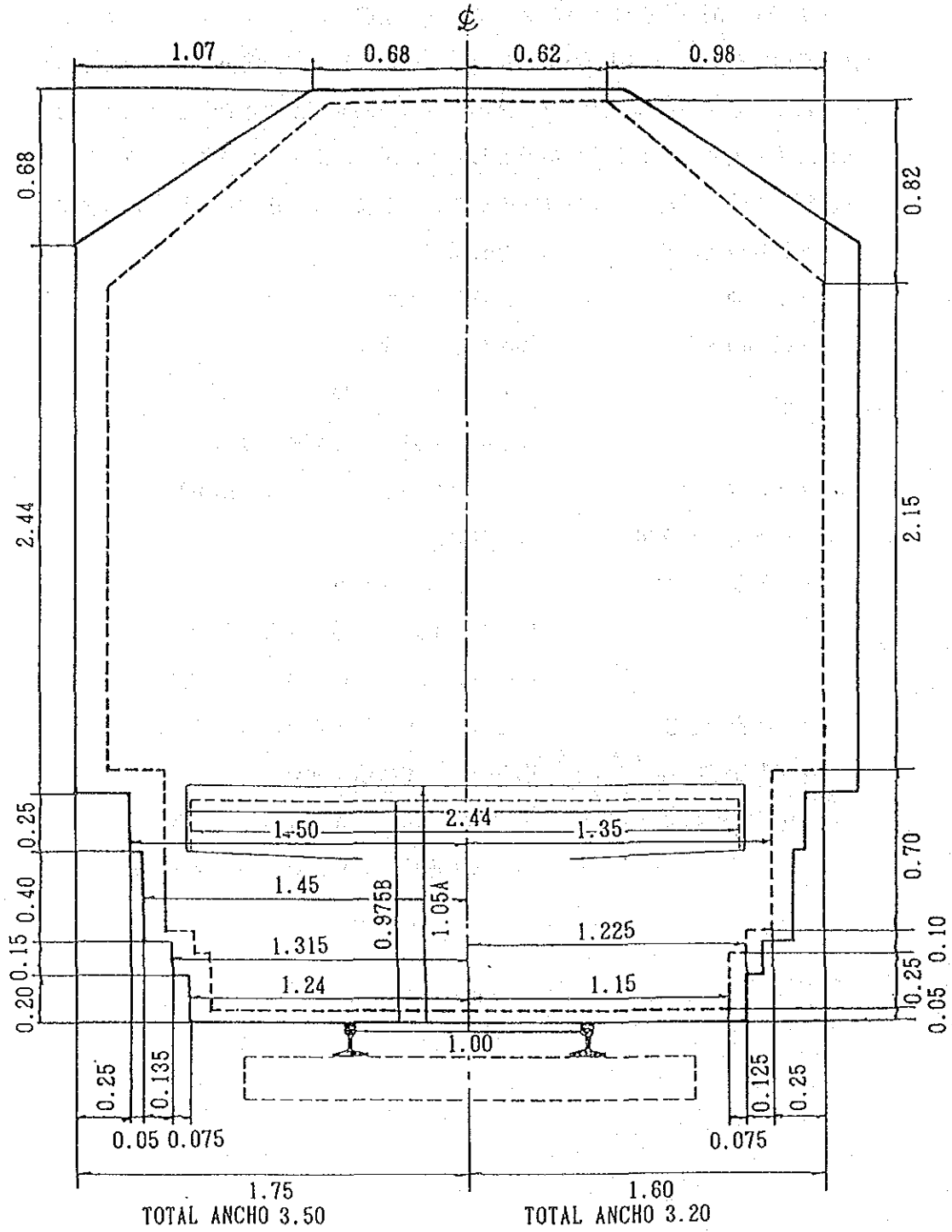


図3-5-1 建築限界及び車両限界図

PERFIL DE DRENAJE

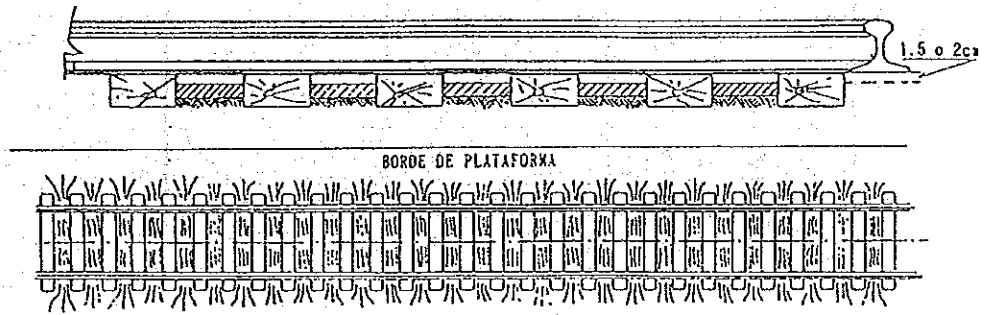
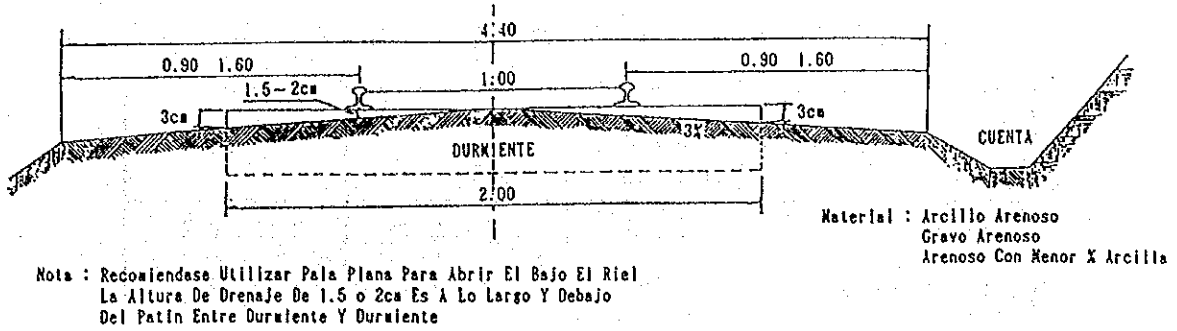


图3-5-2 土道床標準図

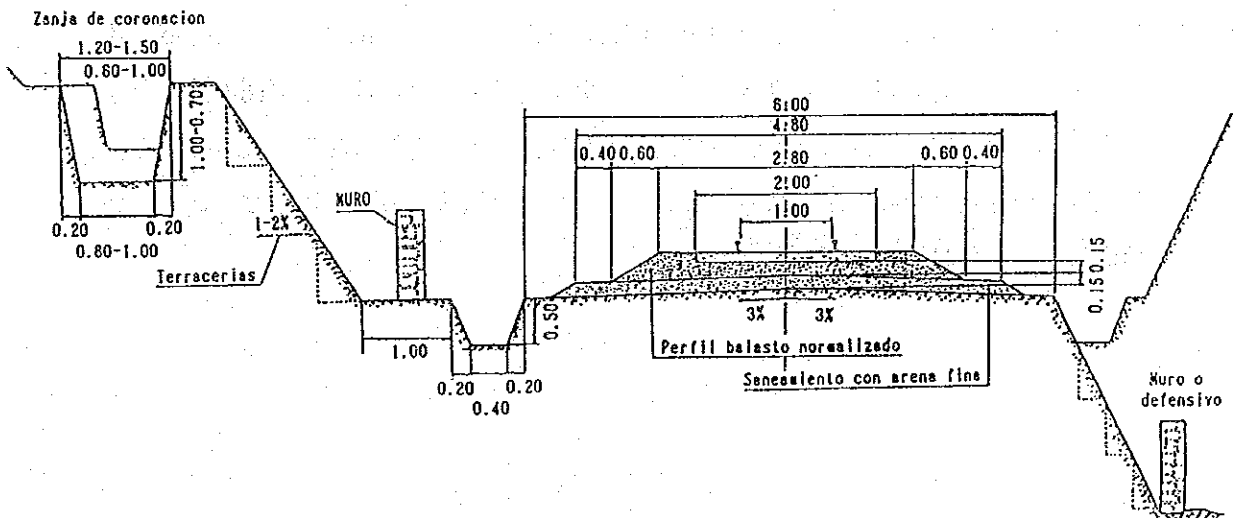


图3-5-3 バラスト道床及び土工定規図

2) 線路設備数量

各設備毎の数量は表3-5-1に示す通りである。

表3-5-1 線路設備一覽表

項目	E N F E		Total
	Red Andina	Red Oriental	
線路延長	2,141.2 Km	1,388.0 Km	3,530.2 Km
線路区分	単線	単線	単線
駅数	83 駅	53 駅	136 駅
信号所	44 箇所	22 箇所	66 箇所
軌道延長	2,281.2 Km	1,561.3 Km	3,842.5 Km
分岐器数	425 組	347 組	772 組
曲線箇所数 及び延長	4,251 箇所 711.9 Km	549 箇所 143.3 Km	4,710 箇所 855.2 Km
勾配箇所数 及び延長	2,678 箇所 1,929.6 Km	1,035 箇所 978.8 Km	3,713 箇所 2,908.4 Km
橋梁数	817 箇所	137 箇所	954 箇所
トンネル数	25 箇所	1 箇所	26 箇所
バラスト道床延長	337.5 Km	430.4 Km	767.9 Km

(2) 線形

線形は図3-5-4に示す通り地形的にアンデス山脈の山岳・高原台地を通る E N F E 西部局の路線とアマゾン河上流地域の支川、サバンナ地帯に属する地域を通る E N F E 東部局の路線では大きく異なっている。西部局は高原台地区間を除くと小半径曲線・急勾配の連続であり、東部局は大半径曲線・緩勾配の線形となっている。各線区の曲線及び勾配をまとめると表3-5-2及び表3-5-3の通りである。各線区毎については以下の通りである。

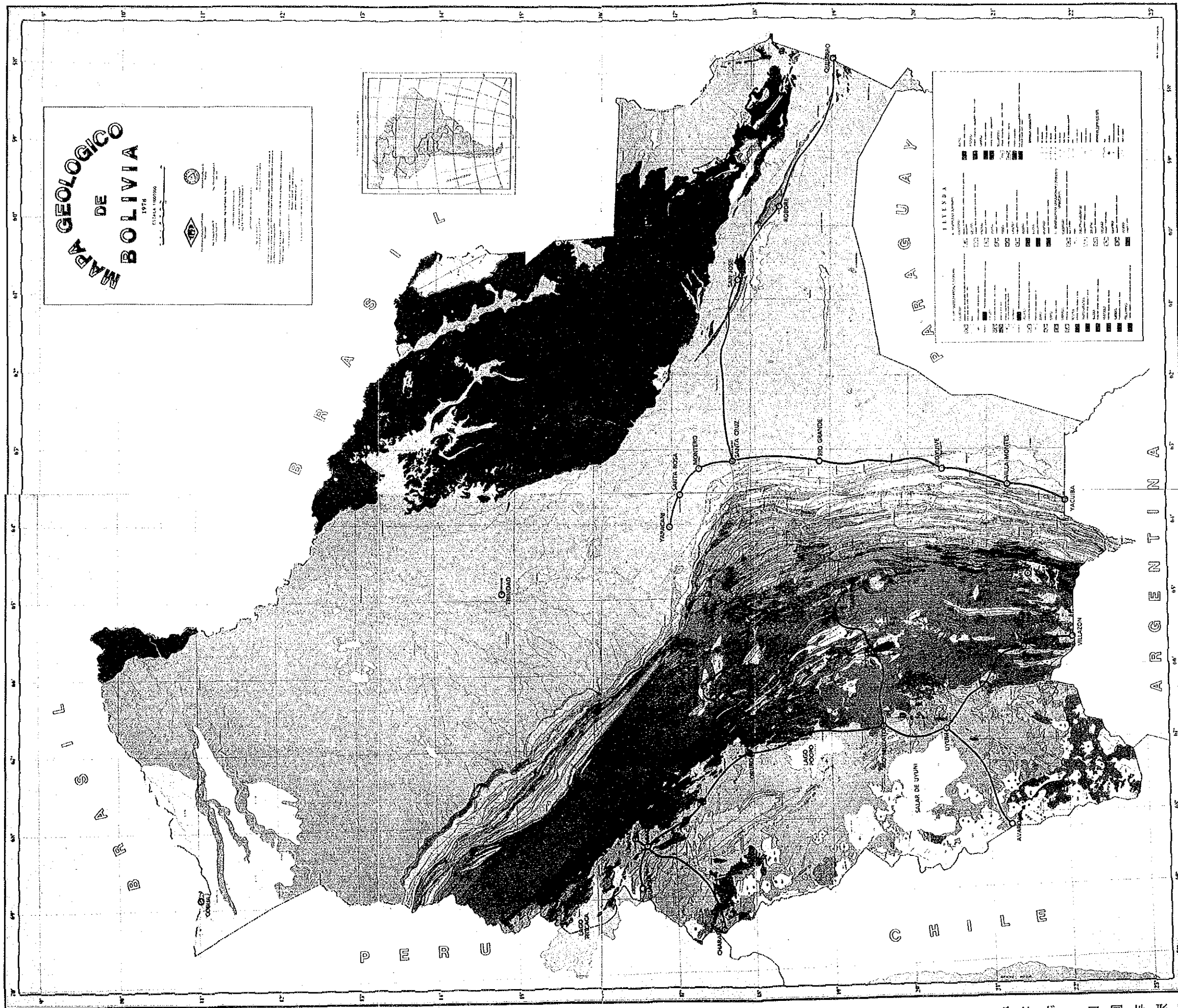


図3-5-4 ボリヴィア国地形図

表3-5-2 線 区 別 曲 線 半 徑 一 覽 表

線 名	R ≤ 100		100 < R ≤ 200		200 < R ≤ 300		300 < R ≤ 400		400 < R ≤ 500	
	箇所	延長 (m)	箇所	延長 (m)	箇所	延長 (m)	箇所	延長 (m)	箇所	延長 (m)
西 部 局										
Villazon	72	11,270	277	43,064	136	24,887	116	20,975	47	10,280
Guaqui							3	1,145	10	2,914
Charana	2	547	145	24,197	106	17,441	40	5,638	76	13,160
Avaroa										
Cochabamba	205	32,573	442	73,726	225	39,357	108	18,772	47	9,791
Sucree	598	72,673	534	71,842	245	32,317	92	12,472	30	4,669
計	877	117,063 5.5%	1,398	212,829 9.9%	712	114,002 5.3%	359	59,002 2.8%	210	40,814 1.9%
東 部 局										
Quijaro							55	16,524	17	4,444
Yacuiba					26	5,270	19	4,834	86	23,685
Yapacani									10	4,726
計					26	5,270 0.4%	74	21,358 1.5%	113	32,855 2.4%
ENFE 計	877	117,063 4.2%	1,398	212,829 6.0%	738	119,272 3.4%	433	80,360 2.3%	323	73,669 2.1%

線 名	500 < R ≤ 600		600 < R ≤ 1000		1000 < R		Total		Observacione
	箇所	延長 (m)	箇所	延長 (m)	箇所	延長 (m)	箇所	延長 (m)	
西 部 局									
Villazon	74	18,156	89	24,250	112	39,928	923	192,810	L= 847K220M Min R= 77m
Guaqui	14	3,312	11	2,567	6	2,134	44	12,072	L= 65K800M Min R=330m
Charana	5	590	40	6,920	15	2,611	429	71,104	L= 209K252M Min R=100m
Avaroa			1	338	16	11,718	17	12,056	L= 172K350M Min R=680m
Cochabamba	54	9,614	51	10,738	80	16,833	1,212	211,404	L= 419K649M Min R= 72m
Sucree	59	8,981	28	3,909	40	5,575	1,626	212,438	L= 426K900M Min R= 72m
計	206	40,653 1.9%	220	48,722 2.3%	269	78,799 3.7%	4,251	711,884 33.3%	L=2,141K171M
東 部 局									
Quijaro	21	7,195	16	8,082	64	31,551	173	67,796	L= 643K585M60Min R=300m
Yacuiba	16	4,765	84	20,012	1	101	232	58,667	L= 538K000M Min R=250m
Yapacani			40	10,738	4	1,332	54	18,796	L= 206K448M19Min R=500m
計	37	11,960 0.9%	140	38,832 2.8%	69	32,984 2.4%	459	143,259 10.4%	L=1,389K033M79
ENFE 計	243	52,613 1.5%	360	87,554 2.5%	338	111,783 3.2%	4,710	855,143 24.2%	L=3,530K204M79

表3-5-3 線 区 別 勾 配 一 覽 表

Nombre de Líneas	0 < G ≤ 5		5 < G ≤ 10		10 < G ≤ 15		15 < G ≤ 20		20 < G ≤ 25	
	No.	Longitud	No.	Longitud	No.	Longitud	No.	Longitud	No.	Longitud
西部局 (Red Andina)										
Villazon	305	395,193.09	170	157,658.00	122	70,151.98	105	61,988.14	106	42,144.97
Guaqui	29	28,499.00	15	15,000.00	12	12,000.00	1	1,000.00		---
Charana	108	79,471.15	44	40,217.10	22	23,396.70	23	21,757.40	1	1,504.00
Avaroa	28	171,677.13	1	673.17		---		---		---
Cochabamba	90	102,811.40	64	69,554.50	54	45,057.24	69	51,033.86	93	57,401.50
Sucre	28	24,360.49	55	26,821.51	61	18,139.11	76	52,377.88	224	66,365.47
Total	588	802,012.26 37.5%	349	309,924.28 14.5%	271	166,745.03 7.8%	274	188,157.28 8.8%	424	167,415.94 7.8%
東部局 (Red Oriental)										
Quijaro	208	206,852.19	302	265,816.91	4	3,000.00		---		---
Yacuiba	273	223,683.87	173	129,932.05		---		---		---
Yapacani	103	141,087.88	6	7,580.00		---		---		---
Total	548	571,623.94 41.2%	481	403,328.96 29.0%	4	3,000.00 0.2%		---		---
ENFE TOTAL	1,136	1,373,636.20 38.9%	830	713,253.24 20.2%	275	171,745.03 4.9%	274	188,157.28 5.3%	424	167,415.94 4.7%

Nombre de Líneas	25 < G ≤ 30		30 < G		TOTAL		Observaciones
	No.	Longitud	No.	Longitud	No.	Longitud	
西部局 (Red Andina)							
Villazon	114	27,807.63	4	1,561.71	926	756,505.00	L= 847K220M Max 33.0‰
Guaqui		---		---	57	56,499.00	L= 65K800M Max 15.5‰
Charana		---		---	198	166,348.35	L= 209K252M Max 20.4‰
Avaroa		---		---	29	172,350.30	L= 172K350M Max 6.0‰
Cochabamba	140	63,946.60	28	7,082.40	538	396,887.50	L= 419K649M Max 34.1‰
Sucre	479	192,112.42	7	766.84	930	380,963.72	L= 426K900M Max 38.5‰
Total	733	283,866.65 13.3%	39	9,430.95 0.4%	2,678	1,929,552.39 90.1%	L=2,141K171M
東部局 (Red Oriental)							
Quijaro	1	500.00		---	515	476,169.10	L= 643K585M60 Max 25.4‰
Yacuiba		---	1	300.00	411	353,915.92	L= 538K000M Max 33.3‰
Yapacani		---		---	109	148,667.88	L= 206K448M19 Max 8.0‰
Total	1	500.00 0.0%	1	300.00 0.0%	1,035	978,752.90 70.4%	L=1,389K033M79
ENFE TOTAL	734	284,366.65 8.1%	40	9,730.95 0.3%	3,713	2,908,305.29 82.4%	L=3,530K204M79

1) 西部局

a) Villazon 線

① La Paz～El Alto 間 (16.7Km)

首都ラパスは Rio Kaluyo に沿って開けた街で、標高 3,700m に位置した街である。鉄道線路は高原台地側の斜面に沿って上り高原台地の街 El Alto いたる。この間平均勾配 $24^{\circ}/\text{‰}$ 、最急勾配 $30^{\circ}/\text{‰}$ 、曲線半径は $R=77\sim 570\text{m}$ が約 70 箇所あり、列車走行には非常に悪い線形となっている。(写真 3-5-1)

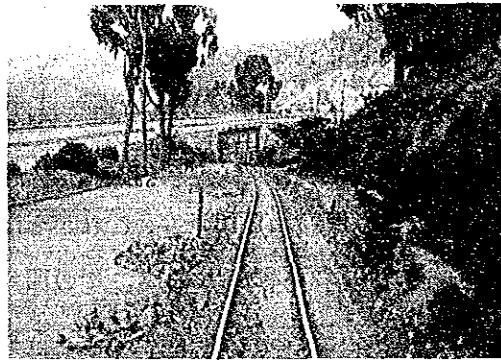


写真 3-5-1

② El Alto～Uyuni 間 (542.6Km)

この間はアンデス山脈上の高原台地上を通過しており、直線距離も長く、曲線半径も大きくなっている。Oruro～Machcamara間では Lago Uru Uru を築堤で横断し、Colchani～Uyuni 間では Salar de Uyuni の東側をかすめて通っている。この間標高 3,900～3,600m を $10^{\circ}/\text{‰}$ 以下の勾配で上下しており、曲線半径も $R=200\sim 3,600\text{m}$ となっており、線形は非常に良い線区である。(写真 3-5-2～5)

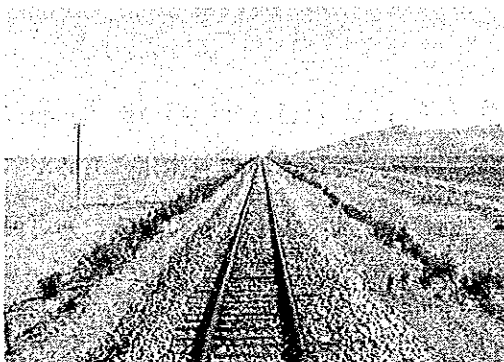


写真 3-5-2

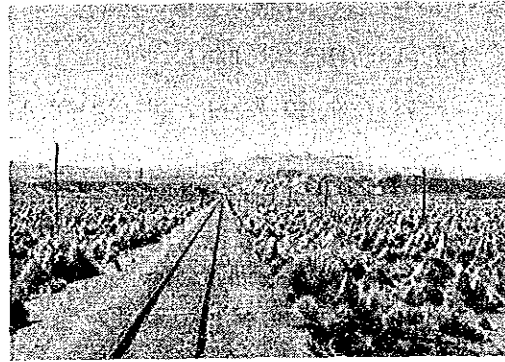


写真 3-5-3

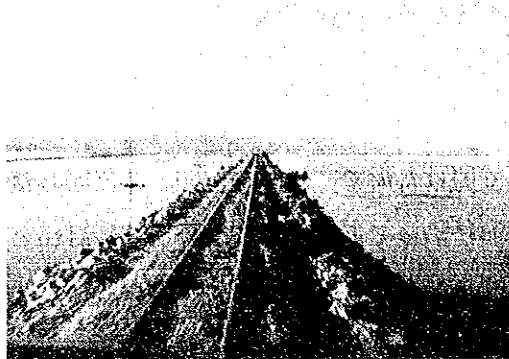


写真3-5-4

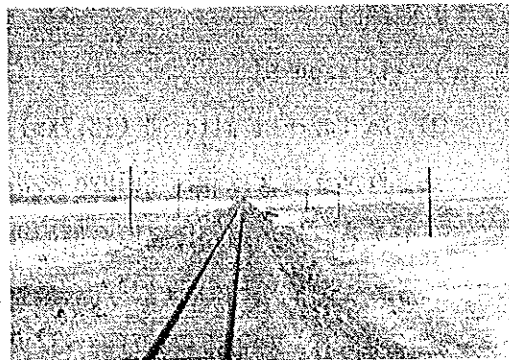


写真3-5-5

③ Uyuni ~ Villazon間 (286.4Km)

アンデス山脈の高原台地も Salar de Uyuni の南端で終わりとなり、線路は東側山脈の峠 Escoriani 駅 (3,885m) を越えて Rio Tupiza に沿って下り、中腹の街の一つである Tupiza (標高2,949m) に至る。これから南に再び上ってアルゼンチン国境の街 Villazon (標高3,447m) に至る。この間勾配20~30‰、最小曲線半径は80m と列車運行には大変厳しい線形となっている。(写真3-5-6, 7)

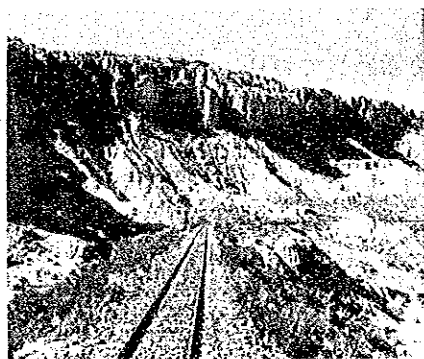


写真3-5-6

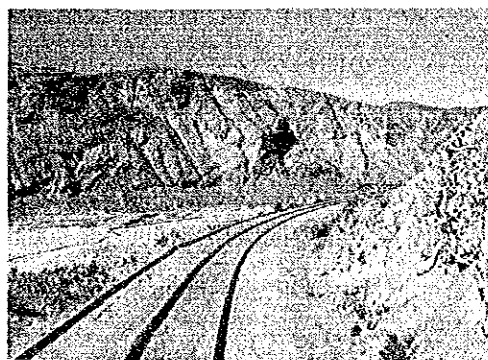


写真3-5-7

b) Guaqui線 (65.8Km)

Villazon線 Viacha 駅 (標高3,851m) から Lago Titicaca南端の街 Guaqui (標高3,810m) までを地表の起伏に沿った線形である。途中標高 3,915m の峠を一つ越えるのみであり、勾配の最大は15.5‰、最小曲線半径 $R=370m$ で、列車運行にとっては殆ど問題の無い線区である。(写真3-5-8, 9)

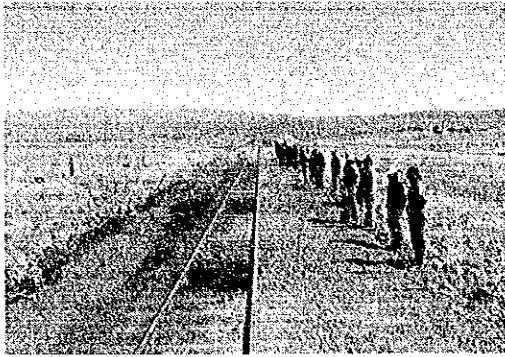


写真3-5-8

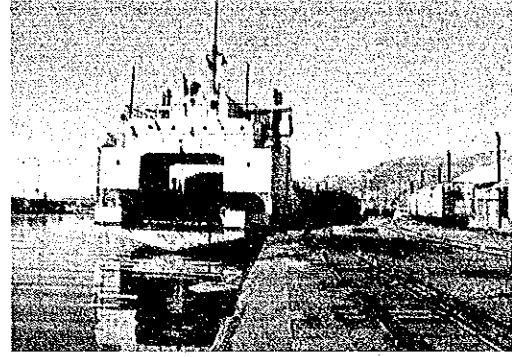


写真3-5-9

c) Charaña 線 (209.3Km)

Guaqui線と同じく Viacha 駅を起点にチリー国北端、太平洋岸の街 Aricaを結ぶ線区である。Viachaから Rio Colorado に沿って上り Comanche(標高4,035m)で峠を超えて Calacoto(標高3,805m) に下り再び Rio Mauriに沿ってチリー国境の街である Charaña (標高4,059m) に至りここから一気に Aricaに下っていく。Charaña までは最急勾配20.4‰、最小曲線半径R=80m の線形となっている。現在輸送力の増強を図るために世銀からの借款によって Comanche ~ General Ballivian間45.0Km~52.0Km及び General Ballivian~General Pando 間 62.4Km ~68.6Kmに於いて線形改良工事 (図 3-5-5,6) をENFE直轄で実施中である。(写真3-5-10)

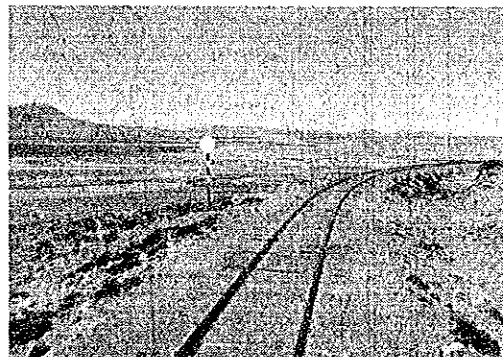


写真3-5-10

d) Avaroa線 (172.4Km)

Villazon線 Uyuni駅を起点にし Salar de Uyuni の南端を通りもう一つの Chile国境の街 Avaroa を通って太平洋岸の街 Antofagastaに至る線区である。

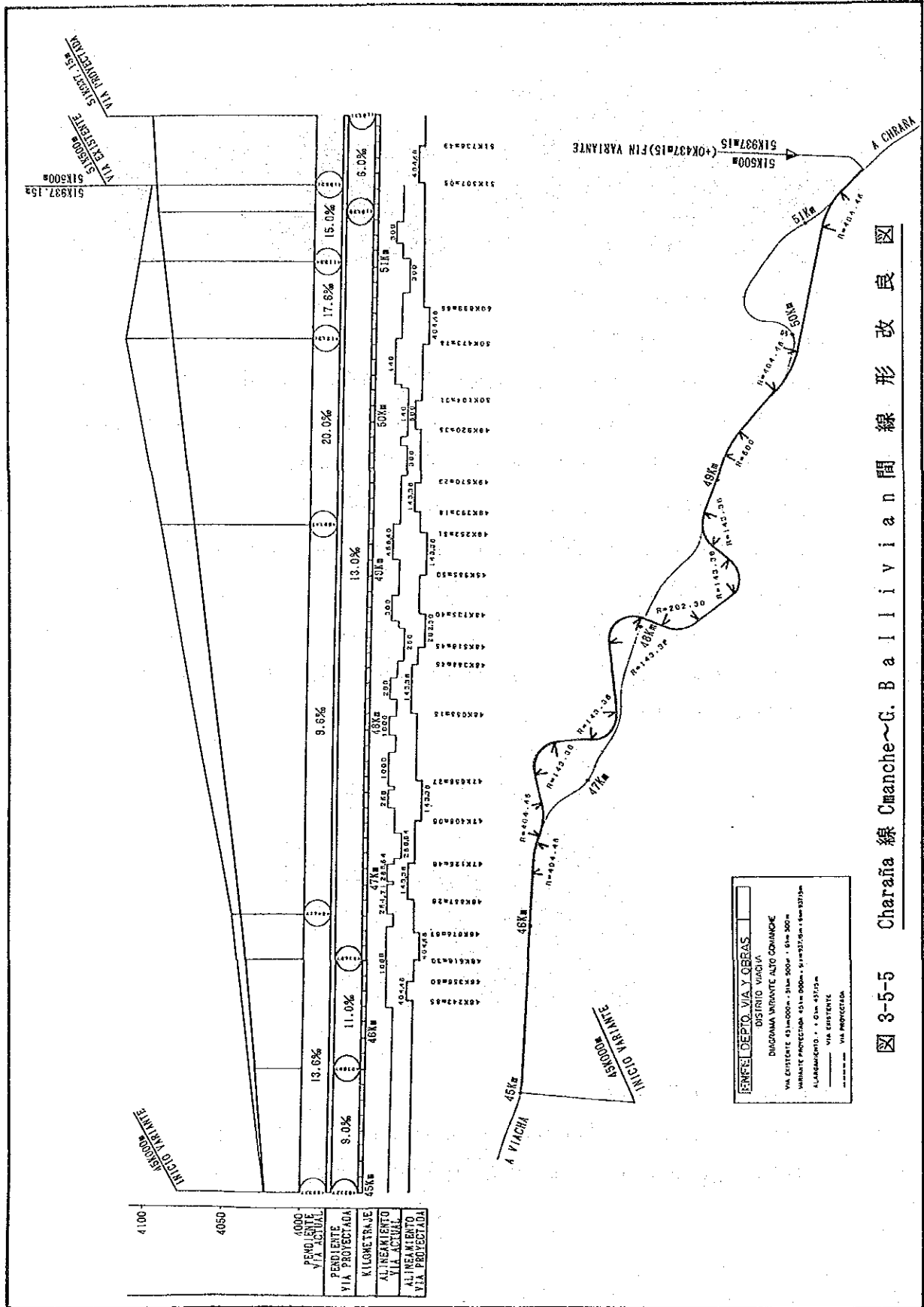
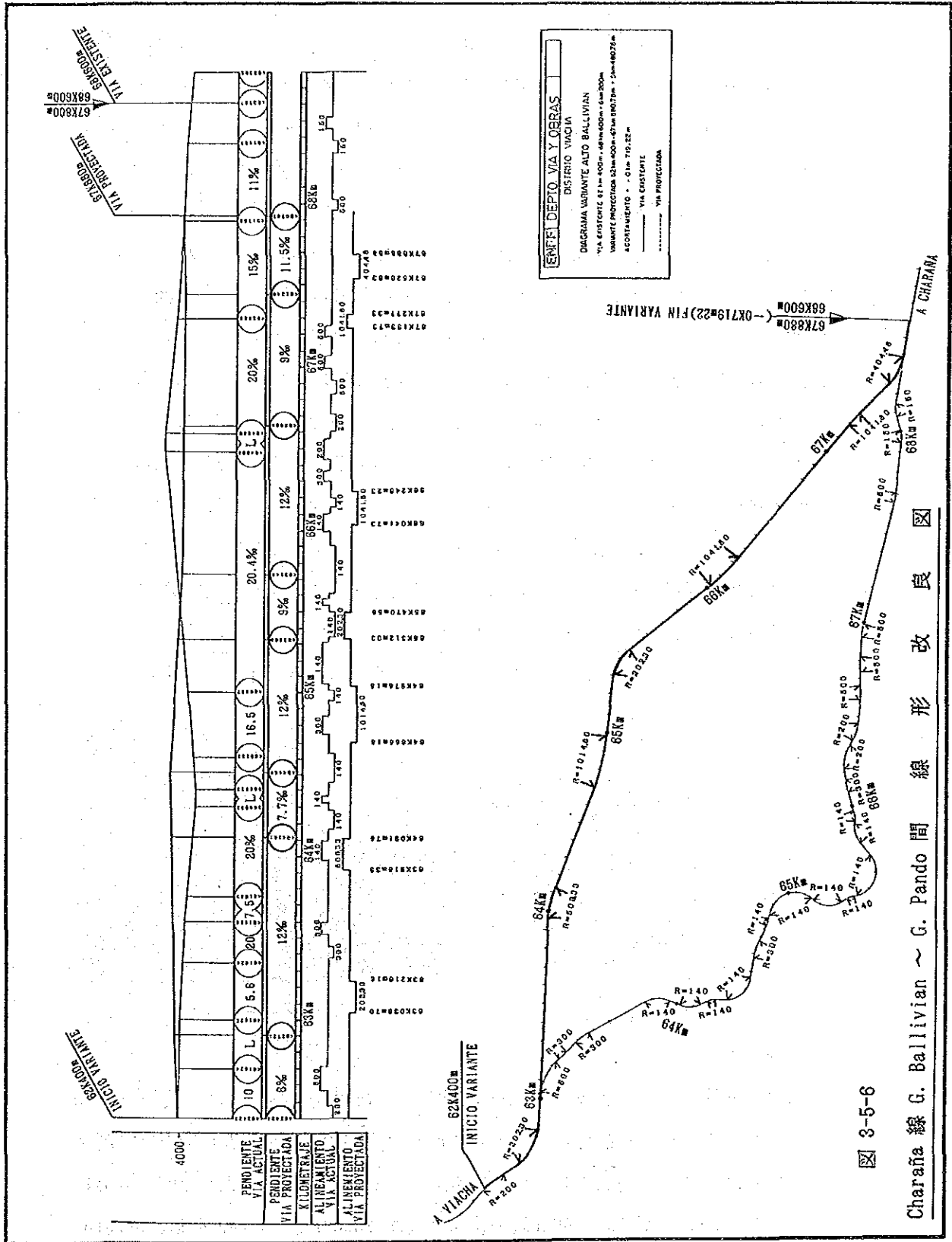


Fig 3-5-5 Charaña línea Cmanche-G. B a l i i v i a n 間 線 形 改 良 図



EMPEZAMIENTO DE VIA Y OBRAS
 DISTRITO VICUÑA
 DIAGRAMA VARIANTE ALTO BALLIVIAN
 VIA EXISTENTE 81+400m - 48+400m - 64+200m
 VARIANTE PROYECTADA 62+400m - 67+800m - 64+200m
 ACORTAMIENTO = 01m 79.22m
 - - - - - VIA EXISTENTE
 - - - - - VIA PROYECTADA

Fig 3-5-6

Charaña línea G. Ballivian ~ G. Pando 間 線 形 改 良

この線区は西部局内で最も良い線形であり、最急勾配でも6⁰/₀₀、最小曲線半径 R=500mとなっている。

e) Cochabamba線 (417.7Km)

高原台地の中央に位置する Oruro付近、Villazon線 San Pedro 駅を起点とし高原台地を東に向かい、東側山脈を Rio Jachcha, Rio Thola Palca に沿って上り La Cumbre 駅 (標高4,138m) で峠を超えて、Rio Tacopaya, Rio Arque に沿って下り Buen Retiro 駅 (標高2,379m) に至る。峠からの延長は 90.4Km, 平均勾配 19.4⁰/₀₀、最急勾配 30.0⁰/₀₀ となっている。又、曲線はこれ等河川が急峻な谷を形成しており、その斜面に沿って路線を採っていることもあり、小曲線半径の連続となっている。最小曲線半径は R=72m である。特に Rio Arque に沿った 88.9Km ~ 137.5Km 区間は、雨期になると斜面崩壊、土石流の流出、路盤流出、地滑り等の自然災害を受けて毎年1~3ヶ月は復旧に時間を要し、運休を余儀なくさせられている。Buen Retiro 駅から北に Rio Rocha を上り標高 2,560m の Cochabamba 盆地に至る。Cochabamba~Aiquile 間は、南東に走る山脈に沿って東に向かい、山脈の切れ目で峠を超えて、山脈間の盆地 Aiquile (標高2,257m) に至る。これ等東部地域に波打つ山脈は、アンデス山脈形成時期に造られた山岳地帯であり、尾根の高さは東に行くに従って低くなっていくが、これ等を越して行く路線は急勾配並びに小半径曲線にならざるを得ない。この間最急勾配は 34.2⁰/₀₀、最小曲線半径は R=73m である。(写真3-5-11, 12)



写真3-5-11

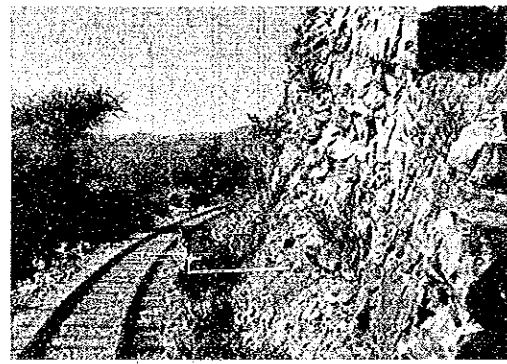


写真3-5-12

f) Sucre線 (426.9Km)

Villazon線 Rio Marquez~Rio Murato間 452k795m から東に向かい標高 5,000 m 以上の山々の裾野を縫いながら上って標高 4,786.9m の Condor 駅で峠を超えて鉱物資源が豊富に埋蔵されている地帯に下りて行き、鉱山で栄えた町 Potosi (標高3,905m) に至る。Condor駅を挟んで勾配 30.0⁰/₀₀ の区間が Rio Murato

側には21.4Km Potosi 側には 13.0Km と長距離急勾配区間がある。Potosiからは北に向かって標高 4,000m 台の山裾を縫いながら、法律上の首都 Sucre (標高 2,765m)の盆地に下りて行く。Sucre からは再び東に上って行き標高 3,295m の Tarabuco 盆地に至る。特に Potosi ~Rio Murato間は鉱石貨物列車が運転されており、長距離急勾配区間の運転には支障を来している。この線区の最急勾配は 30.0‰ 、最小曲線半径は $R=75\text{m}$ となっている。(写真3-5-13, 14)

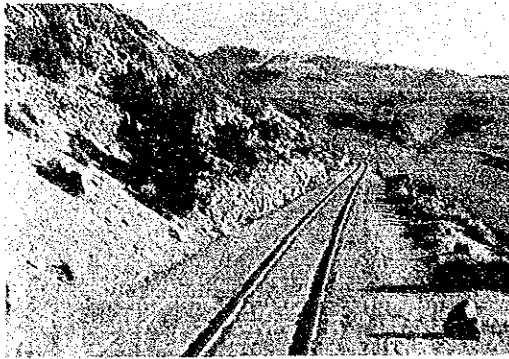


写真3-5-13

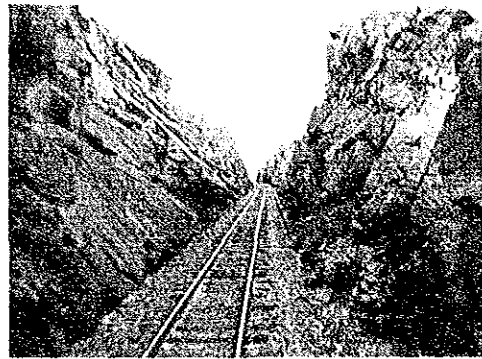


写真3-5-14

2) Red Oriental

a) Yacuiba 線 (539.0Km)

アンデス山脈の東側、アマゾン河上流の支流である Rio Pirayと Rio Grande ó Guapayに囲まれた、標高 400m の都市 Santa Cruz からアンデス山脈の扇状地帯を南に横断し、アルゼンチン国境の街 Villazon まで延びている線区である。この間標高 350~840mで上り下りし、最急勾配は 25.4‰ 、大半が 10.0‰ 以下となっている。曲線は、平原地帯を通過していることもあり、最小半径は $R=300\text{m}$ 、大半が $R=400 \sim 1,000\text{m}$ の線形となっている。(写真3-5-15, 16)

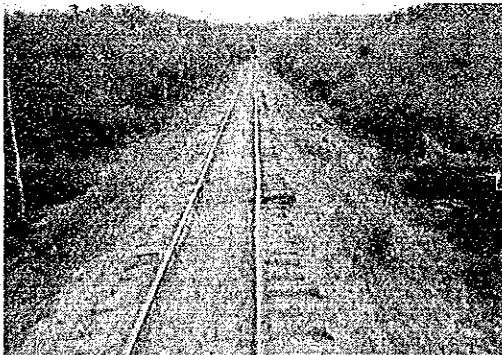


写真3-5-15

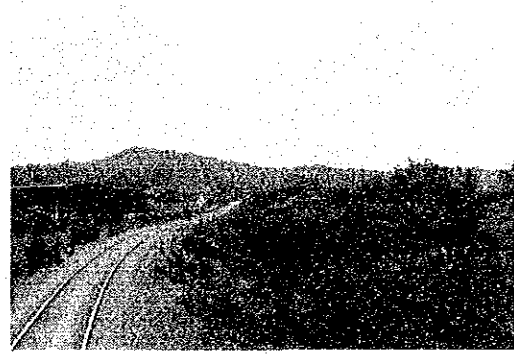


写真3-5-16

b) Quijarro線 (650.4Km)

Yacuiba 線と同様に Santa Cruz から東にブラジル国境の街 Quijarro まで延

びている線区である。中程に Serrania Santiago 標高 800~1,000m があり北側がアマゾン地域、南側がパラグアイ、アルゼンチン地域の分水嶺がありこれを横断している。標高差が一番低い Yacués が標高 112m、高い方は Serrania Santiago の峠の駅 El Porton 標高 506m であり 394m しかない。曲線は最小半径 $R=300m$ であるが大半は $R=1,000m$ の線形となっている。(写真 3-5-17, 18)

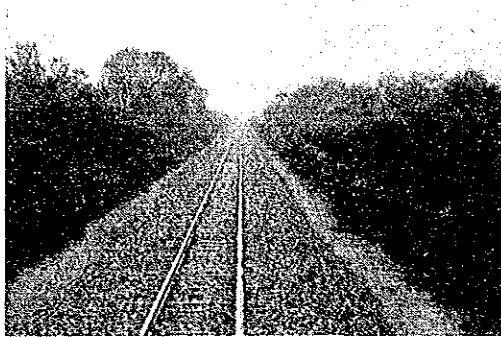


写真 3-5-17

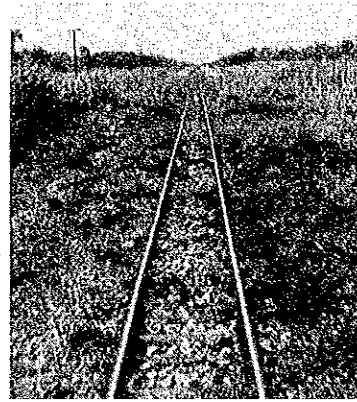


写真 3-5-18

c) Ypacani 線 (209.2Km)

Santa Cruz から Rio Piray に沿って北に向かい Montero 付近から北西に Rio Ichiro 方面に向かっている。この間標高は 200~300m で、勾配は最大 -8.0‰ 大半が -5‰ である。曲線は最小半径が $R=500m$ 、殆どが $R=1,000m$ 前後の線形となっている。この地域は、雨期には河川が常に流路を変えて蛇行しており、橋梁、築堤はいつも被害を被っている。現在も Montero~Santa Rosa 間で橋梁が流失し不通となっている。(写真 3-5-19, 20)



写真 3-5-19



写真 3-5-20

(3) 線路設備の現況

1) 軌道

本線路の敷設レール、枕木及び道床をまとめると表 3-5-4, 5, 6 の通りである。

a) レール (表3-5-4)

重量は 50Lb/Yard~100Lb/Yardレールを使用している。西部局に於いては、60 Lb/Yard 以下のレールが約 40%、65Lb/Yard レールが約 40%を占め、75Lb/Yard 以上のレールはわずかに 20%しか敷設されていない。東部局は 75Lb/Yard以上のレールが 60%を占めており、この内わずかではあるがソ連製 100Lb/Yard レールも敷設されている。残り 40%は 65Lb/Yardレールである。製作年代は1950~1970 年代が多く中には1910年代に製作されたレールや新しい物では1980年代後半に製作されたものもある。製作国はイギリス、アメリカ、ブラジル、アルゼンチンであり、日本製もわずかであるが使用している。

レール頭部摩耗量については、急曲線区間で大きな側摩耗があるが、その他の区間では数mmから10mm程度であり、通過トン数から見てもまだ使用に耐えうるものと考えられる。

レールの定尺長は 9m 若しくは 12mであり Villazon 線及び Quijarro 線の一部区間に於いて9m×4 本又は 12m×3 本=36m/本の溶接レールを敷設し、軌道の弱点部を少なくしている。溶接にはテルミット溶接が使用されている。(写真3-5-21)



写真3-5-21

b) 枕木 (表3-5-5)

鉄枕木と木枕木が使用されている。鉄枕木は西部局のみで使用されており、建設当時敷設され良い状態で使用されていたものが残っている。西部局総枕木本数の 1/3が鉄枕木であり、残り 2/3が木枕木となっている。東部局はすべて木枕木を使用している。

木枕木の材質は Quebracho Colorado で非常に堅く且つ重量も重たい物である。単位重量は $1,200\text{Kg/m}^3$ で湿気や腐食に対して非常に強く50年は使用に耐えると云われている。普通枕木の寸法は $2.00\text{m} \times 0.12\text{m} \times 0.24\text{m}$ となっている。

表3-5-4 線区別本線レール重量別一覽表

Unit : m

Nombre 線名 de Lineas	レール単位重量 Lb/Yard				
	50	55	60	65	70
西部局 (Red Andina)					
Villazon			241,475	448,289	
Guaqui			65,364		
Charaña		113,456	95,794		
Araroca				280	
Cochabamba	104,603		77,880	222,216	2,870
Suere			148,493	227,690	
Total	104,603 (4.8%)	113,456 (5.3%)	629,006 (29.4%)	898,475 (42.0%)	2,870 (0.1%)
東部局 (Red Oriental)					
Quijaro				569,000	
Yacuiba					
Yapacani					
Total				569,000 (40.7%)	
ENFE TOTAL	104,603 (3.0%)	113,456 (3.2%)	629,006 (17.8%)	1,467,475 (41.4%)	2,870 (0.1%)

Nombre 線名 de Lineas	レール単位重量 Lb/Yard			TOTAL	Ob servacions
	75	80	100		
西部局 (Red Andina)					
Villazon	89,912	67,664		847,340	
Guaqui				65,364	
Charaña				209,250	
Avaroa	172,070			172,350	
Cochabamba	12,080			419,649	
Suere	50,717			426,900	
Total	324,779 (15.2%)	67,664 (3.2%)		2,140,853 (100.0%)	
東部局 (Red Oriental)					
Quijaro	82,000			651,000	
Yacuiba	518,725		20,275	539,000	
Yapacani	209,200			209,200	
Total	809,925 (57.9%)		20,275 (1.4%)	1,399,200 (100.0%)	
ENFE TOTAL	1,134,704 (32.1%)	67,664 (1.9%)	20,275 (0.6%)	3,540,053 (100.0%)	

表3-5-5 線 区 別 敷 設 枕 木 一 覽 表

Unit : 本

Nombre de Linea	Durmientes de Acero	Durmientes de Madera	Total	Overvaciones
西部局				
Villazon線	436,993	837,698	1,274,691	
Guaqui線	6,089	91,761	97,850	
Charana 線	38,746	259,046	297,792	
Avaroa線	14,490	230,247	244,737	
Cochabamba線	221,796	392,430	614,226	
Sucre 線	358,826	247,373	606,199	
計	1,076,940	2,058,555	3,135,495	
東部局				
Yacuiba 線	0	888,360	888,360	
Quijaro 線	0	1,128,838	1,128,838	
Yapacani線	0	344,219	344,219	
計	0	2,361,417	2,361,417	
ENFE 計	1,076,940	4,419,972	5,496,912	

表3-5-5 線 区 別 道 床 一 覽 表

局 線名	RED ANDINA						RED ORIENTAL		
	VILLASON	GUAQUI	CHARANA	AVAROA	COCHABAMBA	SUCRE	QUIJARO	YACUIBA	YAPACANI
	OK000M00 (17,700m) Tierra	OK000M00	OK000M00	OK000M00 (112,500m) Tierra	OK000M00	OK000M00	OK000M00 (52,000m) Tierra	OK000M00	533K551M81 Tierra
	17K700M00 (24,000m) Balasto	(65,800m) Balasto		112K500M00 (41,800m) Balasto			52K000M00 (128,000m) Balasto		Y
	41K709M00 (661m) Tierra			154K300M00 (200m) Tierra			180K000M00 (52,000m) Tierra		Arena
	42K370M00 (69,533m) Balasto	65K800M00		154K500M00 (575m) Balasto			232K000M00 (54,500m) Balasto		740K000M00
	111K903M00 (770m) Tierra			155K075M00 (225m) Tierra			286K500M00 (87,350m) Tierra	Tierra	
	112K673M00 (96,027m) Balasto		Tierra	155K300M00 (150m) Balasto	Tierra	Tierra	353K850M00 (8,150m) Balasto	Y	
	208K700M00 (1,870m) Tierra		Y	155K450M00 (250m) Tierra	Y	Y	362K000M00 (38,300m) Gravilla (Tierra)		
	210K570M00 (34,973m) Balasto		Arena	157K030M00 (4,320m) Tierra	Arena	Arena	400K300M00 (138,700m) Balasto		
	245K543M00 (30,657m) Tierra		209K250M00	161K350M00 (475m) Balasto			539K000M00 (3,000m) Tierra	538K000M00	
	276K200M00 (75,300m) Balasto			161K825M00 (2,050m) Tierra			542K000M00		
	351K500M00			163K875M00 (675m) Balasto			(101,000m) Balasto		
	(495,720m) Tierra			164K550M00 (7,800m) Tierra	419K649M00	426K900M00	643K000M00 (585.6m) Gravilla (Tierra)		
	847K220M00			172K350M00			643K585M60		

線区計	行	299,842m (35.4%)	65,800m (100.0%)	0m (0.0%)	45,005m (26.2%)	0m (0.0%)	0m (0.0%)	430,350m (66.9%)	0m (0.0%)	0m (0.0%)
	土	547,378m (64.6%)	0m (0.0%)	209,250m (100.0%)	127,345m (73.8%)	419,649m (100.0%)	426,900m (100.0%)	213,235.6m (33.1%)	538,500m (100.0%)	206,448.2m (100.0%)
局計	行	410,647m (19.2%)						430,350m (31.0%)		
	土	1,730,522m (80.8%)						958,183.8m (69.0%)		
ENSE計	行	840,997m (23.8%)								
	土	2,688,705.8m (76.2%)								

c) 道床 (表3-5-6)

建設は土道床で行われており砕石や川砂利等は使用されていない。しかし近年になって、車両の重量が増加したり、速度も向上するに従って、土道床では良い軌道状態を保ことが困難になってきている。フランスのコンサルタント、ソフレツの技術援助や日本からの技術・資金援助で完成した Ipias～Robore間の災害復旧工事における実績等でバラストの必要性が理解され、世銀からの借款を受けて鋭意バラスト投入を実施している。現在全線の約 20%の投入が終わっているが、延長を大きくしようとして、十分なバラスト断面が確保されていない区間もある。実施されている線区は、西部局は Villazon 線 35%、Avaroa線 26%、東部局では Quijarro 線56% である。

d) 保守状況

軌道の保守状況は、軌道材料、保守作業方法、保守機械器具及び保守技術等それぞれ多くの問題があり、満足すべき軌道状態を維持確保出来ていない。又、この保守状態を示すデータの収集方法、整理方法、評価方法等が、取り入れられていない状況である。軌道保守状況或は軌道狂いを知る方法として、軌間、水準、通り、高低の4項目及び平面性を加えて5項目の測定が行われている。ENFEにはこれらデータを測定した資料がないので、調査団はバラスト、土道床区間で4項目の測定を実施した結果を図 3-5-7にしめす。バラスト道床区間の軌道状況は、一応列車運行に支障しないが、土道床においては、年間約 1,000件脱線事故が起きても仕方が無いとしか云いようの無い軌道保守状況である。

(写真3-5-22, 23)



写真3-5-22



写真3-5-23

① レール等について

敷設されているレールには、縦癖、横癖が付いている物が多い。これは軌道狂いが付いた状態で、長期間放置されていたことが、大きな原因と思われる。

特に小断面のレール程顕著である。又、敷設前の集積状態での管理が良くなく、癖が付いたままに使用されたものと思われる。継ぎ目部については、継ぎ目落ちしたままの状態の箇所が多く、継ぎ目板ボルトが十分に締め付けられていなかったり、必要数のボルトで締めていない箇所など多くあった。レール締結は犬釘も多少あるが、その殆どがスクリュウスパイキである。枕木が硬いこともあるが、スパイキの顎が十分レール底部に接触していなくて、隙間のある箇所、スパイキの立て込みが垂直でないため点接触になっている箇所、枕木の切り込みが深過ぎてレール底部に接触していない箇所等多々見受けられた。これ等については、保守作業員が軌道構造に対する知識の欠如から起こる事柄であり、しかもこれらの作業方法の訓練等が、統一されて行われていないことが、大きな原因の一つと思われる。(写真3-5-24~27)



写真3-5-24

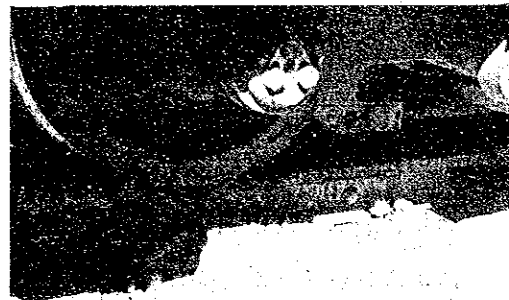


写真3-5-25



写真3-5-26

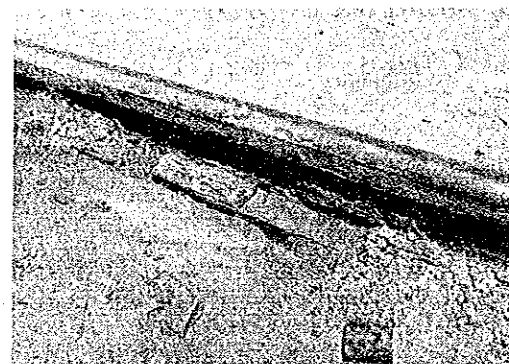


写真3-5-27

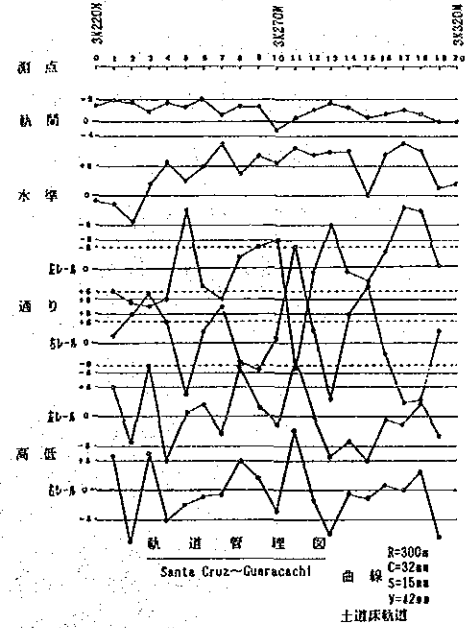
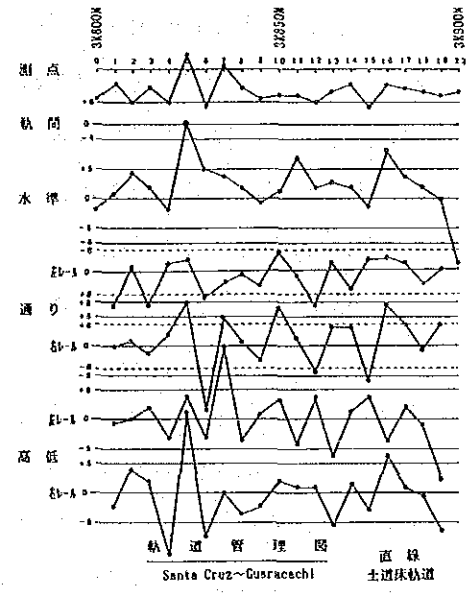
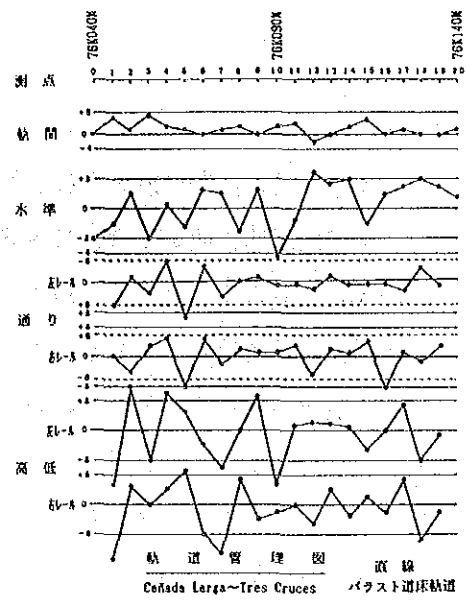
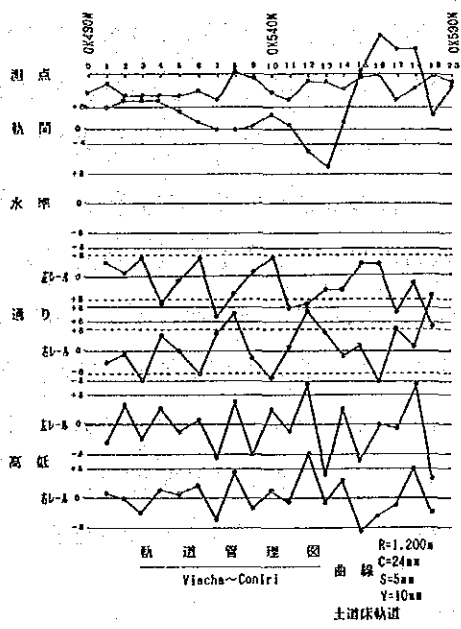
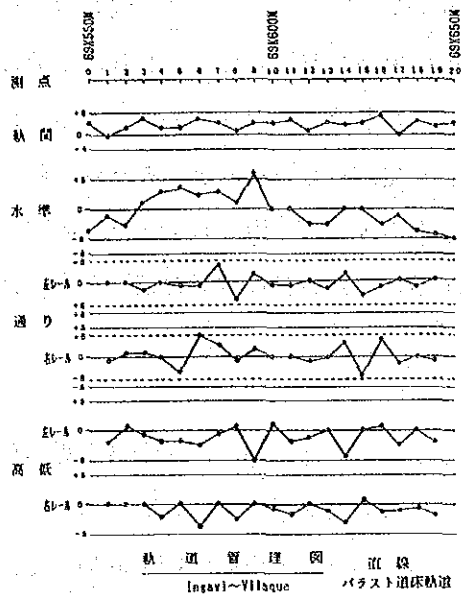


図3-5-7 軌道管理図

② 枕木について

バラスト投入区間に於いては、悪い枕木は全て取替られており、問題は少ない。土道床区間に於いては、E N F E独自の資金で取替を行っており、十分に実施されておらず、スパイクが利かなくなったもの、縦割れしているもの、レール底部付近で折れているもの等使用限界を超えたものなどが、みうけられた。橋梁に於ける橋枕木の締結で、枕木がフックボルト等で桁にしっかりと固定されていない箇所が多々見受けられた。資金不足のため保守材料の補充が十分に行われていないものと思われる。

③ 道床及び路盤について

土道床、バラスト道床共に荷重を受ける枕木下の締め固めが不十分と思われる。特に土道床では、列車が通過するたびに大きな沈下を繰り返しており、時間経過が大きい程沈下量も大きくなっている。バラスト道床区間に於いても同様の現象が起こってはいるが、その値は小さくなっている。又、土道床区間の排水不良箇所ではこの現象が著しく、路盤の水位を下げるように、線路側溝の整備が必要である。特に土質が悪い箇所については、路盤の置き換えを実施する必要がある。置き換え材料としては、山間地帯の沿線斜面から風化して碎石屑状になって落下している風化岩や、砂漠地帯の砂を利用すれば最適であろう。

バラスト道床区間のうち、バラストの枕木下厚が十分でない区間が、かなりあるようにみうけられる。特に橋台背後区間は橋桁を簡単にこう上出来ないため、路盤をすき取って所定のバラスト厚を確保しなければならないが、この作業が十分行われていないように見受けられる。又、バラスト投入後補充バラストの散布がなされていないために、路盤に喰い込んだ分軌道が、下がっている箇所も見受けられた。タイタンパーによるバラスト突き固め作業の方法が作業員に十分教えられていないようにおもわれる。タンピングパーの使い方、一箇所での突き固め時間等作業員によってまちまちであった。これ等作業についての手引を早急に整えて、訓練を実施する必要がある。(写真3-5-28)



写真3-5-28
3-96