

ボリヴィア国

エル・アルト空港近代化計画調査報告書

概 要 編

1988年2月

国際協力事業団

開 一
88-001(1/2)
88-001(1/2)

2
7
F

JICA LIBRARY



1041997163

ボリヴィア国

エル・アルト空港近代化計画調査報告書

概 要 編

1988年2月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 88.4.04	702
	75.7
登録No. 17415	SDF

序 文

日本国政府は、ボリヴィア国政府の要請に基づき、エル・アルト空港近代化計画調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、株式会社パンフィックコンサルタンツインターナショナル 田中全人氏を団長とする調査団を1987年1月から12月にかけてボリヴィア国に派遣した。

調査団は、ボリヴィア国政府関係者との意見交換並びに現地調査を行い、帰国後の解析検討作業を経て、このたび本報告書を取りまとめた。

本報告書が、プロジェクトの進展に寄与すると共に、日本、ボリヴィア両国の友好親善の一層の促進に役立つことを願うものである。

おわりに、この調査の実施に際し、多大なるご協力とご支援をいただいた関係者各位に対し、深甚なる謝意を表するものである。

昭和63年2月

国際協力事業団

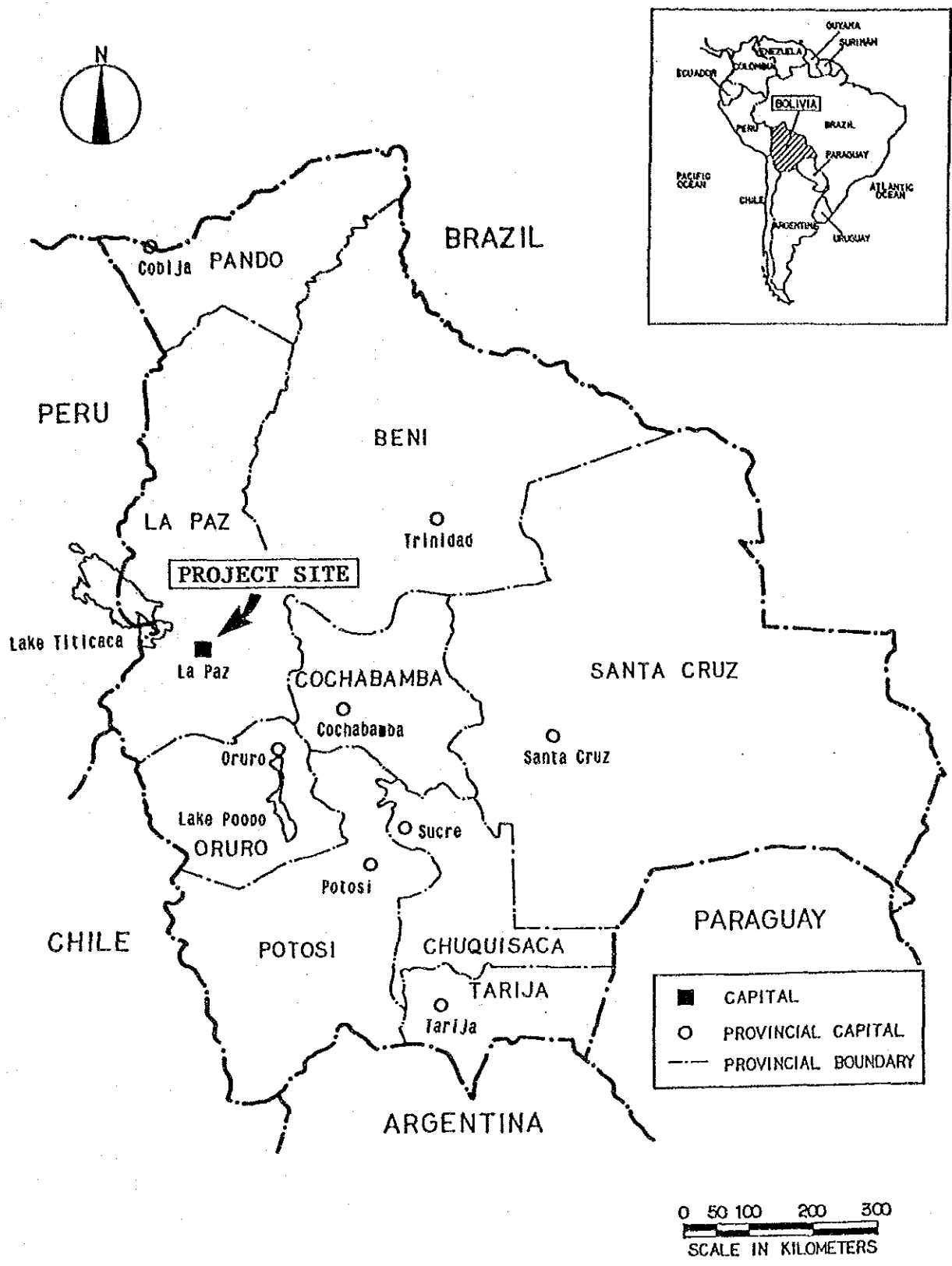
総 裁 柳 谷 謙 介



EL ALTO INTERNATIONAL AIRPORT PHASE I DEVELOPMENT PLAN



EL ALTO INTERNATIONAL AIRPORT PHASE I DEVELOPMENT PLAN



PROJECT LOCATION MAP - 1

目 次

序 文

プロジェクト位置図

	頁
第1章 概 要	1
第2章 プロジェクトの必要性	3
2.1 エル・アルト空港の問題点	3
2.2 航空需要予測	7
2.3 空港必要施設規模	11
2.4 プロジェクトの必要性	13
第3章 マスタープランおよび第1期計画の概要	14
3.1 マスタープラン	14
3.2 ボリヴィア政府による緊急整備工事	15
3.3 第1期計画の内容	16
3.4 概算事業費、事業工程および実施機関	21
3.5 プロジェクトの評価	24
結 論	30

第1章 概 要

ボリヴィア国はその周囲をブラジル、アルゼンチン、チリ、ペルーおよびパラグアイの5ヶ国に囲まれた南米の内陸国である。ボリヴィアの全人口は約640万人、国土の面積は約110万km²である。

ボリヴィアの地上交通輸送機関は、この国の西部を北西から東南に連なるアンデス山脈、北部および東部のLlanosに広がる未開の広大なアマゾン地帯、および大アマゾン河の支流である多数の大規模河川によって整備が妨げられ、著しく不備である。

このように、ボリヴィアが内陸国であり、また地上交通輸送機関が不備であるという実状から、ボリヴィア国の旅客、貨物輸送は国際、国内ともに航空が極めて重要な役割を担っている。よって、ボリヴィアにおける航空輸送網の整備は社会経済の発展に不可欠であると認識されている。

ボリヴィアの航空輸送は事実上の首都であるラパスを中心に国際線路線網が設定され、また、州都のラパス、トリニダド、コチャバンバ、サンタクルス、スクレおよびクリハを基幹として国内線路線網が設定されている。

ボリヴィア政府は航空整備の重要性に鑑み、市街地に位置し、設備の古いボリヴィア第2の空港であるサンタクルス空港を移設するため、ビルビルに新空港を建設した。1985年に開港したビルビル空港はボリヴィア唯一の近代的空港としてその役割を十分に果たしている。引続きボリヴィア政府は1988年からボリヴィア第3の輸送実績を持つコチャバンバ空港の拡張および、近代化に着手する予定である。

しかしながら、ボリヴィア国のゲートウェイとして、また、国内線の拠点空港として機能しているラパスのエル・アルト空港は主要施設が1970年に供用開始して以来、乗降客数が約5倍に増加したにもかかわらず、これに対応した施設の整備拡張がほとんど行われていないのが実状である。その結果、旧態依然とした現在のエル・アルト空港は航空保安施設などの機能の劣下、ターミナルビルなどの容量不足、旅客に対するサービスレベルの低下など多くの問題点を抱えている。

このような現状の下に、ボリヴィア政府はエル・アルト空港の近代化整備を緊急の課題として位置づけ、日本政府に技術援助を要請し、日本国の技術援助の公的機関である国際協力事業団が本調査を実施した。

本調査では2005年までのエル・アルト空港長期マスタープランを策定し、2005年以後についてもターミナル施設の拡張により需要に対応できることを示唆している。また、本調査は長期マスタープランの枠組の中で1997年を目標とした第1期計画を早急に実施することを技術的および国家経済的な観点から結論付けている。

第2章 プロジェクトの必要性

2.1 エル・アルト空港の問題点

既存エル・アルト空港の施設配置はFigure 1に、また空港諸施設の概要は Table 1に示すとおりである。

既存エル・アルト空港の滑走路、誘導路およびエプロンは1966年に完成、供用を開始し、旅客ターミナルビルは1970年に供用を開始した。その後、空港の諸施設は抜本的な改良がなされていない。このため、既存エル・アルト空港は運航の安全性、空港機能維持、各種施設の容量、旅客に対するサービスレベルなどに関して多くの問題点を抱えている。これらのうち主要な問題点は以下のとおりである。

(1) 運航の安全性に関する主な問題点

- 1) 既存滑走路、誘導路およびエプロンの勾配は、それぞれ滑走路縦断1.55% (ICAOの勧告は最大 1.0%)、No.2 誘導路縦断 2.2% (同 1.5%) およびエプロン 1.5% (同 1.0%) といずれもICAOの勧告の最大値を上廻っている。このうち、運航上影響が大きいものは滑走路の縦断勾配であるが、優先滑走路方式の採用によって、この影響を避けている。
- 2) 滑走路両末端の標高差が約60mと大きいため、既存コントロールタワー（アイレベル23.5m）から滑走路西側末端が視認できない。これを解決するためには、既存のコントロールタワーをさらに約17m高くする必要がある。
- 3) 既存の航空保安施設、管制通信施設、航空気象観測施設および航空灯火施設のうち多数の施設は設置後15~20年経ている。これら老朽化した施設は運航の安全性および信頼性確保のため、すみやかに更新する必要がある。

(2) 空港機能に関する主な問題点

- 1) 現在、エル・アルト空港に乗入れている最大機材はB-747であるが、既存滑走路、誘導路およびエプロンの舗装厚はこれに対して不足している。このため、滑走路舗装の一部では破損が著しい。

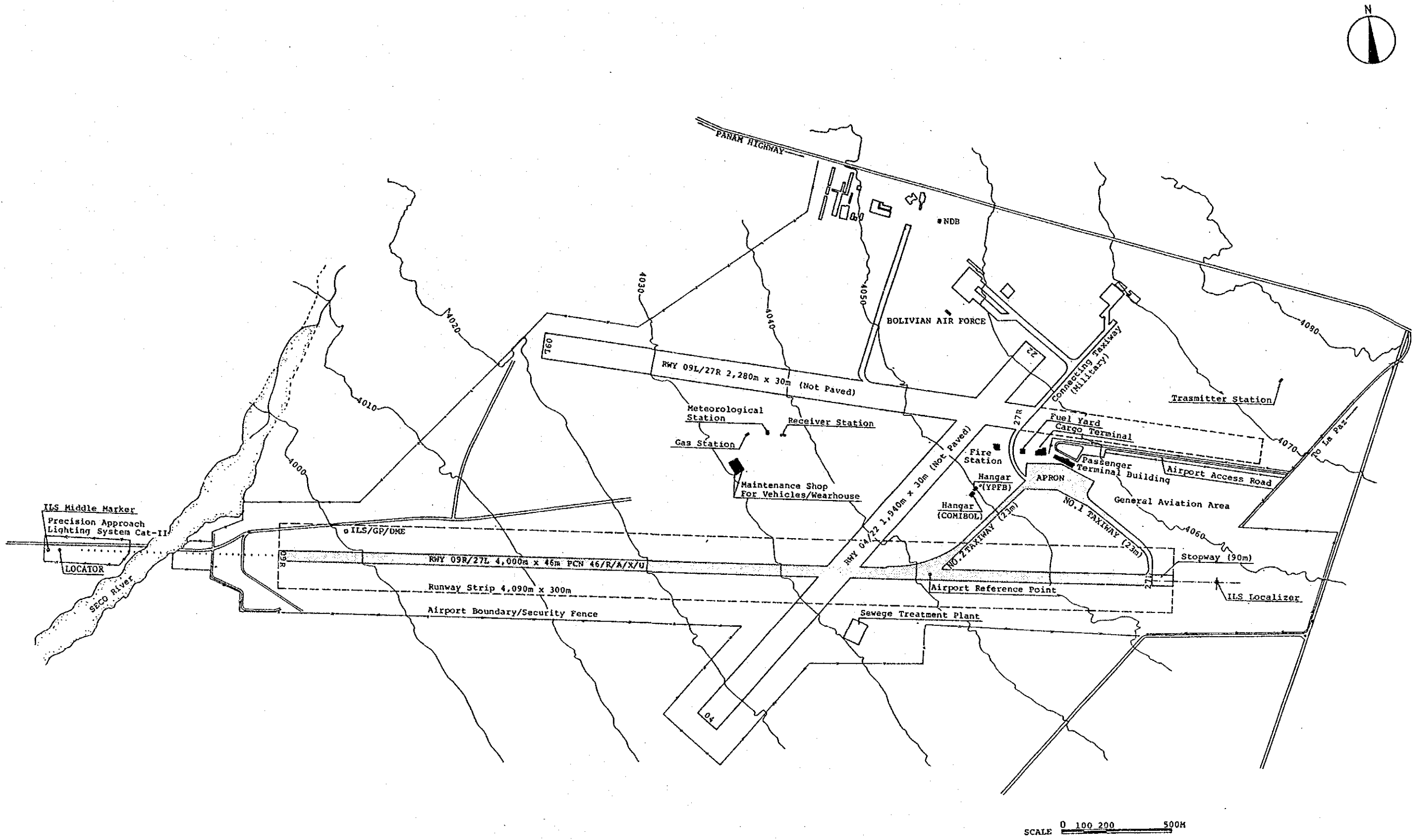


FIGURE I LAYOUT OF EXISTING EL ALTO AIRPORT

Table 1 Outline of Existing El Alto Airport

"YES" indicates "Provided or available"

"NO" indicates "Not provided or not available"

Country	Name of Airport	INTL/DOM ICAO CODE	Commencement of Services	Total Area of Airport	Aerodrome Reference Point	Airport Elevation	Runway Orientation	Aerodrom Reference Temperature	Operation Hour	Seasonal Availability	Administrative Agency													
Republic of Bolivia	John F. Kennedy	INTL/DOM 4E	1966	850 ha	S 16°30'36" W 68°10'52"	4,058 m (13,313 ft)	RWY09R/27L N92°E(Mag.)	16 °C	24 hours	All Seasons	AASANA													
City/Town		Transportation			Wind Coverage	Runway 09R	Approach Procedure				Circling													
Name	Population	Distance to Airport	Railway	Taxi	Bus		Minimum Meteoro- logical Conditions	Category of Aircraft				CAT-A	CAT-B	CAT-C	CAT-D									
La Paz	Approximately 993,000 (1985)	14.5 km	NO	YES	NO		RWY09R/27L 99.4%(13kt) 100%(20kt)	ILS/DME OCA/H Visibility	13341/185	13355/199	13365/209	13378/221	14081/768	14081/768	14180/867	14180/867								
								VOR/DME OCA/H Visibility	13900/744	13900/744	13900/744	13900/744	14081/768	14081/768	14180/867	14180/867								
							NDB/LM OCA/H Visibility	13900/744	13900/744	13900/744	13900/744	14081/768	14081/768	14180/867	14180/867									
Air Navigation Systems		Radio		NDB	LO	VOR	DME	TACAN	ILS	ASR	PAR	SSR	ARTS	ASDE	HF	VHF	UHF	ATIS	DF	ITV	TTY	AFTN		
		Existing		YES	YES	YES	YES	NO	YES	NO	NO	NO	NO	NO	NO	YES	YES	YES	NO	NO	NO	YES	YES	
		Plan												YES										
		Lightings		ALS		SFL	SALS	ALB	AGL	CGL	REIL	VASIS	PAPI	RWL	RWTL	Runway Surface Sensors				YES				
				Existing		YES	NO	NO	NO	NO	NO	YES	YES	YES	YES	YES	Weather Facsimile				YES			
				Plan														APT Receiver				NO		
Existing				NO	NO	YES	NO	YES	NO	NO	NO	NO	YES	YES		Radiosonde				NO				
Plan														Weather Radar				NO						
Plan														VOLMET Broadcast				NO						
Basic Facilities		Size		Pavement	Note		Domestic Flights by LAB					International Flights by LAB				International Flights by Foreign Airlines								
		Runway 09R/27L		4,000m x 46m	Concrete	PCN46/R.A.X.U.		Flight Route	Type of Aircraft	Weekly Aircraft Movement	Flight Route	Type of Aircraft	Weekly Aircraft Movement	Flight Route	Airline	Type of Aircraft	Weekly Aircraft Movement							
		Runway 09L/27R		2,280m x 30m	Not Paved			LPB - CBB	B 727	32	LPB - MIA	B 727	14	LPB - FRA	LH	B 747M	4							
		Runway 04 /22		1,940m x 30m	Not Paved	2 connecting taxiways		LPB - SRZ	B 727	12	LPB - RIO	B 727	8	ASU - LPB - MIA	EA	B 727	12							
		Taxiway		23m Wide		Parking Configuration		LPB - TJA	B 727	2	LPB - BUE	B 727	2	LPB - RIO	SC	B 727	6							
		Apron		Design Aircraft	Number of Stand	Pave-ment	Area	LPB - SRE	B 727	6	LPB - SCL	B 727	4	LPB - LIM	PL	B 727	4							
				B-747	1	PCC	33,600 m ²	Angle-out	LPB - TDD	B 727	8	SRZ - LPB - ARI	B 727	8	LPB - BUE	AR	B 727	2						
GA Apron		C-54 Class	16	Not Paved		LPB - RBQ		F 27	4	SRZ - LPB - LIM	B 727	8	LPB - SCL	LA	B 737	2								
Other Facilities		Size		Structure	Note		Year	1981	1982	1983	1984	1985												
		Car Parking		100 lots	Under expansion	150 lots after expansion		INTL PASSENGERS (x 1,000)	161	113	135	133	133											
		Pax. T. Building		4,800 m ²	RC	Built in 1952		DOM PASSENGERS (x 1,000)	445	412	444	441	413											
		Cargo T. Building		1,300 m ²	Steel	3 buildings		INTL CARGO (ton)	6,833	3,722	3,295	4,938	5,790											
		Adm. Building		2,820 m ²	RC	Part of Pax Bldg.		DOM CARGO (ton)	26,515	18,396	23,931	23,492	N.A.											
		Control Tower		Cab: 30 m ²	RC	Part of Pax Bldg.		INTL AIRCRAFT MOVEMENTS	3,046	2,452	2,726	2,678	2,640											
		Fire Station (Level of Protection)		430 m ²	RC	Height 24.5 m		SCHEDULED DOM. AIRCRAFT MOVEMENT	5,442	5,066	4,876	4,644	4,376											
		Fuel Supply		Category 7 Available				3 cars	NON-SCHEDULED DOM. AIRCRAFT MOVEMENT	9,676	7,472	8,076	7,208	5,420										
				Hydrant Supply Available					MILITARY & TRAINING	11,436	11,248	8,498	9,196	8,176										
				Jet A-1		: 2,056 kl																		
		Avigas		: 1,662 kl																				

- 2) 滑走路27L側着陸に対し、離脱誘導路またはターニングパッドが設けられていない。このため、B-747などの大型機材は滑走路上で旋回に長時間を要し、滑走路占有時間を長くしている。
- 3) 優先滑走路方式の運用を安全かつ効率的に行うため、No.1誘導路の2重化が必要である。

(3) 施設の容量に関する主な問題点

- 1) 既存のエプロンスタンド（計3バース）はピーク時に全て使用されており、需要の増加に対応するため拡張の必要がある。
- 2) 既存旅客ターミナルビルの全床面積は必要規模の約70%の充足率である。不足部分は国際線施設において特に著しく、早急に改善の必要がある。
- 3) ACCを含むAASANAの管理庁舎は過去数度にわたり小規模な増築がなされたが、まだ面積不足であり、トータルシステムとしての機能性に欠けている。

(4) 旅客に対するサービスレベルに関する主な問題点

- 1) 約20年前に計画された既存旅客ターミナルビルは、その寸法、基本的コンセプト、ビル内レイアウトなどの点で現在の大量高速輸送時代に合っていない。
- 2) 具体的な既存旅客ターミナルビルの問題点として、以下のものが挙げられる。
 - 旅客のビル内歩行動線が複雑である。
 - 高地の空港であるにもかかわらず搭乗橋が設けられていない。
 - 旅客のためのインフォメーションサービス施設がほとんど無い。
 - ビルの電気、機械設備が老朽化しており、機能が低下している。
 - カーブフロント長が大幅に不足している。
 - 以上の問題点を解決するため、既存ビルを改良することは構造的、経済的に極めて困難である。

2. 2 航空需要予測

航空需要は、1990年から2010年まで5年間隔で予測が行われた。予測は主に次の手順に従い、国際線および国内線の旅客取扱数と貨物取扱量を推定した。

- ボリヴィア国および諸外国の過去の航空需要および経済指標の動向に関する分析
- 航空需要の予測手法についての検討
- ボリヴィア国の人口およびGDPの将来値の設定
- GDPを説明変数とした回帰分析によるボリヴィア国全体の航空需要の予測
- 航空需要のエル・アルト空港への配分

予測された年間旅客取扱数および貨物取扱量をFigure 2および3に示す。

第1期計画および第2期計画の計画目標年は1997年および2005年に設定した。それぞれに対応する航空需要をTable 2に示す。

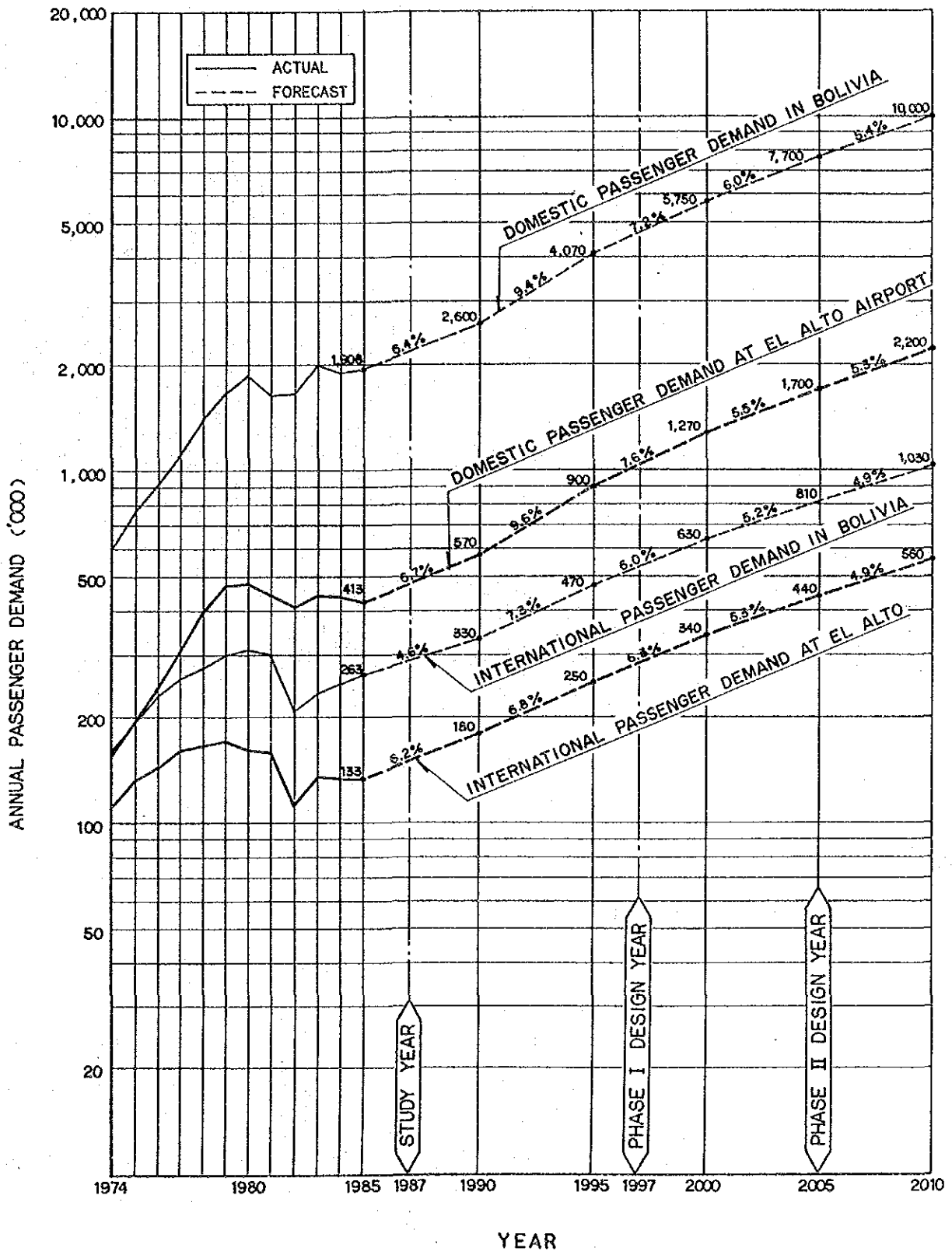


Figure 2 Projected Air Passenger Traffic Demand

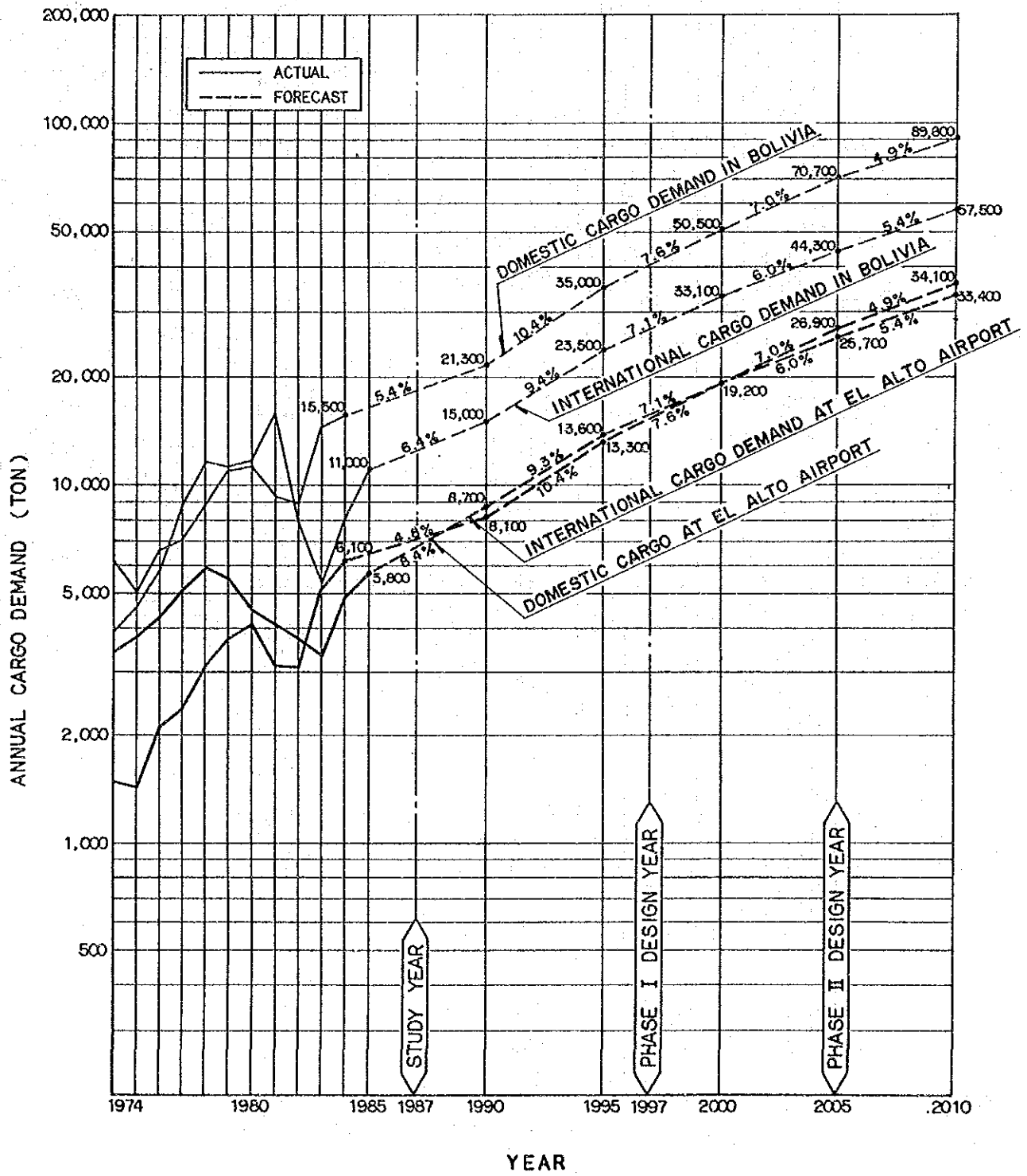


Figure 3 Projected Air Cargo Traffic Demand

2.3 空港必要施設規模

空港の必要施設規模は、航空需要予測の結果に基づき、ICAO（国際民間航空機構）、FAA（アメリカ連邦航空局）およびJCAB（運輸省航空局）の規準、勸告、条項および規則、に従って Table 3に示すように算定された。

Table 3 Airport Facility Requirements for the Phases I and II

No.	Facility	Phase		Present Conditions (as of 1987)	Phase I 1997	Phase II 2005
		Design Year	Unit			
1	Runway	meter		RWY 09R/27L 4,000 x 46 RWY 09L/27R 2,280 x 30 RWY 04/22 1,940 x 30	RWY 09R/27L 4,000 x 46	RWY 09R/27L 4,000 x 46
2	Runway Strip	meter		RWY 09R/27L 4,090 x 300 RWY 09L/27R 2,280 x 100 RWY 04/22 2,060 x 300	RWY 09R/27L 4,120 x 300	RWY 09R/27L 4,120 x 300
3	Taxiway	meter		Exit Taxiway 1,250 x 22.9	Partial Parallel Taxiway	
4	Passenger Terminal Apron	gate position		B-747 Class:1 B-727 Class:2 Total 3	Inter-national B-747 Class:2 B-757 Class:1 Domestic B-757 Class:3 Total 6	Inter-national B-747 Class:2 B-757 Class:2 Domestic B-747 Class:1 B-757 Class:2 Total 7
5	Cargo Terminal Apron	gate position		Nil	B-707 Class:2	B-747 Class:2
6	Cargo Apron for Small Carriers	gate position		C-54 Class:16	13	11
7	General Aviation Apron	gate position		COMMANDER-690 Class:9	13	19
8	Passenger Terminal Building	Domestic	sq. meter		10,200	16,800
		International	sq. meter		7,200	9,300
		Total *a	sq. meter	4,800 (Combined)	16,500	24,800
9	Cargo Terminal Building	sq. meter		1,300	5,160	8,670
10	Administration Building	sq. meter		2,819	4,000	4,000
11	Air Navigation Systems			Precision Approach Category-I	Precision Approach Category-I (ILS/MLS) (MLS)	
12	Car Park	cars		100	560	960
		sq. meter		4,600	20,000	34,000
13	Access Road			1 lane for each direction	1 lane for each direction	2 lanes for each direction
14	Fuel Supply (Jet. A-1)	K1 *b		2,056	2,500	4,000
		sq. meter		2,500	8,500	8,500
15	Rescue and Fire-Fighting	Category		7	7	8
		cars		3	4	4 or 5
		sq. meter		450	450	550
16	Utilities					
	Power Supply System	KVA		320 (270kw)	2,000	3,200
	Water Supply System	ton/month		6,900	12,000	20,400
	Sewerage System	ton/month		6,900	12,000	20,400
	Solid Waste Disposal System	ton/month		30	60	110

Note, *a: Not a mathematical summation of domestic and international, but an overall figure for the total airport

*b: Tank capacity

2. 4 プロジェクトの必要性

すでに述べたようにボリヴィアの航空輸送はボリヴィアが内陸国であること、また、その地形的、地理的な要因により、運輸機関全体の中で重要な役割を果たしている。このような運輸事情は、現在の整備不足の地上輸送網について当面大幅な改善が望めないことから、今後とも変化はないものと予想される。

本プロジェクトの対象であるエル・アルト空港は、ボリヴィア国の社会経済の中心地であり、人口約93万人を有するラパス市に位置している。ラパス市はボリヴィアの実質上の首都であり、したがって、国際および国内航空の拠点であるエル・アルト空港は上記のようなボリヴィア国の全体的な運輸事情に鑑み整備される必要がある。

エル・アルト空港の年間旅客取扱需要量は現在（1985年）国際線13万3千人、国内線41万3千人、計54万6千人であるが、2010年の長期展望では国際線56万人、国内線220万人、計276万人とそれぞれ4～5倍になるものと予測される。これに対処するため、エル・アルト空港は現在抱えている問題点を解消し、ボリヴィア国のゲートウェイとして、国際交流の拠点として機能するよう近代化される必要がある。また、エル・アルト空港は近代化することによって、既に整備されたサンタクルス（ビルビル）空港、整備に着手することが既に確定しているコチャバンバ空港とともに国内輸送網の核としてボリヴィア国の社会経済活動に大きく貢献することが確実である。

よって、エル・アルト空港の近代化プロジェクトはボリヴィア国の最優先課題として、出来る限り早急に実施すべきである。

第3章 マスタープランおよび第1期計画の概要

3.1 マスタープラン

2005年を計画目標年度とした長期マスタープランについて6案の代替案が検討された。それらはいずれも現滑走路に必要な改良を加えて引き続き使用する案であるが、ターミナル地域の展開が各々異なっている。6案の代替案は2つのグループに大別される。最初のグループは、現在の主要なターミナル施設を出来る限り利用する方針に基づき作成されたものであり、後者のグループは、主要なターミナル施設は全て新設する方針に基づき作成されたものである。

これらの代替案に対して空港利用者の利便性、空港管理および航空会社の運用の効率、将来の拡張性、施工性、事業費等の観点から総合的な比較評価を行なった結果、滑走路以外の主な施設はほとんどすべて新設する案が選ばれた。

この選ばれた代替案においては、現在の主要な施設を最大限に利用する案と大差のない投資額で建設が可能である。また、空港の運用をあまり妨げることなく工事が可能であり、また将来の拡張に対する十分な余地を確保することができる。

特に拡張性に関してはエル・アルト空港は、需要に対応してターミナル施設を段階的に拡張すれば、2005年以後も使い続けることが可能である。

長期空港マスタープランは次の3段階に分けて実施される。

i) 緊急整備工事

第1期計画の工事が完了する1993年までの緊急的な改良工事

ii) 第1期計画

計画目標年1997年までの需要に対応できる施設の整備計画（計画年間旅客取扱数
130万人）

iii) 第2期計画

計画目標年2005年までの需要に対応できる施設の整備計画（計画年間旅客取扱数
210万人）

3. 2 ボリヴィア政府による緊急整備工事

現在のサービスレベルを維持するため、次に挙げる最小限の改良工事が早急に必要である。

緊急整備工事の項目は第1期計画の工事項目に含まれず、ボリヴィア政府により実施されるべきものである。

(1) 滑走路舗装の補修

現滑走路09R末端から1,740m内側のコンクリート舗装は長さ30m、幅46mにわたって著しく破損しており、現在乗り入れている最大機種であるB-747に対応できる強度をもった舗装に打ち換えることが必要である。

(2) 滑走路ショルダーおよびブラストパッドの新設

航空機安全運航に必要とされる、幅7mの舗装された滑走路ショルダーを滑走路両側に、また幅60m、長さ120mのブラストパッドを滑走路両端に設ける必要がある。

(3) 旅客ターミナルビルの改修

旅客ターミナルビルの混雑を緩和するため、現在の間仕切りを変更し、国際線到着部分と出発部分の面積を広げる必要がある。

上記の緊急整備工事に必要とされる概算の工事費は、Table 4 に示すように約68万米ドル（1億円相当）である。

Table 4 Estimated Construction Cost for Immediate Improvement

<u>Item</u>	<u>Cost</u>
Improvement of runway pavement	US\$ 83,000
Construction of runway shoulders and blast pads	US\$ 526,000
Renovation of the existing passenger terminal building	US\$ 70,000
Total	US\$ 679,000

Note : Exchange Rate : US\$1.00 = Bsl.95 = ¥150 (As of March, 1987)
 Cost estimate based on 1987 prices

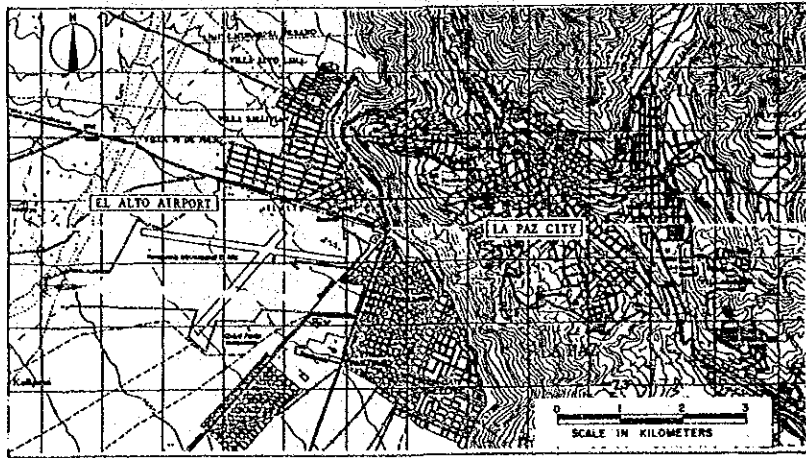
3. 3 第1期計画の内容

第1期計画は長期マスタープランの一環として計画された。その計画平面図をFigure4に示す。第1期計画の空港施設の概要をTable 5に示す。

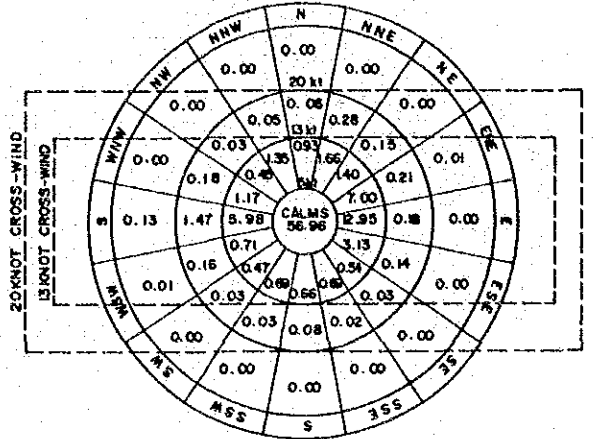
第1期計画（計画目標年1997年）の工事項目は次に示すとおりである。

(1) 土木工事

- 1) 既設滑走路舗装のかさ上げ工事(アルファルト舗装14cm厚、延長4,000m×幅46m)
- 2) B-747用ターニングパッド新設(滑走路09末端)
- 3) 二重部分平行誘導路および高速脱出誘導路新設(総延長約 4,000m、97,000m²)
- 4) 旅客ターミナルエプロン新設(B-747: 2バース、B-757: 4バース、幅 324.5m
×奥行 131m)
- 5) 2車線構内道路(幅7m)および駐車場(560台)新設
- 6) フェンス

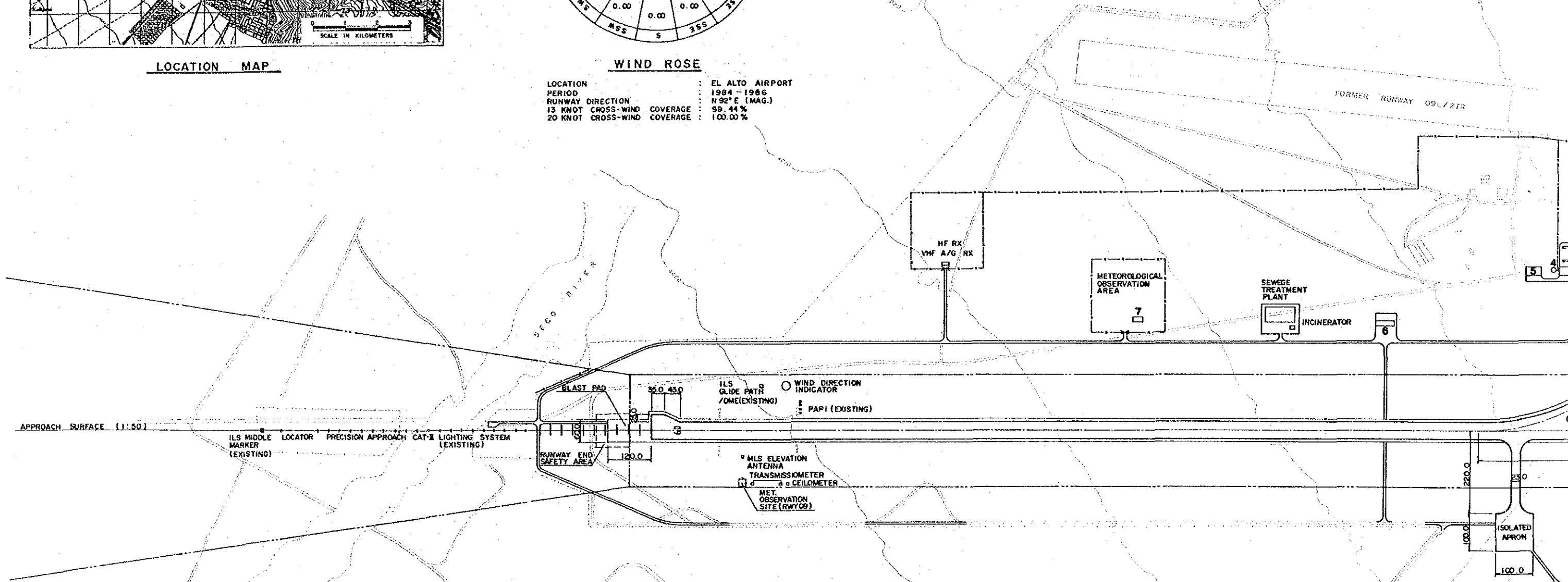


LOCATION MAP



WIND ROSE

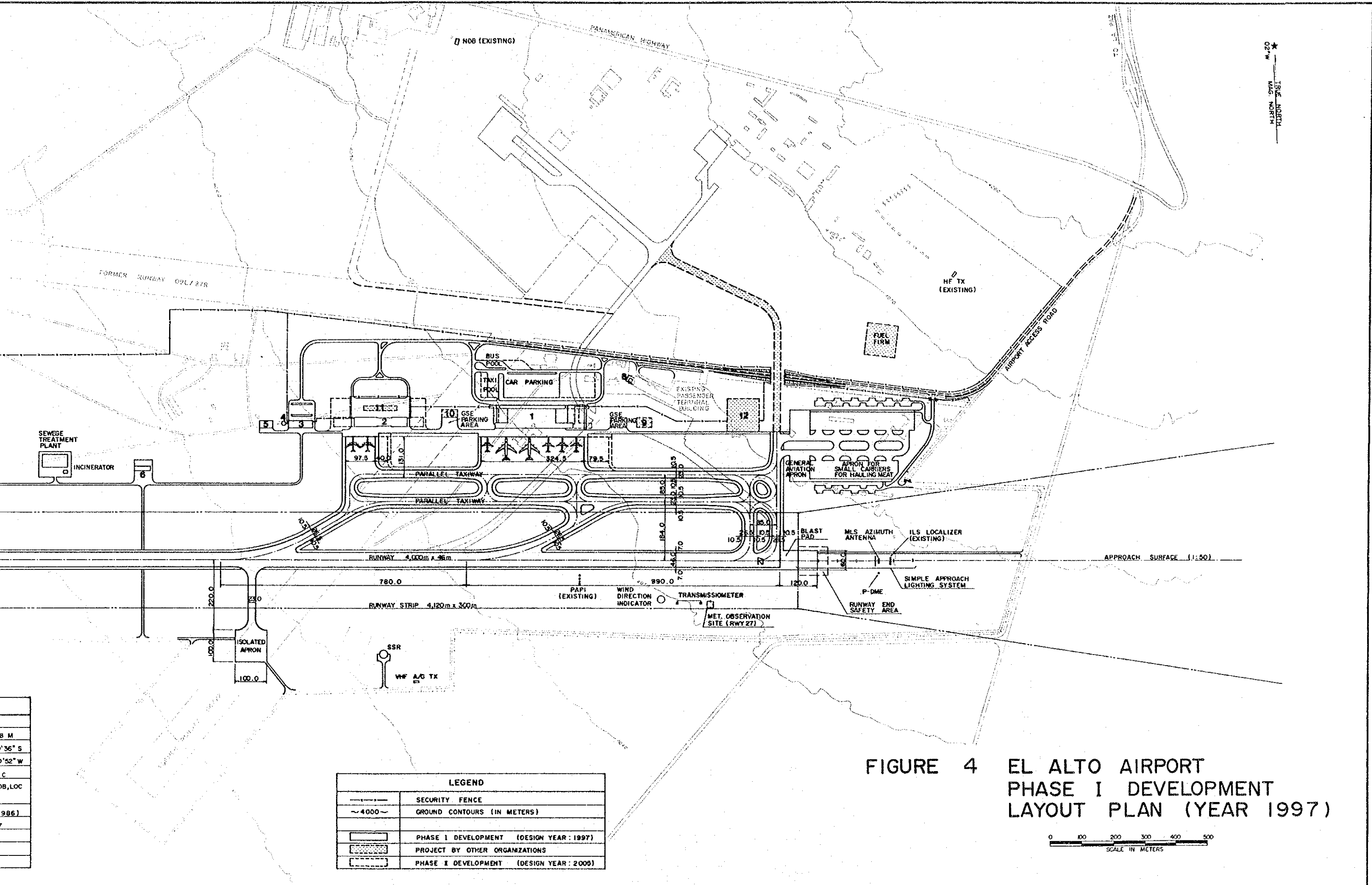
LOCATION : EL ALTO AIRPORT
 PERIOD : 1984 - 1986
 RUNWAY DIRECTION : N 92° E (MAG.)
 13 KNOT CROSS-WIND COVERAGE : 99.44 %
 20 KNOT CROSS-WIND COVERAGE : 100.00 %



BUILDINGS	
1	PASSENGER TERMINAL BUILDING
2	CARGO TERMINAL BUILDING
3	ADMINISTRATION BUILDING
4	CONTROL TOWER
5	AIRPORT MAINTENANCE SHOP AND STORAGE
6	FIRE STATION
7	METEOROLOGICAL OBSERVATION BUILDING
8	SWITCHING AND GENERATOR STATION
9	RESERVED AREA FOR STORAGE
10	RESERVED AREA FOR GSE MAINTENANCE SHOP
11	RESERVED AREA FOR CARGO AGENTS BUILDING
12	RESERVED AREA FOR CATERING BUILDING

RUNWAY DATA	
ITEMS	RUNWAY 09/27
EFFECTIVE GRADIENT %	1.55
PERCENTAGE WIND COVERAGE	20 KNOT 100.00 % 13 KNOT 99.44 %
INSTRUMENT RUNWAY	✓
PAVEMENT STRENGTH	PCN52/F,A,X,T
APPROACH SURFACES	1/50
RUNWAY LIGHTING	HIRL / RWCL
RUNWAY MARKING	PRECISION
LANDING AIDS	MLS/DME, PAPI, ILS/DME ALS (CAT-III), SALS

AIRPORT DATA	
ITEMS	
AIRPORT ELEVATION	4,058 M
AIRPORT REFERENCE POINT (ARP) COORDINATES	LAT 16°30'36" S LNG. 68°10'52" W
AIRPORT REFERENCE TEMPERATURE	16° C
AIRPORT AND TERMINAL NAVAIDS, AND TERMINAL RADAR	VOR/DME, NDB, LOC SSR
MAGNETIC VARIATIONS	02° W (1986)
CRASH PROTECTION PROVIDED	CAT-7



**FIGURE 4 EL ALTO AIRPORT
PHASE I DEVELOPMENT
LAYOUT PLAN (YEAR 1997)**

LEGEND	
	SECURITY FENCE
	GROUND CONTOURS (IN METERS)
	PHASE I DEVELOPMENT (DESIGN YEAR: 1997)
	PROJECT BY OTHER ORGANIZATIONS
	PHASE I DEVELOPMENT (DESIGN YEAR: 2009)

0 100 200 300 400 500
SCALE IN METERS

B M
'36" S
'52" W
C
DB, LOC
986)

- 7) 場周道路および保安道路
- 8) 雨水排水施設
- 9) 貨物ターミナルエプロン新設 (B-707: 2 バース、幅 97.5m×奥行 131m)
- 10) 使用事業小型機エプロン新設 (9,600m²)
- 11) 肉輸送用小型機エプロン新設 (57,000m²)
- 12) ハイジャックされた航空機のためのエプロンと接続誘導路新設
(B-747: 1 バース)

(2) 建築工事

- 1) 旅客ターミナルビル新設 (鉄筋コンクリート、総床面積16,500m²、発着便イン
フォメーションシステムおよび空港保安システムを含む)
- 2) 管理庁舎 (鉄筋コンクリート、総床面積4,000m²) および管制塔 (高さ29m) 新設
- 3) 消防車庫 (鉄筋コンクリート1階建て、総床面積 450m²) 新設
- 4) 気象観測庁舎 (総床面積 300m²) 新設
- 5) 貨物ターミナルビル (鉄骨1階建て、総床面積 5,000m²) 新設
- 6) 空港維持管理のための機材車庫および倉庫

(3) 航空保安施設および管制通信施設

- 1) 滑走路灯、滑走路末端灯、滑走路末端補助灯および風向灯の更新
- 2) 2次監視レーダー（SSR）の移設
- 3) 簡易式進入灯、誘導路灯、誘導路案内灯、エプロン照明灯、飛行場灯台、電力供給装置および制御装置の新設
- 4) 航空保安無線施設（VOR/DME, ロケーター）の更新およびマイクロ波着陸装置の新設（通信ケーブルおよび電力供給ケーブルを含む）
- 5) VHF空対地無線装置、HF空対地無線装置、VHF通信網、VHF多重チャンネルトランシーバー、管制卓、磁気テープ装置等の更新
- 6) VHF FMトランシーバー、飛行場情報放送業務（ATIS）装置の新設
- 7) 気象データ収集システム（滑走路視距離計および雲高測定器）の新設
- 8) HFファクシミリ装置、ラジオゾンデ受信機および気象衛星受信機の更新
- 9) ラジオゾンデ、ラジオゾンデ発信機および水素発生機の新設
- 10) 検査測定機、スペアパーツおよびその他消耗品

(4) 供給処理施設

- 1) 電力供給施設、上水供給施設および公共通信施設の拡張
- 2) 下水処理施設および焼却炉の新設

(5) 消防施設

- 1) 消防車、救急車および救難器具の配備

(6) その他

- 1) 搭乗橋の新設
- 2) 道路駐車場照明の新設

3. 4 概算事業費、事業工程および実施機関

(1) 概算事業費

第1期計画の概算事業費は1987年価格でボリヴィア内貨分2,600万米ドル(39億円相当*) および外貨分1億1,200万米ドル(168億円相当)の合計1億3,800万米ドル(207億円相当)である。

事業費見積りの内訳はTable 6に示すとおりである。

注. * : 外貨交換レート 1米ドル=150円(1987年3月)に基づいた円貨相当額

(2) 事業工程

第1期計画の事業工程をTable 7に示す。この工程はプロジェクトの実施に必要な調整および準備が順調に進められるものと想定して作成されたものである。

建設工事は1991年中頃に始まり、1993年末までに完了する。第1期計画の供用開始は工事完成後の1994年の初めとなる。

上記の工程で事業を進めるには、プロジェクトの資金調達に関する調整準備を、1998年末までに完了しなければならない。

(3) 実施機関

プロジェクトの実施機関はMDA(Ministerio de Aeronáutica、航空省) / AASANA (Administración de Aeropuertos y Servicios Auxiliares a la Navegación Aérea、空港・航行援助施設管理組織) である。

Table 6 Estimated Project Cost for the Phase I Development

Exchange Rate: US\$1.00 = Bs1.95 = ¥150 (As of March 1987)
 Cost estimate based on 1987 price

Unit: US\$1,000

Item		Bolivian Portion	Foreign Portion	Total
Civil Works	Runway Overlay and Turning Pad	690	7,140	7,830
	Taxiways	1,550	6,260	7,810
	Passenger Terminal Apron	2,220	3,880	6,100
	Road and Car Parking Area	360	1,220	1,580
	Security Fence and Perimeter/Maintenance Road	120	310	430
	Cargo Terminal Apron	790	1,290	2,080
	General Aviation Apron, Cargo Apron for Small Carriers and Isolated Apron	380	1,940	2,320
	Sub Total	6,110	22,040	28,150
Architectural Works	Passenger Terminal Building including Flight Information System and Airport Security System	8,470	20,660	29,130
	Fire Station	200	460	660
	Administration Building and Control Tower	1,870	4,370	6,240
	Meteorological Observation Building	130	290	420
	Cargo Terminal Building	1,650	4,040	5,690
	Airport Maintenance Shop and Storage	340	790	1,130
	Sub Total	12,660	30,610	43,270
Air Navigation Systems	Aeronautical Ground Lights for Runway	170	3,320	3,490
	Relocation of Secondary Surveillance Radar	20	60	80
	Aeronautical Ground Lights for Taxiway and Apron	100	1,440	1,540
	Radio Navigational Aids	90	6,340	6,430
	Air Traffic Control and Aeronautical Telecommunications System	210	7,690	7,900
	Meteorological System	10	3,060	3,070
	Sub Total	600	21,910	22,510
Airport Utilities	Power Supply System	110	2,650	2,760
	Water Supply System	140	550	690
	Telecommunications	0	100	100
	Sewage Treatment System	490	1,950	2,440
	Incinerator	20	180	200
	Sub Total	760	5,430	6,190
Rescue and Fire Fighting Vehicles	0	1,890	1,890	
Other Facilities	Boarding Bridges	0	3,300	3,300
	Lighting for Car Parking Area and Access Road	30	660	690
	Sub Total	30	3,960	3,990
Total of Construction Cost		20,160	85,840	106,000
Soil Investigation and Topographical Survey		400	0	400
Engineering Services		1,000	6,000	7,000
Construction Supervision		2,000	10,000	12,000
Sub Total		23,560	101,840	125,400
Contingency (approximately 10%)		2,440	10,160	12,600
Total of Project Cost		26,000	112,000	138,000

Table 7 Project Implementation Schedule for the Phase I Development

ITEMS	YEAR	1987	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97
		PHASE I										
Service Period												
● Feasibility Study		—										
■ Financial Arrangement and Selection of Consultant			—	—								
● Detailed Engineering Services				—	—							
■ Financial Arrangement and Tendering for Contractors					—							
● Assistance in Tendering and Construction Supervisory Services					—	—	—	—				
▲ Construction Works						—	—	—				
1. Access Road						—						
2. Runway Pavement Overlay						—	—					
3. Taxiways						—	—					
4. Aprons						—	—					
5. Roads, Car Parking, and Other Miscellaneous Civil Works						—	—					
6. Passenger Terminal Building						—	—					
7. Cargo Terminal Building							—	—				
8. Administration and Other Buildings						—	—					
9. Air Navigation Systems							—	—				
10. Airport Utilities							—	—				
■ Test Operations and Flight Checks, etc.								—				

Note, ■ : Employer's Activity
 ● : Consultant's Activity
 ▲ : Contractor's Activity

3. 5 プロジェクトの評価

第1期計画の経済的、財務的フィージビリティの検討を行った。

- (1) 経済的フィージビリティは、EIRR (経済内部収益率)、B/C Ratio (便益費用比率)、NPV (純現在価値) により表わされ、その結果は Table 8に示すとおりである。

Table 8 Result of Economic Analysis

EIRR (%)	B/C Ratio*	NPV* (Million US dollars, 1987)
18.2	1.7	78

Note, * : at discount rate of 12%

EIRRが18.2%であり、この値が世界銀行のプロジェクト選択基準である資本の機会費用10から12%を上まわっていることから、本プロジェクトは国家経済的にフィージブルである。

本プロジェクトのフィージビリティに関して、予想される種々の条件に基づいた感度分析を行った。その結果を Table 9と Figure 5 に示す。

Table 9 Results of Sensitivity Analysis for EIRR

Case	EIRR (%)
Base Case	18.2
Case 1 : Construction Cost Increased by 20%	16.0
Case 2 : Low Forecast Traffic Demand	13.5
Case 3 : Low Forecast Traffic Demand and Construction Cost Increased by 20%	11.7

Note: The low forecast traffic demand is approximately 80% of the medium forecast traffic demand (Base case). For further details, refer to the Main Report.

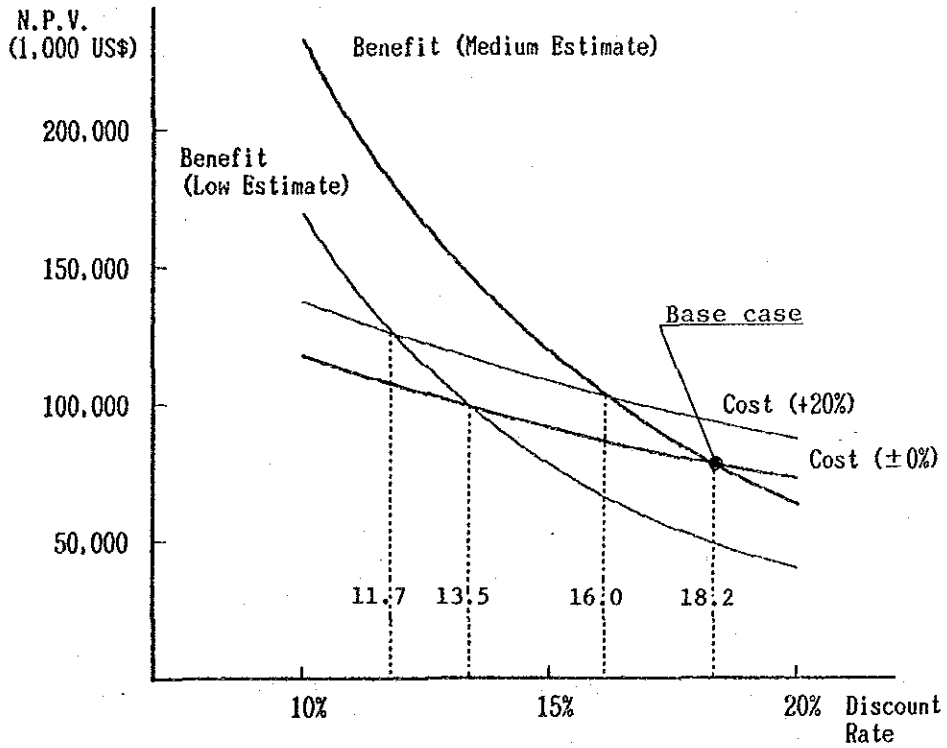


Figure 5 Sensitivity of EIRR

感度分析の結果は、需要が予測の下方値であり、しかも建設費が20%増加したような最悪の場合であっても、EIRRは11.7%であり、その値は世界銀行がプロジェクトの選択基準としている資本の機会費用を満足していることを示している。

前述の経済分析と感度分析は、以下に示す費用と直接かつ定量化できる便益に基づいた。

- 費用 :
- 空港建設のための投資額
 - 空港運営維持費
- 便益 :
- オーバーフローする国内線旅客を取り扱うことによる便益
 - オーバーフローする国際線旅客を取り扱うことによる便益
 - オーバーフローする外国人観光客を呼び込むことによる便益
 - オーバーフローする外国航空会社の航空機を取り扱うことによる便益
 - 空港での旅客取扱時間短縮による便益

本プロジェクトの実施により、上記の便益の他に以下のような間接的かつ定量化できない便益が期待できる。

- 航空輸送の安全性の向上
- いかなる制約も受けない効率的な航空輸送による国家経済への貢献
- 通商、業務機会の拡大
- 雇用機会の拡大
- 国際的観光開発の促進

(2) 財務分析

財務的フィージビリティは、FIRR (財務内部収益率) により表わされ、その結果は下記のとおりである。

$$F I R R = 4.0 \%$$

財務分析の結果は以下のとおりである。

1. もし年利 4.0%以下の借款が利用できない限り、現在の空港使用料徴収制度の下では運営維持費と投資額の両方を賄うことはできない。しかし、空港収入が空港建設のための投資額までを賄うことができないことは、世界中の空港建設プロジェクト

トについて広く知られているところである。

2. 本プロジェクトにおいては、空港収入は、空港運営維持費を十分に賄うことができる。

FIRRの感度分析の結果をTable 10とFigure 6に示す。

Table 10 Estimated FIRR

Case	Traffic Forecast	Investment Cost	Landing Fee	Other Charges	FIRR
Base	Medium	±0 %	±0 %	±0 %	4.0 %
1		±0 %	-40 %	±0 %	0.4 %
2		±0 %	+10 %/10 year	+10 %/10 year	4.8 %
3		±0 %	+20 %/10 year	+20 %/10 year	7.5 %
4		±0 %	+20 %/ 5 year	+20 %/ 5 year	9.9 %
5		+10 %	±0 %	±0 %	3.2 %
6		+10 %	+20 %/10 year	+20 %/10 year	4.7 %
7		+20 %	+10 %/ 5 year	+10 %/ 5 year	4.4 %
8	Low	±0 %	±0 %	±0 %	2.5 %
9		±0 %	+10 %/ 5 year	+10 %/ 5 year	4.6 %
10		+10 %	+20 %/ 5 year	+20 %/ 5 year	5.7 %
11		+20 %	+20 %/ 5 year	+20 %/ 5 year	4.9 %
12	High	±0 %	±0 %	±0 %	5.3 %
13		+10 %	+10 %/10 year	+10 %/10 year	5.1 %
14		+20 %	+20 %/10 year	+20 %/10 year	5.0 %

Note: High forecast traffic demand is approximately 130% of the medium forecast traffic demand (Base case). For further details, refer to the Main Report.

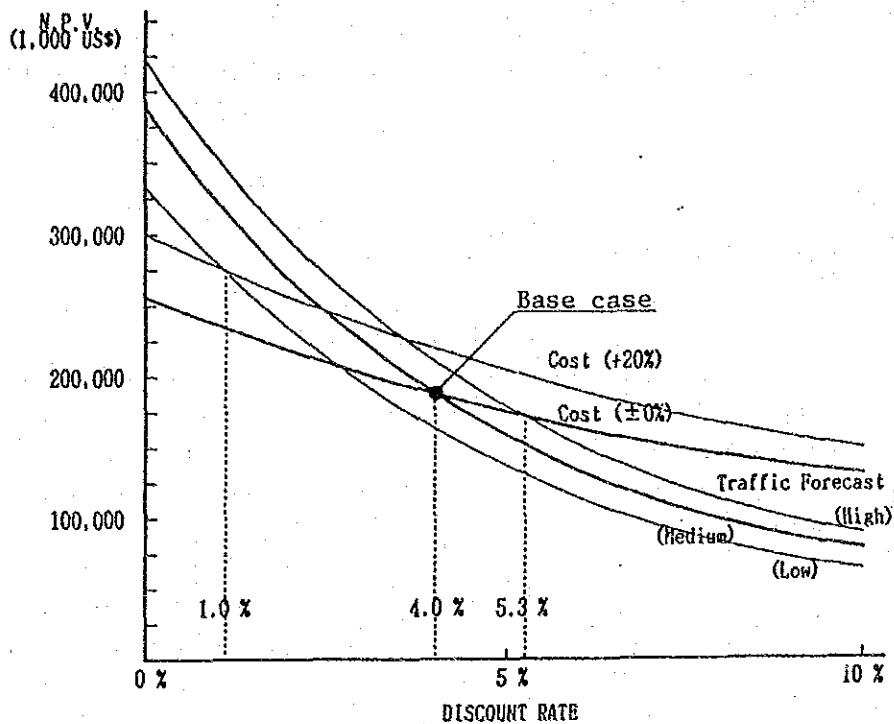


Figure 6 Sensitivity of FIRR

感度分析の結果は以下のとおりである。

仮に、空港使用料等を5年毎に20%値上げすることが可能であれば、FIRRは9.9%になり、現在の世界的な金利水準である年利8.75%の民間融資を調達した場合の空港建設のための投資額と空港運営維持費の両方を予想される空港収入で十分賄うことができる。

前述の財務分析と感度分析は、下記の支出と収入に基づいている。

- 支出 : - 空港建設のための投資額
 - 空港運営維持費
- 収入 : - 旅客の空港使用料
 - 航空機着陸料、航行援助施設使用料およびこれらの夜間・休日の超過料金
 - ターミナル・ビルの店舗賃貸料

財務的フィージビリティは、損益および資金計算書によっても評価することができる。

本プロジェクトの損益および資金計算書の分析によれば、下記の条件の資金が調達できれば、第1期計画の供用開始後13年目で資金過不足累計が黒字に転換する。

資金調達計画	資金の種類	金利
①プロジェクトコストの内貨分の50%	自己資金	—
②プロジェクトコストの内貨分の50%	長期民間融資	年8.75%
③プロジェクトコストの外貨分	国際援助機関もしくは 政府間援助によるソフトローン	年3.5%
④運転資金	短期民間融資	年6.5%

本プロジェクトは、空港運営維持費に加えて、長期および短期融資の金利を賄うことができる。こうしたことから、本プロジェクトは、他の類似プロジェクトに比べて比較的、財務的にフィージブルである。

結 論

第1期計画に対する技術的および経済的なフィージビリティ調査の結論をまとめると以下のとおりである。

- 技術的な調査の結果、プロジェクトの早急な実施が必要であることが確認された。
- プロジェクトの概算事業費は1987年価格で1億3,800万米ドル（207億円相当）、経済内部収益率は18.2%である。
- プロジェクトは国家経済的観点からフィージブルである。

したがって、プロジェクトは出来るだけ早く実施されることが不可欠であり、今後以下の準備がボリヴィア政府によってなされなければならない。

- プロジェクトの実施に関する合意を形成し、国家開発プロジェクトのリストに本プロジェクトを優先課題として加える。
- 資金調達に関する調整、準備。
- 測量、土質調査および舗装調査の実施。
- 空港周辺地域における航空機安全運航のための高度規制の立法化および将来の航空機騒音を考慮した土地利用計画の策定。

JICA