

チリ共和国

バルパライソ港・サンアントニオ港整備計画

調査報告書（要約）

昭和61年8月

国際協力事業団

開一

86-90

JICA LIBRARY



1030114C13

国際協力事業団	
受入 月日 '86. 9. 22	704
登録No. 15407	61.7
	SDF

序 文

日本国政府は、チリ共和国政府の要請に基づき、バルパライソ港・サンアントニオ港整備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、財団法人 国際臨海開発研究センター 顧問 鈴木 克洋氏を団長とし財団法人 国際臨海開発研究センター及び株式会社 パンフィック・コンサルタンツ・インターナショナルからなる調査団を1985年9月から12月にかけてチリ共和国に派遣した。

調査団は、チリ共和国政府関係者との意見交換並びに現地調査を行ない、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、チリ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ものである。

昭和61年8月

国際協力事業団

総 裁 有 田 圭 輔

伝 達 文

拜啓

ここにチリ国バルパライソ港・サンアントニオ港整備計画調査報告書を提出致します。

この調査報告書は、国際協力事業団の要請に基づき、(財)国際臨海開発研究センター及び(株)パンフィック コンサルタンツ インターナショナルが共同で行った調査結果をとりまとめたものであります。本調査団は、昭和60年9月24日に調査を開始し12月13日まで81日間にわたり自然条件調査を含む現地調査を実施いたしました。その後さらに2回にわたる現地調査と国内作業を継続し、その結果に基づいてバルパライソ港及びサンアントニオ港のマスタープラン及び緊急復旧計画の作成とバルパライソ港の耐震港湾整備計画の作成を行いました。

調査の結果、本プロジェクトの重要性は大なるものがあり、かつ施設の耐震性の向上は緊急性が高いと考えます。聞き及ぶところ、本プロジェクトに対し、世界銀行が融資を行い、F/S、D/Dを実施する準備を進めているとのことであり、本調査団としても喜びに耐えません。この計画が早期に実現することを期待して止みません。

本調査団のチリ滞在中に寄せられた絶大なる御協力、御支援及び御厚遇に対し、調査団を代表して、チリ共和国政府及び本プロジェクトに関係した諸機関の各位に対し心から感謝の意を表します。

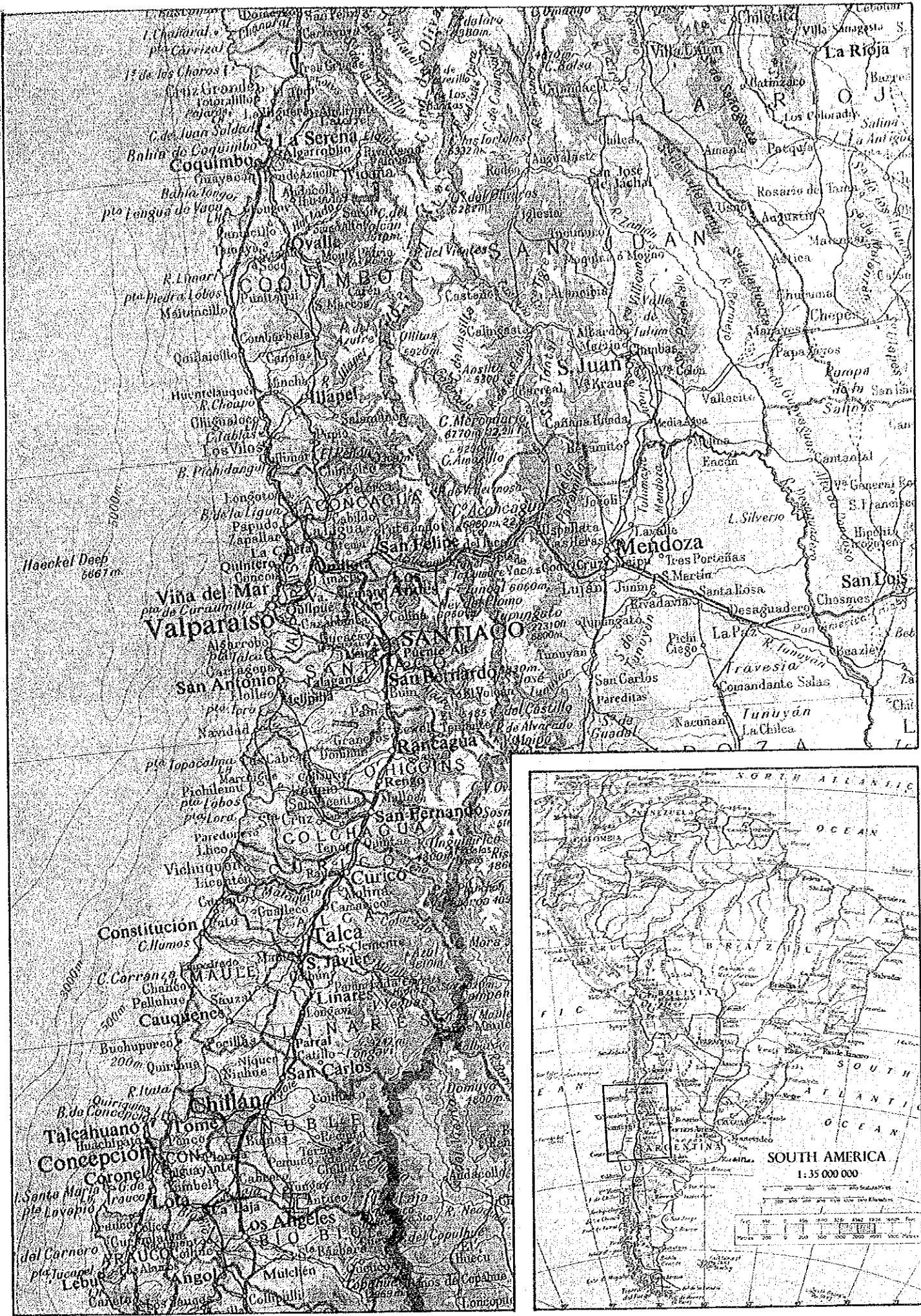
さらに、現地調査及び本報告書のとりまとめに当り、有益な御教示、御援助をいただいた国際協力事業団、運輸省、外務省、在チリ日本大使館の皆様には厚く御礼申し上げます。

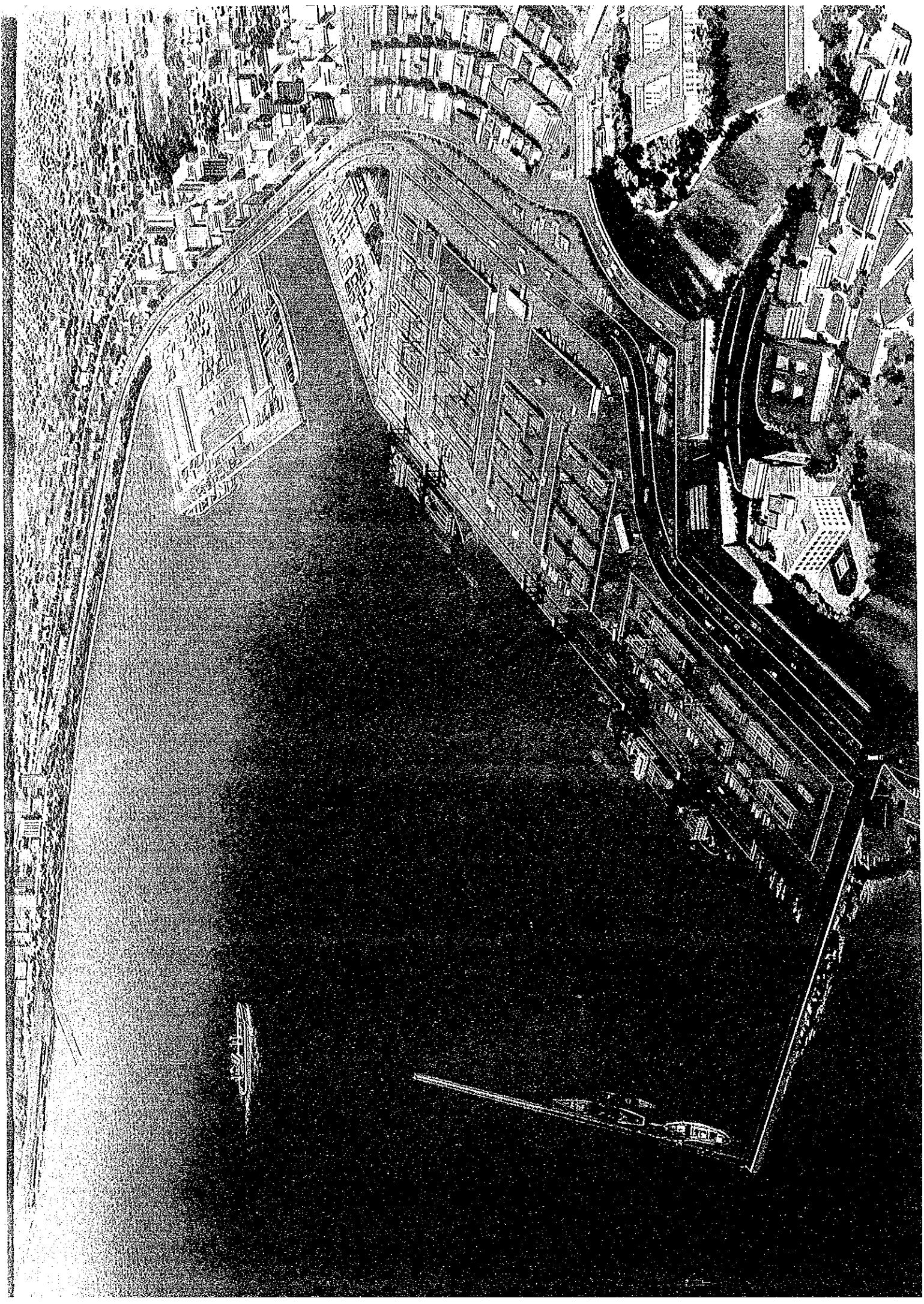
敬 具

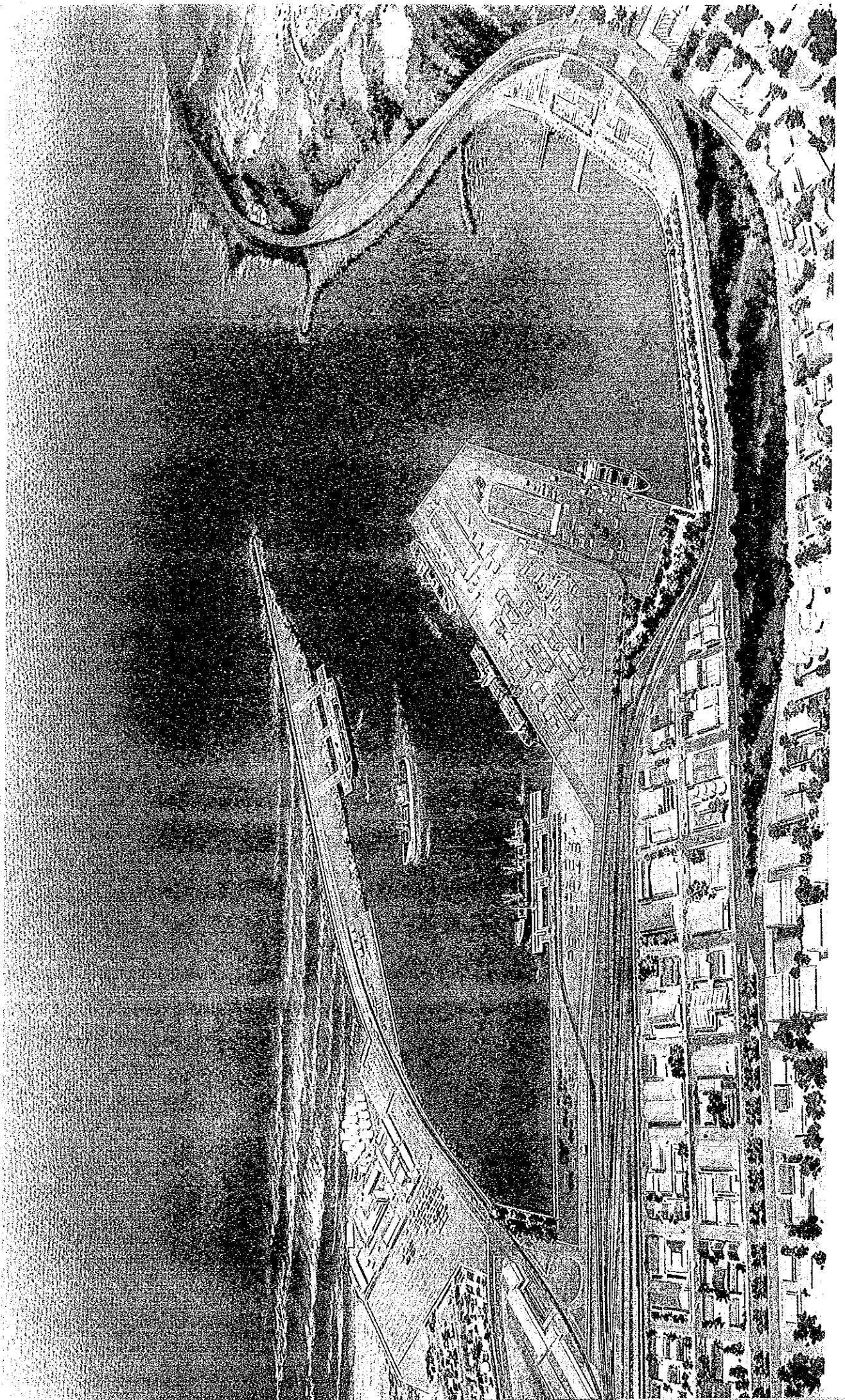
昭和61年8月

チリ共和国バルパライソ港・サンアントニオ港
整備計画調査団

団 長 鈴 内 克 洋
(財団法人 国際臨海開発研究センター 顧問)







第1章 チリ国の背景

1. 概 況

チリ国は、南米の南西端、南緯17°30'から56°32'、東経66°30'から75°40'に位置する国である。最北部から最南部までのチリ国の長さは4,270kmあり、東西の平均幅は262kmである。全面積756,000km²に、1982年の国勢調査によれば、人口は、11,275,000人である。

気候は、南緯30度以北の北部は、降雨がほとんどなく、砂漠地帯となっているが、銅、鉄、岩塩などの鉱物資源は豊富である。サンチャゴ首都圏を含むチリ中部は温暖な気候であり、農牧業の適地であるとともに、チリ経済の中心である。南緯35度以南の地方は、偏西風と一年中降雨のある気候である。この地方の産業としては、農牧と林産業が主である。

環太平洋地震帯に位置するチリ国は、地震多発国でもあり、1960年5月、1985年3月に大地震が発生している。

2. 社会条件

チリ国の土地利用の現況は、全国土面積756千km²のうち約69.6%、526千km²もの土地が砂漠と山地である。残りの17千km² (2.2%)が農地、129千km² (17.1%)が牧場、そして84千km² (11.1%)が森林である。

1985年6月末におけるチリ国の推定人口は、11,858千人であり、過去10年間の年平均成長率は1.71%である。しかしながら、サンチャゴ首都圏への人口流入は著しく、この地方の人口成長率は同平均よりかなり高く、この10年間で2.34%になっている。サンチャゴ首都圏の現在の人口は、全国の39.3%を占めている。

3. 経 済

ここ10年間のチリのGDPの年平均伸び率は3.6%であり、1977年から1981年の伸び率は高く5.7%~9.0%であった。しかし、1982年のGDPは前年度に比べて14.1%の減少となった。1983年、1984年のGDPの伸び率は回復傾向を示している。

1984年のチリの輸出入額は、7,007百万米ドルに達している。これは、10年前の約2.25倍であり、過去10年間の年平均伸び率は、9.4%であった。

1984年のチリ国の全輸出金額は3,650百万米ドルであり、主な輸出品目の一つである銅は、1984年の全輸出額の43.9%を占めている。1984年のチリ経済の回復に伴い、全輸入額は、3,357百万米ドルに達し、1983年の19.1%増となった。

4. 運 輸

道路の全延長は、1983年現在で78,588kmである。

道路の舗装率は12.2%で主要道路（国道及び地方道）の舗装率は28.1%である。全道路の密集度は0.105 Km/m²である。

国営及び民営鉄道の全延長は、1984年現在、各々7,889 Km、1,343 Kmで国営鉄道の電化率は21.0%である。

チリ国には大小合せて68の港湾があり、これらの港湾は国営港、専用港、私営港及びその他の港湾とに分類されている。バルパライソ港及びサンアントニオ港を含む国営港はEMPORCHI（チリ港湾公社）によって管理されている。

9の国際空港を含め22の空港がある。チリの航空会社によって所有された飛行機の数は25機である。

第 2 章 自然条件

1. バルパライソ港

バルパライソ港はバルパライソ湾の南端に位置する。バルパライソ湾はアンジェレス半島よりコンコン岬に至る延長約15Kmの海岸線に沿って広く太平洋に開いている。冬期に卓越する北～北西風による波浪を除いて、バルパライソ港は半島の効果によって波浪の進入から遮蔽されている。

港内の海底地形は沖に向かって急勾配で水深が増加し、水深約40mで比較的平坦な海底となる。

バルパライソは温暖な地中海性気候の地域に位置しており、雨量は夏期に少なく冬期に多い。年間を通じて南西風が卓越するが、冬期においては北～北東風が増加する傾向がある。

バルパライソ港の沖合海域では年間を通して南西からの波浪が卓越する。しかし、バルパライソ港に影響を与える高波は北～北西からの波であり、冬期に出現しやすく、しばしば異常に高くなる。波浪推算の結果、再現期間50年の期待値として9.2mの波高が得られた。

港内の土質は、既設第6～第8バース付近とバロン栈橋が位置する区域を除いて、主に砂質土から構成されている。支持層は海底面下4～10mの深度に見られる。

2. サンアントニオ港

サンアントニオ港は南端の砂質海岸から北側へと建設された防波堤によって外海から遮蔽されている。港口は東西に走る海溝部に位置し、北西方向に太平洋に向かって開いている。この海溝は港内の深い水域を形成している。

サンアントニオの気候はバルパライソと同様に温暖であり、雨は夏期に少なく冬期に多い。南西風が年間を通じて卓越するが、冬期には北東～東以外の方向からの風がほぼ同頻度で発生する。波浪推算の結果、再現期間50年の期待値として沖波波高1.2mの高波が得られた。その波向は西南西～南西方向である。

港内の土質は砂質土と粘性土の互層からなり、支持層は海底面下約10～15mに見られる。

第3章 両港の現状

1. 港湾施設の利用状況

バルパライソ港及びサンアントニオ港はともに、サンチャゴ首都圏を中心に、第4州から第7州に及ぶ地域を背後圏とする港である。両港は、全国外貿貨物の約20%（年間貨物量340万吨）を取扱うチリ国を代表する外国貿易港である。

また、サンチャゴ首都圏を中心とする地域の社会経済活動を支える商港として、バルパライソ港は主に雑貨を、サンアントニオ港はバラ貨物を取扱う港として機能している。

両港の現状施設を表1、2に、取扱い貨物量の推移を図1に、輸出入貨物の主な品目を図2に示す。1984年における両港のバース占有率は、どちらも約40%前後であり、施設に余裕があった。しかし、サンアントニオ港は、地震による被害が大きく、地震後は混雑した状況になっている。

表1 港湾施設一覧表(バルパライソ港)

Berth	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Length (m)	175	175	260	200	165	245	120	240	220	205	2,005
Water Depth (m)	-10.0	-10.0	-11.0	-10.0	-10.0	-9.0	-7.5	-9.0	-10.0	-5.1	
Width of Apron (m)	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	15	10	
Number of Cranes	4	4	5	-	-	5	2	6	4	-	30
Sheds and Warehouses	3, 2, (28,100m ²)	3, 2, (28,100m ²)	2, 2, (22,355m ²)	2, 2, (17,318m ²)	-	2, (8,500m ²)	-	2, (10,000m ²)	-	-	14, (114,373m ²)
Open Storage	3,133	3,480	6,270	16,480	8,325	-	1,000	-	-	-	38,688 (69,578)*
Year of Completion	1922-1932	1922-1932	1922-1932	1922-1932	1922-1932	1922-1932	1922-1932	1922-1932	1915-1920	1915-1920	
Type of Structure	Concrete block gravity wall	ditto	ditto	Open type with concrete block piers connected at the top to concrete block wall	Concrete block gravity wall	ditto	Concrete caisson gravity wall	Concrete block gravity wall	Open type pier of reinforced concrete	ditto	
Present Water Depth at Copeline	8.5	8.1	9.4	9.0	7.5	8.5	7.5	8.0	10.0	9.0	
Height of Copeline	+4.91	+4.91	+4.91	+4.91	+4.91	+4.91	+4.91	+4.91	+6.04	+6.04	

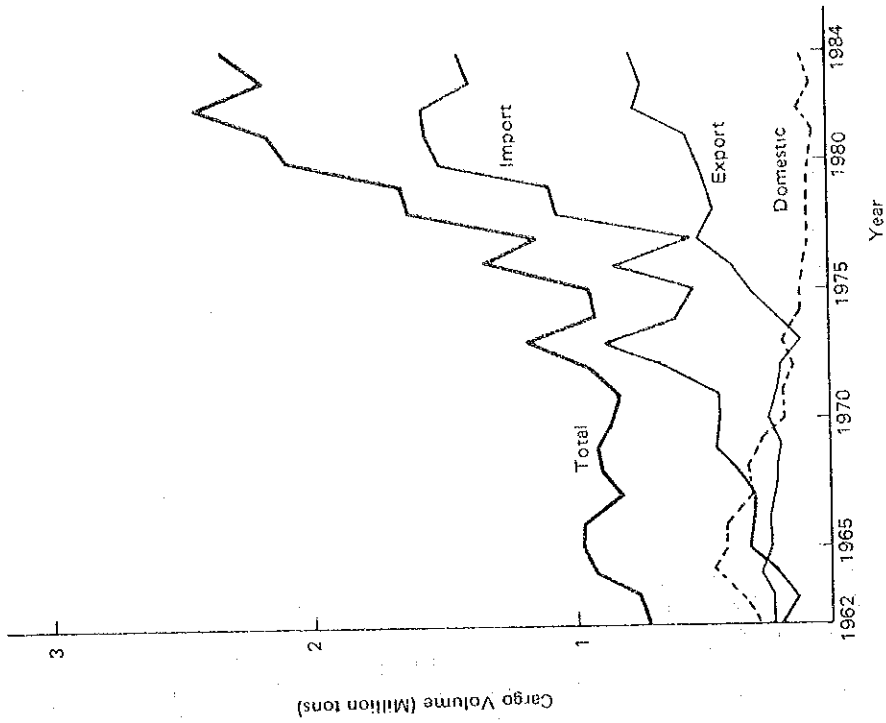
* includes COSTANERA and PATIO

表2 港灣施設一覽表(サンアントニオ港)

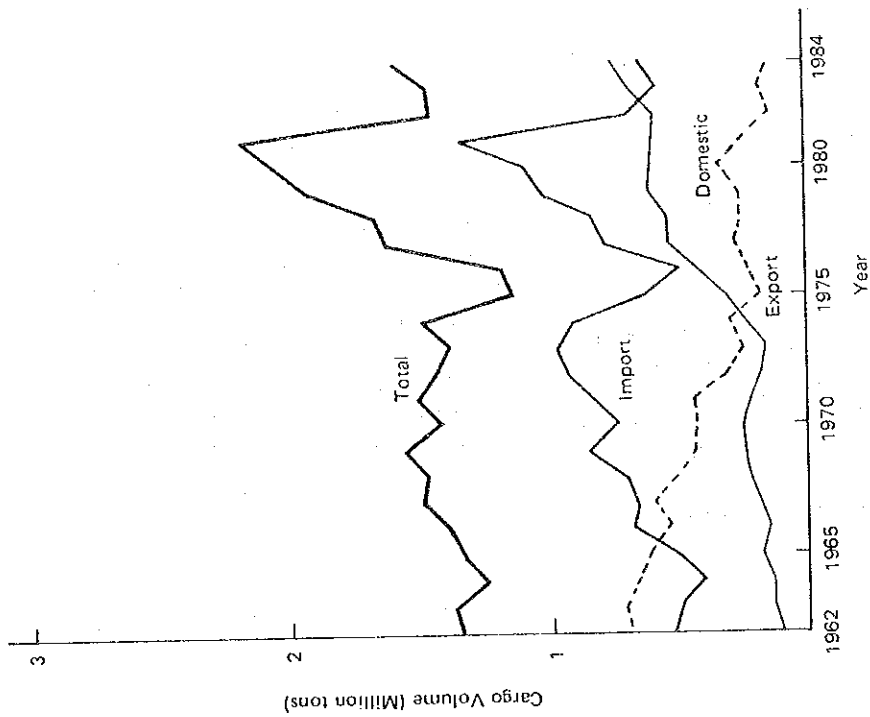
(as of 1984)

	1/2	3 (Under reconstruction)	4	5	6	7	Tanker berth	Total
Length (m)	452	200	383		200	120		1,355
Water Depth (m)	-10	-8	-10		-8.53	-7		
Width of Apron (m)	20/35	35	35		35	35		
Number of Cranes	6	-	-		4	2		12
Transit Sheds	1 row (4,270 m ²)	-	-		1 row (3,750m ²)	-		2 rows (8,020m ²)
Open Storage Yard (m ²)	6,720	5,095	32,619		3,922	3,459		51,815
Year of Completion	1918 - 1935	1980 - 1983	1971 - 1977	1977 - 1979	1911 - 1918	1957 - 1963		
Type of Structure	Concrete block gravity wall	Anchored sheet pile wall	Anchored sheet pile wall	Open type on steel pipe pile	Open type on piles or concrete piles	Steel jetty	Detached offshore	
Water depth at present (m)	10	2.5 - 6.0	10	10	8.5	7.0	10.0	
Copeline height (m)	+4.9	+4.9	+4.9	+4.9	+4.9	+4.6		

Source: Manual de los Puertos Operados por la Empresa Portuaria de Chile, 1984

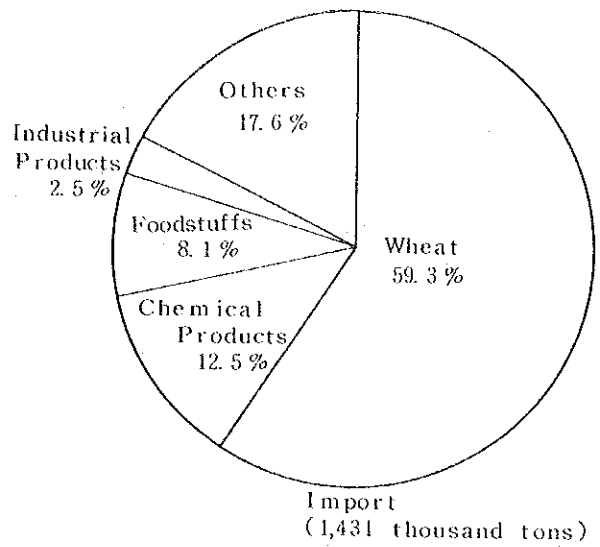
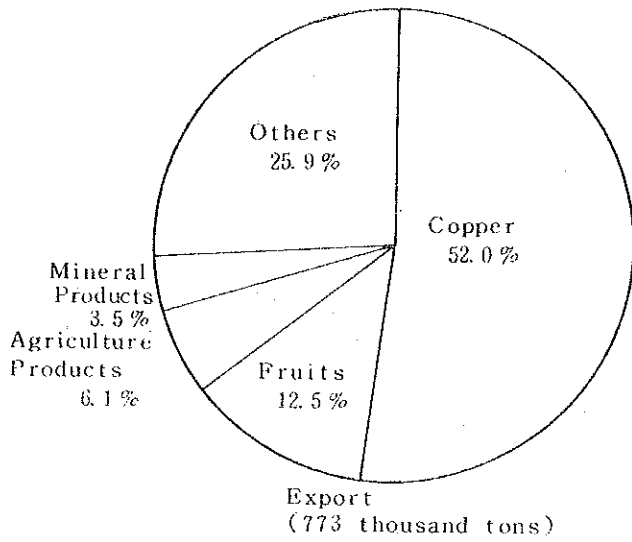


(a) Port of Valparaiso

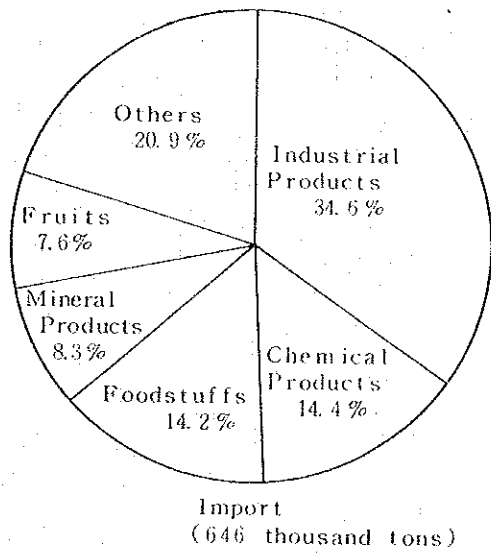
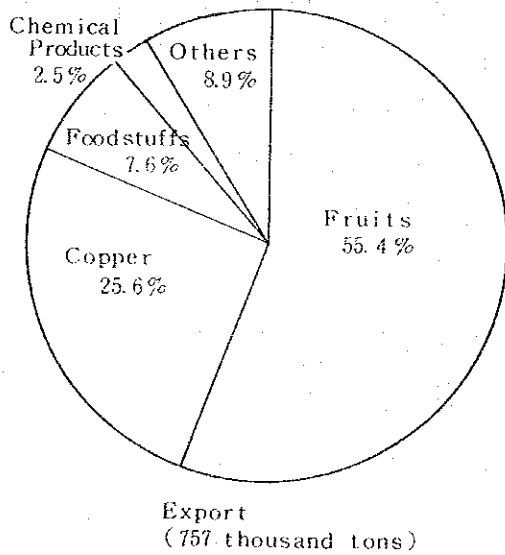


(b) Port of San Antonio

図1 取扱貨物量の推移



(b) Port of San Antonio



(a) Port of Valparaiso

図2 主要外貨貨物の品目別割合

2. 1985年3月3日の地震被害

(1) 被害状況

1) バルパライソ港

1985年3月3日の地震による施設の被害は、建築物より岸壁施設において著しい。最も顕著な被害は重力式岸壁本体部の海側への滑動と転倒であり、数十センチのオーダーで岸壁法線のはらみ出しが認められる。また、岸壁本体のコンクリート塊のすき間が水中部で多く観察された。

岸壁施設を構成する構造部材は、老朽化が進行している。特に、バロン栈橋上部工の縦桁は老朽化が顕著であり、危険な状態と判断された。大部分の岸壁クレーンとその基礎レールは、本調査実施時において既に修復済であった。しかし、4番から8番バースにかけての岸壁クレーンは、基礎レールの過度の変形によって、正常な使用が困難な状態であった。上屋に対する被害はわずかであった。

岸壁施設の被害と老朽度の程度を表3に示す。

2) サンアントニオ港

サンアントニオ港の岸壁施設に対する地震被害はバルパライソ港より甚大であった。1番及び2番バースの破壊状況は最も顕著なものであった。

鋼矢板式岸壁の3番バースは、海側へ70～100cmの前傾が認められる。しかしながら、4番バースの鋼矢板式岸壁は、若干の法線はらみ出しと岸壁背後部の沈下以外、顕著な被害を受けていない。

5番バースの横栈橋本体部は被災が認められなかった。しかし、その背後の重力式土留壁は相当に沈下・前傾した。6番及び7番バースの栈橋陸側端部は約60cmの沈下が認められる。この栈橋のコンクリート基礎杭はその頭部の老朽化、及び鋼杭の腐蝕の進行により危険な状態にあると判断される。

1番及び2番バース上に設置されていた岸壁クレーンの被害は甚大であった。他方、5～7番バース上の岸壁クレーンは被災が認められなかった。

岸壁施設に対する被害と老朽度の程度を表4に示す。

(2) 地震概要

1985年3月3日の地震は、1906年以来チリ中央部で発生した地震のうち最大級のものであった。地震の規模は表面波マグニチュードで7.8である。修正メリカリ・スケールでバルパライソは震度7及び8、サンアントニオは震度8の地震動が生じた。震源はサンアントニオ港から40km東方の海上と推定される。

この地震は、長時間にわたる長周期振動、広範囲に及ぶ地震動、大きな余震活動、震源深さ15～30kmなどプレート境界で発生する巨大地震特有の性質を有するものであった。

3. 耐震性の検討

(1) 原設計施設の安定性

静的震度法を適用して、施設が不安定の状態となる最小の震度を算定した。サン・アントニオ港の第3、第5バースを除いて、既存岸壁の耐震性は低く、震度0.17以下で不安定となることが判明した。

(2) 1985年3月3日の地震時の動的地盤応答解析

動的地盤応答計算を適用し、各港3地点における地震時の動的地震動を推定した。解析の結果、日本で多く採用されているSMAC-B2型強震計換算で以下の最大地表加速度が得られた。

バルパライソ港：238～334ガル

サンアントニオ港：427～629ガル

ただしチリで使用されているSMA-1型強震計に相当する最大地表加速度は上記の値より30%程度増加する。

他方、この強震動時における液状化発生の可能性を判定した。これには日本の港湾施設の耐震性評価に適用されている現行手法を適用した。検討の結果、バルパライソ港では液状化が発生しないと判定されるが、サンアントニオ港では1番及び3番バースの裏埋土が430ガルの強震動で液状化するものと判定された。

(3) 被災原因

バルパライソ港の構造物に対する一連の被害は、地震発生時の強振動によって生じたことは明確である。また、長期的な波の影響、施設の老朽化及び長期的な地盤沈下等が地震による直接的被害を顕著化させたものと考えられる。

サンアントニオ港の甚大な被害は、バルパライソ港より強い強振動によって生じたものである。また、3番バースの被害は液状化の発生がその原因であると考えられる。5番バースの栈橋上部は被害が認められなかったが、その基礎杭は部分的に塑性領域の変形を生じたものと推定される。

表3 バルパライソ沿岸壁施設の地震被害と老朽度の程度

Description	Berth								
	1 to 3	4	5	6	7	8	9 and 10		
Damages by the earthquake	Copeline Deformation Seawards	Not remarkable: less than 10 cm	Slight 4 cm	170 cm Max.	74 cm Max.	Max. 20 cm	Max. 60 cm	Negligible	
	Horizontal Sliding of quaywall units	10-15cm Max. but 70cm at the connection with berth 4	70 cm Max.	Slight	Heavy sliding partly at the offshore end	Slight	Heavy sliding throughout	-	
	Rotation of quaywall seawards	Negligible	None	Remarkable	Negligible	1 - 2°	Negligible	-	
	Gap between quaywall elements	Observed but minimal	10 - 20 cm max.	Observed but minimal	Parts remarkable	30 cm at the end units	Remarkable	-	
	Scouring of Base Mound	None	None	None	Not clearly observed	Observed near the toe of the caisson	Not clearly observed	-	
	Settlement of Apron and back-of-port Area	less than 15cm but 30cm partly at Berth 4	Heavy 35 cm	Heavy 35 cm	20 cm	Heavy 40 cm	Heavy 30 cm	None	
	Settlement of Railing	Slight at Berths 1 and 2, but max. 10 cm at berth 3	10 cm Max.	Heavy	3 - 5 cm but 18 cm Max.	Heavy	Heavy 20 cm	None	
	Assessment of overall damages	I	III	III	II	III	III	0	
	Steel materials	-	Progressing	-	-	-	-	Severe in steel bars for beams	
	Concrete materials	Progressing	Progressing	Progressing	Progressing	Minimal	Progressing	Severe; dangerous	
Long term Settlement	None	None	None	60cm Max.	60 cm	60 cm Max.	None		

Legend: Assessment of overall damage

O: no damage

II: medium

IV: Great

I: slight

III: severe

-: not applicable

表4 サンアントニオ港岸壁施設の地震被害と老朽度の程度

Description	Berth No.							
	1 and 2	3	4	5	6 and 7			
Damages due to earthquake	Deformation of Copeline toward the harbour	Destroyed	70cm - 100cm	10 - 15 cm	Negligible		Likely to occur	
	Settlement of apron and back-of-port yard	Great	Severe	Slight	40cm at back-of-deck area		60cm at the rear end of deck	
	Settlement of railings	Great	Heavy	Slight	Nil		Negligible	
	Horizontal sliding and tilting of block seaward	Collapse	-	-	Slight		-	
	Gap between concrete blocks	Collapse	-	-	Nil		-	
	Assessment of Overall Damages	IV	III	I	II		IV	
	Steel Materials	-	Nil	Considerable	Nil		Severe; dangerous	
	Concrete Materials	-	Nil	Nil	Nil		Severe	
	Deterioration of Materials							

Legend: Assessment of overall damages
 O: Nil
 I: Slight
 II: Medium
 III: Severe
 IV: Great

4. 現況施設の評価

(1) 緊急復旧対策

被災した港湾施設に対する復旧対策は、港湾荷役の緊急な正常化を計るべきものである。また、その計画は、チリ国の経済状況を考慮し将来の拡張計画の枠の中で検討されるべきである。復旧を必要とする施設のうち、特に、バルパライソ港の9、10番バース及びサンアントニオ港の1、2、6、7番バースは将来の拡張計画を考慮し検討されねばならない。また、バルパライソ港の9、10番バースとサンアントニオ港6、7番バースは施設の老朽化が進んでおり、ただちにその使用を中止するのが望ましい。

(2) 使用制限

本調査で提案する緊急復旧対策は既存施設の耐震性を向上させることを意図するものではない。したがって、緊急復旧計画においては、港湾荷役の安全性確保のため種々の使用条件が必要とされる。これらの具体的措置は、チリ国政府がチリ国の国家経済方策を配慮し決定すべきである。

(3) 残存耐用年数

既存施設に期待される残存耐用年数は、将来の地震危険度、施設老朽度及びチリ国政府が決定する施設の許容破壊リスク水準に大きく関係する。

サンアントニオ港の3、5番バースを除いて、既存施設の残存耐用年数は、施設の老朽化の観点において多かれ少なかれ5～10年と推定される。このことは、かなりの規模の修復工事がその残存余命の期間内に再度必要とすることを意味する。

第4章 マスタープランの基本理念

1. マスタープランの基本原則

両港のマスタープランを作成するための基本原則は次のとおりである。

- ① 計画には港湾施設、運営システム及び管理システムの近代化を含む必要がある。関連する陸上輸送のインフラストラクチャと港に面する土地についても全体の開発計画の部分として開発する必要がある。
- ② 地域で必要となる海上輸送は2港で受け持つ必要があり、2港はお互い競争すべきではない。したがって、2港の施設は相互に補い、全体としていわゆる1つの広域港湾として計画する必要がある。
- ③ 少なくとも1つの耐震ターミナルを両港に用意する必要がある。
- ④ 港の歴史性と開発の歴史が計画の過程に反映する必要がある。
- ⑤ 両港は背後都市の開発に対応する必要がある。

2. マスタープランの基本理念

現状の分析と基本原則に従って、それぞれのマスタープランに対する基本理念を次のとおり提案する。

(1) バルバライン港

1) ベース・ポートの創設

- ① コンテナ貨物のベース・ポート
- ② 外貿貨物のベース・ポート
- ③ 内貿雑貨貨物のベース・ポート
- ④ 耐震ターミナル

2) 機能の分離

- 3) 埋立てによる拡張
- 4) 安全な港の実現
- 5) リクレーション・エリアの確保

(2) サンアントニオ港

1) ベースポートの創設

- ① バラ貨物のベースポート
- ② 多目的利用ターミナル
- ③ 耐震ターミナル

- 2) 機能の分離
- 3) 港の拡張
- 4) 安全な港の実現

第 5 章 需要予測

将来の取扱い貨物量の予測にあたっては、2つの方法を用いている。一つは、マクロ予測で全貨物量を予測する方法であり、他は、ミクロ予測で主な品目ごとに貨物量を予測する方法である。

マクロ推計にあたっては、まずチリ国全体の貨物量を過去の取扱い貨物量と、人口やGDPなどの社会経済指標と関連づけ、将来の推計経済指標をもちいて、将来の取扱い貨物量を予測する。この将来貨物推計値を、過去の両港の取扱い貨物量、国及び地方の社会経済指標を考慮して、両港に配分する。

ミクロ推計にあたっては、主な品目である果物、銅、小麦及び他の雑貨について推計している。品目別推計については、「マルチモーダルコリドールスタディ」において予測されているので、これをレビューし、取扱い貨物量を予測する。

ミクロ推計値とマクロ推計値を比較しても、ほとんど差が認められないため、目標年次の取扱い貨物量としては、マクロ推計値を採用する。各港の将来貨物量を、両港の機能分担を考慮して、表5に示す貨物量とする。

マスタープランの目標年である2010年における推計貨物量は、バルパライソ港で約4,840千トン、サンアントニオ港で約3,310千トンとなる。

表5 貨物推計値

(a) Port of Valparaiso

('000 tons)

Year			1990	1995	2000	2005	2010
Foreign Trade	Imports	General Cargo	465	442	454	500	528
		Container Cargo	1,006	1,393	1,639	1,805	1,997
		Sub-Total	1,471	1,835	2,093	2,305	2,525
	Exports	Fruits & Veg.	523	523	532	561	597
		Copper	225	225	210	210	210
		General Cargo	74	104	176	216	240
		Container Cargo	289	455	793	973	1,087
	Sub-Total	1,111	1,307	1,711	1,960	2,134	
	Total	2,582	3,142	3,804	4,265	4,659	
	Domestic			196	192	183	172
Grand Total			2,778	3,334	3,987	4,437	4,837

(b) Port of San Antonio

('000 tons)

Year			1990	1995	2000	2005	2010
Foreign Trade	Imports	Wheat	481	472	518	629	724
		General Cargo	661	655	716	787	882
		Container Cargo	178	246	289	318	352
		Sub-Total	1,320	1,373	1,523	1,734	1,958
	Exports	Fruits & Veg.	135	139	142	149	156
		Copper	644	723	480	480	480
		General Cargo	70	109	230	303	454
		Container Cargo	54	84	146	178	199
	Sub-Total	885	1,055	998	1,110	1,289	
	Total	2,223	2,428	2,521	2,844	3,247	
Domestic			73	77	67	63	66
Grand Total			2,296	2,505	2,588	2,907	3,313

第6章 港湾背後圏の将来交通体系

バルパライソ港とサンアントニオ港の背後圏における将来の望ましい交通体系を検討する際、現在抱えている問題だけではなく、将来の輸送手段別需要や将来の両港の果たすべき機能等にも配慮する必要がある。

このため、本調査では次の5点を背後圏将来交通体系計画の基本コンセプトとした。

- ① 各輸送手段の特性を考えた利用
- ② 現行交通システムのボトルネックの解消
- ③ 港の近代化への対応（特にコンテナ化対応）
〔内陸コンテナターミナルの設置〕
- ④ 港のDouble Back-up Systemへの対応
〔各港、サンチアゴへの道路による2ルートの確保〕
- ⑤ 民間活力の活用

将来の輸送手段別ルート別需要量については通常の四段階推定法によった。このうち、輸送機関分担は輸送時間と輸送コストによるLogit Modelにより行った。図3、図4はこうして得られた2010年の道路、鉄道の配分交通量を示している。

上述した基本コンセプト、輸送路の需給バランス等を踏まえ検討した結果、背後圏の望ましい将来交通ネットワークとしては図5に示すネットワークが適切と考えられる。表6はこの為に必要な施設整備も含めた将来の望ましい背後圏交通体系を構築していく上で必要となるプロジェクトを整備のプライオリティを含めて整理したものである。

整備のプライオリティは次の方針に従っている。

- ① 第1段階（1986年—1990年）
 - 既に工事中のプロジェクト
 - 緊急性を要するプロジェクト
 - 現時点における輸送力不足を解消するプロジェクト
- ② 第2段階（1991年—1995年）
 - 比較的長期の整備期間を要するプロジェクト
- ③ 第3段階（1996年—2010年）
 - コンテナ化の伸展に対応したプロジェクト

こうした将来の交通体系の中で民間セクターは次のような役割を担うのが適切と考えられる。

- ① 内陸コンテナターミナルゾーンの整備・運営管理
- ② 専用列車の貨車の保有と管理
- ③ 戸口から船までの全ての輸送と荷役
- ④ 鉄道施設の維持・修繕（国鉄の民間委託）
- ⑤ トラック業者の再編

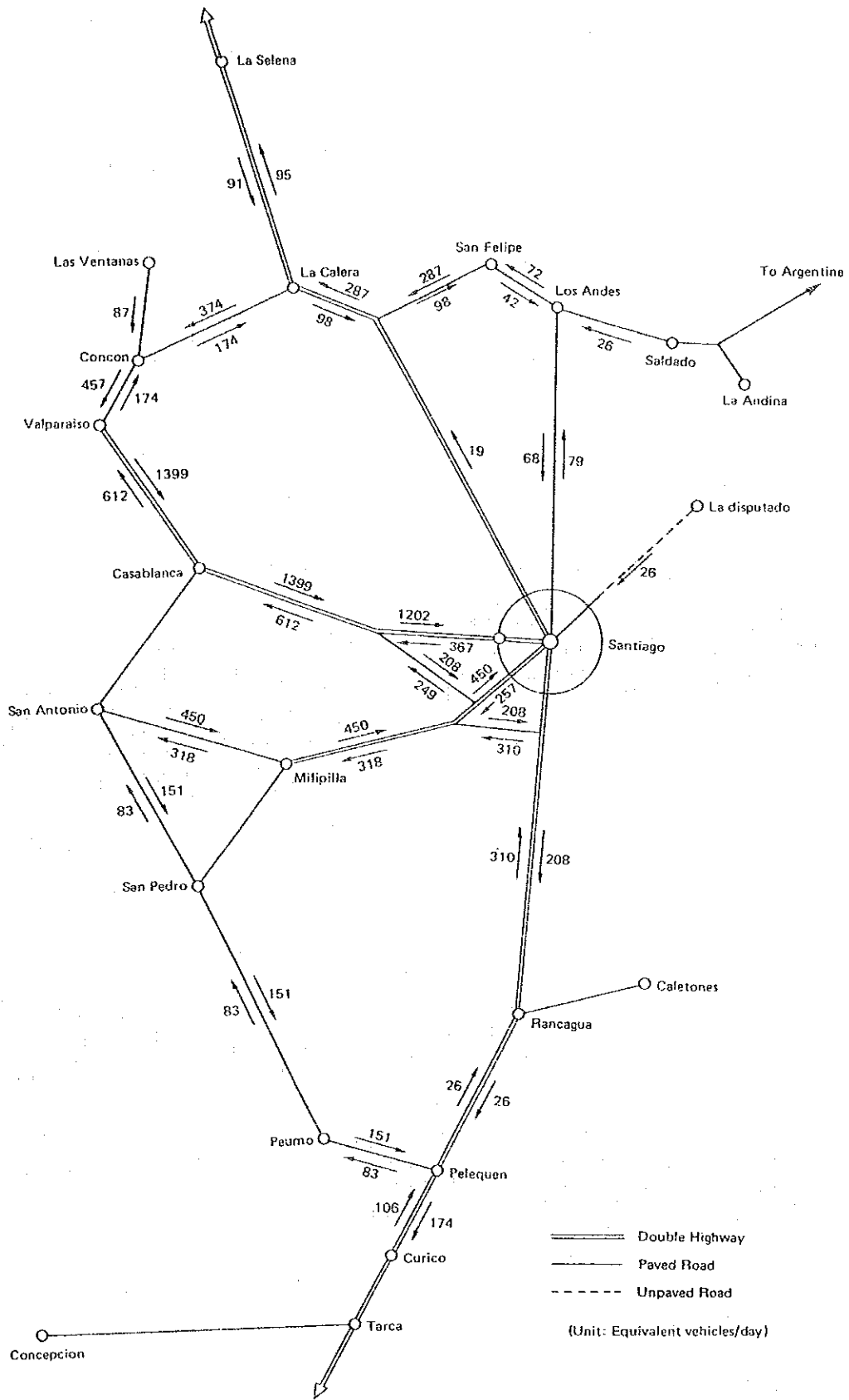


図3 港湾関連貨物の道路交通流動量(2010年)

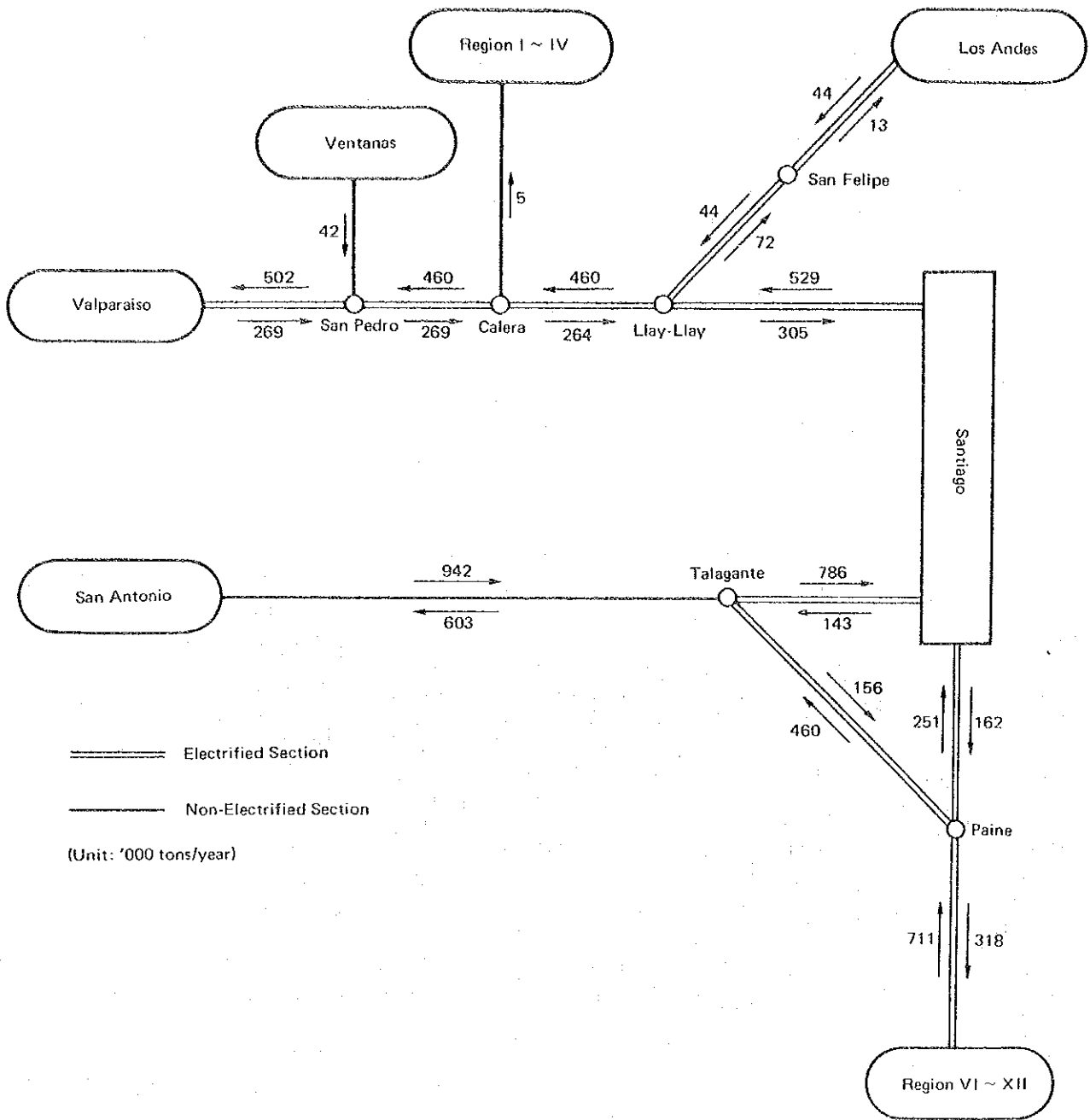


図4 港湾関連貨物の鉄道交通流動量(2010年)

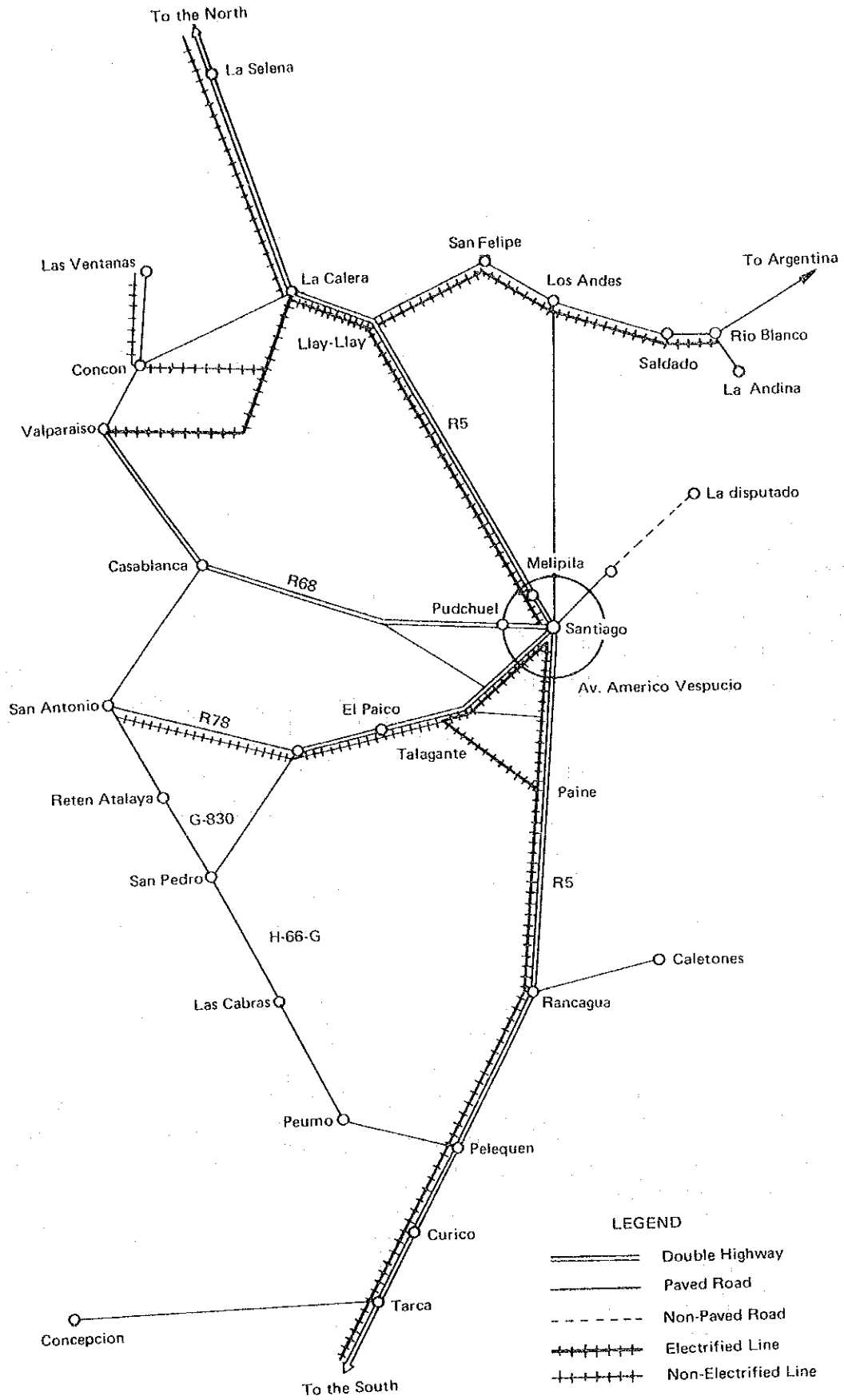


図5 港湾背後圏の望ましい交通ネットワーク

表6 港湾背後圏の将来交通体系整備プロジェクト一覧表

Item	Projects
Inter-regional Roads	<ul style="list-style-type: none"> - Double highway projects <ul style="list-style-type: none"> - Route 68 completion of the route throughout ① - Route 78 (El Paico - Melipilla) ② - Paving projects ② <ul style="list-style-type: none"> - Routes H-66-G and G-830 (Las Cabras - Reten Atalaya)
Access Roads	<ul style="list-style-type: none"> - Port access road projects ① <ul style="list-style-type: none"> - Valparaiso (Av. Argentina-Av. Erraquirif by under-pass) - San Antonio (New access to the east of city) - Inland container terminal access road projects (in Santiago) ③ <ul style="list-style-type: none"> - Av. Americo, Vespucio (Completion of route throughout)
Railways	<ul style="list-style-type: none"> - Improvement of carrying capacity projects ③ <ul style="list-style-type: none"> - Develop and introduce container wagons - Increase the maximum loaded weight per wagon - Unit train projects <ul style="list-style-type: none"> - The Valparaiso Line ③ <ul style="list-style-type: none"> - Container cargo unit train (Freight Liner) - The San Antonio Line ① <ul style="list-style-type: none"> - Wheat unit train (Freight Liner) - Copper unit train (Freight Liner)
Inland Terminal	<ul style="list-style-type: none"> - Inland container terminal zone ③ <ul style="list-style-type: none"> - Located at Renca, also functions as a customshouse.

(Note) ①: 1st stage ②: 2nd stage ③: 3rd stage

第7章 マスタープランの代替案

1. 両港間のコンテナバースの配分

現状の貿易パターン、貨物予測を基に、コンテナ以外の貨物は将来においても、現状と同じ貿易パターンをもつものと考えられる。従って、ここで考慮する代替案は、必要コンテナバースの配置に関する代替案であり、図6、7、8に示す。それぞれの代替案を以下に示す項目について評価する。

- ① 経済的な観点からの最小費用コスト
- ② 自然条件
- ③ 港湾関連施設・機能の整備状況
- ④ 船社の選好性

上記の項目についての分析の結果によると、各々の項目において、バルパライソ港の方が、サンアントニオ港より優れている。従って、バルパライソ港をコンテナのベースポートとし、サンアントニオ港は補完港として考えるのが望ましいと思われる。

2. マスタープランの規模

2010年に想定される貨物量を円滑に処理するためには、港湾荷役システムの合理化、既存施設の近代的ふ頭への転換を図るとともに、コンテナ輸送、船型の大型化等の輸送の質的变化に対応する新しい施設整備が必要である。

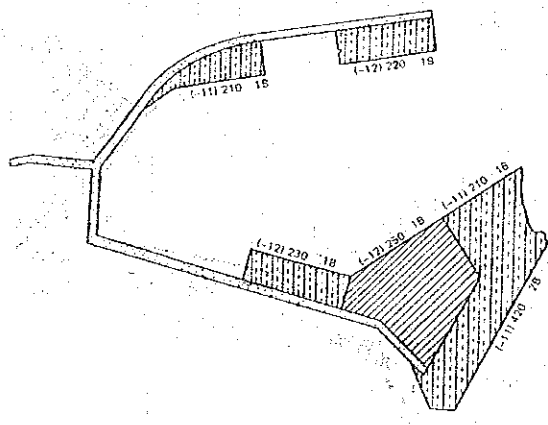
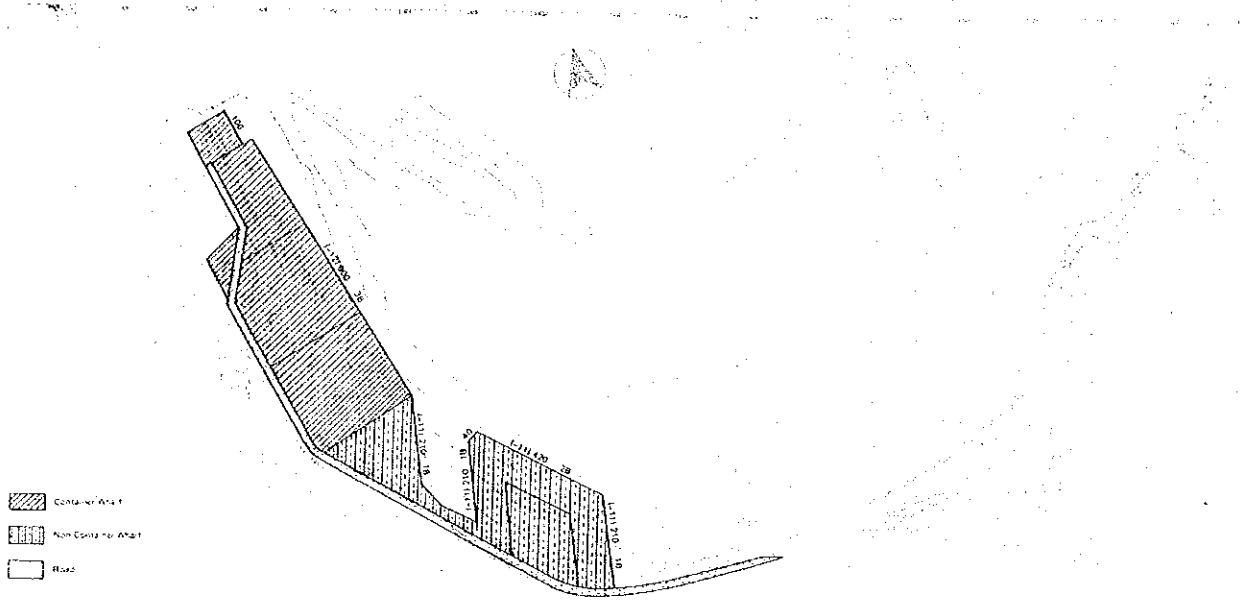


图6 代替案 1

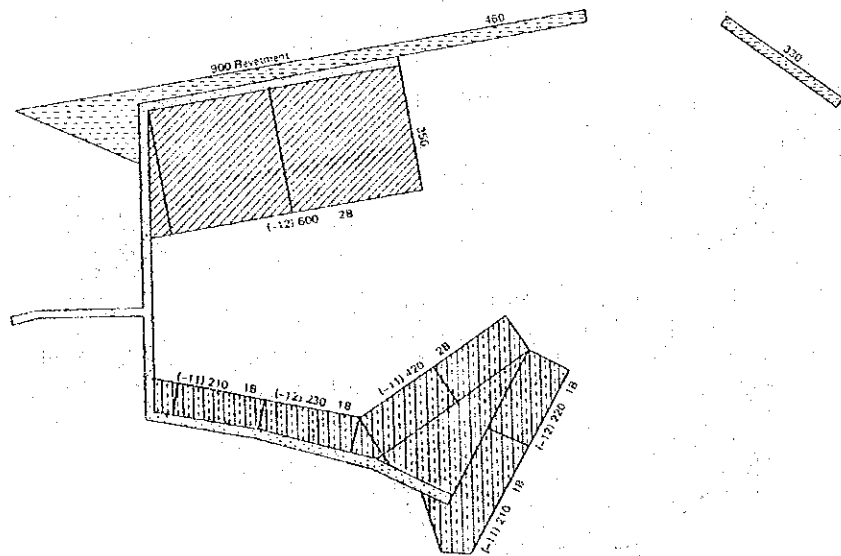
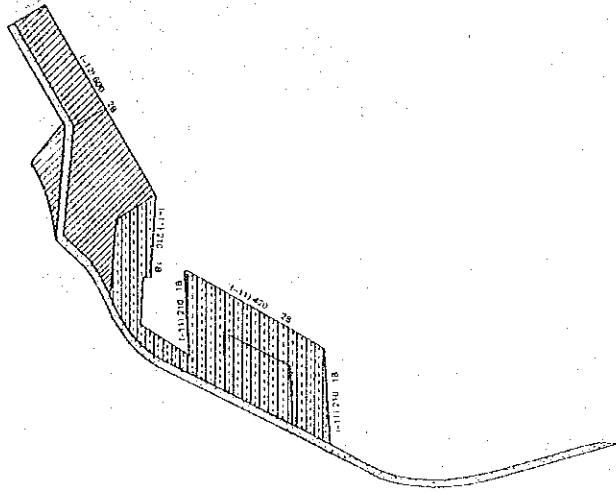


图7 代替案 2

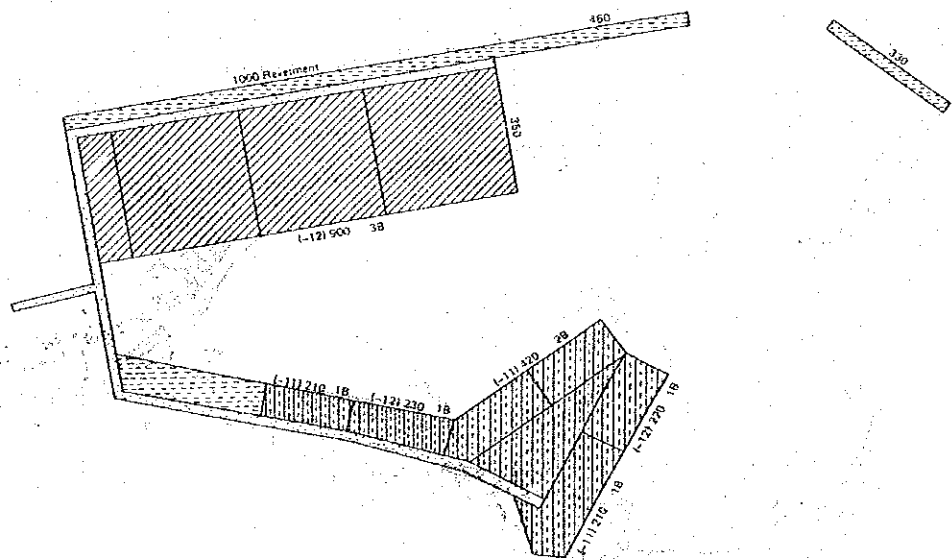
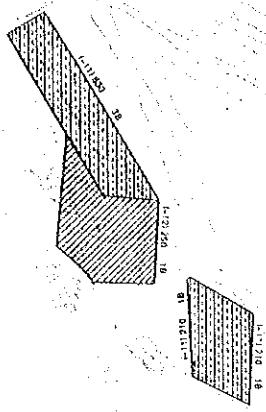


图8 代替案 3

(1) バルパライソ港

2010年におけるふ頭計画は次の通りである。

世界に就航しているコンテナ船の船型を考慮して、コンテナバースとしては延長300m、水深12mのバースを3バース提案する。雑貨バースとしては水深11mのバースを5バース提案する。

(2) サンアントニオ港

2010年におけるふ頭計画は次の通りである。

主にコンテナ貨物に対応した水深12mの多目的バースを提案する。雑貨貨物量の増加に対応して水深11mの雑貨バースを3バース提案する。穀物ふ頭については、船型の大型化に対応した水深12mのバースを1バース整備し、港の安全を考慮して、他のバースから離れた位置に水深12mの化学品ふ頭を1バース整備することを提案する。

表7に各港の整備計画を示す。

表7 マスタープランの規模（バルパライソ港及びサンアントニオ港）

Port	Type	Cargo Volume ('000 tons)	Number of Berths	Berth Length (m)	Water Depth (m)	Ship Size (DWT)
Valparaiso	General Cargo Berth	1,753	5	210	11	20,000
	Container Berth	3,084	3	300	12	30,000
	Total	4,837	8			
San Antonio	General Cargo Berth	1,684	4	210	11	20,000
	Multi-purpose Berth	551	1	250	12	30,000
	Grain Berth	724	1	230	12	40,000
	Chemical Berth	354	1	220	12	30,000
	Total	3,313	7			

3. マスタープランの代替案

港の計画をする場合、通常いくつかの代替案を用意し、さまざまな観点から代替案を比較し、最適計画を選択する。

ここでは各港それぞれに4つの代替案を提案する。これらの代替案を利便性、安全性、経済性、柔軟性、環境保全の観点から評価する。評価の結果(表8, 9)各々D案が最も問題が少なく、最適案とする。2010年のマスタープランをバルパライソ港は図9に、サンアントニオ港は図10に示す。

4. 耐震バース

両港の現状の港湾施設の耐震性は比較的低く、地震多発地帯に位置しているため、復旧計画の中で耐震性を考慮する必要がある。

耐震バースを整備する目的としては次の2つの考え方がある。

- ① 被災直後の生活維持のための緊急物資の輸送を確保する。
- ② 被災した港湾施設の復旧期間に背後圏の基本的な経済活動を確保する。

上記の2つの考え方によると、前者の分析においては、緊急物資を扱うために2バース必要となり、地震後の背後圏の経済活動を支えるためには5バース必要になると想定される。しかし、最終的な決定に先立ち、今後さらに詳細な検討が必要と思われる。

現在の港湾の配置及び提案した港湾整備にもとずくと耐震バースは、最大でもバルパライソ港で2バース、サンアントニオ港で2バースの整備が港湾整備を進めていく上で最も効率が良いと思われる。

結論として、バルパライソ港のG-1バース(現在のNo.8バース)、サンアントニオ港のG-3、G-4バース(現在のNo.6, 7バース)を耐震バースとして整備することが望ましい。

5. 段階計画

段階計画は以下の点に配慮し計画する。

- ① 貨物量の増大に対応した施設を供給する。
- ② 港湾建設工事による現状の港湾活動への影響を最小限とする。
- ③ 耐震バースを考慮する。
- ④ 建設投資の平準化を図る。

以上の原則にもとづいた各港の段階計画を図11, 12に示す。マスタープランは、3段階の整備で達成される。

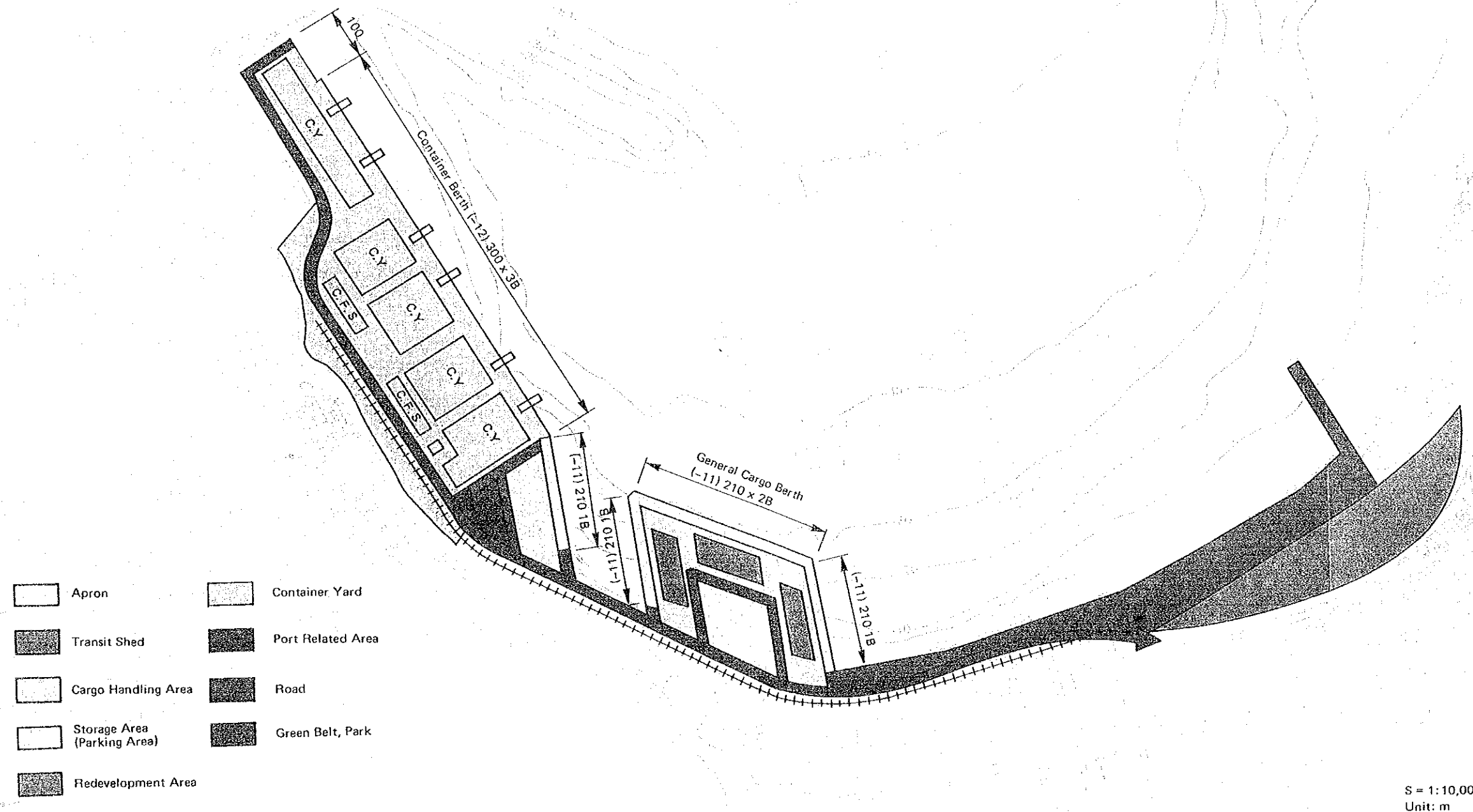


図9 バルパライソ港のマスタープラン(2010年)

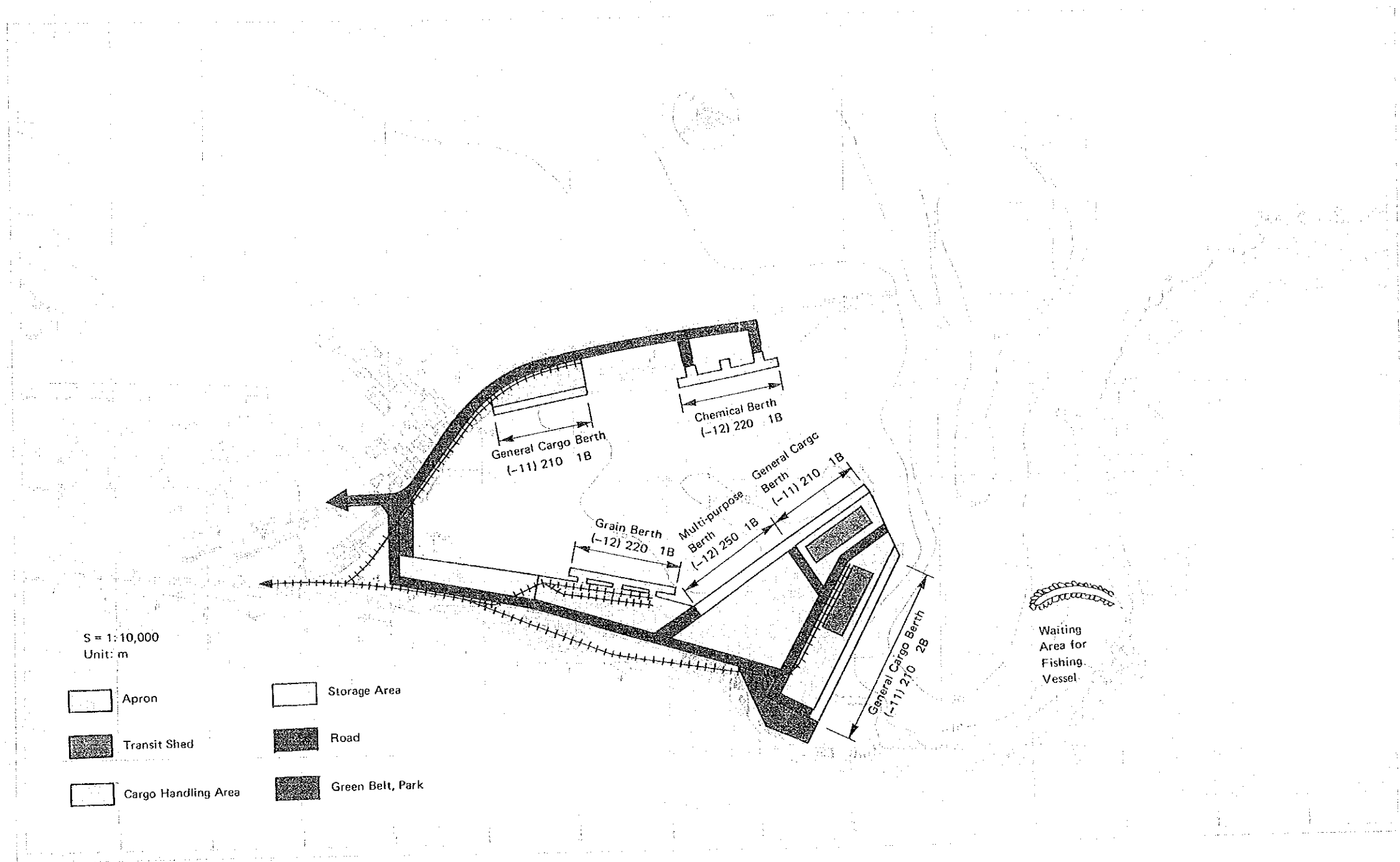


図10 サンアントニオ港のマスタープラン(2010年)

表 8 代替案の評価（バルパライソ港）

Criteria		Evaluation			
		Plan A	Plan B	Plan C	Plan D
Convenience	Maneuverability	○	◎	△	△
	Layout	○	◎	○	○
	Utilization of Facilities	○	○	◎	◎
Safety	Calmness	◎	○	◎	◎
	Emergency Measures	○	○	○	○
Economy	Total Construction Cost	△	△	○	◎
Flexibility	Adaptability	△	◎	△	△
	Room for Future Development	○	○	○	○
Environment	Impact on Social Environment	△	○	△	△
	Impact on Natural Environment	○	△	○	○

Note: ◎ Excellent ○ Good △ Some Problem

表 9 代替案の評価（サンアントニオ港）

Criteria		Evaluation			
		Plan A	Plan B	Plan C	Plan D
Convenience	Maneuverability	○	△	△	○
	Layout	◎	○	△	◎
	Utilization of Facilities	◎	○	○	○
Safety	Calmness	◎	△	△	◎
	Emergency Measures	○	○	○	○
Economy	Total Construction Cost	○	○	△	◎
Flexibility	Adaptability	○	○	○	○
	Room for Future Development	○	◎	○	○
Environment	Impact on Social Environment	○	○	△	○
	Impact on Natural Environment	○	○	○	○

Note: ◎ Excellent ○ Good △ Some Problem

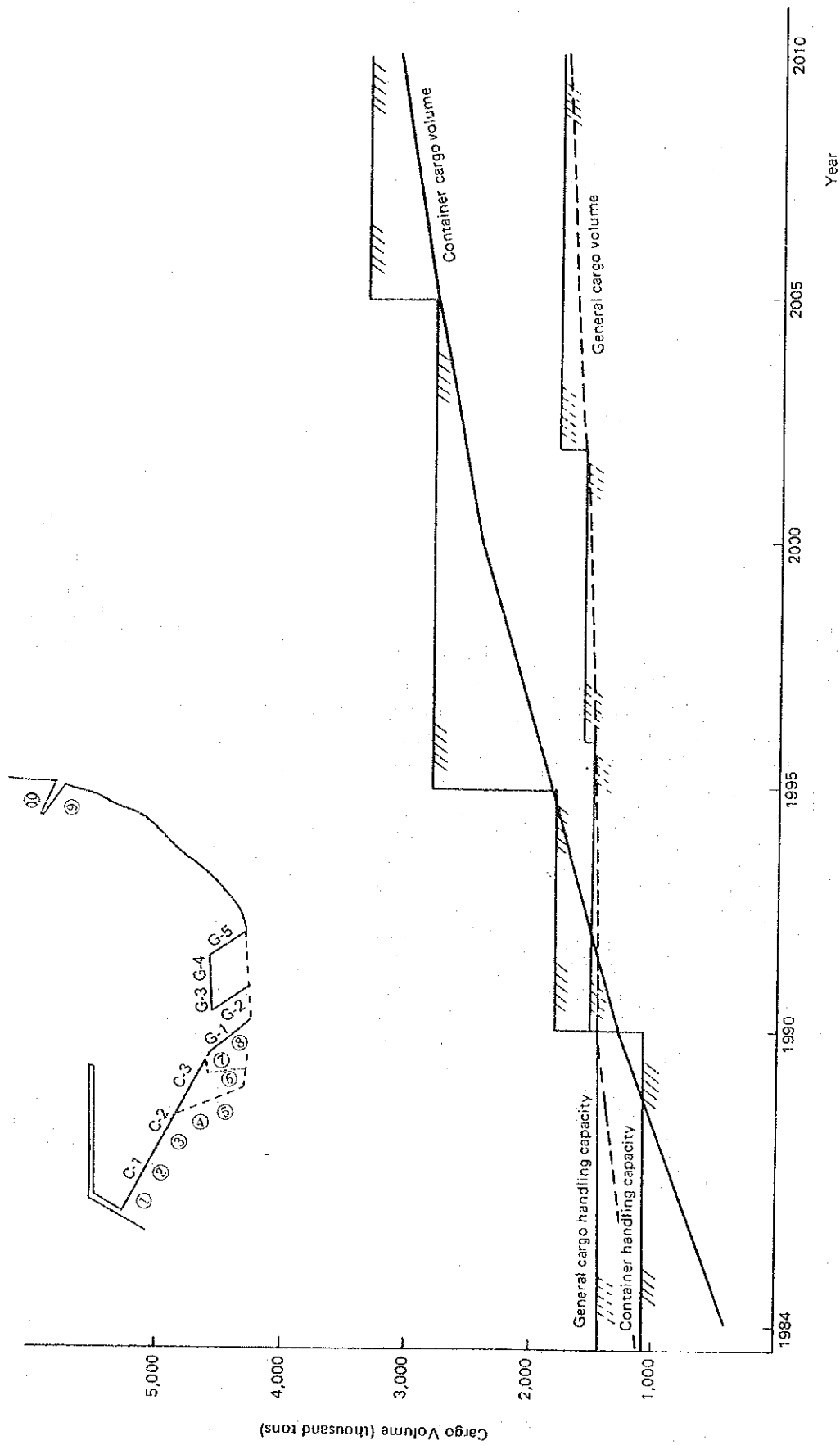


図 11 ハルバライソ港のマスタープランの段階計画

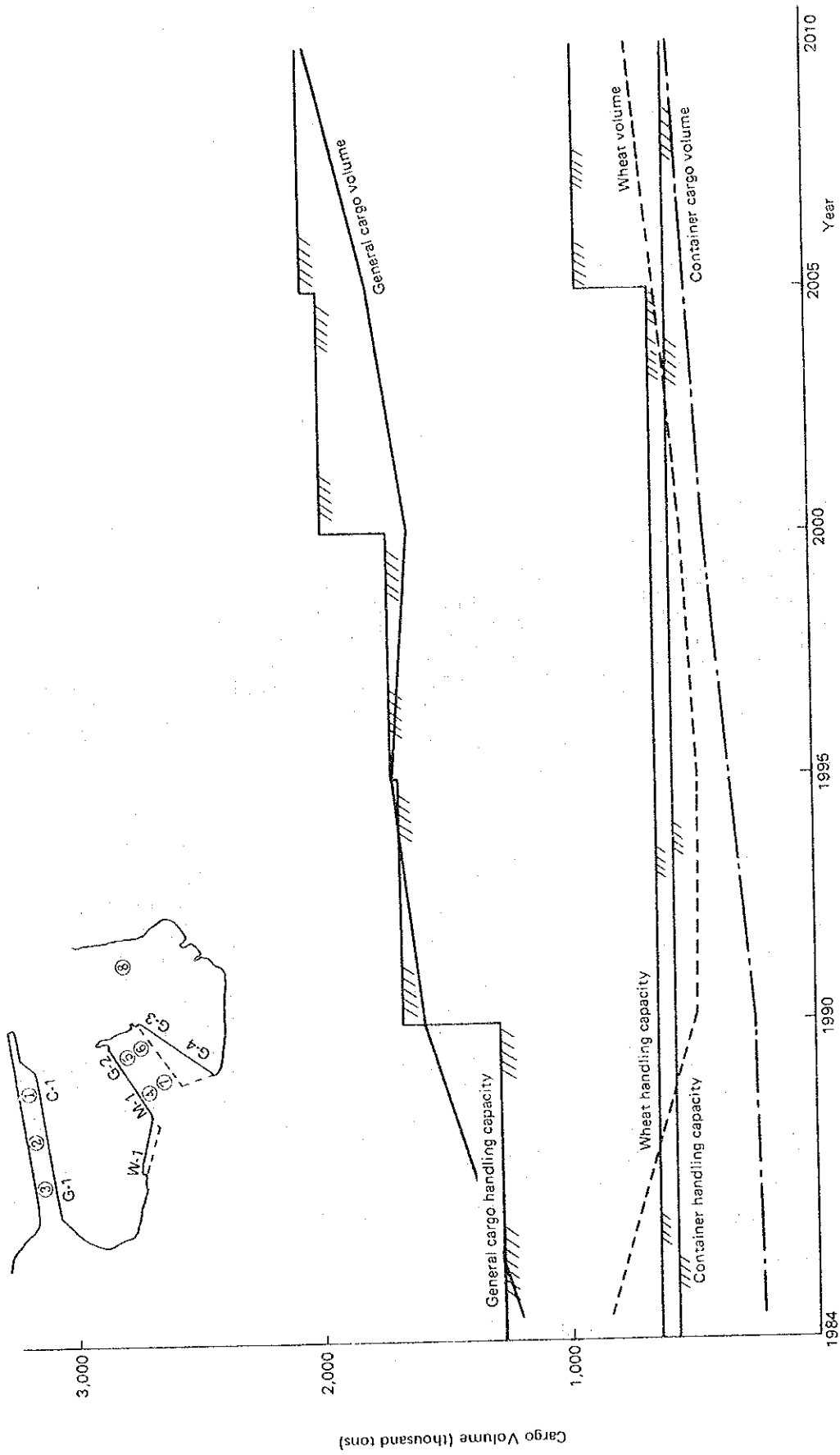


図 12 サンアントニオ港のマスタープランの段階計画

第8章 マスタープランの施設設計及び施工

1. 概 説

バルパライソ及びサンアントニオの両港は防波堤によって外海の波浪から遮蔽されており、港内水域は静穏である。両港は将来の拡張計画において多少の浚渫工事を必要とするが、利用船舶の大型化に対して十分な水深を有している。

しかしながら、バルパライソの港内水域は急深な海底地形であり、港湾施設の沖への拡張は相当な投資が必要となる。さらに、バルパライソ港においては、既設港湾区域の西側に拡張する場合、北又は北西からの波浪の影響が強まるので留意する必要がある。

既存港湾区域内の水際線及び拡張が予定される区域の土質条件は技術的に問題がない。バルパライソ港及びサンアントニオ港の両港を十分な水深を有する近代的港湾に改良することは技術的かつ経済的にみて可能である。

2. 地震危険度と構造物の耐震性

(1) 地震危険度

地震危険度は将来建設する構造物が具備すべき適切な耐震性の水準を決定する重要な要因である。本調査では、両港の地震危険度をチリ中央部で発生した過去の地震の統計資料にもとずいて推定した。

検討の結果、チリ中央部に発生する巨大地震（マグニチュード8.0以上）の発生期待確率は、1990年時点で約60%、2010年から2030年の期間においては約70%となった。地震危険度として最大地盤加速度期待値(α)と再現期間(T_R)の関係としてみると、その線形回帰式は、

$$\text{バルパライソ港} : \log T_R = -2.217 + 1.605 \log \alpha$$

$$\text{サンアントニオ港} : \log T_R = -2.270 + 1.715 \log \alpha$$

となった。

(2) 構造物の耐震性

将来の拡張計画では、必要とされる港湾施設の設計に、複数の耐震性のレベルを設定することは経済的にみて適当である。すなわち、耐震ベースは将来予期される最大級の地震に対して、最小限の荷役能力を確保するものであり、他方、通常ベースは小規模地震に対処するものである。この方策は、経済的観点において、両港に対する投資額と荷役能力との適切なバランスを計るものである。

日本の現行設計法にもとづく、設計震度として通常ベースは0.20、耐震ベースは0.25が適切である。しかしながら、日本における耐震ベースは、巨大地震の発生が過去の地震統計上、かつ

地盤の歪蓄積等の地震発生の前兆現象によって極めて高いものと判断される場合に地震対策の一環として実施されるものである。したがって、耐震バースの整備の必要性はチリ国政府の判断にゆだねるべきと考える。

3. 設 計

岸壁施設の設計は、構造形式及び材料の比較検討から最も適当と判断される岸壁構造を選定した。次表にそれを示す。

表 10 各岸壁施設の採用構造案

Port	Berth	Type of Construction	Remarks
Valparaiso	C-1/C-2	Open piled construction in combination with steel walled cells	Container berth
	C-3	Precast concrete caissons	ditto
	G-1	ditto	high seismic resistance berth
	G-2 to G-5	ditto	
San Antonio	Chemical Berth	Steel walled cells as an island wharf with approach bridges	
	G-1	Open piled construction with existing sheet piled retaining walls	
	Grain Berth	Open piled construction as an island wharf with approach bridges	
	M-1/G-2	Open piled construction	high seismic resistance berth
	G-3/G-4	Open piled construction in combination with steel sheet piled walls	

4. プロジェクトの概算工費

プロジェクトの全体工費は1985年換算で次表のとおりである。

表11 概算工事費

(in billion pesos = \$1,000,000,000)

Port	Local Currency	Foreign Currency	Total Cost	Remarks
Valparaiso	24.1	25.9	50.0	3 container berths. 5 general cargo berths
San Antonio	9.3	11.4	20.7	1 multi-purpose berth 4 general cargo berths 1 chemical berth 1 grain berth
Project Cost	33.4	37.3	70.7	

為替レートは次のとおりとした。

1 US \$ = 180 peso = 200 円

この工費には岸壁建設に係わる土木工事とコンテナークレーンの購入が含まれている。また、積算には建設工事に付随する30%の間接工事費、15%の予備費及び5%の技術経費を含めた。

5. 実施工程

本プロジェクトは、将来の取扱貨物量の増加に対応して3期に分割して実施する。耐震ベースは、一般雑貨ベースのうちバルパライソ港ではG-1、サンアントニオ港ではG-3及びG-4である。これらの耐震ベースは第1期工事に建設するものとした。計画工程の勧告案は次表のとおりである。

表12 全体工程計画

Port/Berth	86	88	1990	92	94	96	98	2000	02	04	06	08	2010
Valparaiso	①	1st phase			①	2nd phase			①	3rd phase			①
Container (C-1)		—											
ditto (C-2)			—										
ditto (C-3)										—			
General cargo (G-1)		—											
ditto (G-2)					—								
ditto (G-3)						—							
ditto (G-4)								—					
ditto (G-5)								—					
Improvement of Baron Pier	—												
San Antonio	①	1st phase			①	2nd phase			①	3rd phase			①
Multi purpose (M-1)									—				
General cargo (G-1)		—						—					
ditto (G-2)									—				
ditto (G-3)		—											
ditto (G-4)			—										
Chemical (Ch-1)						—							
Grain (W-1)							—						

第9章 緊急復旧計画

1. 緊急復旧計画

緊急復旧計画は地震による被災程度にもとづくべきである。また、将来の港湾拡張計画をそこなうことなく実施されるべきである。現在、世銀融資でチリ国政府が実施中の応急措置は、本調査提案の緊急復旧計画と将来計画との整合性を計り実施されるべきである。

2. 緊急復旧対策

バルパライソ港の1, 2, 8, 9, 10番バース及びサンアントニオ港1, 2, 3, 6, 7番バースに対する復旧対策は、両港の将来計画の枠の中で、効率的に実施されるべきである。

本調査提案の緊急対策は、今後実施される調査ならびに詳細設計で最終決定されねばならない。これらの調査において、実施最終図面が作成されるものとする。また、ここで提案する緊急復旧対策は既存施設の耐震性を向上させるものではなく、また永久的な使用を可能にするものでもない。

本調査の勧告対策案を次表に示す。復旧対策に要する工費は1985年換算で約3.5億チリペソである。

表 13 バルパライソンの緊急復旧計画

Damages or Structural Problems	Restoration Measures	Berth														
		1, 2	3	4	5	6	7	8	9, 10							
Copeline Deformation	Providing Docking Fenders	x	x													
	Structural Modification															
	Providing Docking Fenders															
Sliding or Rotation of quaywall elements	Reinstalling of blocks															
	Breaking bulged portions															
	Pouring concrete															
Gap between quaywall elements	Filling with bagged concrete															
	Filling with cement paste and with clay															
	Filling with stones															
	Replacing materials															
Deterioration or Aging of concrete elements	Packing the gaps															
	Reforming															
Base Mound	Overlaying with Asphalt															
	Repaving															
	Filling and Compacting															
Railway Track Deformation	Resetting the rails															
	Resetting the rails															
Crane Track Deformation	Resetting the rails															
	Resetting the rails															
		Subject to Master Plan					Rehabilitation measure					Subject to Master Plan				

x : no problem or minor

- : no measures

o : measures to be provided

表 14 サンアントニオ港の緊急復旧計画

Damages, Problems	Measures	Berth							Remarks
		1	2	3	4	5	6, 7		
Bulging of Copeline	◦ Provide Docking Fenders	Subject to Master Plan	Subject to Master Plan	Subject to Master Plan	x	x		Berths 1, 2 are completely collapsed.	
	◦ Structural Modification								
	◦ Reinstallation of blocks								
	◦ Provide Docking Fenders								
Deformation of quaywall elements	◦ Breaking the bulged portions								
	◦ Structural Modification								
	◦ Structural Modification								
Deterioration of Steel Sheet piles and H-piles	◦ Structural Modification					x			
	◦ Repair of the deteriorated portions by welding steel					x			
	Fill by bagged concrete					x			
Corrosion of Steel Materials	◦ Overall Rehabilitation					x			
	◦ Corrosion Protection					x			
Concrete Aging	◦ Replacing all materials								
	◦ Replacing deteriorated portions								
Settlement or Cracks in Pavement	◦ Repavement (Concrete)							yard only	
	◦ Overlay (Asphalt)								
	◦ Filling and Compaction of paving base								

x : no problems or minor

- : no measures

o : measures to be provided

第 10 章 耐震港湾整備計画

1. 耐震港湾整備計画の概要

バルパライソ港に関する耐震港湾整備計画は、1992年を目標年次とするマスタープランの第1段階の開発計画である。このプランの策定に当っては次の事項を十分に考慮する必要がある。

- ① 第1段階計画は、マスタープランを実現するための段階計画である。
- ② 提案する第1段階の港湾施設は目標年次である1992年における貨物量を取り扱うに十分な能力を持つべきである。
- ③ 現状施設の耐震性及び老朽度に配慮してその有効利用を図る。
- ④ 投資額をできる限り少なくする。

以上の検討の結果、提案する第1段階計画を図13に示す。

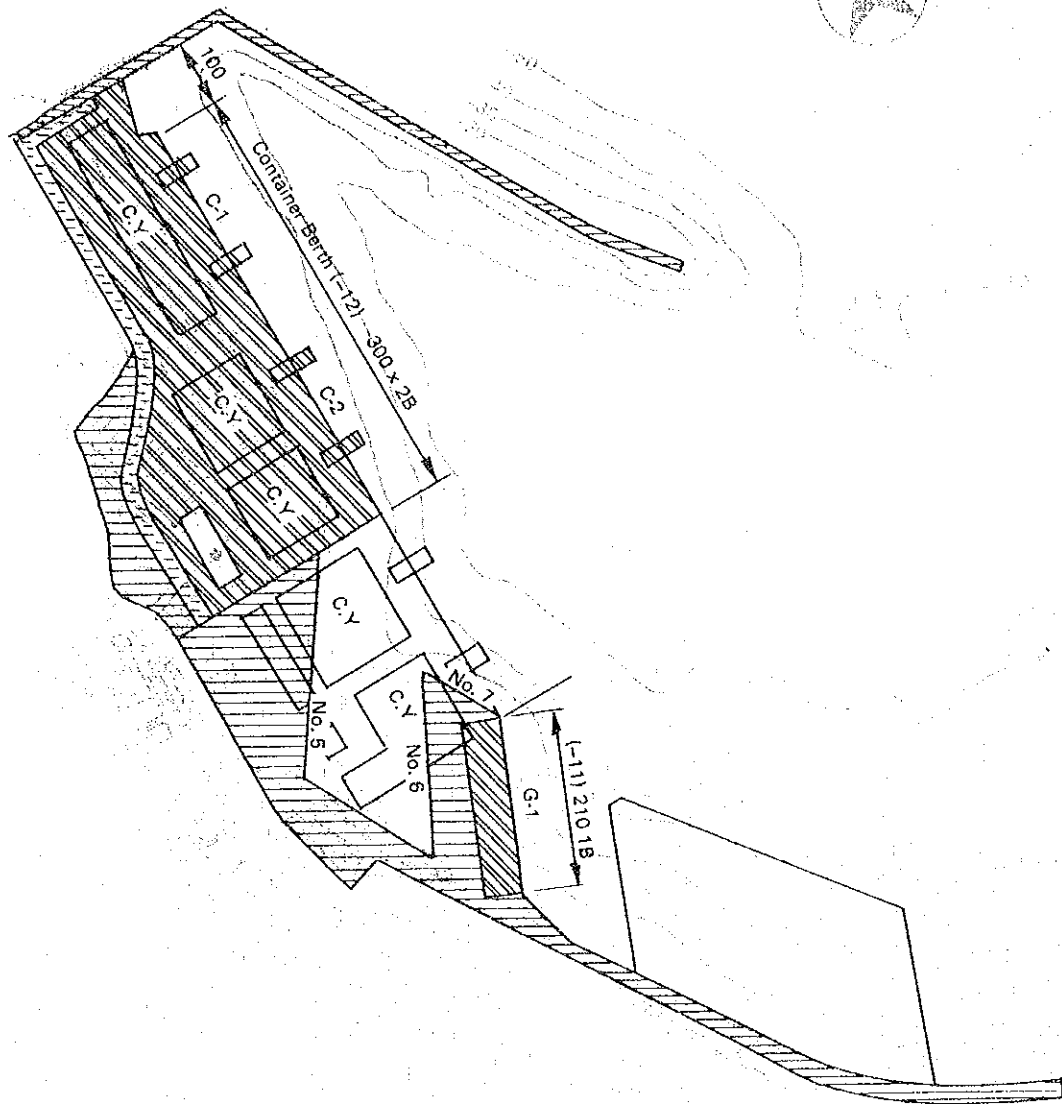


図 13 第 1 段階 計画

2. 基本設計

バルパライソ港の第1期将来計画に含まれる岸壁施設に関して、現場条件に最適なその構造案を選定するため、種々の構造形式と工事材料を比較検討した。代替構造案として3案をとりあげ、土質条件に対する適合性及び構造物の耐震性等より最も適当と判断される1案を選定した。

3. 工 費

バルパライソ港の第1期工事には、600m延長のコンテナース(C-1及びC-2)及び210m延長の一般雑貨ース(G-1)が提案されている。その建設工費には141億チリペソが見込まれる。この工費には岸壁工事に付随する土木工事費とコンテナークレーンの購入費が含まれる。また、間接工事費として30%、15%の予備費及び5%の技術経費が含まれる。

4. 実施工程

実施工程の勧告案は、港湾需要貨物量に対応して、1987年1月より1992年12月に至る6ヶ年である。必要とするコンサルティング業務は1987年1月着手とした。

建設業者の選定は、通常の入札手続きにもとづくことを勧告する。実施工程案は次表のとおりである。

表15 バルパライソ港第1期工事の工程

Item	year	1987	1988	1989	1990	1991	1992
	month						
Engineering Study							
Tender Evaluation		-					
Award							
Construction C-1							
C-2							
G-1							

第 11 章 管 理 ・ 運 営

1. 現状の管理・運営

現在、次の組織、機関が港の管理運営に関係している。

- ① 運輸通信省
港湾政策としての港湾活動の方針決定、調整及び統制
- ② チリ港湾公社 (EMPORCHI)
港湾の管理・運営
- ③ 公共事業省
国又は国の出資による港湾施設の建設
- ④ 国防省海軍 (DIRECTEMAR)
海上交通の安全及び海域の管理
- ⑤ 国家企画庁
国家社会経済開発に関するアドバイザー

また、港湾の荷役作業とパイロットージは1日24時間で、両港における貨物荷役は3シフトで行われている。貨物の荷役は、大部分民間業者によって行われている。

表16に1時間、1ギャング当りの平均貨物取扱量を示す。

表 16 時間、ギャング当りの平均貨物取扱量

Type of Cargo	Actual	Future
General Cargo	13 - 15 t	20 t
Container	12 - 15 boxes	25 boxes
Wheat	90 t	90 t
Fruit	30 t	30 t
Copper	90 t	90 t

2. 提 言

(1) 管理・運営に関する提言

現地調査及びデーターの分析により港における現状の問題点等の分析を通して、将来における港湾管理運営に関する次の改善策を提言する。

1) 港湾管理の形態

港湾管理の形態として、将来、民営化への移行の可能性はあるかもしれないが、主要な国

営港は、現在のEMPORCHIのような国の港湾公社（法律290号に基づくEMPORCHIでない）によって管理されることが望ましい。

2) 港湾運営の形態

荷役作業は、現在のように港湾管理者の全体的な監督と統制のもとに、別の商業的な組織の手、即ち民間に任せることが望ましい。

3) 管理範囲

国家の安全上から、海軍が海上区域を管理することは必要かもしれないが、しかし、もし可能ならばEMPORCHIにも海上区域の管理権を与えるべきである。

4) 統計の重要性

正確な港湾統計は、港湾の運営上及び港湾計画の作成等の見地から重要であり、船舶の交通量、貨物取扱量といった港湾統計は特に重要である。

5) 港湾活動に関係する組織、関係者との連携の強化は必要であり、利用者等のニーズを適確に把握し、港湾の発展に役立てるべきである。

6) メンテナンス業務

常に荷役機器が良好な状態に保たれるように、修理技術者の確保・養成、部品在庫の整備補充等が必要である。

7) 日本の港湾において行われている港湾管理に関するコンピュータシステムの紹介

(2) オペレーション・システム

1) コンテナ貨物の運営

(i) 運営形態

コンテナターミナルの運営形態としては、公共ターミナル方式が望ましいだろう。いづれにしてもコンテナターミナルの運営形態を定めるに当たっては、管理者はターミナルの利用者（船社等）と入念な協議が必要である。

(ii) コンテナターミナルのオペレーション

比較的L.C.Lコンテナや空コンテナが多く、そして土地の広さと蔵置容量及びコンテナ貨物量やターミナルの地理的条件、配船条件等を考慮すれば、機械の安定度のあるトランスファークレーン方式が望ましい。

(iii) コンテナターミナルの建設及び荷役機器

EMPORCHIは、港湾運営上必要最小限の整備、即ち土木工事の整備を行い、利用者側が必要な荷役機器の整備を行う。

将来の荷役機器の概略を次表に示す。

表 17 1バース当りのコンテナ貨物の荷役機器

Equipment	Capacity	Number of Machines
Gantry Cranes	30.5 t	2
Transfer Cranes	30.5 t	5
Container Chassis	20', 40'	12 ~ 18
Trailer Head		6

2) フルーツ貨物の運営

現在、フルーツ貨物は、トラックによる直積方式で行われ、上屋の緩衝機能を活用していない。このため上屋整備の必要が考えられる。この冷蔵上屋整備費が、果物の輸送コストにどの程度影響を及ぼすか、冷蔵上屋の保管料について概略の見積を行った。この結果、保管料は、3,450ペソ/トンと算出され、これが輸送コストに影響するだろう。

しかしながら、冷蔵上屋の建設は荷役効率の向上・アクセス道路における交通混雑の緩和等、多くの便益もあるので、関係利用者と協議を行うとともに国民経済的観点から分析を行い、この上屋建設について検討することを提言する。

第12章 経済分析

1. 最適代替案の選定

経済分析の第一番目では、第7章で設定された3つの代替案の中から最小費用法を用いて最適案の選定を行った。この3つの代替案は、バルパライソ港及びサンアントニオ港の両港に建設されるコンテナバースの数が異なっている。それぞれの代替案での2010年に於けるコンテナバース数及び両港を経由するコンテナ貨物需要は次の通りである。非コンテナ貨物のバース数と需要はどの代替案も同一である。

表18 コンテナ貨物量とバース数

ケース	項目	バルパライソ港	サンアントニオ港	合計
代替案1	コンテナバース数	3	1	4
	貨物需要量(1,000トン)	3,084	551	3,635
代替案2	コンテナバース数	2	2	4
	貨物需要量(1,000トン)	1,818	1,818	3,636
代替案3	コンテナバース数	1	3	4
	貨物需要量(1,000トル)	551	3,084	3,635

各代替案に係わる総費用を算出するに当っては、港湾に係わる費用の他に内陸輸送に係わる費用も考慮に入れた。港湾に係わる費用としては、建設費、滞船費用、貨物取扱い費用及び維持管理費の4つを考えた。

総費用の経済価格を算出する為、市場価格をベースに種々の調整が行われている。まず、各代替案を実施する場合に予想される全ての費用を2010年迄1年毎に見積り、次に年12%の割引率を用いて、それぞれの代替案について、現在価値による総費用を算出した。各代替案の現在価値による総費用は次の通り。

表19 各代替案に於ける総費用

(単位:百万ペソ)

ケース	バルパライソ港	サンアントニオ港	合計
代替案1	124,423	100,464	224,887
代替案2	99,996	136,703	236,699
代替案3	72,552	167,308	239,860

3つの代替案の中では代替案1が最小となり、この中では最も経済的に望ましいと判断される。

2. 耐震バース数の検討

経済分析の2番目では、一時期に建設される耐震バース数の検討を行った。両港の既存敷地内に新しいバースを建設した場合には、建設費の他に建設期間中に代替港へ貨物を回送する為の費用の発生が予想される。さらに新しいバースが完成した時点でマグニチュード8の地震が発生すれば耐震バースの数によって、代替港へ迂回する貨物量が異なったり、代替港の貨物受入れ能力次第では一時貿易を停止せざるを得なくなることもある。従って耐震バースの数によって地震が発生した場合に被むる損失の額も異なってくる。経済的観点からの直ちに建設されるべき望ましい耐震バース数は、これらの費用と損失が最小となる場合のものである。

6つのケースについて分析が行われた。ケース1ではコンテナ貨物用に1つ、又非コンテナ貨物用に1つ計2つの耐震バースを建設することを想定し、ケース2からケース6についてはそれぞれ、非コンテナ貨物用の耐震バースを順に1つずつ増やした場合を想定した。

代替港に貨物が移送される場合には、内陸輸送費は1トン当たりUS\$ 15.00が追加で必要になると想定した。

地震が発生し代替港でも取扱いが出来なくなる貨物の損失については、その貨物の価格に産業運関表から得られる、その貨物の該当する産業部門の付加価値率を乗じたものを用いた。

6つのケースについての建設費と、それ以外の費用（追加内陸輸送費と貿易停止損失の合計）は次の通り。

表20 耐震バース数と費用

(単位：百万ペソ)

ケース	1	2	3	4	5	6
建設費	11,700	15,900	20,100	24,300	28,500	32,700
その他費用	85,262	58,017	35,873	24,032	23,763	21,222
合計	96,962	73,917	55,973	48,332	52,263	53,922

コンテナ貨物用に1つ及び非コンテナ貨物用に4つの計5つの耐震バースを建設するケース4が合計で最小の値を示しており、経済的観点からは5つの耐震バースを建設するのが望ましいと判断される。

3. 地震の発生確率を考慮に入れたマスタープランの評価

経済分析の第3番目では、マスタープランに基づき、港湾の建設を実施する場合(WITHケース)とそうしない場合(WITHOUTのケース)を比較の対象とする、いわゆる費用便益分析の手法を用いてマスタープランの評価を行った。評価基準としては内部収益率を採用した。

便益の計測に当っては地震の発生確率を考慮に入れた。地震が発生した場合の期待損失額は、代替港への貨物移送に伴う損失額と貿易停止に伴う損失額の合計で認識することとした。マスタ

ープランを実施することによって得られる便益は、WITHケースとWITHOUTケースに於ける期待損失額の差額である。

WITHケースの費用についてはマスタープランで示されたものを用い、WITHOUTケースについては港湾施設を現状のままにしておくものであり、特に費用は計上していない。

この分析の結果、マスタープランの内部収益率としては、23.4%が得られた。マスタープランの実施は十分正当化されると考えられる。

尚、本分析で用いた前提条件が変更になった場合に、マスタープランがどのような影響を受けるかを調べる為、次のように3つのケースについて感度分析を行った。

前提条件の変更	内部収益率
建設費の20%増加	21.9%
貨物需要量の20%減少	21.0%
貿易停止損失額の20%減少	21.2%

これら3つのケースの内部収益率はいずれも前述のベースケースの内部収益率よりいく分低くなっているが、依然チリの資本の機会費用よりも高くなっている。従って、これら前提条件の変更によって、マスタープランの実施は悪影響を受けるとは判断されない。

4. 地震の発生を前提としない場合のマスタープランの評価

経済分析の最後では、チリ国のカウンターパートの要請に答え、地震の発生を前提としない場合のマスタープランの評価を行った。ここでも前述の地震の発生確率を考慮に入れた場合の評価と同様、費用便益分析の手法を用い、評価基準として内部収益率を採用した。

費用項目としては、建設費、維持管理費、貨物取扱い費用を考えた。マスタープランには、ベースの耐震性を $K_h = 0.25$ にする費用が含まれているが、WITHの場合の建設費については、全てのベースの耐震性は $K_h = 0.20$ と想定し、ベースの耐震性を $K_h = 0.20$ から $K_h = 0.25$ に引き上げる為の費用は除外されている。

便益項目としては、滞船費用削減便益、内陸輸送費削減便益及び貿易停止損失回避便益を考えた。

この分析の結果、内部収益率は10.9%が得られているが、これは国家企画庁の公表している投資の割引率12%を考慮に入れれば、チリ国の資本の機会費用より、やや低いと思われる。しかしながら、本分析では考慮に入れていないが、両港は地震の多発地帯に属しており、もし地震が発生すれば被害を受ける可能性があることを考慮に入れれば、本マスタープランの実施は十分検討に値するものと思われる。

1. 経済変動に対応した港湾計画の見直し

提案した両港の港湾計画は、背後圏の今日までの発展過程の調査に基づき、将来の各種の動向を想定して作成したものである。しかし、背後圏の経済活動は変動しやすく、両港の活動を含むチリ経済は世界経済によっても影響される。

従って、今後とも経済動向を把握し、必要に応じて計画を見直すなどの措置を講ずることが必要である。

2. 早期実施の必要性

両港におけるコンテナ化の伸びは今後とも著るしいこと及び巨大地震の危険性が今後も続くことが想定される。

また、両港における施設の老朽化、陳腐化は著るしく、耐震性が低いことが現地調査によってわかった。従って、施設の近代化及びより高い耐震性を具備した施設の早急な建設が必要である。

3. 工事中の調整

両港の短期整備計画(Restoration and Improvement Plans)の実施は、制約の多い港内での建設工事である。

従って、建設工事が日常の港湾活動を阻害しないよう建設工事と港湾運営の調整を十分図る必要がある。

4. 主要施設の構造形式の見直し

予備的構造設計の目的は建設費用を見積るための主要施設の基本構造を決定することにある。そしてその費用は、経済・財務分析の基礎となる。

予備的設計は、1985年に本調査団が両港で実施した土質調査等に基づいて行われている。しかし、土質条件の範囲は限られているため、提案された主要施設の構造形式は事業実施時に詳細な土質調査を行い、見直しを行うべきである。

5. 整備促進のための対策(資金調達)

今回提案した長期計画はチリの国家経済の将来の発展に影響を与える大事業である。したがって、公共及び民間の両セクターが、港湾開発の場で各々協力することが望まれる。

開発計画、特に耐震パースの建設に当っては、国家的見地から、工事費の増加分については、国の補助金でまかなう方策を検討すべきである。

6. 基礎資料の整備に対応した港湾計画の見直し

提案した港湾計画は、現地調査期間に収集した資料等に基づいて作成されている。特に、風や波のような自然条件に関する資料は、長期の観測結果を必要とする。

しかしながら、特にサンアントニオ港においては、その資料が十分ではない。

それ故に、両港における現地調査を継続し、十分な資料の蓄積を行い、それに基づき、必要に応じ港湾計画の見直しを行わねばならない。

バルパライソ港・サンアントニオ港整備計画調査関係者名簿

調 査 団

OCDI〔(財)国際臨海開発研究センター〕

鈴 内 克 洋	団 長
中 山 靖 之	副団長, 需要予測
安 田 栄 二	港湾計画(I)
柳 瀬 隆	〃 (II)
井 上 慎 一	管理・運営計画
芝 原 靖 典	地域開発
定 松 義 治	経済分析

PCI〔(株)パシフィック コンサルタンツ インターナショナル〕

小野川 繁 澄	港湾施設設計(I)
井 出 宣 雄	〃 (II)
山 田 俊 夫	荷役機械設計
市 原 昭	施工・積算
加 治 雄 一	自然条件(I), 地形測量, 音波探査
寺 島 芳 明	〃 (II), ボーリング調査, PS検層
井 上 浩 志	〃 (III), 海中部調査

JICA〔国際協力事業団〕

富 田 英 治	コーディネーター
大 隈 哲 生	〃
三 好 皓 一	〃
鈴 木 勝	〃
加 藤 進	サンチャゴ事務所長

チリ政府関係職員

MTT (運輸通信省)

Marcos Maraboli B.	Planning Office Chief
Jaime Herrera	Planning Office
Jaime Opazo	"

MOP (公共事業省)

Hugo de la Fuente R.	Port Works Director
Miguel Valenzuela	Acting Port Works Director
野田 節 男	公共事業省港湾専門家 (運輸省港湾技術研究所構造部耐震構造研究室長)
大 即 信 明	公共事業省港湾専門家 (運輸省港湾技術研究所構造部主任研究官)
高 垣 泰 雄	公共事業省港湾専門家 (運輸省第一港湾建設局新潟調査設計事務所次長)

EMPORCHI (チリ港湾公社)

Jorge Baeza	Director
Marcela Quezada	Planning Section Chief
Ivan Leiva	Manager of the Port of Valparaiso
Patricio Toro	Manager of the Port of San Antonio
Alejandro Pattillo	Adviser

ODEPLAN (国家企兩庁)

Fernando Garcia	Transport Specialist
Alvaro Saavedra	"

JICA



1
6
3