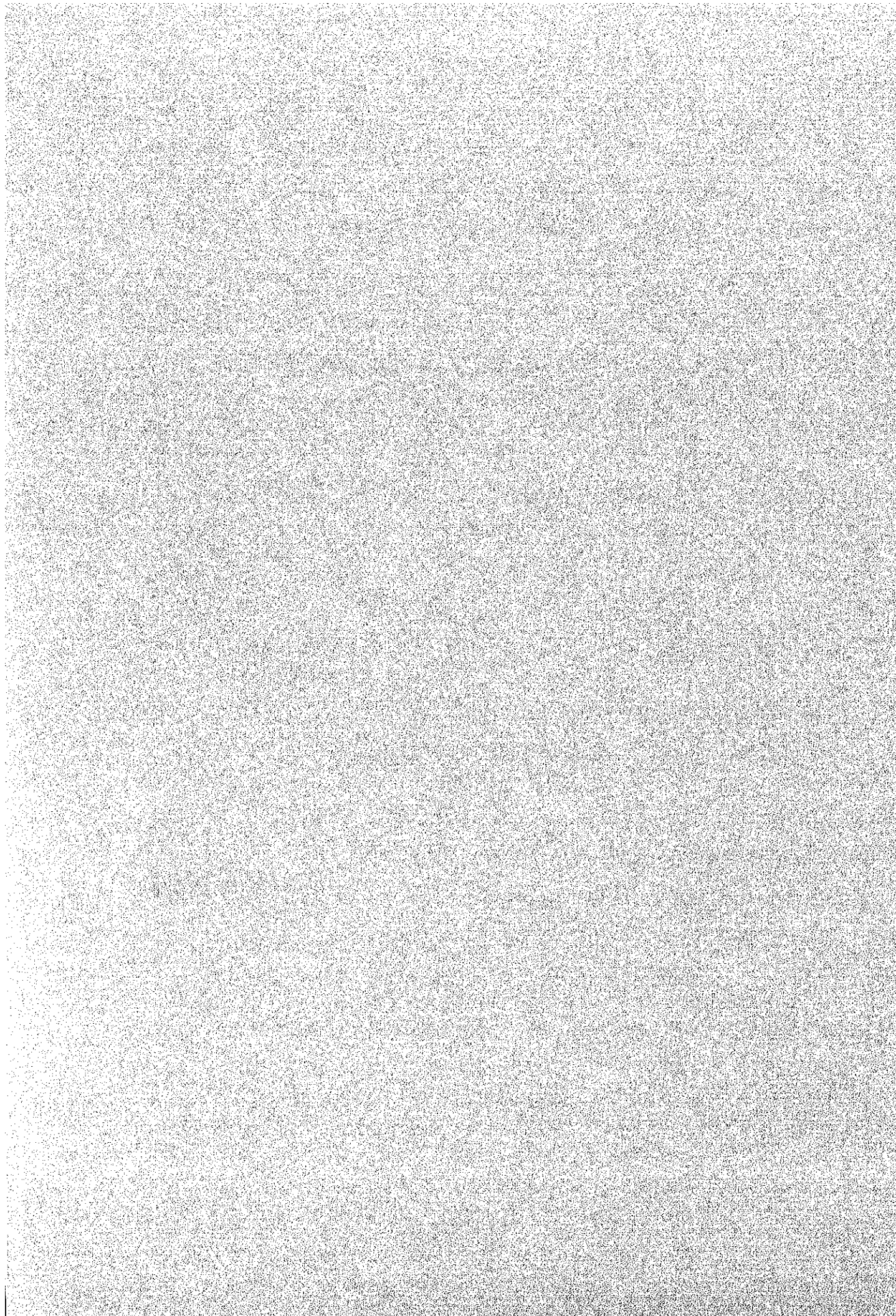


## 第8章 輸送計画



## 8. 輸送計画

### 8.1 船舶許容最大輸送量と舟運潜在貨物輸送需要量

第7章においてパルナイバ川の自然条件と船舶運航に関する諸条件を検討した結果、ゾーン別のパルナイバ川の許容最大輸送量は下記の通りであった。

ゾーン1及び2 (サンタフィロメナ～テレジーナ)	: 737,520トン/年
ゾーン3 (テレジーナ～パルナイバ)	: 593,040トン/年

一方、第6章に於いて予測した潜在貨物輸送需要量における最大港間需要量は、2005年及び2010年においてそれぞれ下記の通りであった。

2005年:	
ゾーン2 (グアダルッペ～フロリアーノ)	: 530,500トン/年
ゾーン1 (ルジランディア～パルナイバ)	: 97,360トン/年
2010年:	
ゾーン2 (グアダルッペ～フロリアーノ)	: 978,800トン/年
ゾーン1 (ルジランジア～パルナイバ)	: 167,000トン/年

従って、2005年における潜在貨物需要量は、パルナイバ川の許容輸送量の範囲内であるが、2010年にはゾーン2 (テレジーナ～フロリアーノ間) でオーバーすることになる。

### 8.2 最大舟運貨物輸送量

2010年には潜在需要輸送量がゾーン2において許容最大輸送量をオーバーするため、第6章で検討された港間の潜在輸送量を見直す必要が生じた。このため、以下において輸送品目別に輸送需要特性を考慮して港間輸送量を見直し推計した。この範囲内で推計した輸送量がパルナイバ川における最大貨物輸送量である。

輸送量の見直しをした輸送品目は上流部より中流部 (ゾーン3からゾーン2) へ輸送する農産物であり、下流部・中流部 (ゾーン1及び2) から上流部 (ゾーン3) への輸送需要のある生産・生活物資については許容輸送範囲内であるので見直しの必要は生じない。

農産物の輸送量の見直しは輸送品目の輸送需要特性より以下の観点に基づき修正をした。

1. 大豆は輸出産品でもあり季節内 (2～5月) に輸送を完了する必要から、最優先輸送貨物をした。
2. フルーツ、ナッツについては品質保全の必要性と輸出産品となり得るとの観点より優先輸送産品とした。
3. 米は州内需要に限界があり、国内他州への配送が必要な農産物であるので河川の許容輸送量をオーバーする生産量については陸路により国の南部地域に輸送されるものと想定し、主として、米の輸送量で調整をした。
4. コーン、フェジョン豆については、大部分州内需要に当てられるか、或は、州内のアグロインダストリーセンターで加工された後、他州へ輸送されるとした。許容輸送量を越える分については、

陸路で州内（一部他州）に輸送されると想定した。

### 8.3 舟運計画の代替案と貨物輸送量

前節で検討した最大舟運貨物輸送量をベースに、舟運の代替案と貨物輸送量について下記の4つのシナリオを想定し検討をした。

シナリオ1：サンタフィロメナからパルナイバまでの全河川区間を就航する計画案

シナリオ2：サンタフィロメナからテレジーナまでの河川区間を就航する計画案

シナリオ3：サンタフィロメナからフロリアーノまでの河川区間を就航する計画案

シナリオ4：シナリオ3をベースに雨季のみテレジーナまで就航する計画案

図8.3.1から図8.3.4に上記各シナリオの港間貨物輸送量を示す。また、各シナリオの計画諸元特性を表8.3.1に示す。

表 8.3.1 各シナリオの概要

特 性	シナリオ1	シナリオ2	シナリオ3	シナリオ4
運航区間 (上流サンタフィロメナから)	パルナイバまで	テレジーナまで	フロリアーノまで	雨季：テレジーナまで 乾季：フロリアーノまで
制約条件	閘門、ファゼンダベネザ及びビルジランジアの乾季の水深	閘門及びファゼンダベネザの乾季の水深	閘門	閘門
許容最大輸送量 (閘門運転時間：18時間)	593,040 トン/年	737,520 トン/年	1,095,360 トン/年	1,095,360 トン/年
必要船舶隻数 (2010年)	53隻	46隻	31隻	40隻
問題点	輸送量に比べて初期投資と維持管理費が多額になる。	既存インフラ施設との整合性に優れており、望ましい計画である。	フロリアーノからの陸上輸送に難点がある。	シナリオ3の問題点を補う折衷案

Unit: t / year

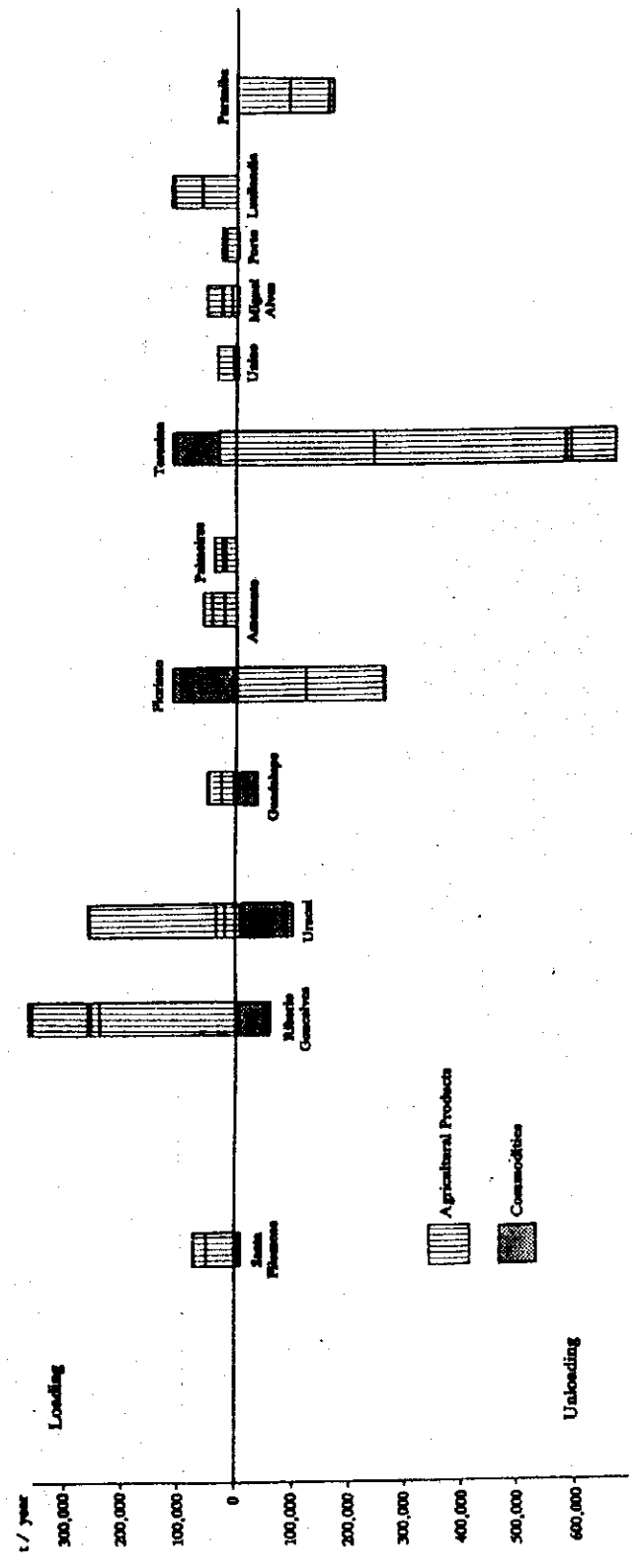
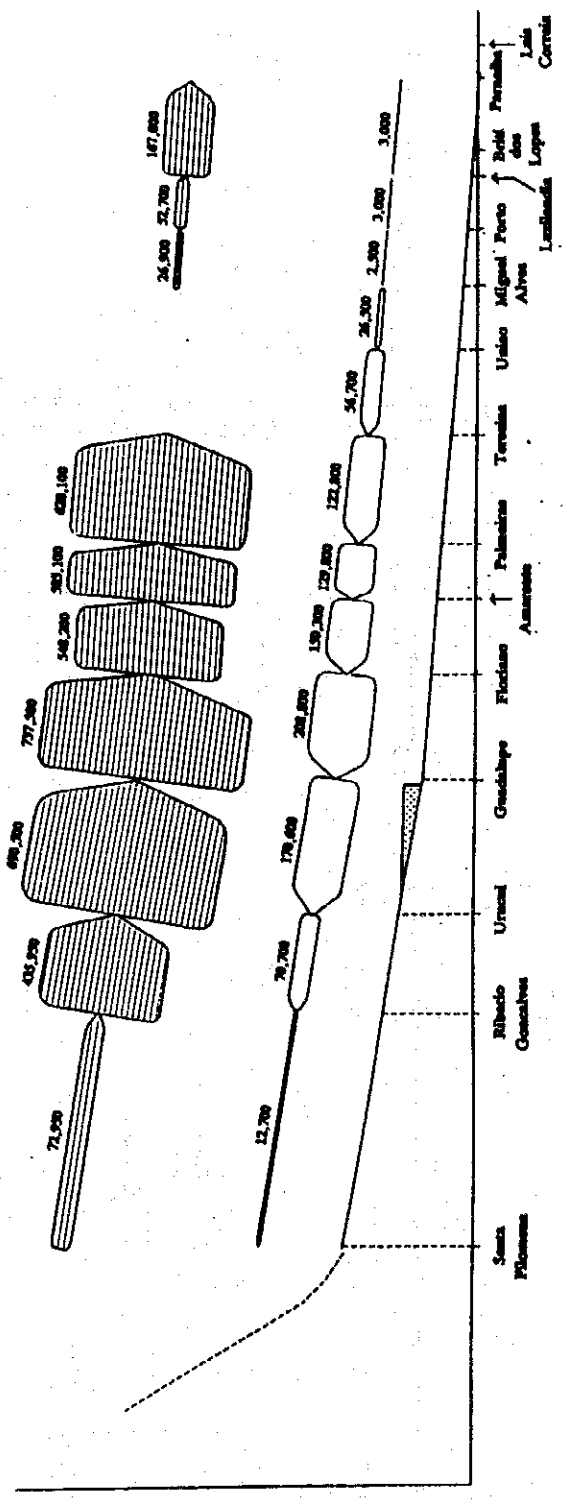


Fig. 8.3.1 Cargo Transport Volume in Scenario 1

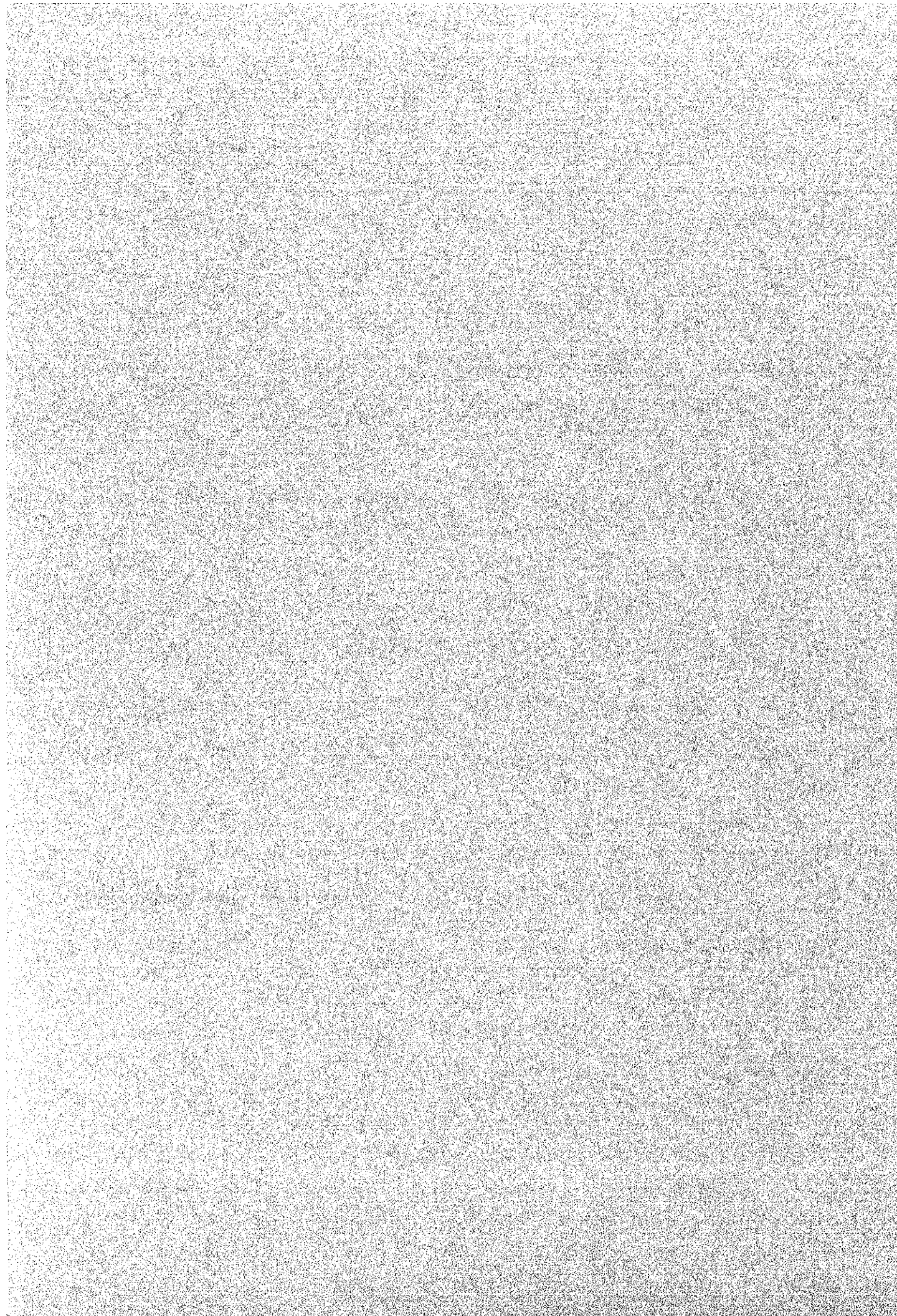








## 第9章 船舶運航計画



## 9. 船舶運航計画

### 9.1 航路計画

#### 対象船型

航路整備計画の対象船舶は、第7章の検討結果より以下の通りである。

全長：47.00 m

全幅：11.00 m

最大喫水：3.00 m

キールからの高さ：7.30 m

最大速力：8.00 ノット

#### 必要航路幅・船底間隔・頭上間隔・船速など

上記対象船舶の航行に必要な可航水域の幅は、一方通行で最少30m、双方通行で最少50mが必要となる。また、必要水深は喫水+船底間隔である。必要な船底間隔はロックで0.20m、河川航行で0.30m程度である。パルナイバ川の最大流速は、上流部で3.5ノット、平均2.0ノットであるため、最大流速地点における最大船速は、上りの場合に約4.5ノットとなる（本船速力-最大流速=8.0-3.5=4.5ノット）。

パルナイバ川の数カ所に存在する急激な湾曲部では操船上注意を要す。河川港でバース待ち或いはロック通過待ち等の為の描地の底質は砂/泥が適している。河川の障害物、即ち流木などは撤去することが望ましい。航路では特に頭上間隔は閘門以外には問題とはならないと考えられる。パルナイバ川及びイガラス川に掛かる橋は全て1.0m以上の間隔をクリアーできる。

#### 航路整備方針

島状砂州で砂州の両側が通航可能な場所では、通航分離帯を設置するとよい。一方、河幅が50m以下で双方向通航が困難な場合では、航路を片側通航路にする必要がある。また、片側通航路の下流側には待機場所を設置が望ましい。

障害物のため他船を視認できない湾曲部では確認の為の音響信号の設置が望ましい。また、乾季に水深が1.3m以下となる地域及び幅が30m以下となる水域では、浚渫や水制工を設置し、安全航路を確保することが望ましい。

過去の実績から判断し同川の自然条件に詳しい船員が、昼間のみ航行する場合は必ずしも海図を必要としないと思われる。しかし、航行の安全を確保するために航路標識の設置が要求される。

また、河川の自然条件（浅水深、狭水道、強流速及び湾曲）から判断し夜間航行は困難なこと及び多大な航行援助設備を要することから昼間のみ航行が望ましく、船員は河川の地方特性、特に砂州及び湾曲部の特性に関する知識を要求される。

## 9.2 船舶運航計画

### 運航の代替案と必要船隻数

消費側の需要に合わせ全貨物を年間平均して輸送する（代替案1）と年間を通して隻数が平準化するよう貨物量を調整した案（代替案2）での必要隻数の検討を行った。代替案1では乾季の隻数が多くなり、月によって隻数が運航に無駄が生じる。一方、代替案2では、年間を通して隻数が一定となるため、運営経費や航路の安全性の面で好ましいと考えられる。

代替案2で検討した各シナリオの2010年における船舶の必要隻数、輸送量、トンキロ輸送コストは表9.3.2に示す通りである。

表 9.3.2 シナリオ別必要船隻数と輸送コスト（2010年）

	シナリオ1	シナリオ2	シナリオ3	シナリオ4
航区間	上流～パルナイバ	上流～テレジーナ	上流～フロリアーノ	上流～テレジーナ（雨季）、フロリアーノ（乾季）
必要船隻数	53	46	31	40
輸送量 (トン/隻・年)	8,874,000	9,417,000	13,930,000	10,749,000
輸送コスト 資本費込 (US\$/トンキロ)	0.0429	0.0388	0.0262	0.0272
輸送コスト 資本費除く (US\$/トンキロ)	0.0281	0.0249	0.0168	0.0182

出典：JICA Study Team

### 距離及び航海時間

航海は昼間のみ12時間とした場合、サンタフィロメナとパルナイバの間は約1,215km（地形図で計測）であるため、下りで70時間（約5.8日）、上りで108.7時間（約9.1日）を必要とする（表9.2.4参照）

表 9.2.4 距離及び航海時間

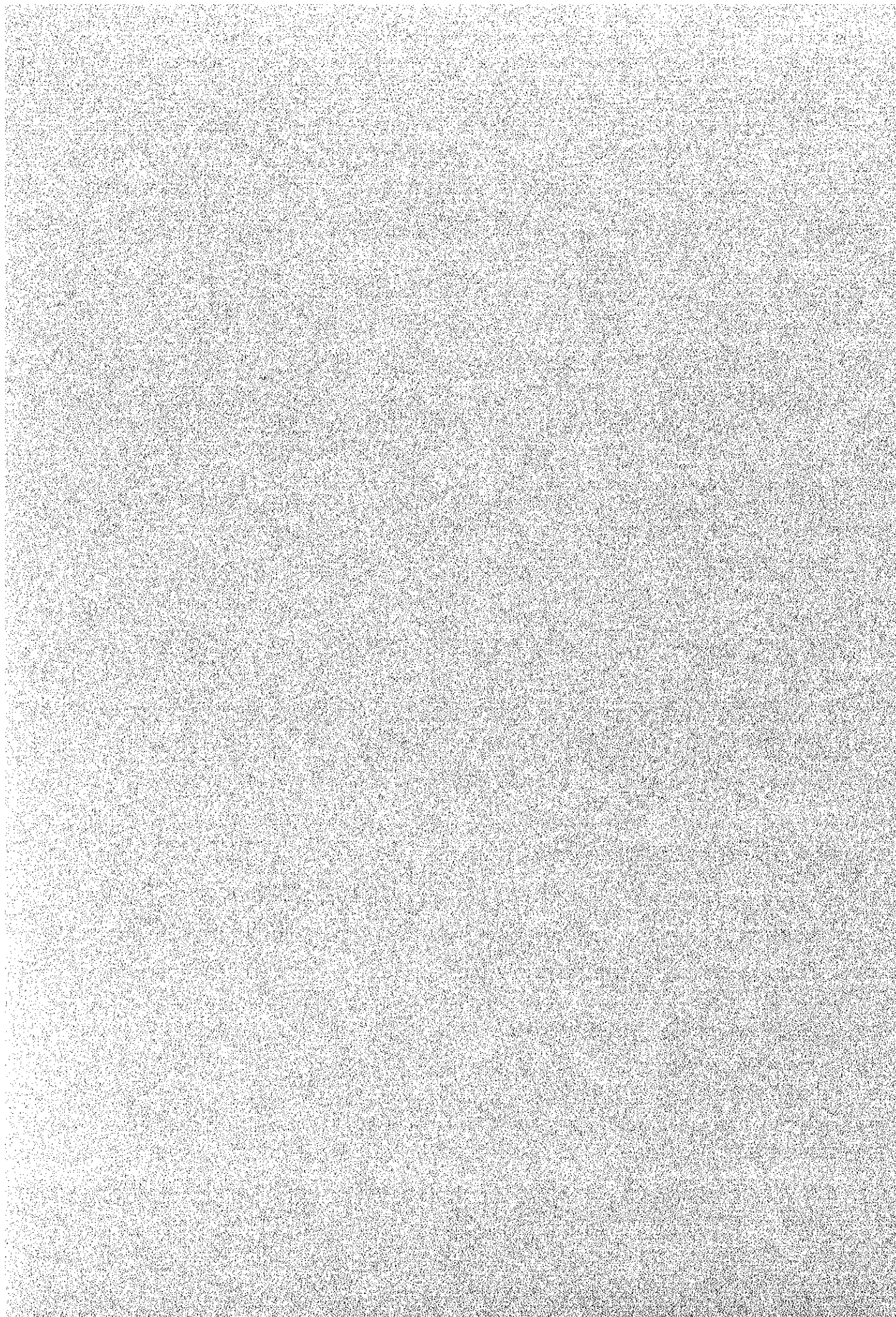
区 間	距 離 (km)	航海時間			
		下 り		上 り	
		時間	日	時間	日
サンタフィロメナ～フロリアーノ	585	36.0	3.0	52.0	4.3
サンタフィロメナ～テレジーナ	830	49.2	4.1	74.0	6.2
サンタフィロメナ～フロリアーノ	1,215	70.0	5.8	108.7	9.1
フロリアーノ～テレジーナ	245	13.2	1.1	22.0	1.8
フロリアーノ～パルナイバ	630	34.0	2.8	56.7	4.7
テレジーナ～パルナイバ	385	20.8	1.7	34.6	2.9

出典：JICA Study Team

注：距離は地形図（1/200,000）をベースに計測した。

第10章 ボアエスペランサ  
閘門の改修計画





## 10. ボアエスペランサ閘門の改修計画

### 10.1 ボアエスペランサ閘門の現状

ボアエスペランサ閘門は、ダムと下流側本川との間に2箇所2段に配置計画されている。この閘門は1974年に建設が開始され、1982年に閘門躯体のコンクリート打設を完了したが、その後、財政上の問題により工事が中断されている。現在、閘門にはゲート等の機械設備及び管理設備がなく、閘門システムとして機能していない。

ボアエスペランサ閘門の縦断図を図10.1.1に示す。上下流閘門の主要諸元は以下の通りである。

閘室有効長	: 50 m
閘室幅	: 12 m
最高水深	: 26 m
最低水深	: 2.5 m
最大水位差	: 23.5 m

### 10.2 船舶航行システムの比較設計

#### 形 式

ボアエスペランサダム貯水池とパルナイバ川の間には最大47mの水位差がある。この水位差を克服して船舶を航行させる設備として、1) ロック形式(図10.1.1参照)、2) リフト形式(図10.2.2参照)、及び3) インクライン形式(図10.2.3参照)の3形式が考えられる(各形式の縦断図は図10.2.1参照)。

#### 比較検討

設置場所の特徴として、上流側のボアエスペランサダム貯水池で最大10m、下流側のパルナイバ川で最大12mの水位変動が発生する。リフトまたはインクライン形式でこの水位変動に対応しようとするれば、設備規模が過大になるため、技術面で解決すべき種々の問題がある。

ロック形式は水位変動に対して技術的な問題点がなく、且つ既設土木構造物を使用するため、他形式と比較して施工性・経済性及び工期の面でも有利であり、ロック形式を推奨する(表10.2.1参照)。

### 10.3 ボアエスペランサ閘門の改修計画

#### 閘門システムを完成させるために必要な設備

閘門システムとして機能させるには、閘門ゲート設備、閘室注排水ゲート設備、角落しゲート・制御設備及び付属設備の設置が必要である(図10.3.1: 上流閘室ゲート設備の全体配置及び図10.3.2: 下流閘室ゲート設備の全体配置参照)。付属設備の項目として以下に示すものがある。

- 閘室内に設置する船舶係留用フローティングボラード
- 開閉装置室天井に設置するモノレールホイスト

- － 閘室擁壁天端及び階段の手摺
- － 開閉装置カウンタウエイト用ピット及び閘室昇降用梯子
- － 開閉装置室内各種ピットカバー
- － ダム貯水池に設置する船舶係留用鋼製浮桟橋

#### 関連土木施設

閘門システムを完成させるために、下記項目の土木工事が必要である。

- － 中間貯水池右岸への船舶係留岸壁及び進入路の建設
- － 開閉装置室及び制御室の壁面外装工事
- － 角落しゲート格納施設の設置
- － 中間貯水池内の航路上に生育している草木の伐採
- － 上流側閘門の上流水路に設置されているコンクリート製隔壁の撤去
- － 下流側閘門の下流水路とパルナイバ川を遮断している土砂・岩石の除去

#### 制御システム

閘門ゲート及び注排水ゲートの常時操作は、上下流閘門の制御室に設置した遠方操作卓により行うものとする（図10.3.4：各種操作盤の概略配置図及び図10.3.5：閘門の制御システム系統図参照）。

各種制御室に各1人の操作員が常駐し、閘室に進入する船舶の動向をI T V監視設備で監視しながら、遠隔操作で閘門ゲート及び注排水ゲートの開閉を行う。非常時には、上流閘門の遠方制御室に設置した遠方操作卓により、上下流閘門のゲート設備の一括操作が可能な方式としている。





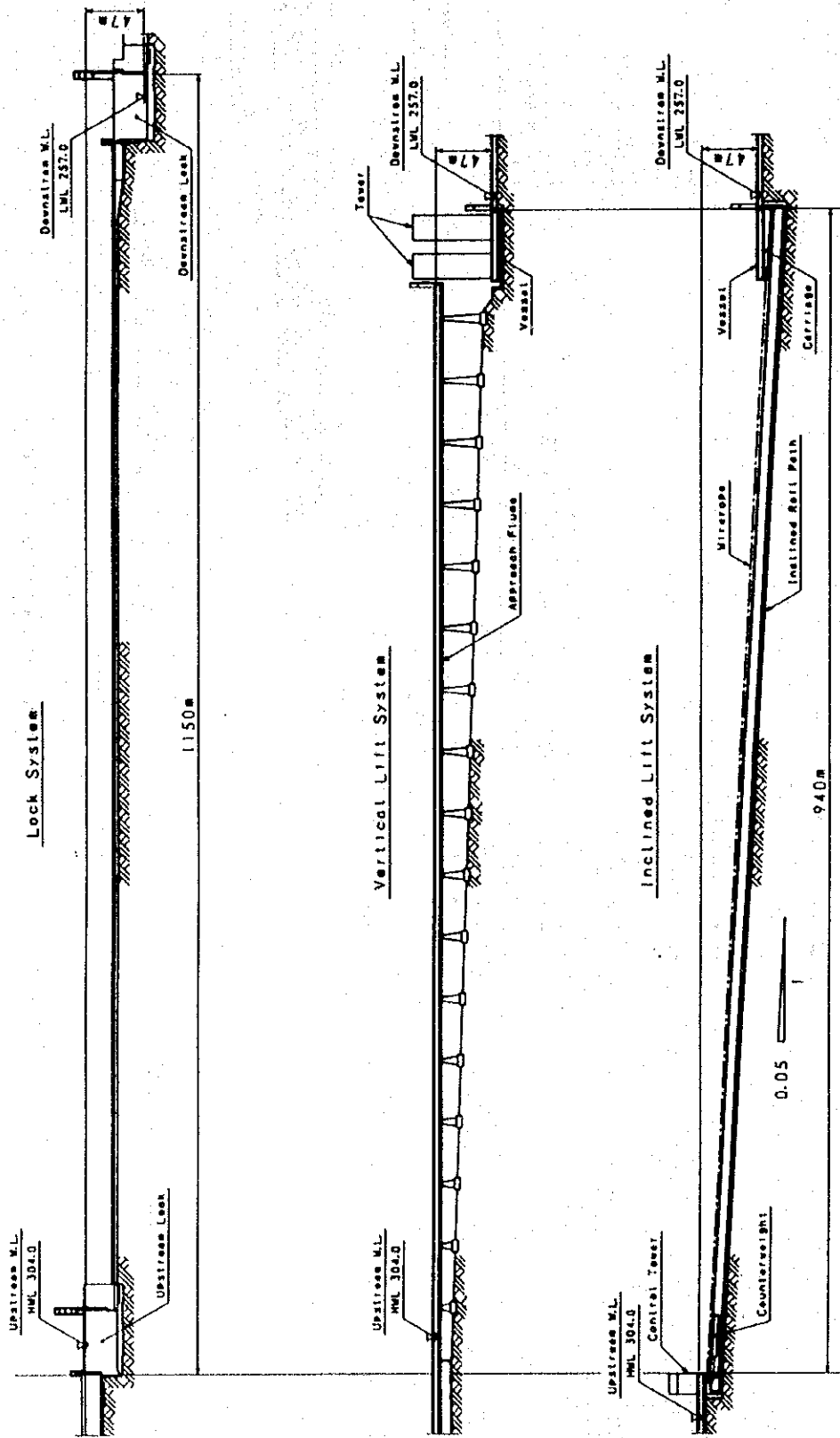
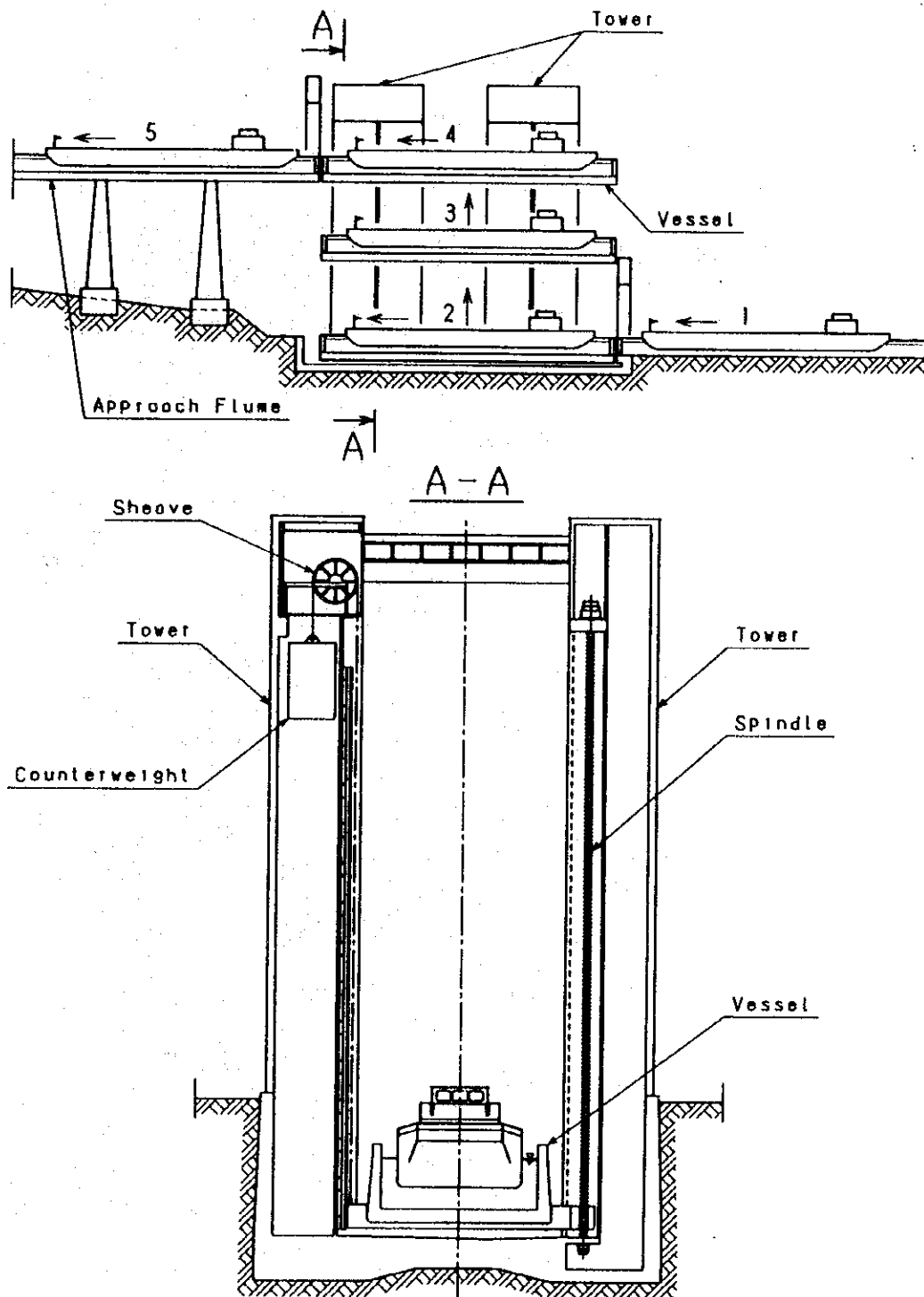


Fig.10.2.1 Sectional Arrangements of the Lock System, Vertical Lift System and Inclined Lift System



**Fig.10.2.2 Schematic Arrangement of the Vertical Lift System**

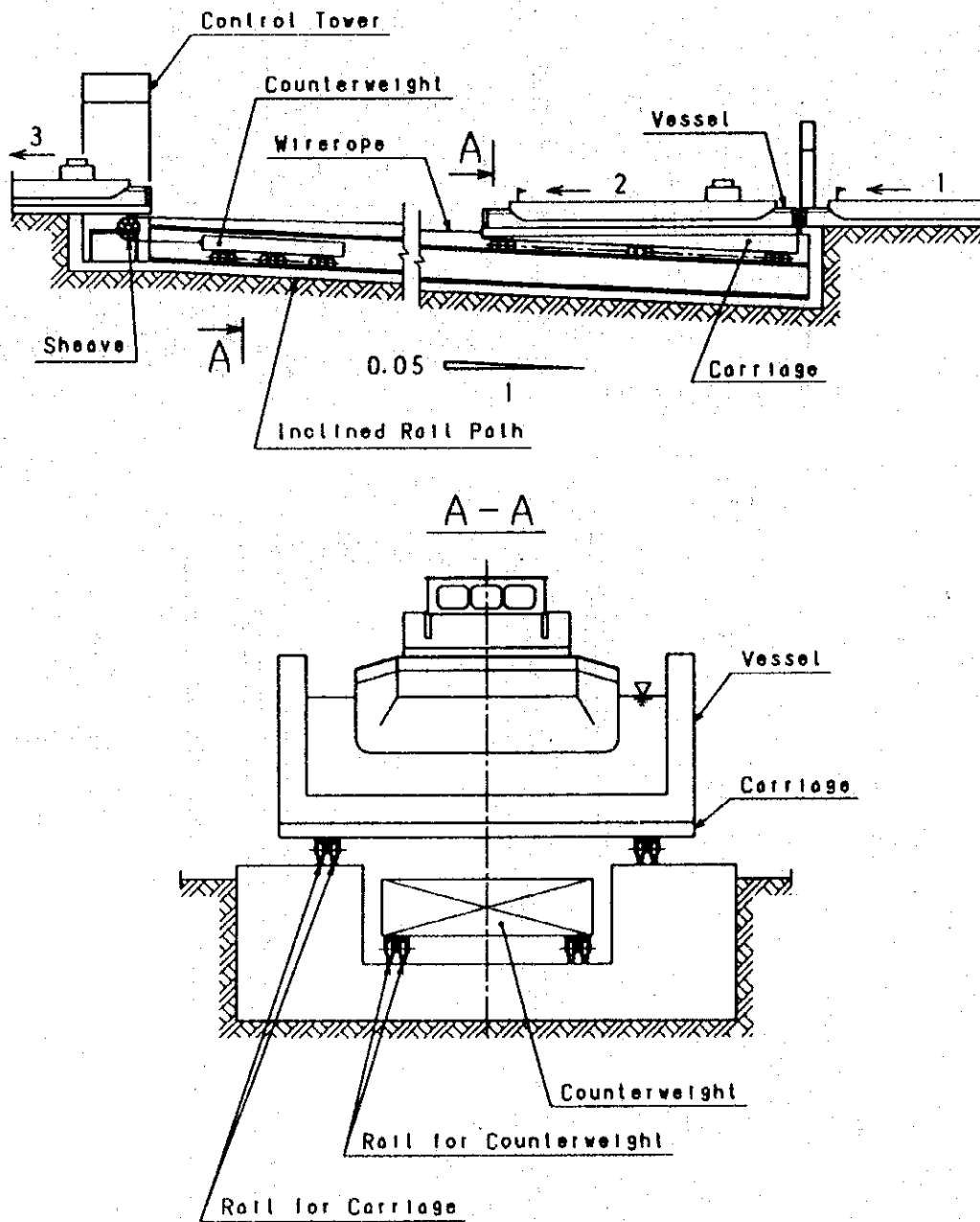


Fig.10.2.3 Schematic Arrangement of the Inclined Lift System



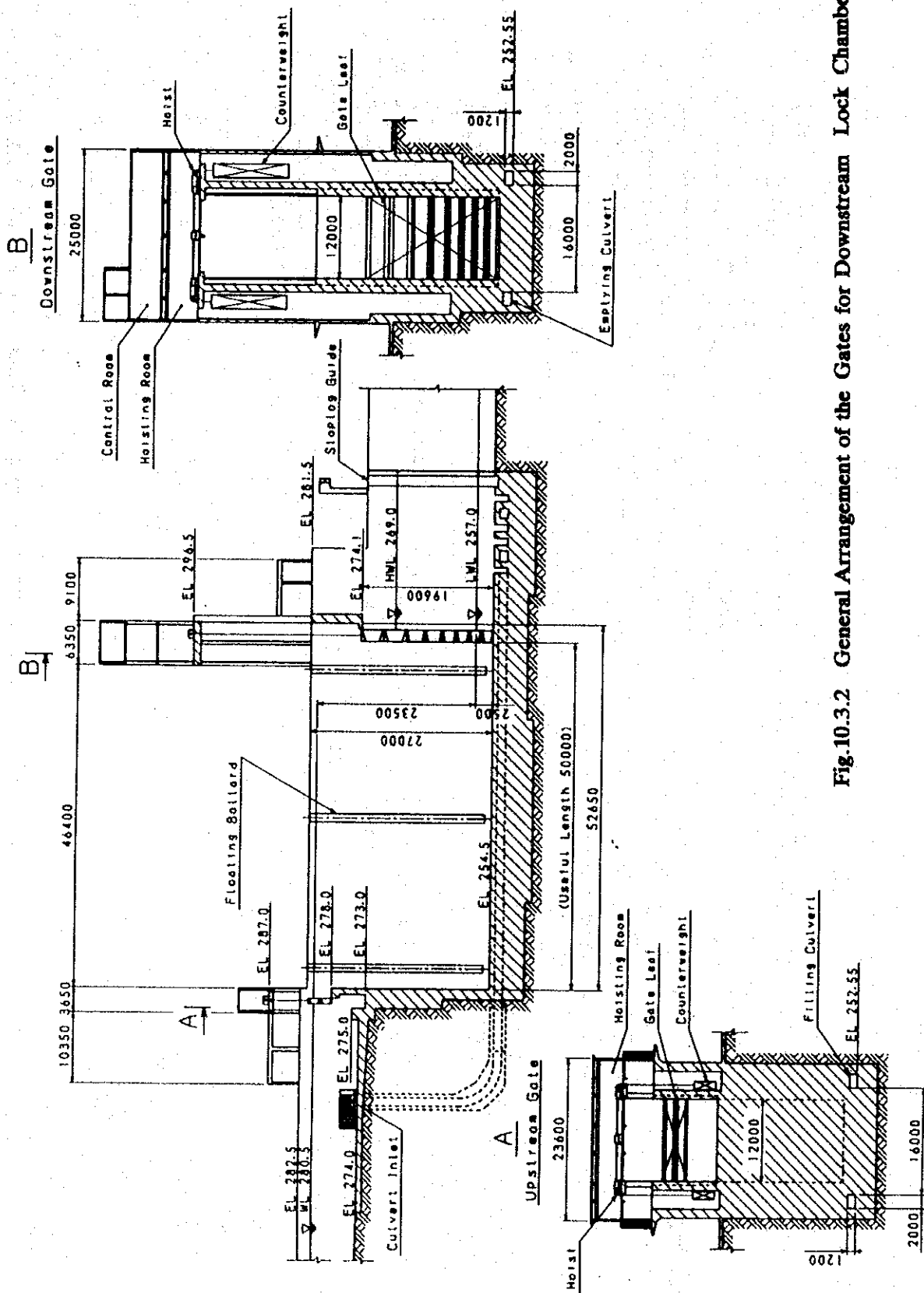


Fig.10.3.2 General Arrangement of the Gates for Downstream Lock Chamber

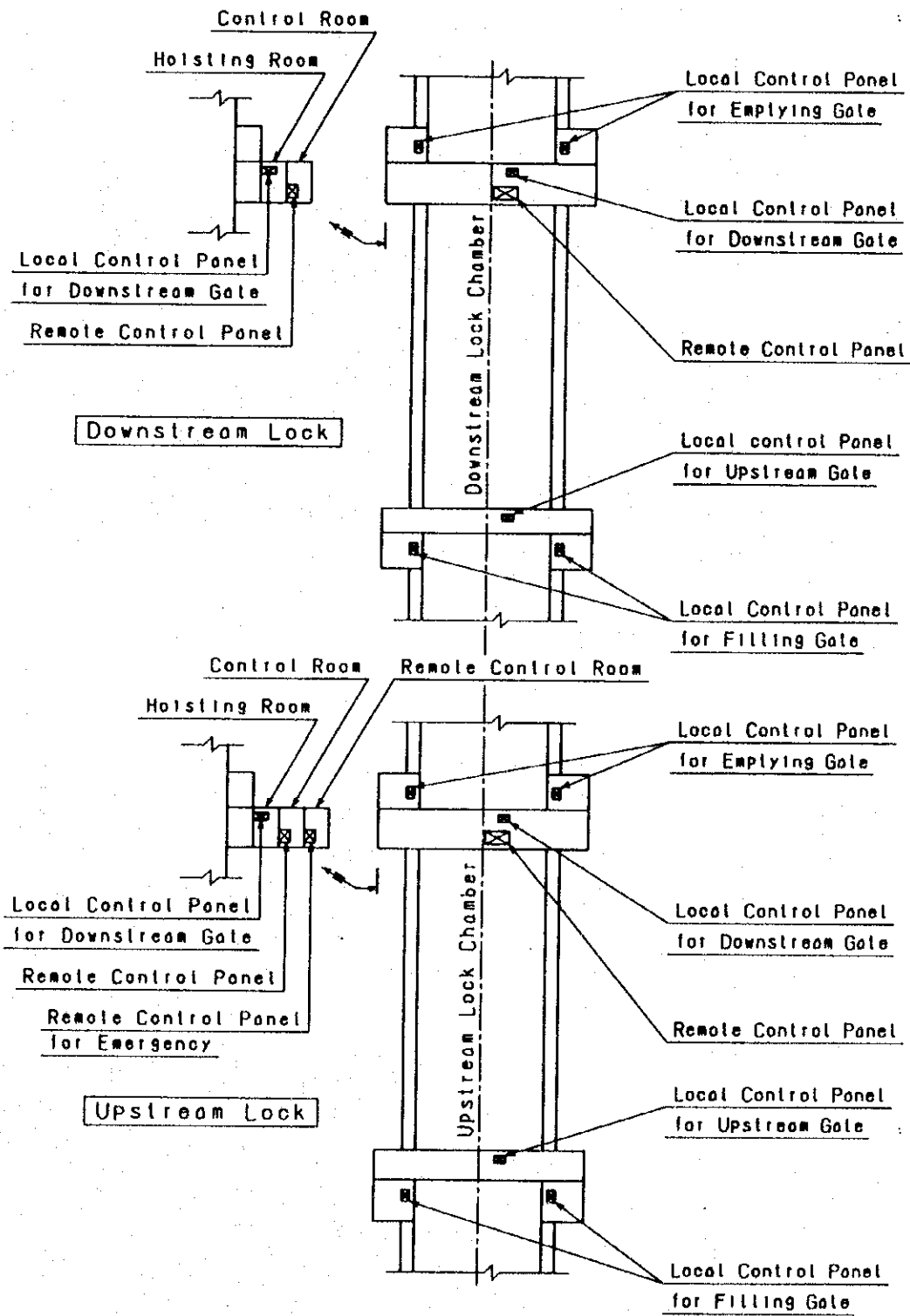


Fig.10.3.4 Arrangement of the Control Panels

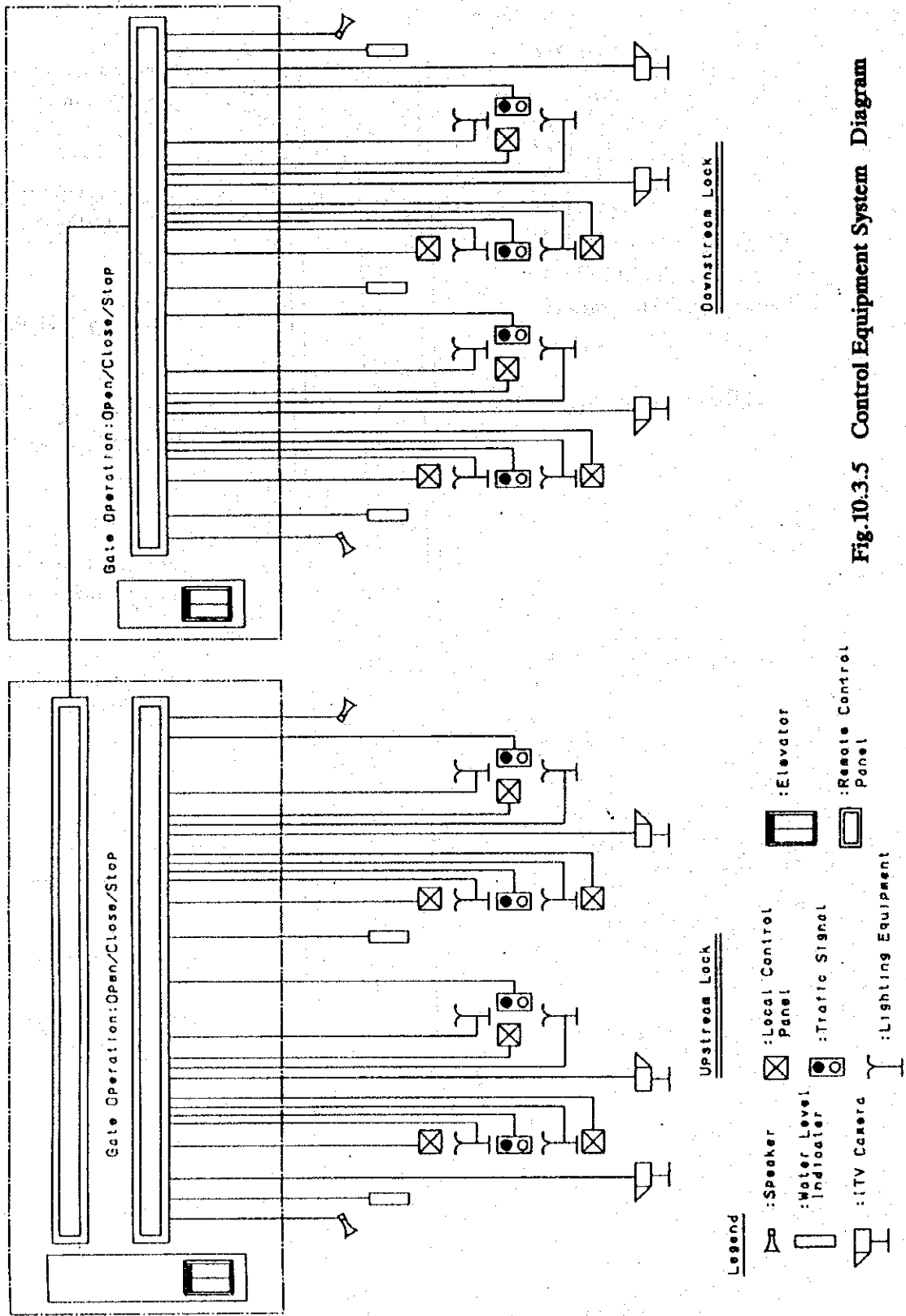


Fig-10.3.5 Control Equipment System Diagram



Table 10.2.1 形式比較表 (1/2)

項目	形式	ロック	クック	リフト	インクライン
主要設備構成	<ul style="list-style-type: none"> <li>上流閘室</li> <li>下流閘室</li> <li>閘室用ゲート</li> <li>注排水設備</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>タンク</li> <li>昇降タワー</li> <li>進入水路</li> <li>タンク用及び水路用ゲート</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>台車付タンク</li> <li>走行用傾斜路</li> <li>コントロールタワー</li> <li>タンク用及び水路用ゲート</li> </ul>		
土木工事	<p>上・下流閘室はほぼ完成しており、軽微な追加工事の施工のみとなる。</p>	<p>昇降タワー及び進入水路の建設が必要である。昇降タワーの基礎地盤には集中的に大荷重が作用するため、良好な基礎地盤が必要であり、設置場所選定のための地質調査を実施する必要がある。</p>	<p>走行用傾斜路及びコントロールタワーの建設が必要である。走行用傾斜路には全長に亘って大荷重が作用するため、良好な基礎地盤が必要であり、設置ルート選定のための地質調査を実施する必要がある。</p>		
鋼構造物工事	<p>閘門ゲート設備及び注排水設備の形式・規模とも、ブラジル国内で経済的に特長があり、実施に当って技術的に問題となる点は見当たらない。</p>	<p>船舶を収容するタンク及びその駆動装置は、構造の複雑な特殊構造物であり、製作・据付工事においては、高度な技術が要求される。</p>	<p>船舶を収容する台車付タンク及びその駆動装置は、規模の大きい特殊構造物であり、製作・据付工事においては、高度な技術が要求される。</p>		
水位変動に対する対応	<p>水位制御は、注排水設備によって容易に行うことができる。</p>	<p>パルナイバ河に発生する最大水位差12mに対応するには、船舶を収容するタンク貯水池の深さが15m以上必要となる。</p>	<p>パルナイバ河に発生する最大水位差12mに対応するには、船舶を収容する台車付タンクの深さが15m以上必要となる。</p>		
船舶の航行性	<p>上・下流閘室は独立した設備であり、船舶を中間貯水池に一時待期させるとにより、効率よく、船舶を航行させることができる。</p>	<p>一隻の船舶の昇降が完了しないと、次の船舶の昇降ができない。</p>	<p>一隻の船舶の昇降が完了しないと、次の船舶の昇降ができない。</p>		

Table 10.2.2 形式比較表 (2/2)

項目	形式	ロック	フリット	インクライン
維持管理	通常の水門設備と同程度の維持管理作業内容でよい。	タワー及び駆動装置に加えて、タンク及び複雑なゲート操作設備に対する多くの維持管理作業が必要である。	大規模な台車付タンクと駆動装置に加えて、長さ約1000mにおよぶ走行レールとワイヤロープの保守点検作業が必要である。	
工期	土木工事量は僅かであり、鋼構造物工事についても各々が独立した構造物のため、並行作業を実施することにより短期間に施工可能である。	土木工事・鋼構造物工事とも大規模工事となるため、調査・設計及び施工に長期間を要する。	土木工事・鋼構造物工事とも大規模工事となるため、調査・設計及び施工に長期間を要する。	
実績	ブラジル国内に多数の実績あり。	ブラジル国内での実績がない形式であり、実施に当たっては、外国から技術導入する必要がある。	ブラジル国内での実績がない形式であり、実施に当たっては、外国から技術導入する必要がある。	
鋼構造物の重量比較 (ロック形式を1とする)	1	6	7	
コンクリート容積	negligible	約3万m <sup>3</sup> (タワー部のみ、進入水路は含まず)	約6万m <sup>3</sup>	
概算工事費	約1600万US\$	約1億US\$ (進入水路は含まず)	約1億2000万US\$	
総合評価	○	—	—	