

付 録 II

風と波浪の解析

付 録 F

風と波浪の解析

1. まえがき

ウェイブライダーブイによって1976年4月28日から10月4日まで観測した波浪データは解析され、以下のように整理される。

2. 解析の手法

The Gulf of Papuaの波浪は、主としてSEシーズン、NWシーズンの貿易風とオーストラリア周辺で生じるサイクロンによって発生する。

ウェイブライダーは、SEシーズンのSE方向からの波浪とサイクロンによる波浪を観測できる位置にあるが、NWよりの波浪は位置的に沖波を観測できない欠点があるがNW方向の波浪は、弱いので大局的には問題はないと思われる。これらの波浪は、1976~1977観測期間で下のように分類される。

SEシーズン波浪(1976年4月28日より10月4日)

NWシーズン波浪(1976年10月4日より1977年4月21日)

サイクロン波浪(1976年4月28日より1977年4月21日までにThe Gulf of CarpentariaとThe Coral Seaで発生したもの)

SEシーズン波浪は、他の2つの波浪より、一段と大きいので、設計波浪としては、SEシーズン中の波浪特性を解析する。SEシーズンの風の特徴は、多くの観測データより明らかになっているので、この実測データとウェイブライダーの観測結果の相関をつかみ、1年の波浪観測データに確率の重みをつけている。

3. 気象概況（1976年と平年の記録）

SEシーズンのThursday IslandにおけるSEシーズン中の風特性（1970～1976年）は、下記のように整理されている。

Wind Speed Knots	Duration Hours	SE Seasons Occurrence						
		1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
15-20	3-6	35	4	6	8	15	7	--
	6-12	31	10	38	16	24	21	10
	12-24	82	60	94	37	72	39	37
	24-48	31	27	33	30	28	51	46
	>48	2	11	5	11	1	10	--
20-25	3-6	18	4	6	6	3	6	--
	6-12	23	12	19	8	12	10	3
	12-24	58	27	34	20	22	15	20
	24-48	29	23	7	22	14	9	9
	>48	3	2	2	1	--	2	--
25-30	3-6	7	1	3	1	4	4	--
	6-12	13	15	8	10	4	6	10
	12-24	13	23	9	14	9	8	9
	24-48	1	11	--	4	3	4	1
	>48	--	2	--	1	--	--	--
30	3-6	1	--	1	--	5	--	--
	6-12	1	10	--	--	--	--	--
	12-24	1	3	--	--	--	--	--
	24-48	--	2	--	--	--	--	--
	>48	--	--	--	--	--	--	--

前掲の表からいえることは、1976年の風特性はThursday Islandの例年の風特性よりやや弱めになっていることである。また、風の記録より見ると、SEシーズンの終りは10月7日の前後2週間以内に来るようである。波浪推算は、Bretschneiderの方法により行なわれ、結果は図1に示されている。1976年の分布は、平均波高や標準偏差が例年と同じであるが、分布状況は例年の曲線と若干異なっている。Keremaでの1976年観測値が比較用に一緒にのせてある。波浪推算データより、下表のような統計数値が計算される。

Year	Mean Wave Height m	Standard Deviation (SD)	$V = \frac{SD}{M}$
1970	2.07	0.6	0.29
1971	2.22	0.78	0.35
1972	1.86	0.50	0.27
1973	2.22	0.65	0.29
1974	1.91	0.63	0.33
1975	2.00	0.58	0.29
1976	2.02	0.56	0.28

The average mean = 2.04

SD = 0.61

V = 0.30

4. 波浪観測

ウェイブライダー・ブイをThe Bluffの沖、南13Km地点の水深21m地点に設置したが、このブイは陸上の受信用テープにシグナルを送って来る。磁気テープの記録は、数値化されて以下のようなoutputをするために解析された。

Fig F-1

出力濃度

定常化された出力濃度

オートフリレーション ファンクション

Tz : 零通過点

Tsig : 有義波高周期

T_p : ピークスペクトル周期

T_c : 波峯周期

H_{sig} : 加乗平均波高

H_{sig} : 有義波高

H_{max} : 最大波高

スペクトル幅パラメーター

％エネルギー (14, 12, 10, 8, 6 秒エネルギー帯)

+全％ (以上のエネルギー帯)

アウトプットの1例が図F-2に示されている。図F-3はデジタル化された記録部分を示す。波浪観測値は、20分毎の観測期間中に2,200～2,400の記録を取るよう0.5秒間隔で読みとっている。2,500番は、静水面水位を示し、最後の2つの数字は、この静水位よりの変化を表わす。つまり、2,530とは、静水位より30cm上を示す。図F-4は、波浪記録紙の1例を示す。この記録紙より、最大波高と容易に読みとることができ、又磁気テープの記録の裏付けをとることもできる。

図F-2、F-3、F-4は、観測期間中最大波浪を実測した1976年192日午後3時の記録を示す。

波浪の解析は、Blockman and Tukeyの「Measurement of Power Spectra」(Dover Publications, N.Y. 1959)によって説明されているスペクトル解析を使って、The Maritime Service Board of N.V. Lawson氏により行なわれた。

各々の記録は、0.5秒間隔の2,200～2,400のデータを含んでいる。各々の周波数のスペクトルは80%の信頼性を持っている。

6. 異常観測値

a) (SEシーズン1976年4月28日～10月4日、Kerema)

観測された記録は、対数正規分布とWeibull分布にあてはめてみた。これらの分布は、設計波高の上限と下限を設定する時に利用されている。結果は図F-5 a、図F-6 aに示されている。Weibull分布は、対数正規分布よりよくあてはまるようであるが、上限端部では、高い波浪が過少評価される傾向がある。又、逆に対数正規分布の上限は過大評価されている。両分布においても、適用性を明確にするために、より多くの実測データが必要である。50年確率の波浪を算出するために、貿易風シーズンが何日間、確率計算上に入るかを計算することが必要である。5か月間の波浪を算出するための6時間確率は、0.000033である。したがってWeibull分布による設計波高は、約3m、対数正規分布による設計波高は4.5mとなる。確率分布の上限の波高値の信頼性は、非常に疑わしいので、設計波高としては、安全をとって対数正規分布の4.5mを採用することにする。

b) 全観測期間(1976年4月28日より1977年4月21日)

全観測期間中の実測値は、対数正規分布にも、Weibull分布にもあてはまらなかつたが、両方とも余りよく適合しない。1976年10月4日以後の観測値は、それまでの観測値より弱めにでており、H_{1/3}の最大は1.4m、0.5m以上の頻度は30%、1m以上の頻度は、わずか3%である。

6. 確率計算より離脱する異常値

過去の統計よりみると、1971年が最も風波の強い年度であったといえる。Keremaで1976年に実測されたデータとThursday Islandの1976年の推算値より算出されるスケールングファクターを1971年の推算値にあてはめると、先に計算された異常値のガイドラインの役を果たす総合的波浪分布が得られると思われる(図7参照)。

1971年の波浪推算分布は対数正規分布に似ているので、対数正規分布のみが整理されている。

		推 算	実 測
1976	平 均 M	2.02	1.19
	標準偏差 S	0.56	0.43
		推 算	実 測
1971	平 均 M	2.22	1.30
	標準偏差 S	0.78	0.6

算定されたスケールパラメーターは、次の式を使って正規分布変換されねばならない。

$$\sigma^2 \log\text{-normal} = \ln(V^2 + 1)$$

$$M \log\text{-normal} = M \exp \cdot \left(-\frac{1}{2} \sigma^2 \log\text{-normal} \right)$$

したがって、スケールパラメーターは

$$\text{Mean log-normal} = 1.18$$

$$\sigma \log\text{-normal} = 0.44$$

以上のパラメーターを使用して、対数正規分布CFD(Fy)は下記のように表わせる。

$$F_y(y) = F_u \left[\frac{\ln(y/m)}{\sigma} \right]$$

1/600 確率の類度では、Fuは約3である。

したがって $\frac{\ln(y/m)}{\sigma} = 3.0$ ところで、yはSEシーズン中におこる6時間毎の波高

以上の結果 $y = 4.4 \text{ m}$

7. 波の方向

波の方向はブイによっては観測されない。1975年7月29日から1976年4月2日までの間、飛行機により定期的に波向が観測された。

波向	観測回数	%
N	—	
NE	—	
E	—	
SE	62	84
S	8	11
SW	—	
W	4	5
NW	—	

飛行機による観測は、12月と1月を除いて各月均等に実施されている。観測日時は不規則である。サイクロンが生じた際の実測値も、この記録の中に含まれている。

8. 気象配置と波浪

SEシーズンに観測された波高と Thursday Island の風記録の間には、若干の相関がみられる。つまり時々、風速が変わらないのに波高が倍になったり、また逆に半分になったりする。また、ある時は風が数日間見られないのに、波高は1mになったりしている。Thompson が言っているように、スペクトルピーク周期は、波の発生位置の推定に利用される。この手法は、現地で風のない時に発生する波浪の解析に利用された(図F-8参照)。採用された式は

$$D_0 = \frac{g}{4\pi(dfm/dt)}$$

ここで、 D_0 = 波浪発生地域までの距離(海里)

f_m = ピーク頻度

t = 時間

1日、 $198 dfm/dt = 0.0023$ 、 $D_0 = 1,100$ 海里、図F-9aには、図F-8に示される時期の天気図が示されている。第197日(7月15日)は、低気圧と寒冷前線の存在を示しており、これらが波浪の概況を作っているといえる。

しかし、一般的にいて、Keremaでの波浪推算には、この一般概況は、あまり役に立たないようである。

一般的に言って、1976年10月までの実測記録はSEシーズンの特徴をよく示しており、それ以後の波浪は低目で、ときおりサイクロンや熱帯低気圧による波浪の増減をみる程度である。

10月より4月にかけてのThe Coral Seaの一般的気圧配置として、勢力の強い、The Coral Seaにかかる低気圧があげられる。これにかかる前線より、時々弱い熱帯性低気圧やサイクロンが発生する。

この実例が1977年2月10日～13日の、ウェイブライダーの記録に表れている。この時は波浪は最大1.34 mになり、低気圧の通過後は通常の0.2～0.5 mのうねりにもどっている。図F-9 bに示す天気図より容易に、これらの波浪の変化がサイクロン“Lilley”によるものであることがわかる。図F-9 cは、The Gulf of Carpentariaで発生した熱帯性低気圧が、Cape York半島を横切って移動する状況を示している。

Kerema 周辺での風

Kerema 周辺での風と波浪は相関性に乏しく波高の面でも大きな問題はない。

9. 波の周期

波浪特性の記録には、有義波高と並んで有義波周期が明示されている（図F-11参照）。ただ、各有義波高に対する有義波周期を決定することは、記録のばらつきにより難しい。構造物の安定計算や砕波帯の範囲の決定には、種々の周期を考慮する必要がある。50年確率の波高4.50 mに対応する周期は、現況で最も発達したと仮定される8秒を採用している。

10. 最大波高

最大波高は $H_{\frac{1}{3}}$ に対応してプロットされている（図F-11参照）。それによると、

$$H_{\max} = 1.4 H_{\frac{1}{3}} \sim 2.11 H_{\frac{1}{3}}$$

また、 $H_{\frac{1}{3}}$ の大きい方の大部分は、波高分布の上限に近づいている。

11. 浅海波のスペクトル

ウェイブライダーブイによって観測された沖波は、屈接、浅海係数によって減衰する。港湾の設計に関しては、この沖波は浅海波に修正されなければならない。

Orokoloは、他の2地区（Vailala, The Bluff）に比べて屈接係数は大きい。波の総エネルギーが、このOrokolo地区でどれ程減衰するかが調べられた。

観測された波高エネルギーは、下記のように分布すると仮定する。

E14	E12	E10	E8	E6
4	10	21	27	21

エネルギー減衰率は、二つの方向により次のようになる。

周期（秒）	b°/b	
	160°	140°
6	0.83	0.32
8	0.59	0.26
10	0.42	0.23
12	0.32	0.20

各周期別の各屈接係数毎のエネルギー減衰を計算し、代表周期8秒と比較してみると、波高の誤差はたった3.0%~1.0%である。したがって、現段階の計算では、周期8秒は十分有効な値といえる。オンショアボートの計画用に浅海波浪と砕波帯が計算された。

Orokolo地区では $H/H_0 = 0.76$ 、したがって $H_{1/3} = 3.4 m$ 、
 $H_{max} = 4.7 \sim 7.1 m$ (現実的には $6.0 m$)

砕波特性は下記のごとくである。

波高 (m)	周期 (秒)	砕波 H_b 波高 (m)	db 最小 (m)	db 最大 (m)
1.0	6	1.1	1.5	1.7
	8	1.2	1.6	1.8
2.0	6	2.0	2.6	3.2
	8	2.0	2.6	3.2
3.0	6	2.6	3.4	4.2
	8	2.7	3.5	4.0
4.0	6	3.5	4.5	5.5
	8	3.4	4.4	5.1

設計波高 $H_{1/3} = 3.4 m$ は港湾地点では砕波しないが、最大波高は砕波に近いと思われる。

Vailala

Vailala地点は、沖合の浅瀬に影響されて、浅瀬の西側寄りではエネルギーは分散し、東側では集中する。また、浅瀬を通過する波浪は、浅海係数により減衰する。 H/H_0 は0.9を採用し、設計波高は $H_{1/3} = 4.0 m$ 、 $H_{max} = 7.0 m$ を採用している。

砕波帯の特性は

波高 (m)	周期 (秒)	砕波 H_b 波高 (m)	db (m) 最小	db (m) 最大
1.0	6	1.2	1.5	1.7
	8	1.4	1.8	2.1
2.0	6	2.1	2.7	3.1
	8	2.4	3.6	3.9
3.0	6	2.9	3.8	4.4
	8	3.1	4.1	4.7
4.0	6	3.6	4.7	5.4
	8	4.1	5.3	6.1

以上の結果は、The Bluffでの値に概して近似している。計画される構造物は、この碎波帯に入ると思われる。また、この地域の浅瀬は明確にされていないのが、実際は想定より大きな遮閉効果を持っているかもしれない。実施段階では、水理実験によって、この遮閉効果を確かめる必要がある。

12. 汀線波浪観測

Keremaの飛行場の滑走路の端寄りの汀線波浪観測は、1974年以来行なわれている。観測により明らかにされる諸元は

- 波の周期 — 目視観測11波
- 波の高さ — 目視観測誤差±0.03
- 波向き —
- 波のタイプ — 崩れ波、巻き波、砕け波
- 碎波帯の帯、前面勾配

波高 (m)	4月～9月		10月～3月	
	(回)	(%)	(回)	(%)
0	5	2	36	10
0.15	8	3	37	10
0.3	26	10	54	15
0.46	39	15	93	26
0.61	53	21	29	8
0.76	37	14	60	17
0.91	39	15	9	3
1.07	18	7	16	5
1.22	16	6	44	1
1.37	7	3	5	1
1.52～	7	3	7	2

13. 波高分布の実例

比較のために、波高分布が明らかになっている地点での確率分布曲線を描いてみた(図F-14参照)。これによると、The Bluffの実測分布は、波高の小さな部分で大きく出ているようである。

14. 参考文献

• GOURLAY, M. R.

Wave Climate and Design Waves at Moffat Beach
2nd Australian Conference on Coastal and Ocean
Engineering

• THOMPSON, W. C. & SMITH, R. C.

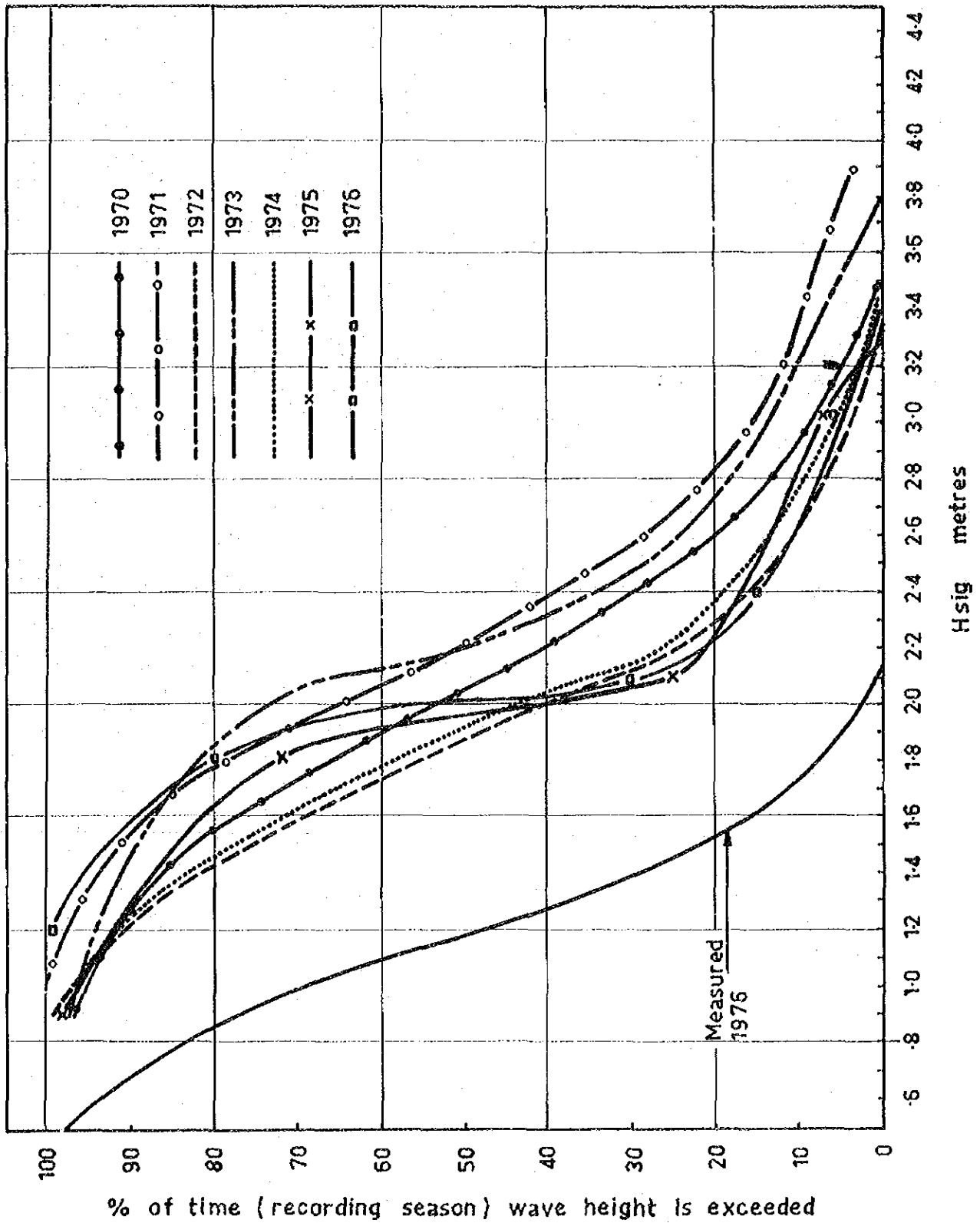
Wave Groups in Ocean Swell
Symposium on Ocean Wave Measurement & Analysis,
1974

• U. S. ARMY COASTAL ENGINEERING RESEARCH CENTRE

Shore Protection Manual Vol II

• BENJAMIN & CORNELL

Probability, Statistics and Decision for Civil
Engineers McGraw Hill



WAVE HEIGHT DISTRIBUTION WITHIN A TRADE WIND SEASON

Based on Thursday Island wind records

FIGURE F-1

REMDEL AND PARTNERS-QUEENSLAND WAGO POWER PROJECT
 FILE TO BE ANALYSED 99
 #DATA ERRORS * * *
 * YEAR DAY TIME OBS LGTH * PERIOD SECS *ENGY DENS * WAVE
 #0 * * * MINS * * TZ * TC * M2. * RMS
 1 76 192 0300 19.43 6.63 3.95 .50 1.93
 SPECTRAL DENSITY FUNCTIONS AUTO CORR.FUNCT
 POWER NORMALISED
 DENSITY (M2) DENSITY(%/0.1HZ)

NO	FREQ (HERTZ)	DENSITY (M2)	DENSITY (%/0.1HZ)	NO OF VALUES	HRMSF	TZ	PERIOD	SECS	ENGY DENS	WAVE	RMS	HEIGHTS	M. *	EPS	TP FILE	FILE
1	.00	.01662	.03697	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
2	.02	.04452	.08842	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
3	.04	.00000	.00135	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
4	.06	.44155	.67656	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
5	.08	4.95596	5.87110	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
6	.10	5.34563	10.69291	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
7	.12	4.82313	9.57965	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
8	.14	3.27013	6.49510	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
9	.16	2.23518	4.43551	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
10	.18	1.62794	3.23340	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
11	.20	1.32546	2.64055	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
12	.22	.94422	1.88532	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
13	.24	.66559	1.12434	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
14	.26	.52535	.64621	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
15	.28	.42284	.44260	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
16	.30	.18431	.36808	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
17	.32	.14345	.28689	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
18	.34	.11460	.22741	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
19	.36	.09222	.18516	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
20	.38	.07352	.14602	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
21	.40	.06494	.12897	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
22	.42	.05476	.10881	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
23	.44	.05835	.07617	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
24	.46	.02764	.05490	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
25	.48	.02276	.04521	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
26	.50	.01912	.03798	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
27	.52	.01715	.03403	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
28	.54	.01501	.02980	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
29	.56	.01497	.02973	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
30	.58	.01645	.03267	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
31	.60	.01456	.02897	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
32	.62	.00965	.01957	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
33	.64	.00766	.01510	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
34	.66	.00836	.01664	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
35	.68	.00821	.01630	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
36	.70	.00673	.01336	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
37	.72	.00645	.01282	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
38	.74	.00610	.01212	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
39	.76	.00429	.00853	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
40	.78	.00273	.00543	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
41	.80	.00249	.00495	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
42	.82	.00210	.00417	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
43	.84	.00141	.00279	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
44	.86	.00122	.00242	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
45	.88	.00117	.00232	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
46	.90	.00096	.00190	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
47	.92	.00085	.00165	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
48	.94	.00076	.00154	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
49	.96	.00067	.00133	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
50	.98	.00050	.00100	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99
51	1.00	.00045	.00090	6.17	9.41	2.01	6.63	3.95	.50	1.93	2.71	3.94	.80	.0	.99	99

COMPUTER OUTPUT OF WAVE HEIGHT ANALYSIS

FIGURE F-2

R 99
F 099
// 000 099[76192/0300/001/000/000]

R 001
2316 2409 2493 2531 2553 2558 2581 2626 2653 2623 2557 2499
2437 2436 2428 2416 2424 2452 2502 2531 2524 2495 2471 2472
2497 2516 2525 2540 2544 2538 2515 2492 2450 2455 2500 2523
2535 2545 2533 2513 2486 2452 2419 2415 2448 2496 2545 2574
2599 2608 2614 2598 2513 2417 2402 2405 2404 2440 2475 2498
2500 2503 2495 2504 2521 2546 2586 2577 2530 2490 2455 2458
2471 2471 2478 2528 2561 2563 2575 2597 2590 2566 2505 2412
2356 2320 2320 2373 2451 2553 2621 2645 2607 2542 2517 2512
2537 2572 2597 2600 2569 2523 2448 2372 2354 2359 2406 2430
2431 2426 2442 2482 2526 2562 2580 2595 2610 2625 2634 2591

R 002
2539 2521 2473 2458 2408 2341 2332 2354 2379 2406 2445 2498
2566 2624 2657 2652 2629 2614 2606 2565 2497 2417 2381 2403
2408 2425 2459 2487 2504 2491 2457 2453 2454 2442 2471 2530
2570 2610 2639 2621 2582 2571 2552 2490 2437 2441 2427 2409
2395 2384 2392 2414 2462 2498 2542 2592 2608 2611 2603 2575
2573 2604 2577 2508 2450 2392 2393 2418 2409 2415 2436 2443
2456 2459 2507 2551 2573 2603 2615 2626 2637 2597 2504 2452
2440 2443 2426 2413 2446 2443 2454 2474 2477 2507 2540 2563
2565 2572 2550 2489 2451 2468 2497 2530 2556 2567 2562 2522
2467 2413 2400 2439 2469 2520 2578 2590 2570 2555 2520 2434

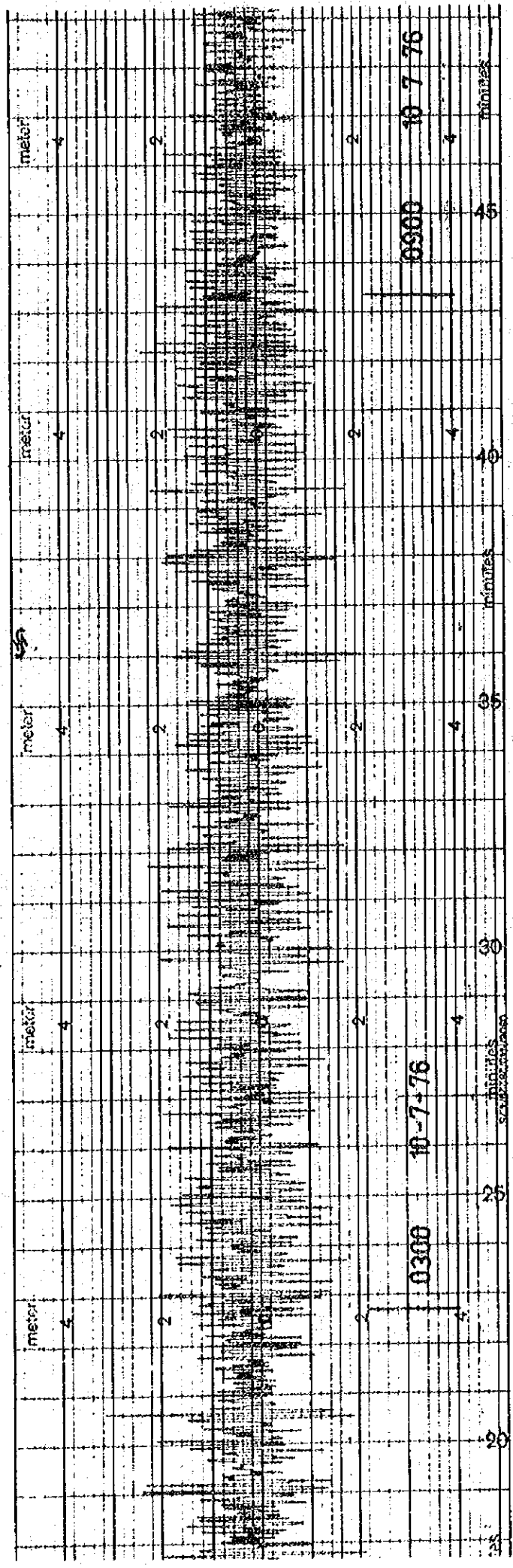
R 003
2409 2426 2458 2496 2524 2527 2522 2521 2509 2498 2513 2551
2562 2569 2576 2560 2521 2486 2460 2418 2406 2423 2431 2442
2455 2491 2516 2505 2518 2543 2548 2569 2590 2634 2665 2641
2571 2467 2385 2361 2357 2355 2386 2429 2491 2541 2554 2533
2517 2539 2551 2568 2546 2491 2470 2466 2487 2542 2545 2524
2518 2474 2454 2459 2444 2461 2488 2494 2499 2495 2502 2524
2538 2536 2506 2469 2479 2500 2495 2500 2508 2528 2568 2572
2573 2554 2522 2494 2447 2406 2412 2421 2448 2516 2575 2587
2560 2556 2530 2469 2463 2499 2534 2559 2551 2515 2484 2459
2442 2406 2386 2450 2492 2502 2553 2598 2648 2674 2629 2546

R 004
2470 2416 2377 2360 2381 2411 2456 2492 2521 2525 2520 2531
2525 2535 2557 2574 2545 2524 2511 2504 2533 2531 2478 2417
2386 2434 2472 2477 2462 2445 2458 2500 2530 2565 2607 2615
2589 2557 2534 2506 2502 2477 2465 2480 2513 2493 2450 2418
2374 2374 2456 2524 2562 2619 2642 2615 2566 2502 2469 2459
2435 2457 2522 2542 2530 2487 2454 2450 2437 2461 2514 2552
2596 2591 2555 2533 2501 2487 2474 2464 2433 2447 2462 2445
2442 2460 2494 2531 2580 2624 2632 2602 2563 2508 2481 2459
2433 2421 2446 2457 2471 2473 2489 2499 2505 2512 2528 2569
2596 2599 2584 2564 2525 2468 2407 2375 2385 2385 2403 2462

R 005
2517
* 021 099[76192/0300/001/000/000]

DIGITIZED DATA

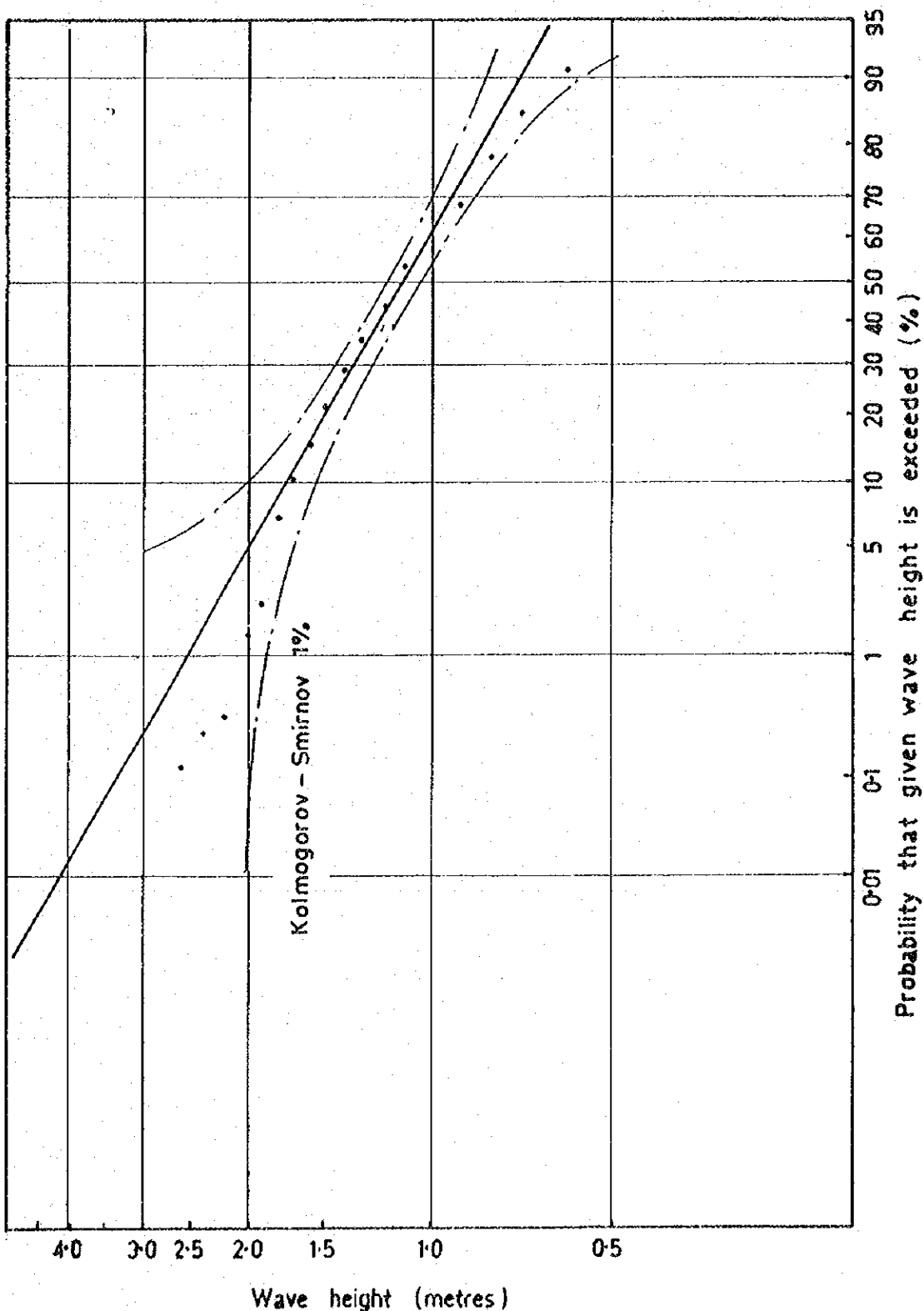
FIGURE F-3



The record has been reproduced exactly but it should be noted that the paper travel stops between recordings and thus the time scale as printed on the paper is not continuous between records. To make the wave record more readable, the paper travel speed was slowed down 2.5 x by fitting an alternate gear train. One actual minute is thus 2.5 minutes on the printed chart or the time between two lines is actually 0.4 minutes.

PAPER CHART TRACE

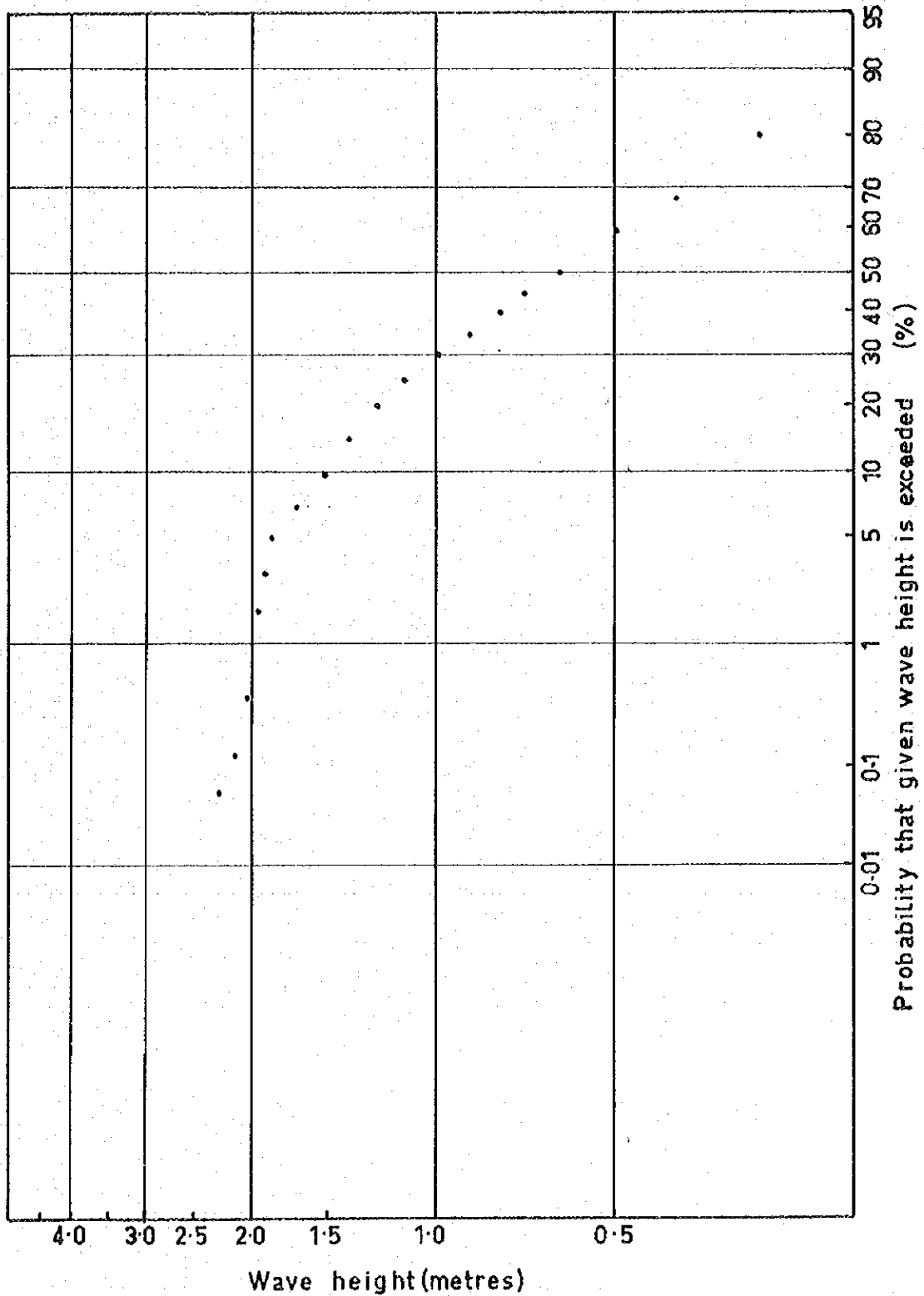
FIGURE F-4



EXCEEDANCE PLOT (LOG - NORMAL) FOR Hsig
 FOR WAVERIDER BUOY OFF KEREMA

April - October 1976

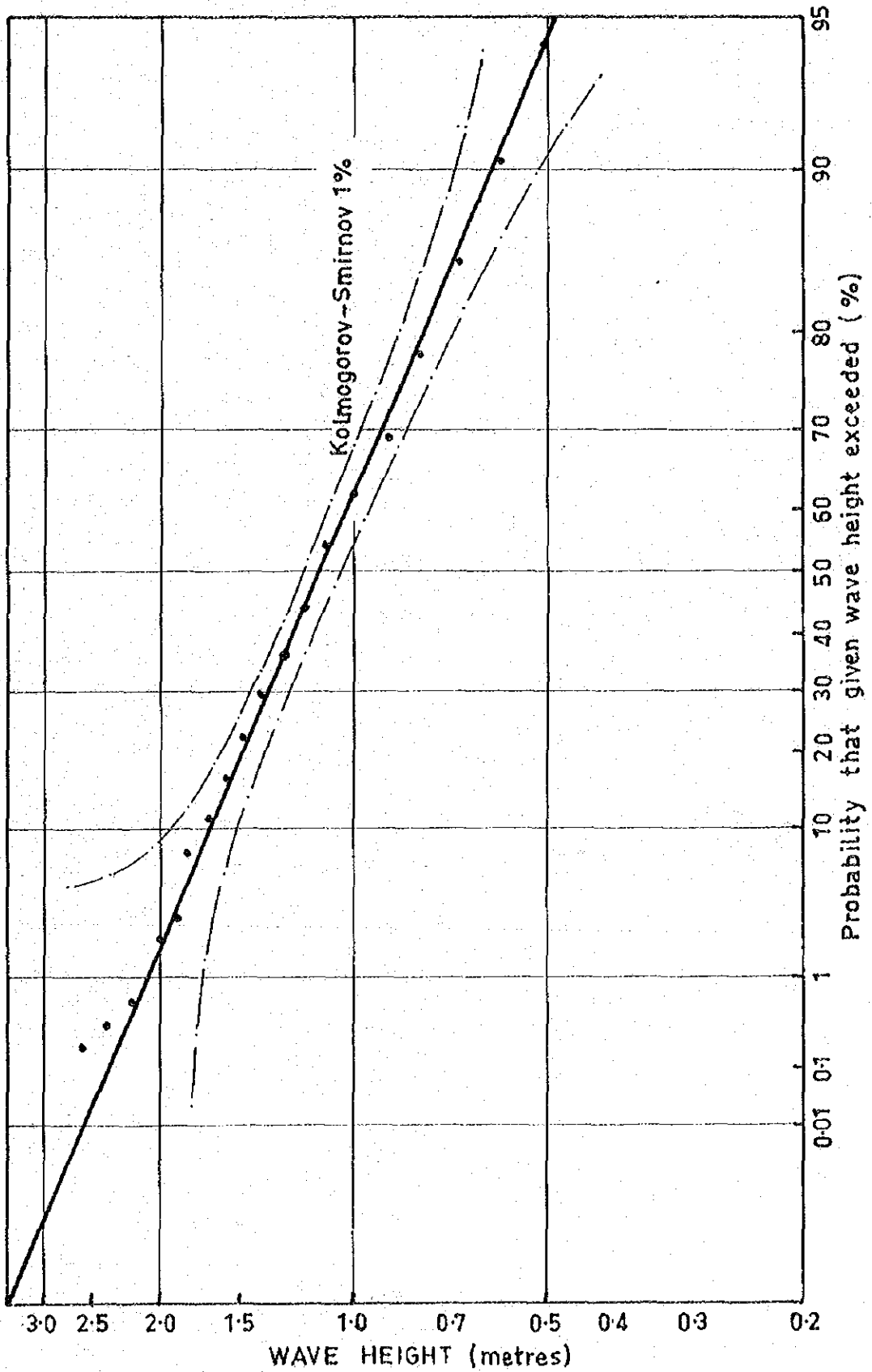
FIGURE F-5a



EXCEEDANCE PLOT (LOG-NORMAL) FOR H_{sig}
 FOR WAVERIDER BUOY OFF KEREMA

April 1976 - April 1977

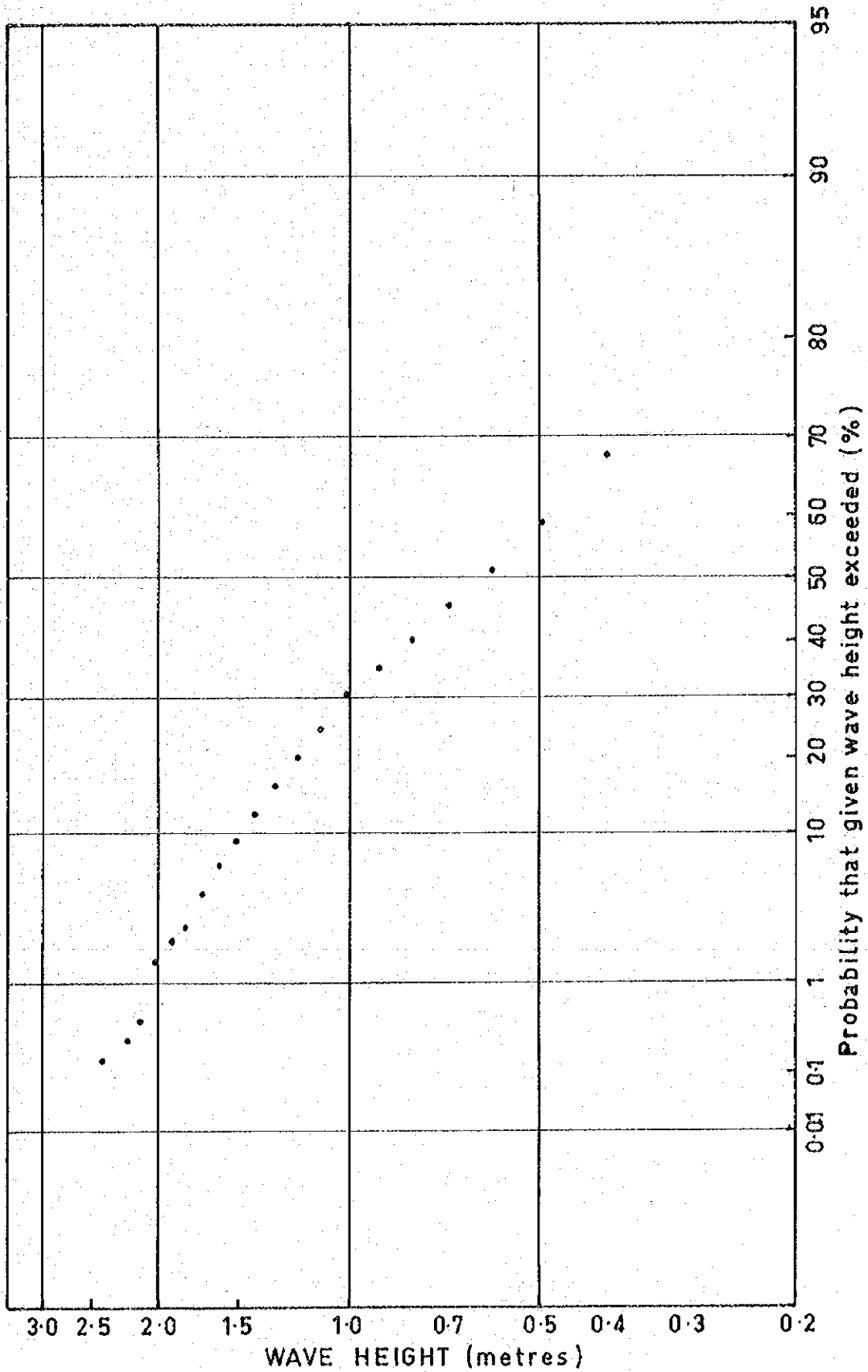
FIGURE F-5b



EXCEEDANCE PLOT (WEIBULL DISTRIBUTION)
 FOR Hsig FOR WAVERIDER BUOY OFF KEREMA

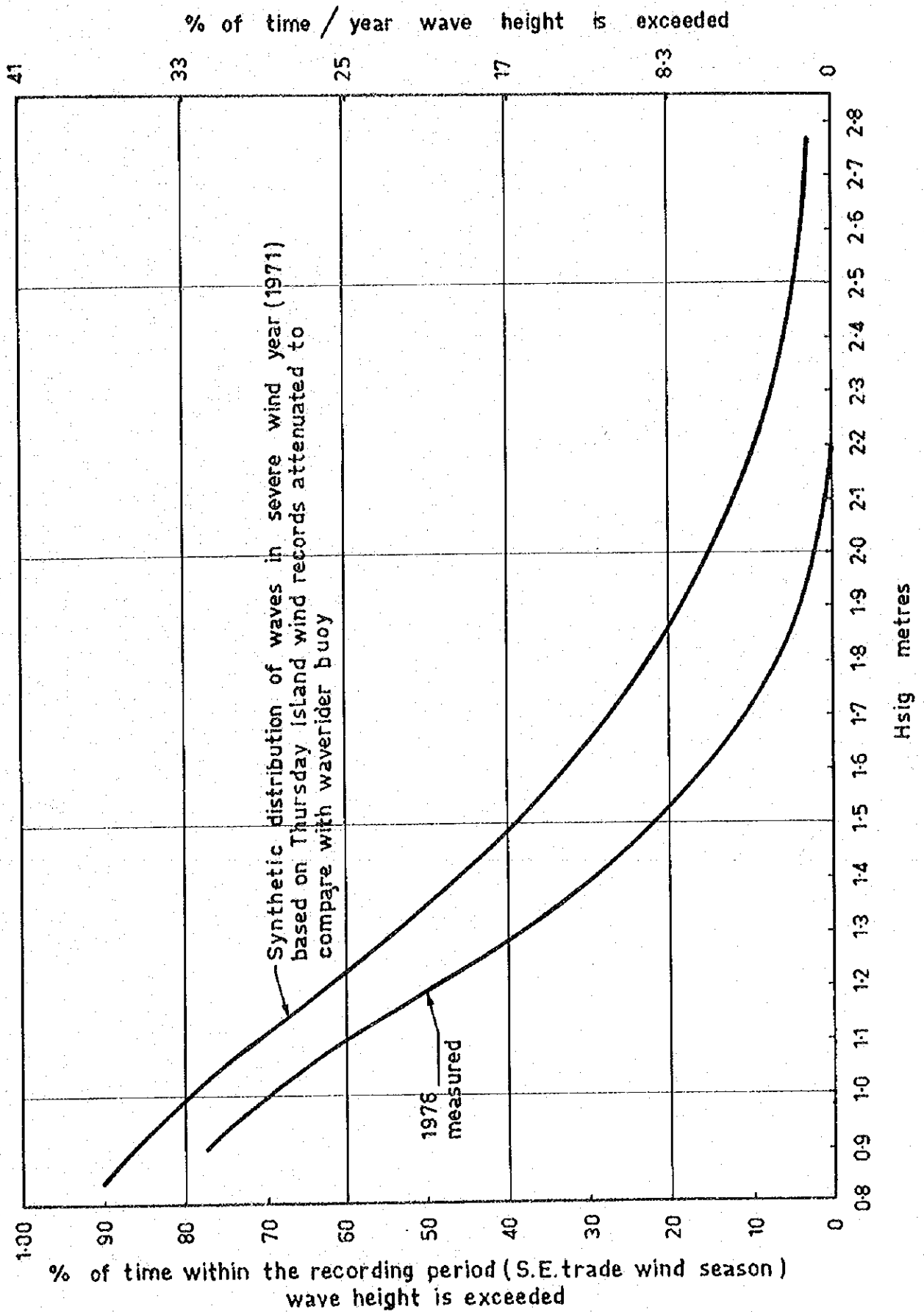
April - October 1976

FIGURE F-6a



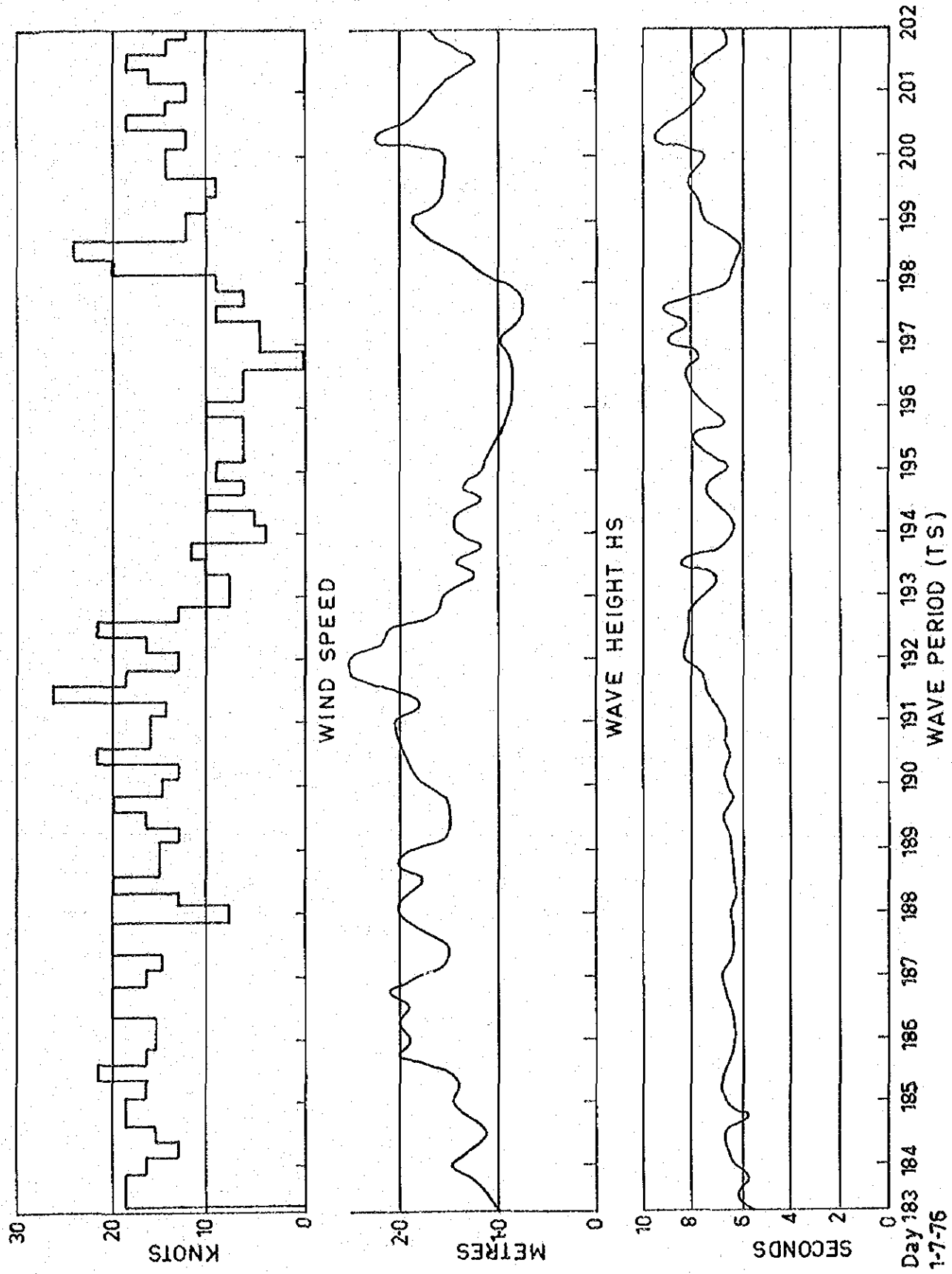
EXCEEDANCE PLOT (WEIBULL DISTRIBUTION)
 FOR Hsig FOR WAYERIDER BUOY OFF KEREMA
 April 1976 - April 1977

FIGURE F - 6b



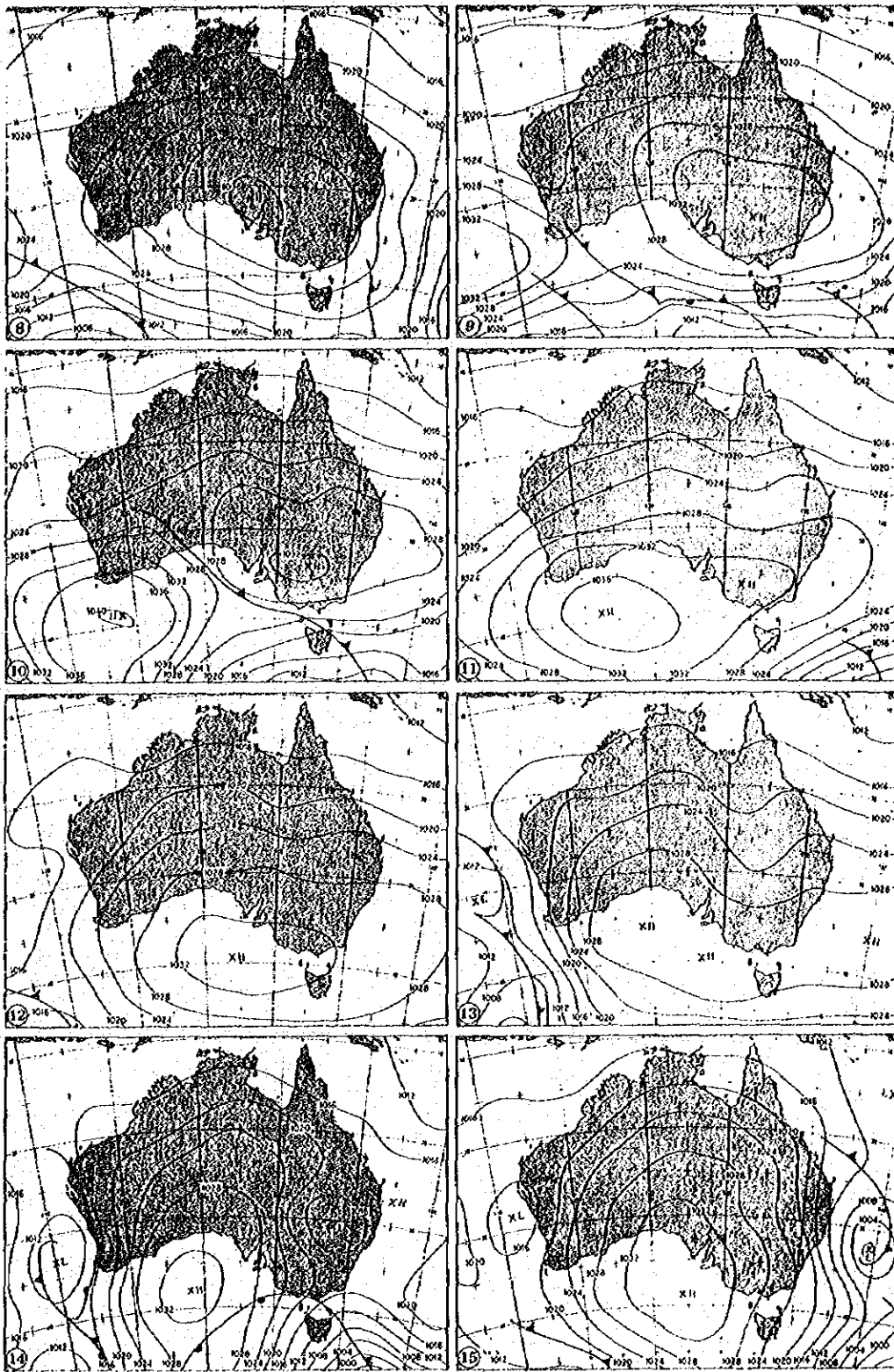
COMPARATIVE EXCEEDANCE DIAGRAM FOR
S.E. SEASON

FIGURE F-7



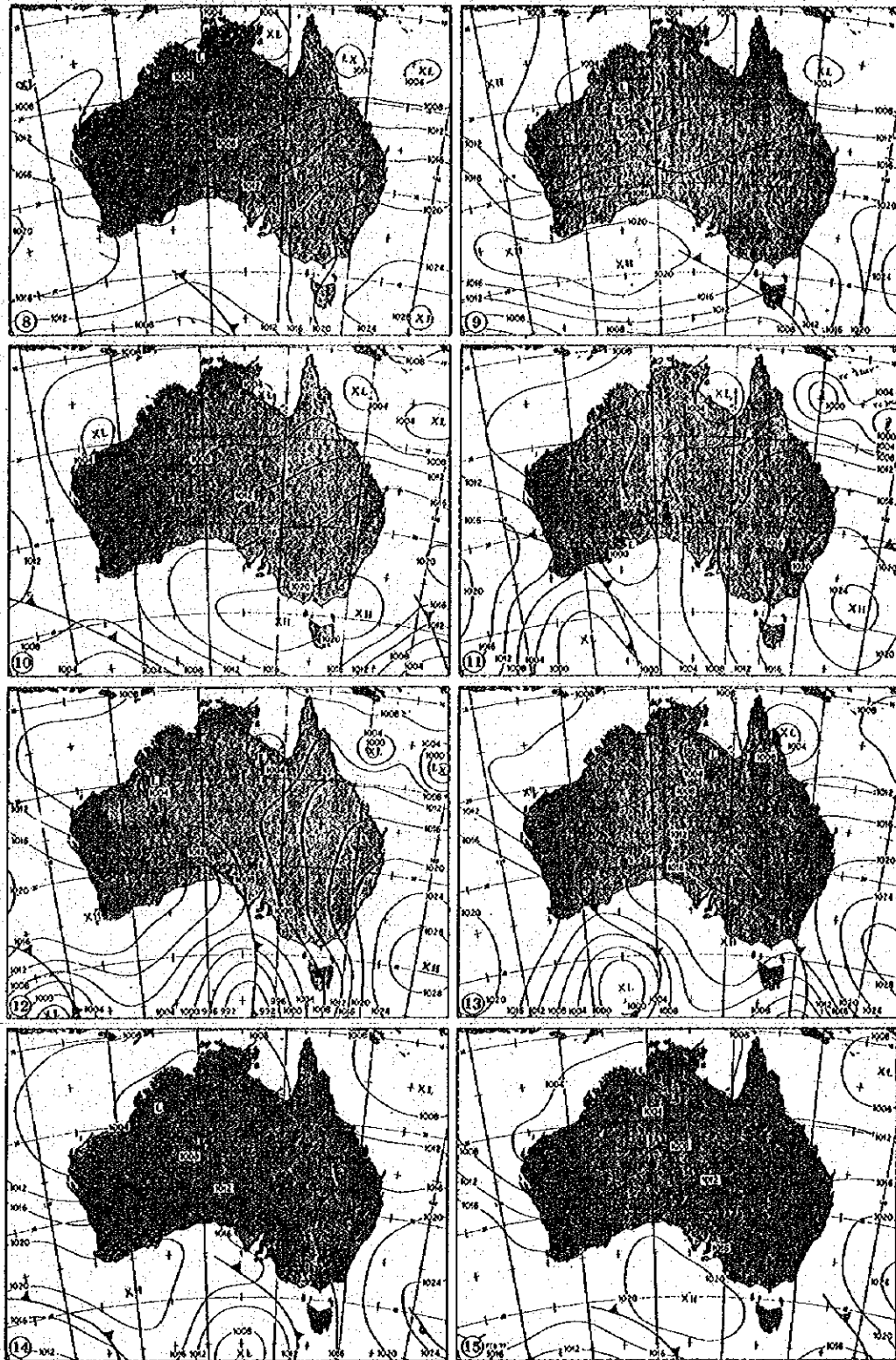
TIME SEQUENCE OF WIND, WAVE HEIGHT AND PERIOD

FIGURE F-8



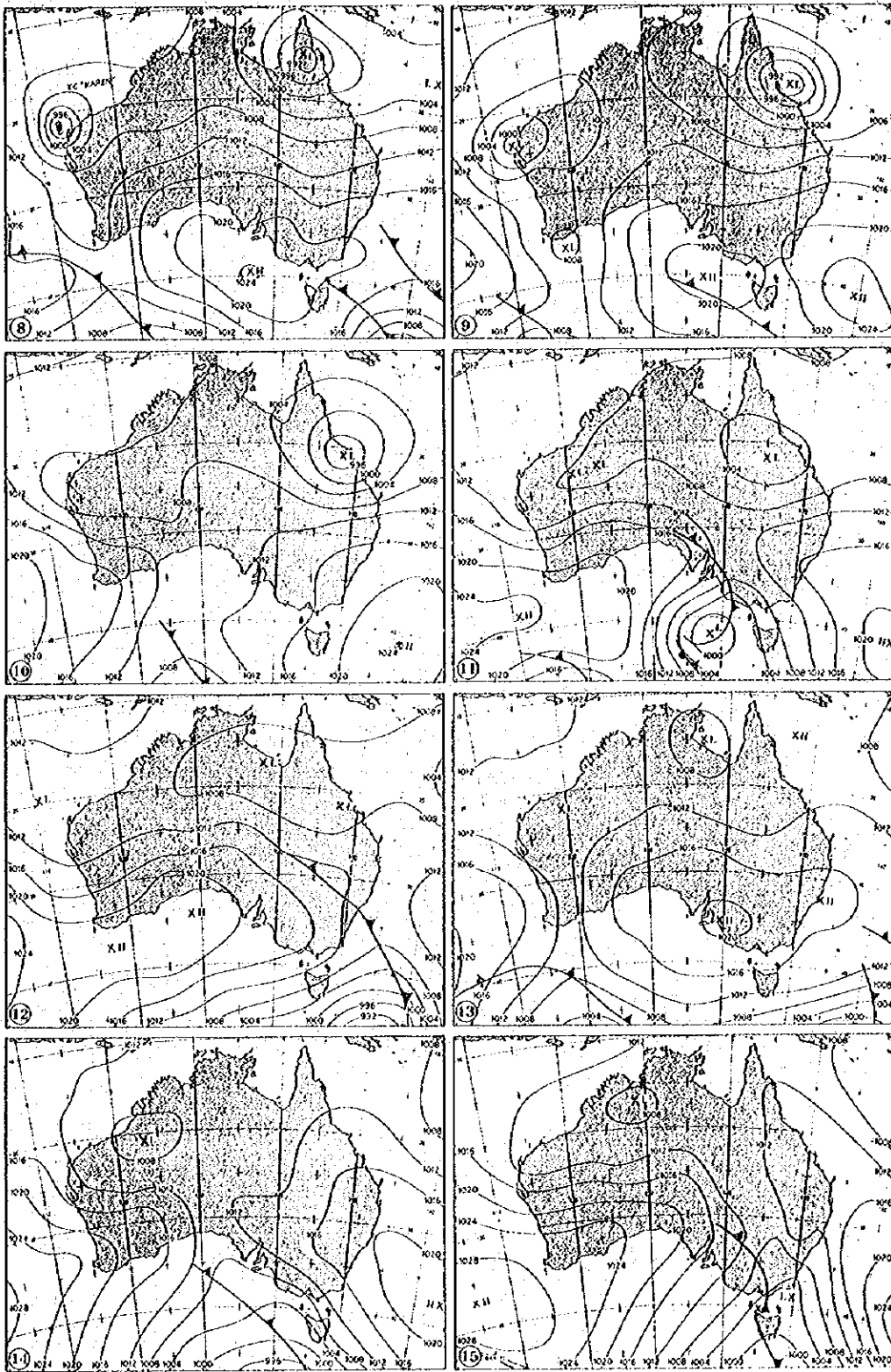
DAILY WEATHER MAPS -- DAYS 190-197

FIGURE F-9a



DAILY WEATHER MAPS — DAYS 39-46

FIGURE F-9b

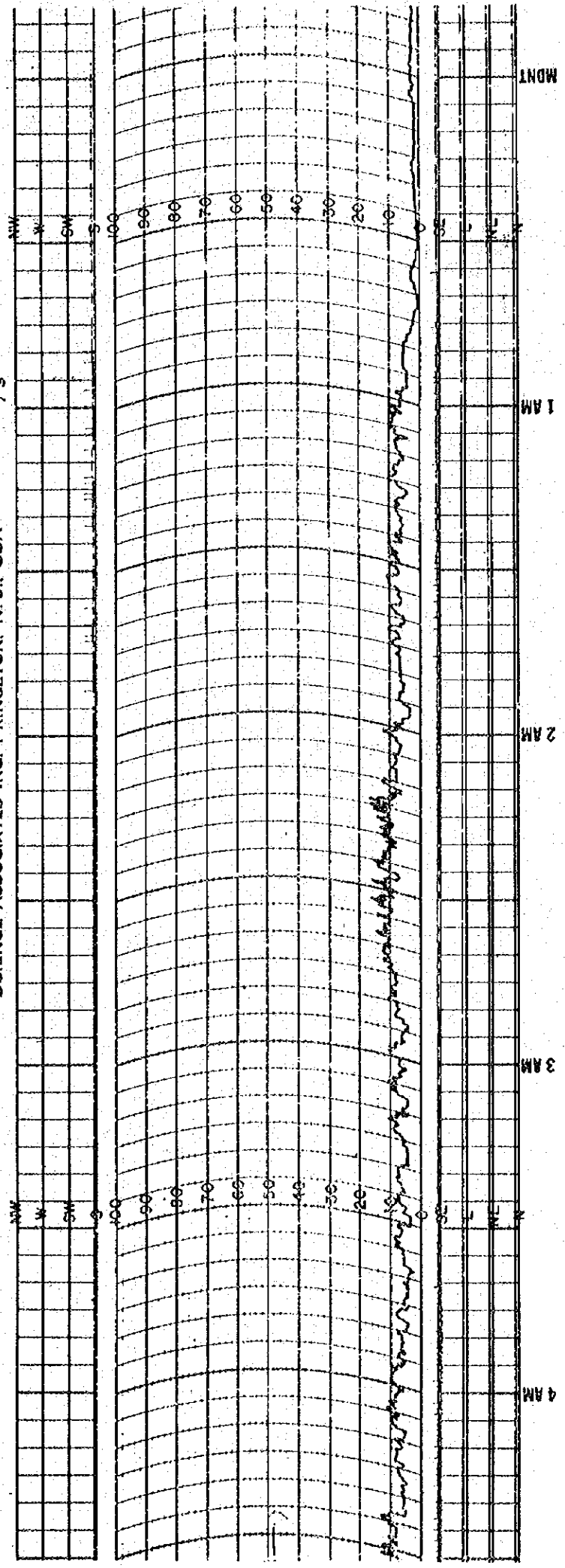


DAILY WEATHER MAPS -- DAYS 68-75

FIGURE F-9c

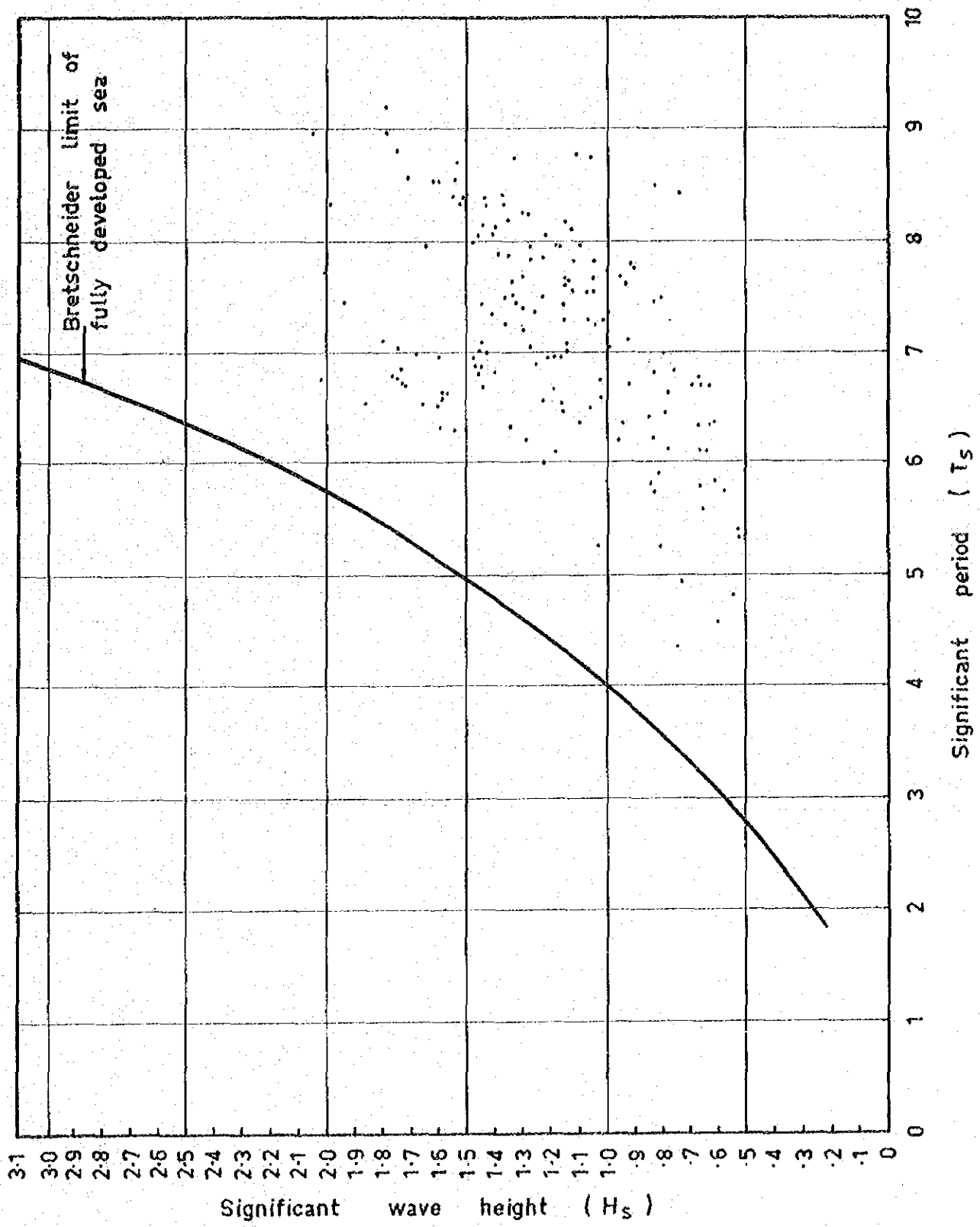
SCIENCE ASSOCIATES INC. PRINCETON, N. J., USA

73



WIND RECORD - DAY 26 1977

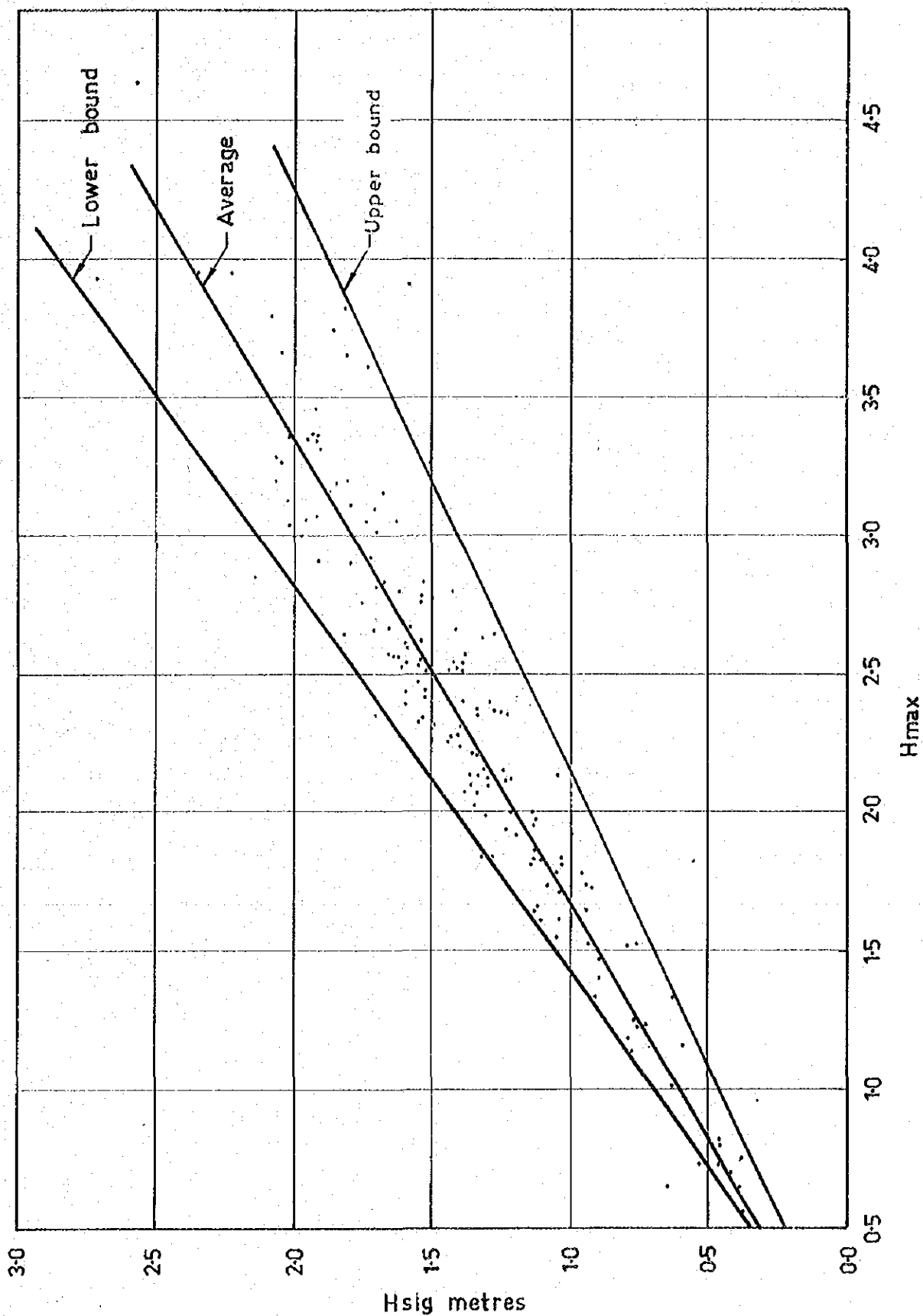
FIGURE F-10



Hsig VS Tsig (TYPICAL DISTRIBUTION)
 FOR WAVERIDER BUOY OFF KEREMA

April - October 1976

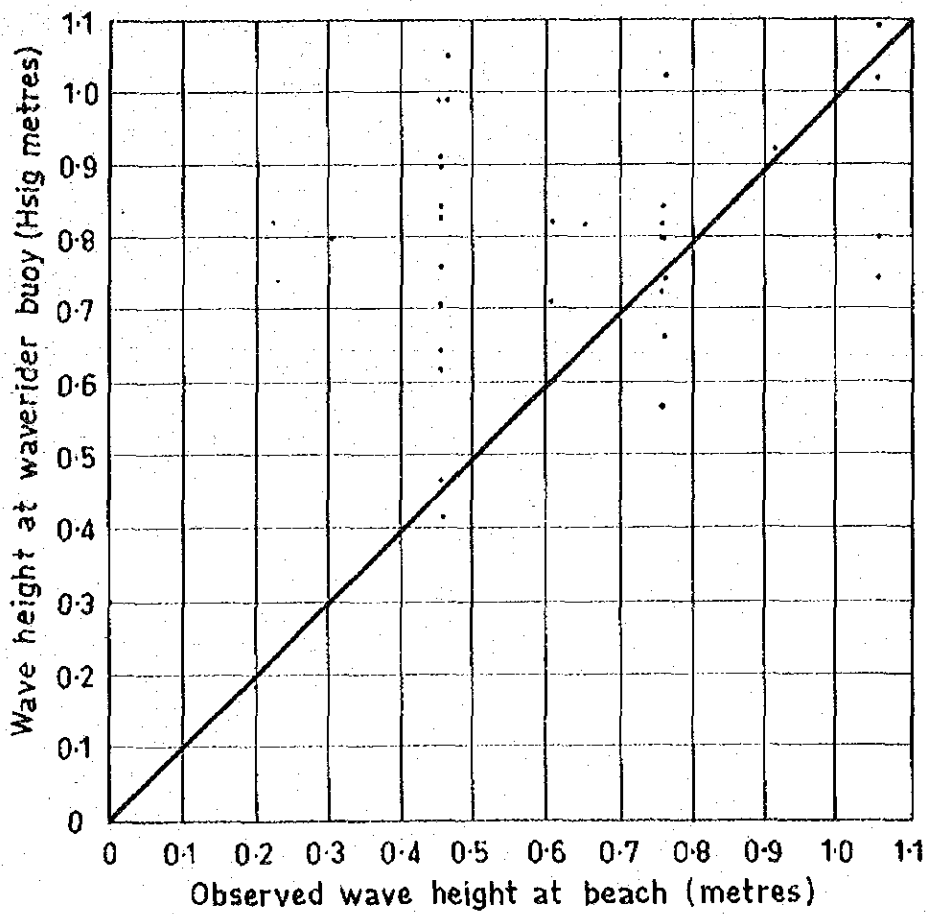
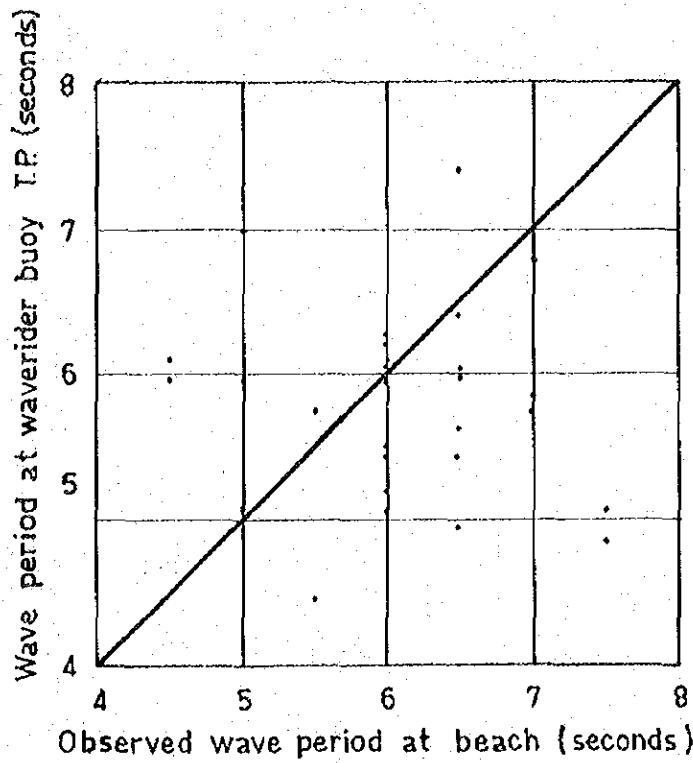
FIGURE F-11



CORRELATION Hsig vs. Hmax.
 FOR WAVERIDER BUOY OFF KEREMA

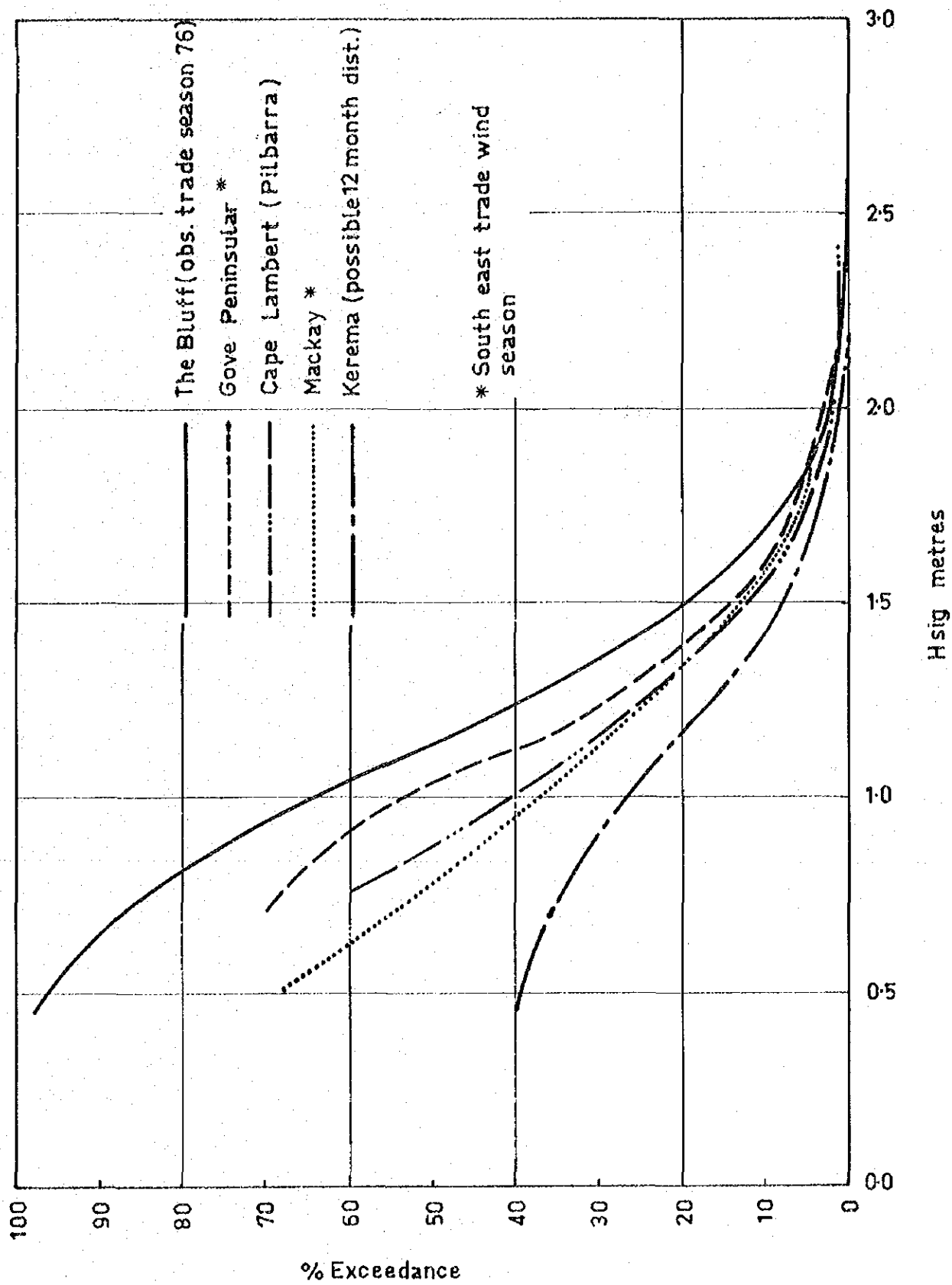
April - October 1976

FIGURE F-12



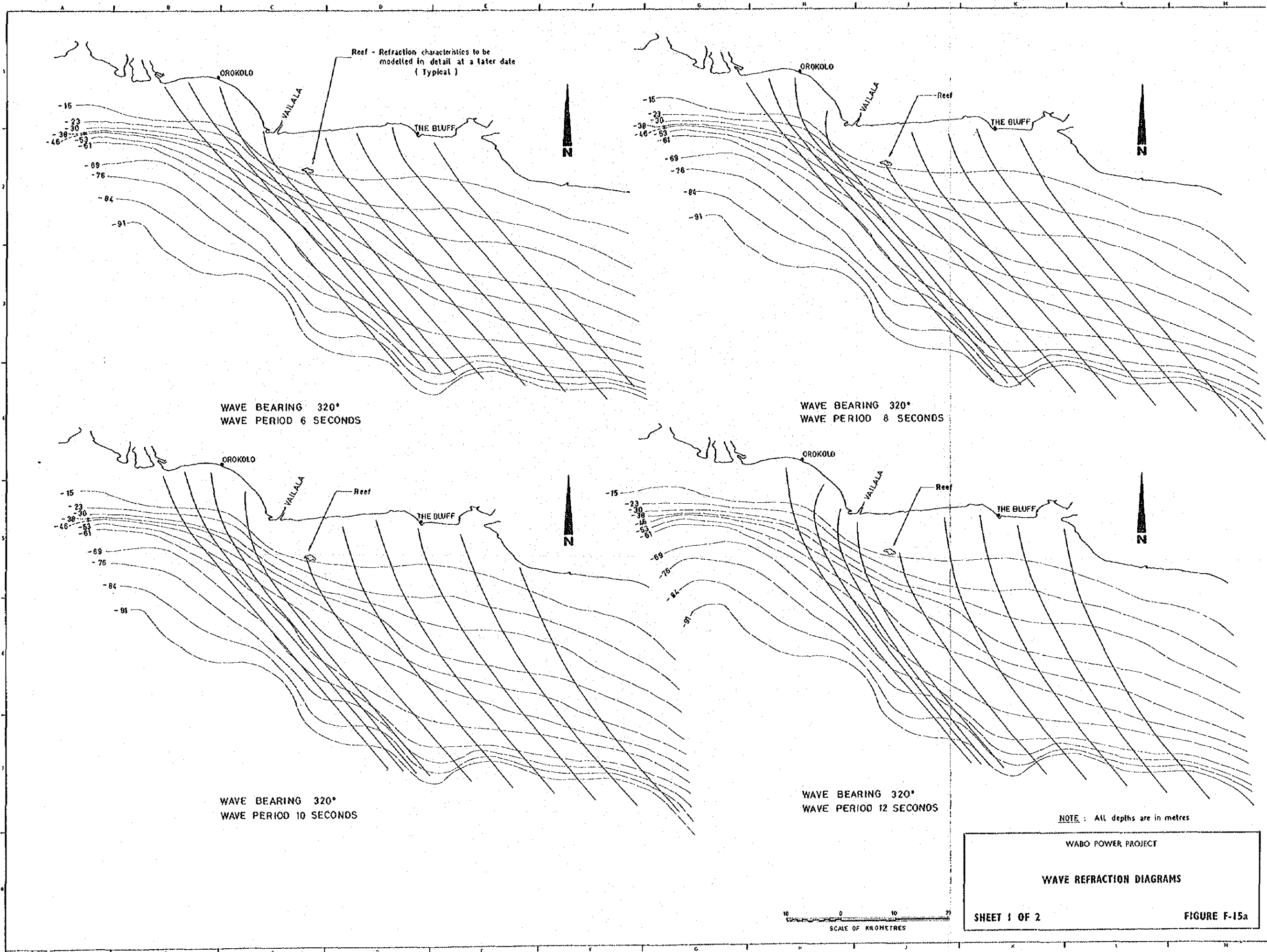
CORRELATION OF WAVERIDER BUOY RESULTS
WITH BEACH OBSERVATIONS

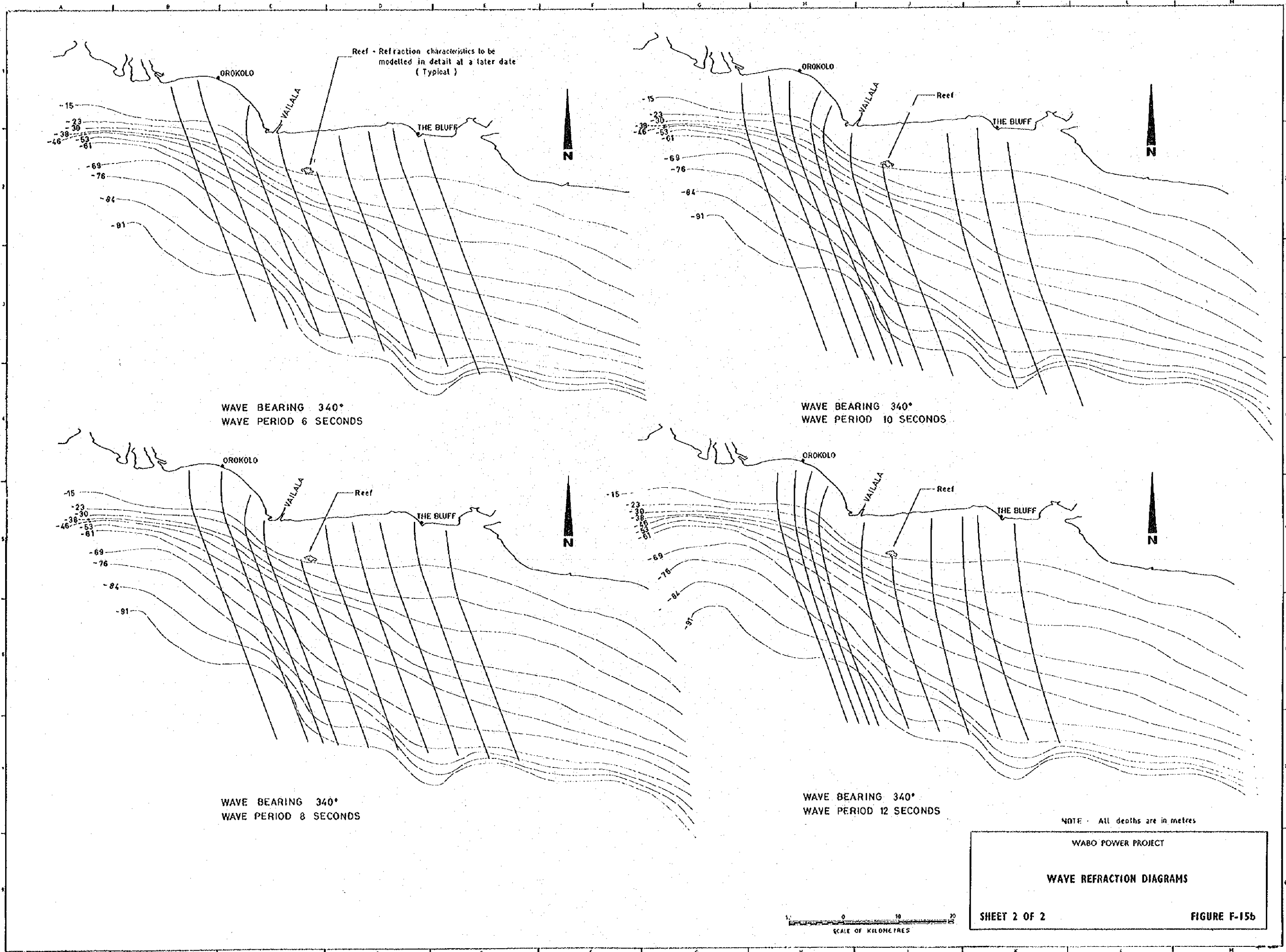
FIGURE F-13

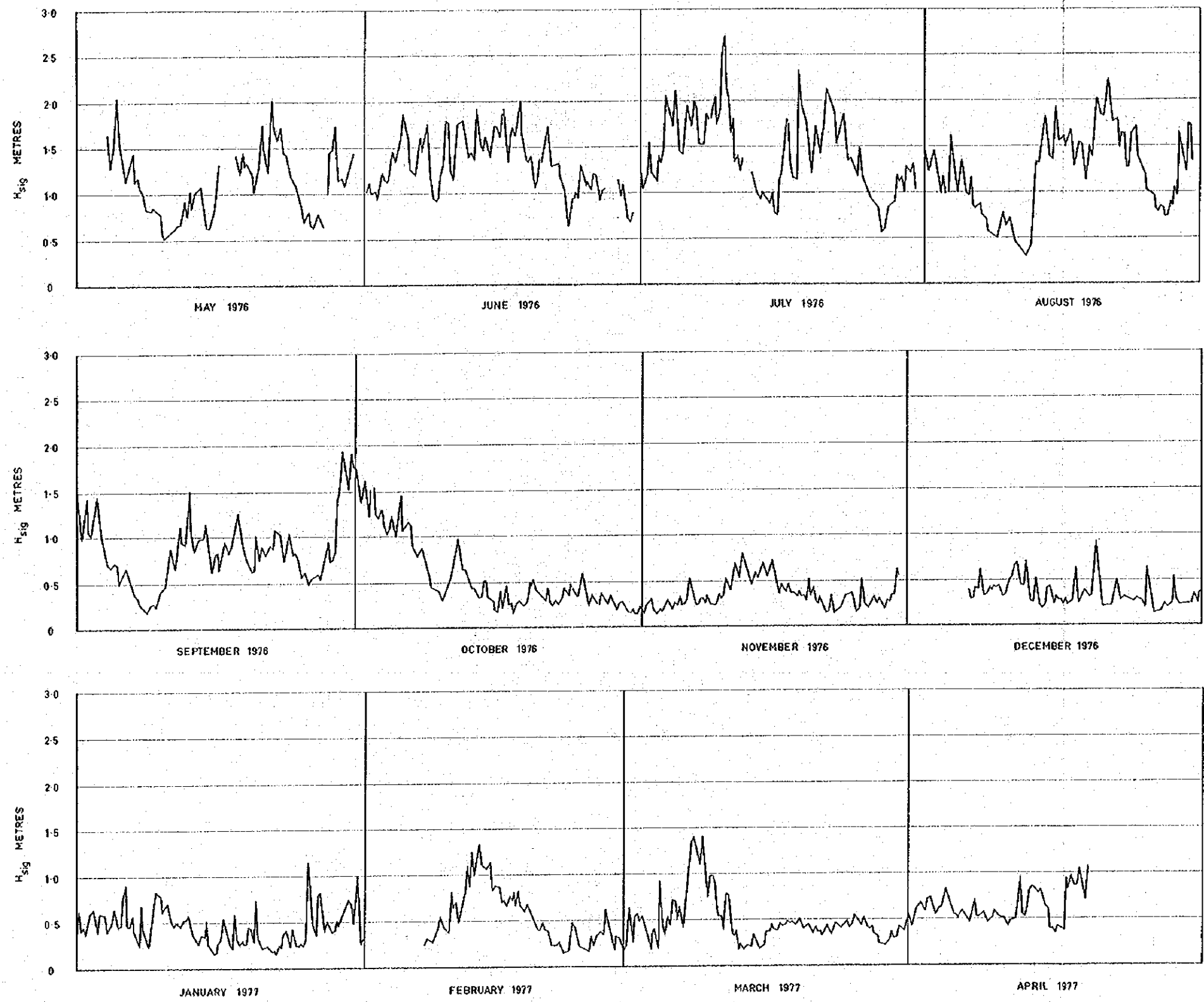


EXAMPLES OF WAVE HEIGHT DISTRIBUTION
AT UNPROTECTED PORTS

FIGURE F-14







WABO POWER PROJECT
 WAVE HEIGHTS RECORDED BY WAVERIDER BUOY AT KEREMA
 MAY 1976 TO APRIL 1977
 FIGURE F-16

付 録 G

資本回収計画および開発と運営

G-1 資金回収計算

G-2 開発と運営

付 録 G - 1

資 金 回 収 計 算

1. 概 説

資金回収計算は、各候補地案別、各電力開発計画別、港湾貨物、都市施設、土地開発別に、金利7%、11%、15%の3ケースについて検討している。以下実際の計算手順を示す。

2. 計 算 例

(a) 90 m²の家賃計算

Hall Sound、電力6年開発、支出はプロジェクト開始後4年目に始める。

(b) ・P77表22に90 m²の家屋の建設費がのせてある。(22,680米ドル/家)

・4年目の必要家屋数は8戸、したがって総建設費は

$$22,680 \times 8 = 181,440 \text{ 米ドル}$$

(c) 都市施設として下記の施設を考慮する。

	米ドル
電話施設	63
幹線道路と橋梁	282
公共施設の建物	1,462
# のための土地開発	324
リクリエーション用地のための開発	196
住居地区の土地開発	772
(政府機関用)	

3,099

諸経費を含んで(×1.265)

3,920

これらの都市施設費は家屋のクラスによって下記の%で分配される。

90 m ²	13.3%
60 m ²	22.4%
45 m ²	28.2%
30 m ²	36.1%

したがって今回の例では

$$3,920 \times 0.133 = 521,000 \text{ 米ドル}$$

(d) 建設費合計

$$(b)+(c)=181,440 \text{ 米ドル} + 521,000 \text{ 米ドル} \\ = 702,440 \text{ 米ドル}$$

これらの計算が各年毎にプロジェクト年18年目までくりかえされる。プロジェクト償還年58年の間中、20年毎に、これらの家屋は新築される。

(e) 必要家屋数

必要家屋数は、家屋の建設工期を1年間とるため、必要年度の1年前に完成させることにする。したがって各年の必要戸数は下表のとおりである。

RENTAL UNITS -- YEAR BY YEAR CONSTRUCTION AND RENTAL

YEAR	RENTAL UNITS		
	Built Each Year	Required Each Year	Available Each Year
4	8	0	8
5	16	8	24
6	41	24	65
7	24	65	89
8	364	89	453
9	161	453	614
10	167	781	781

TABLE G-1 -- HALL SOUND PORT (OK TEDI INCLUDED)
 5-YEAR POWER DEMAND GROWTH
 UNIT CARGO CHARGES

YEAR	ANNUAL TONNAGE t x 10 ³	COST OF DEVELOPMENT US\$ x 10 ³	YEAR	ANNUAL TONNAGE t x 10 ³	COST OF DEVELOPMENT US\$ x 10 ³
1	0	1 703	30	9 000	12 270
2	0	2 969	31	9 000	12 270
3	0	9 015	32	9 000	12 270
4	181	13 187	33	9 000	12 270
5	191	13 075	34	9 000	12 270
6	226	8 568	35	9 000	12 270
7	251	12 706	36	9 000	12 270
8	276	19 196	37	9 000	12 270
9	3 874	11 819	38	9 000	12 270
10	5 387	20 335	39	9 000	12 270
11	7 143	37 568	40	9 000	12 270
12	8 555	16 698	41	9 000	12 270
13	9 000	21 354	42	9 000	12 270
14	9 000	12 270	43	9 000	12 270
15	9 000	12 270	44	9 000	12 270
16	9 000	12 270	45	9 000	12 270
17	9 000	12 270	46	9 000	12 270
18	9 000	12 270	47	9 000	12 270
19	9 000	12 270	48	9 000	12 270
20	9 000	12 270	49	9 000	12 270
21	9 000	12 270	50	9 000	12 270
22	9 000	12 270	51	9 000	12 270
23	9 000	12 270	52	9 000	12 270
24	9 000	12 270	53	9 000	12 270
25	9 000	12 270	54	9 000	12 270
26	9 000	12 270	55	9 000	12 270
27	9 000	12 270	56	9 000	12 270
28	9 000	12 270	57	9 000	12 270
29	9 000	12 270	58	9 000	12 270
Sub Total	179 084	384 513	Total	440 084	740 343
Present Value at:			7%	72 039	188 196
(US\$ x 10 ³)			11%	35 422	120 377
			15%	19 830	85 988

$$\text{Rate/t (US\$)} = \frac{\text{Present Value Cost}}{\text{Present Value Tonnage}}$$

7% \$ 2.61
 11% \$ 3.40
 15% \$ 4.34

TABLE G-2 -- HALL SOUND PORT (OK TEDI INCLUDED)
 10-YEAR POWER DEMAND GROWTH
 UNIT CARGO CHARGES

YEAR	ANNUAL TONNAGE t $\times 10^3$	COST OF DEVELOPMENT US $\times 10^3$	YEAR	ANNUAL TONNAGE t $\times 10^3$	COST OF DEVELOPMENT US $\times 10^3$
1	0	1 571	30	9 000	12 270
2	0	2 838	31	9 000	12 270
3	0	8 082	32	9 000	12 270
4	0	10 886	33	9 000	12 270
5	105	11 471	34	9 000	12 270
6	110	6 061	35	9 000	12 270
7	120	8 077	36	9 000	12 270
8	130	11 270	37	9 000	12 270
9	720	2 471	38	9 000	12 270
10	720	3 333	39	9 000	12 270
11	1 987	5 966	40	9 000	12 270
12	1 814	13 628	41	9 000	12 270
13	1 814	15 240	42	9 000	12 270
14	2 360	15 518	43	9 000	12 270
15	3 838	35 085	44	9 000	12 270
16	5 351	15 151	45	9 000	12 270
17	7 000	21 150	46	9 000	12 270
18	9 000	23 652	47	9 000	12 270
19	9 000	12 270	48	9 000	12 270
20	9 000	12 270	49	9 000	12 270
21	9 000	12 270	50	9 000	12 270
22	9 000	12 270	51	9 000	12 270
23	9 000	12 270	52	9 000	12 270
24	9 000	12 270	53	9 000	12 270
25	9 000	12 270	54	9 000	12 270
26	9 000	12 270	55	9 000	12 270
27	9 000	12 270	56	9 000	12 270
28	9 000	12 270	57	9 000	12 270
29	9 000	12 270	58	9 000	12 270
Sub Total	134 069	346 420	Total	395 069	702 250
Present Value at:			7%	51 419	157 141
(US $\times 10^3$)			11%	21 775	94 630
			15%	10 598	64 989

$$\text{Rate/t (US\$)} = \frac{\text{Present Value Cost}}{\text{Present Value Tonnage}}$$

7% \$ 3.06
 11% \$ 4.35
 15% \$ 6.13

TABLE G-3 -- HALL SOUND PORT (WITHOUT OK TEDI)
5-YEAR POWER DEMAND GROWTH
UNIT CARGO CHARGES

YEAR	ANNUAL TONNAGE t $\times 10^3$	COST OF DEVELOPMENT US $\times 10^3$	YEAR	ANNUAL TONNAGE t $\times 10^3$	COST OF DEVELOPMENT US $\times 10^3$
1	0	1 703	30	9 000	11 763
2	0	2 969	31	9 000	11 763
3	0	9 015	32	9 000	11 763
4	181	11 795	33	9 000	11 763
5	191	12 379	34	9 000	11 763
6	226	8 568	35	9 000	11 763
7	251	12 806	36	9 000	11 763
8	276	19 296	37	9 000	11 763
9	3 874	11 744	38	9 000	11 763
10	5 387	18 014	39	9 000	11 763
11	7 143	26 046	40	9 000	11 763
12	8 555	16 444	41	9 000	11 763
13	9 000	20 973	42	9 000	11 763
14	9 000	11 763	43	9 000	11 763
15	9 000	11 763	44	9 000	11 763
16	9 000	11 763	45	9 000	11 763
17	9 000	11 763	46	9 000	11 763
18	9 000	11 763	47	9 000	11 763
19	9 000	11 763	48	9 000	11 763
20	9 000	11 763	49	9 000	11 763
21	9 000	11 763	50	9 000	11 763
22	9 000	11 763	51	9 000	11 763
23	9 000	11 763	52	9 000	11 763
24	9 000	11 763	53	9 000	11 763
25	9 000	11 763	54	9 000	11 763
26	9 000	11 763	55	9 000	11 763
27	9 000	11 763	56	9 000	11 763
28	9 000	11 763	57	9 000	11 763
29	9 000	11 763	58	9 000	11 763
Sub Total	179 084	359 960	Total	440 084	701 087
		Present Value at:	7%	72 039	176 142
		(US $\times 10^3$)	11%	35 422	112 510
			15%	19 830	80 467

$$\text{Rate/t (US\$)} = \frac{\text{Present Value Cost}}{\text{Present Value Tonnage}}$$

7% \$ 2.45
11% \$ 3.18
15% \$ 4.06

TABLE G-4 - HALL SOUND PORT (WITHOUT OK TEDI)
 10-YEAR POWER DEMAND GROWTH
 UNIT CARGO CHARGES

YEAR	ANNUAL TONNAGE t×10 ³	COST OF DEVELOPMENT US\$×10 ³	YEAR	ANNUAL TONNAGE t×10 ³	COST OF DEVELOPMENT US\$×10 ³
1	0	1 571	30	9 000	11 763
2	0	2 838	31	9 000	11 763
3	0	8 082	32	9 000	11 763
4	0	10 886	33	9 000	11 763
5	105	11 471	34	9 000	11 763
6	110	6 061	35	9 000	11 763
7	120	7 033	36	9 000	11 763
8	130	10 226	37	9 000	11 763
9	720	2 471	38	9 000	11 763
10	720	3 283	39	9 000	11 763
11	1 987	5 966	40	9 000	11 763
12	1 814	13 628	41	9 000	11 763
13	1 814	12 920	42	9 000	11 763
14	2 360	13 198	43	9 000	11 763
15	3 838	24 981	44	9 000	11 763
16	5 351	15 724	45	9 000	11 763
17	7 000	20 792	46	9 000	11 763
18	9 000	23 224	47	9 000	11 763
19	9 000	11 763	48	9 000	11 763
20	9 000	11 763	49	9 000	11 763
21	9 000	11 763	50	9 000	11 763
22	9 000	11 763	51	9 000	11 763
23	9 000	11 763	52	9 000	11 763
24	9 000	11 763	53	9 000	11 763
25	9 000	11 763	54	9 000	11 763
26	9 000	11 763	55	9 000	11 763
27	9 000	11 763	56	9 000	11 763
28	9 000	11 763	57	9 000	11 763
29	9 000	11 763	58	9 000	11 763
Sub Total	134 069	323 748	Total	395 069	664 875
Present Value at:			7%	51 419	147 668
(US\$×10 ³)			11%	21 775	89 155
			15%	10 598	61 572

$$\text{Rate/t (US\$)} = \frac{\text{Present Value Cost}}{\text{Present Value Tonnage}}$$

7% \$ 2.87
 11% \$ 4.09
 15% \$ 5.81

TABLE G-5 - VAILALA PORT (WITH OK TEDI)
5-YEAR POWER DEMAND GROWTH
UNIT CARGO CHARGES

YEAR	ANNUAL TONNAGE t $\times 10^3$	COST OF DEVELOPMENT US $\$ \times 10^3$	YEAR	ANNUAL TONNAGE t $\times 10^3$	COST OF DEVELOPMENT US $\$ \times 10^3$
1	0	3 802	30	9 000	13 720
2	0	6 005	31	9 000	13 720
3	0	18 028	32	9 000	14 720
4	181	29 335	33	9 000	17 470
5	191	46 354	34	9 000	13 720
6	226	43 520	35	9 000	13 720
7	251	49 522	36	9 000	13 720
8	276	39 520	37	9 000	13 720
9	3 874	18 209	38	9 000	13 970
10	5 387	27 112	39	9 000	13 720
11	7 143	46 161	40	9 000	13 720
12	8 555	20 934	41	9 000	13 720
13	9 000	26 189	42	9 000	13 720
14	9 000	13 720	43	9 000	13 970
15	9 000	13 720	44	9 000	13 720
16	9 000	13 720	45	9 000	13 720
17	9 000	13 720	46	9 000	13 720
18	9 000	13 970	47	9 000	13 720
19	9 000	13 720	48	9 000	13 970
20	9 000	13 720	49	9 000	13 720
21	9 000	13 720	50	9 000	13 720
22	9 000	13 720	51	9 000	13 720
23	9 000	13 970	52	9 000	13 720
24	9 000	13 720	53	9 000	13 970
25	9 000	13 720	54	9 000	13 720
26	9 000	13 720	55	9 000	13 720
27	9 000	13 720	56	9 000	13 720
28	9 000	13 970	57	9 000	14 720
29	9 000	13 720	58	9 000	17 470
Sub Total	179 084	594 961	Total	440 084	1 001 341
		Present Value at:	7%	72 039	327 259
		(US $\$ \times 10^3$)	11%	35 422	231 657
			15%	19 830	177 979

Rate/t (US $\$$)	=	$\frac{\text{Present Value Cost}}{\text{Present Value Tonnage}}$
7%	\$	4.54
11%	\$	6.54
15%	\$	8.97

TABLE G-6 -- VAILALA PORT (WITH OK TEDI)
10-YEAR POWER DEMAND GROWTH
UNIT CARGO CHARGES

YEAR	ANNUAL TONNAGE t×10 ³	COST OF DEVELOPMENT US\$×10 ³	YEAR	ANNUAL TONNAGE t×10 ³	COST OF DEVELOPMENT US\$×10 ³
1	0	3 508	30	9 000	13 720
2	0	5 711	31	9 000	13 720
3	0	17 079	32	9 000	14 720
4	0	28 587	33	9 000	17 470
5	105	45 584	34	9 000	13 720
6	110	43 018	35	9 000	13 720
7	120	45 809	36	9 000	12 720
8	130	33 632	37	9 000	13 720
9	720	5 105	38	9 000	13 950
10	720	5 926	39	9 000	13 720
11	1 987	9 195	40	9 000	13 720
12	1 814	15 790	41	9 000	13 720
13	1 814	16 991	42	9 000	13 720
14	2 360	19 762	43	9 000	13 950
15	3 838	43 098	44	9 000	13 720
16	5 351	18 227	45	9 000	13 720
17	7 000	21 906	46	9 000	13 720
18	9 000	26 521	47	9 000	13 720
19	9 000	13 720	48	9 000	13 950
20	9 000	13 720	49	9 000	13 720
21	9 000	13 720	50	9 000	13 720
22	9 000	13 720	51	9 000	13 720
23	9 000	13 950	52	9 000	13 720
24	9 000	13 720	53	9 000	13 950
25	9 000	13 720	54	9 000	13 720
26	9 000	13 720	55	9 000	13 720
27	9 000	13 720	56	9 000	13 720
28	9 000	13 950	57	9 000	14 720
29	9 000	13 720	58	9 000	17 470
Sub Total	134 069	556 829	Total	395 069	963 129
		Present Value at:	7%	51 419	295 963
		(US\$×10 ³)	11%	21 775	205 886
			15%	10 598	157 171

Rate/t = $\frac{\text{Present Value Cost}}{\text{Present Value Tonnage}}$
(US\$)

7% \$ 5.76
11% \$ 9.45
15% \$ 14.82

TABLE G-7 - VAILALA PORT (WITHOUT OK TEDI)
 5-YEAR POWER DEMAND GROWTH
 UNIT CARGO CHARGES

YEAR	ANNUAL TONNAGE t $\times 10^3$	COST OF DEVELOPMENT US $\times 10^3$	YEAR	ANNUAL TONNAGE t $\times 10^3$	COST OF DEVELOPMENT US $\times 10^3$
1	0	3 802	30	9 000	13 213
2	0	6 005	31	9 000	13 213
3	0	18 028	32	9 000	14 213
4	181	29 335	33	9 000	16 963
5	191	46 354	34	9 000	13 213
6	226	43 520	35	9 000	13 213
7	251	49 522	36	9 000	13 213
8	276	39 520	37	9 000	13 213
9	3 874	16 244	38	9 000	13 463
10	5 387	25 146	39	9 000	13 213
11	7 143	32 700	40	9 000	13 213
12	8 555	21 848	41	9 000	13 213
13	9 000	25 808	42	9 000	13 213
14	9 000	13 213	43	9 000	13 463
15	9 000	13 213	44	9 000	13 213
16	9 000	13 213	45	9 000	13 213
17	9 000	13 213	46	9 000	13 213
18	9 000	13 463	47	9 000	13 213
19	9 000	13 213	48	9 000	13 463
20	9 000	13 213	49	9 000	13 213
21	9 000	13 213	50	9 000	13 213
22	9 000	13 213	51	9 000	13 213
23	9 000	13 463	52	9 000	13 213
24	9 000	13 213	53	9 000	13 463
25	9 000	13 213	54	9 000	13 213
26	9 000	13 213	55	9 000	13 213
27	9 000	13 213	56	9 000	13 213
28	9 000	13 463	57	9 000	14 463
29	9 000	13 213	58	9 000	16 963
Sub Total	179 084	569 990	Total	440 084	963 917
Present Value at:			7%	72 039	315 411
(US $\times 10^3$)			11%	35 422	224 171
			15%	19 830	172 946

$$\text{Rate/t (US\$)} = \frac{\text{Present Value Cost}}{\text{Present Value Tonnage}}$$

7% \$ 4.38
 11% \$ 6.33
 15% \$ 8.72

TABLE G-8 - VAILALA PORT (WITHOUT OK TEDI)
 10-YEAR POWER DEMAND GROWTH
 UNIT CARGO CHARGES

YEAR	ANNUAL TONNAGE t×10 ³	COST OF DEVELOPMENT US\$×10 ³	YEAR	ANNUAL TONNAGE t×10 ³	COST OF DEVELOPMENT US\$×10 ³
1	0	3 508	30	9 000	13 213
2	0	5 711	31	9 000	13 213
3	0	17 079	32	9 000	14 463
4	0	28 587	33	9 000	16 963
5	105	45 584	34	9 000	13 213
6	110	43 018	35	9 000	13 213
7	120	45 809	36	9 000	13 213
8	130	35 632	37	9 000	13 213
9	720	5 105	38	9 000	13 463
10	720	5 926	39	9 000	13 213
11	1 987	9 195	40	9 000	13 213
12	1 814	15 790	41	9 000	13 213
13	1 814	15 026	42	9 000	13 213
14	2 360	17 796	43	9 000	13 463
15	3 838	29 637	44	9 000	13 213
16	5 351	19 142	45	9 000	13 213
17	7 000	21 548	46	9 000	13 213
18	9 000	26 174	47	9 000	13 213
19	9 000	13 213	48	9 000	13 463
20	9 000	13 213	49	9 000	13 213
21	9 000	13 213	50	9 000	13 213
22	9 000	13 213	51	9 000	13 213
23	9 000	13 463	52	9 000	13 213
24	9 000	13 213	53	9 000	13 463
25	9 000	13 213	54	9 000	13 213
26	9 000	13 213	55	9 000	13 213
27	9 000	13 213	56	9 000	13 213
28	9 000	13 463	57	9 000	14 463
29	9 000	13 213	58	9 000	16 963
Sub Total	134 069	536 110	Total	395 069	390 287
Present Value at:			7%	51 419	288 309
(US\$×10 ³)			11%	21 775	201 968
			15%	10 598	155 067

$$\text{Ratio/t (US\$)} = \frac{\text{Present Value Cost}}{\text{Present Value Tonnage}}$$

7% \$ 5.61
 11% \$ 9.27
 15% \$ 14.63

TABLE G-9 - HALL SOUND INDUSTRIAL ESTATE
5-YEAR POWER DEMAND GROWTH
ANNUAL RENTAL CHARGES

YEAR	ANNUAL RENTAL AREA (ha)	COST OF DEVELOPMENT US\$ $\times 10^3$	YEAR	ANNUAL RENTAL AREA (ha)	COST OF DEVELOPMENT US\$ $\times 10^3$
1	0	2 226	30	516	0
2	0	6 569	31	516	0
3	30	10 498	32	516	0
4	70	13 859	33	516	0
5	110	16 376	34	516	0
6	150	17 957	35	516	0
7	210	18 511	36	516	0
8	284	17 957	37	516	0
9	324	16 376	38	516	0
10	384	13 859	39	516	0
11	456	10 498	40	516	0
12	486	6 569	41	516	0
13	516	2 226	42	516	0
14	516	0	43	516	0
15	516	0	44	516	0
16	516	0	45	516	0
17	516	0	46	516	0
18	516	0	47	516	0
19	516	0	48	516	0
20	516	0	49	516	0
21	516	0	50	516	0
22	516	0	51	516	0
23	516	0	52	516	0
24	516	0	53	516	0
25	516	0	54	516	0
26	516	0	55	516	0
27	516	0	56	516	0
28	516	0	57	516	0
29	516	0	58	516	0
Sub Total	11 276	153 481	Total	14 964	153 481
Present Value at:			7%	4 797	104 176
(US\$ $\times 10^3$)			11%	2 567	85 729
			15%	1 574	71 748

$$\text{Rental/hectare/annum (US\$)} = \frac{\text{Present Value Cost}}{\text{Present Value Area}}$$

7% \$ 21 716
11% \$ 33 396
15% \$ 45 583

TABLE G-10 - HALL SOUND INDUSTRIAL ESTATE
 10-YEAR POWER DEMAND GROWTH
 ANNUAL RENTAL CHARGES

YEAR	ANNUAL RENTAL AREA (ha)	COST OF DEVELOPMENT US\$×10 ³	YEAR	ANNUAL RENTAL AREA (ha)	COST OF DEVELOPMENT US\$×10 ³
1	0	1 166	30	516	0
2	0	3 468	31	516	0
3	30	5 648	32	516	0
4	70	7 674	33	516	0
5	105	9 455	34	516	0
6	130	10 959	35	516	0
7	160	12 125	36	516	0
8	200	12 923	37	516	0
9	215	13 322	38	516	0
10	230	13 323	39	516	0
11	255	12 923	40	516	0
12	290	12 125	41	516	0
13	325	10 959	42	516	0
14	360	9 455	43	516	0
15	425	7 674	44	516	0
16	450	5 648	45	516	0
17	485	3 468	46	516	0
18	516	1 166	47	516	0
19	516	0	48	516	0
20	516	0	49	516	0
21	516	0	50	516	0
22	516	0	51	516	0
23	516	0	52	516	0
24	516	0	53	516	0
25	516	0	54	516	0
26	516	0	55	516	0
27	516	0	56	516	0
28	516	0	57	516	0
29	516	0	58	516	0
Sub Total	9 922	153 481	Total	24 886	153 481
Present Value at:			7%	4 131	89 445
(US\$×10 ³)			11%	2 109	68 690
			15%	1 251	54 238

$$\text{Rental/hectare/annum (US\$)} = \frac{\text{Present Value Cost}}{\text{Present Value Area}}$$

7% \$ 21 652
 11% \$ 32 570
 15% \$ 43 356

TABLE G-11 - VAILALA INDUSTRIAL ESTATE
5-YEAR POWER DEMAND GROWTH
ANNUAL RENTAL CHARGES

YEAR	ANNUAL RENTAL AREA (ha)	COST OF DEVELOPMENT US\$×10 ³	YEAR	ANNUAL RENTAL AREA (ha)	COST OF DEVELOPMENT US\$×10 ³
1	0	1 954	30	516	0
2	0	5 768	31	516	0
3	30	9 218	32	516	0
4	70	12 170	33	516	0
5	110	14 380	34	516	0
6	150	15 767	35	516	0
7	210	16 254	36	516	0
8	284	15 767	37	516	0
9	324	14 380	38	516	0
10	384	12 170	39	516	0
11	456	9 218	40	516	0
12	486	5 768	41	516	0
13	516	1 954	42	516	0
14	516	0	43	516	0
15	516	0	44	516	0
16	516	0	45	516	0
17	516	0	46	516	0
18	516	0	47	516	0
19	516	0	48	516	0
20	516	0	49	516	0
21	516	0	50	516	0
22	516	0	51	516	0
23	516	0	52	516	0
24	516	0	53	516	0
25	516	0	54	516	0
26	516	0	55	516	0
27	516	0	56	516	0
28	516	0	57	516	0
29	516	0	58	516	0
Sub Total	11 276	134 768	Total	26 240	134 768
Present Value at:			7%	4 797	91 474
(US\$×10 ³)			11%	2 567	75 276
			15%	1 574	63 000

$$\text{Rental/hectare/annum (US\$)} = \frac{\text{Present Value Cost}}{\text{Present Value Area}}$$

7% \$ 19 069
11% \$ 29 325
15% \$ 40 025

TABLE G-12 - VAILALA INDUSTRIAL ESTATE
10-YEAR POWER DEMAND GROWTH
ANNUAL RENTAL CHARGES

YEAR	ANNUAL RENTAL AREA ha	COST OF DEVELOPMENT US\$×10 ³	YEAR	ANNUAL RENTAL AREA ha	COST OF DEVELOPMENT US\$×10 ³
1	0	1 025	30	516	0
2	0	3 046	31	516	0
3	30	4 960	32	516	0
4	70	6 738	33	516	0
5	105	8 302	34	516	0
6	130	9 623	35	516	0
7	160	10 646	36	516	0
8	200	11 348	37	516	0
9	215	11 696	38	516	0
10	230	11 696	39	516	0
11	255	11 348	40	516	0
12	290	10 646	41	516	0
13	325	9 623	42	516	0
14	360	8 302	43	516	0
15	425	6 738	44	516	0
16	450	4 960	45	516	0
17	485	3 046	46	516	0
18	516	1 025	47	516	0
19	516	0	48	516	0
20	516	0	49	516	0
21	516	0	50	516	0
22	516	0	51	516	0
23	516	0	52	516	0
24	516	0	53	516	0
25	516	0	54	516	0
26	516	0	55	516	0
27	516	0	56	516	0
28	516	0	57	516	0
29	516	0	58	516	0
Sub Total	9 922	134 768	Total	24 886	134 768
Present Value at:			7%	4 131	78 540
(US\$×10 ³)			11%	2 109	60 316
			15%	1 251	47 626

$$\text{Rental/hectare/annum (US\$)} = \frac{\text{Present Value Cost}}{\text{Present Value Area}}$$

7% \$ 19 012
11% \$ 28 599
15% \$ 38 070

TABLE G-13 - HALL SOUND URBAN DEVELOPMENT
5-YEAR POWER DEMAND GROWTH
ANNUAL RENTAL CHARGES - 90 m² UNITS

YEAR	NO. OF RENTAL UNITS	COST OF DEVELOPMENT US\$ $\times 10^3$	YEAR	NO. OF RENTAL UNITS	COST OF DEVELOPMENT US\$ $\times 10^3$
1	0	0	30	1 589	3 787
2	0	579	31	1 589	3 742
3	0	367	32	1 589	4 536
4	8	702	33	1 589	1 746
5	24	1 740	34	1 589	1 746
6	65	1 616	35	1 589	2 018
7	89	3 176	36	1 589	1 565
8	463	9 362	37	1 589	1 587
9	614	4 799	38	1 589	1 383
10	781	4 845	39	1 589	0
11	946	4 846	40	1 589	0
12	1 146	5 193	41	1 589	0
13	1 223	2 571	42	1 589	0
14	1 300	2 311	43	1 589	0
15	1 389	2 473	44	1 589	181
16	1 458	2 063	45	1 589	363
17	1 528	1 926	46	1 589	930
18	1 589	1 383	47	1 589	544
19	1 589	0	48	1 589	8 255
20	1 589	0	49	1 589	3 651
21	1 589	0	50	1 589	3 787
22	1 589	0	51	1 589	3 742
23	1 589	0	52	1 589	4 536
24	1 589	181	53	1 589	1 746
25	1 589	363	54	1 589	1 746
26	1 589	930	55	1 589	2 018
27	1 589	544	46	1 589	1 565
28	1 589	8 255	57	1 589	1 587
29	1 589	3 651	58	1 589	1 383
Sub Total	30 092	63 866	Total	76 173	122 010
Present Value at:			7%	12 097	33 178
(US\$ $\times 10^3$)			11%	5 879	21 576
			15%	3 270	15 611

$$\text{Annual Rental (US\$)} = \frac{\text{Present Value Cost}}{\text{Present Value No. of Rental Units}}$$

7% \$ 2 742 (\$ 52.74/week)
 11% \$ 3 702 (\$ 71.20/week)
 15% \$ 4 774 (\$ 91.81/week)

TABLE G-14 - HALL SOUND URBAN DEVELOPMENT
 10-YEAR POWER DEMAND GROWTH
 ANNUAL RENTAL CHARGES - 90 m² UNITS

YEAR	NO. OF RENTAL UNITS	COST OF DEVELOPMENT US\$×10 ³	YEAR	NO. OF RENTAL UNITS	COST OF DEVELOPMENT US\$×10 ³
1	0	0	30	1 530	2 381
2	0	562	31	1 530	544
3	0	396	32	1 530	2 676
4	10	519	33	1 530	2 835
5	12	832	34	1 530	4 445
6	18	368	35	1 530	2 427
7	24	784	36	1 530	2 608
8	111	2 340	37	1 530	4 921
9	127	1 131	38	1 530	3 084
10	232	2 845	39	1 530	1 293
11	256	1 572	40	1 530	1 293
12	374	3 593	41	1 530	1 088
13	499	4 159	42	1 530	1 111
14	695	5 201	43	1 530	1 111
15	802	3 373	44	1 530	226
16	917	3 804	45	1 530	45
17	1 134	5 941	46	1 530	136
18	1 270	3 664	47	1 530	136
19	1 327	1 812	48	1 530	1 973
20	1 384	1 757	49	1 530	363
21	1 432	1 787	50	1 530	2 381
22	1 481	807	51	1 530	544
23	1 530	207	52	1 530	2 676
24	1 530	226	53	1 530	2 835
25	1 530	45	54	1 530	4 445
26	1 530	136	55	1 530	2 427
27	1 530	136	56	1 530	2 608
28	1 530	1 973	57	1 530	4 921
29	1 530	363	58	1 530	3 084
Sub Total	22 815	50 333	Total	67 185	110 950
Present Value at:			7%	8 882	24 878
(US\$×10 ³)			11%	3 829	14 713
			15%	1 906	9 685

$$\text{Annual Rental (US\$)} = \frac{\text{Present Value Cost}}{\text{Present Value No. of Rental Units}}$$

7%	\$ 2 801	(\$ 53.86/week)
11%	\$ 3 843	(\$ 73.89/week)
15%	\$ 5 081	(\$ 97.71/week)

TABLE G-15 - HALL SOUND URBAN DEVELOPMENT
 5-YEAR POWER DEMAND GROWTH
 ANNUAL RENTAL CHARGES - 60 m² UNITS

YEAR	NO. OF RENTAL UNITS	COST OF DEVELOPMENT US\$ x 10 ³	YEAR	NO. OF RENTAL UNITS	COST OF DEVELOPMENT US\$ x 10 ³
1	0	0	30	2 711	4 321
2	0	976	31	2 711	4 291
3	0	619	32	2 711	5 665
4	15	1 107	33	2 711	2 031
5	46	2 792	34	2 711	2 031
6	123	1 274	35	2 711	1 787
7	169	5 135	36	2 711	1 787
8	784	11 239	37	2 711	1 787
9	1 057	6 130	38	2 711	1 558
10	1 340	6 130	39	2 711	0
11	1 621	6 151	40	2 711	0
12	1 992	6 772	41	2 711	0
13	2 125	3 420	42	2 711	0
14	2 258	2 982	43	2 711	0
15	2 375	2 554	44	2 711	229
16	2 492	2 625	45	2 711	473
17	2 609	2 358	46	2 711	118
18	2 711	1 558	47	2 711	702
19	2 711	0	48	2 711	9 392
20	2 711	0	49	2 711	4 169
21	2 711	0	50	2 711	4 321
22	2 711	0	51	2 711	4 291
23	2 711	0	52	2 711	5 665
24	2 711	229	53	2 711	2 031
25	2 711	473	54	2 711	2 031
26	2 711	118	55	2 711	1 787
27	2 711	702	56	2 711	1 787
28	2 711	9 392	57	2 711	1 787
29	2 711	4 169	58	2 711	1 558
Sub Total	51 538	78 905	Total	130 157	144 504
Present Value at:			7%	20 739	41 809
(US\$ x 10 ³)			11%	10 096	27 967
			15%	5 630	20 334

Annual Rental (US\$) = $\frac{\text{Present Value Cost}}{\text{Present Value No. of Rental Units}}$

7% \$ 2 016 (\$ 38.77/week)

11% \$ 2 770 (\$ 53.27/week)

15% \$ 3 612 (\$ 69.46/week)

TABLE G-16 - HALL SOUND URBAN DEVELOPMENT
 10-YEAR POWER DEMAND GROWTH
 ANNUAL RENTAL CHARGES - 60 m² UNITS

YEAR.	NO. OF RENTAL UNITS	COST OF DEVELOPMENT US\$×10 ³	YEAR	NO. OF RENTAL UNITS	COST OF DEVELOPMENT US\$×10 ³
1	0	0	30	2 676	2 718
2	0	946	31	2 676	702
3	0	668	32	2 676	3 054
4	19	785	33	2 676	3 267
5	23	1 387	34	2 676	5 054
6	29	483	35	2 676	2 764
7	40	1 259	36	2 676	3 955
8	188	2 878	37	2 676	5 589
9	218	1 751	38	2 676	3 619
10	396	3 500	39	2 676	1 511
11	442	2 433	40	2 676	1 496
12	642	4 598	41	2 676	1 267
13	856	5 496	42	2 676	1 267
14	1 187	6 328	43	2 676	126
15	1 368	4 357	44	2 676	290
16	1 627	5 970	45	2 676	61
17	1 993	7 308	46	2 676	92
18	2 230	4 595	47	2 676	168
19	2 329	2 386	48	2 676	2 260
20	2 427	2 278	49	2 676	458
21	2 510	2 453	50	2 676	2 718
22	2 593	2 448	51	2 676	702
23	2 676	1 443	52	2 676	3 054
24	2 676	290	53	2 676	3 267
25	2 676	61	54	2 676	5 054
26	2 676	92	55	2 676	2 764
27	2 676	168	56	2 676	3 955
28	2 676	2 260	57	2 676	5 589
29	2 676	458	58	2 676	3 619
Sub Total	39 849	69 079	Total	117 543	139 519
Present Value at:			7%	15 503	33 336
(US\$ × 10 ³)			11%	6 674	20 082
			15%	3 317	13 397

$$\text{Annual Rental (US\$)} = \frac{\text{Present Value Cost}}{\text{Present Value No. of Rental Units}}$$

7%	\$ 2 150	(\$ 41.35/week)
11%	\$ 3 009	(\$ 57.87/week)
15%	\$ 4 039	(\$ 77.67/week)

TABLE G-17 - HALL SOUND URBAN DEVELOPMENT
 5-YEAR POWER DEMAND GROWTH
 ANNUAL RENTAL CHARGES - 45 m³ UNITS

YEAR	NO. OF RENTAL UNITS	COST OF DEVELOPMENT US\$ x 10 ³	YEAR	NO. OF RENTAL UNITS	COST OF DEVELOPMENT US\$ x 10 ³
1	0	0	30	3 403	3 133
2	0	1 227	31	3 403	3 160
3	0	779	32	3 403	3 703
4	24	1 318	33	3 403	1 531
5	73	3 355	34	3 403	1 531
6	195	2 540	35	3 403	1 308
7	268	6 229	36	3 403	1 308
8	1 036	9 161	37	3 403	1 230
9	1 374	5 442	38	3 403	1 086
10	1 726	5 377	39	3 403	0
11	2 081	5 501	40	3 403	0
12	2 497	5 097	41	3 403	0
13	2 669	3 280	42	3 403	0
14	2 841	2 729	43	3 403	0
15	2 988	2 274	44	3 403	213
16	3 135	2 364	45	3 403	436
17	3 281	1 949	46	3 403	1 085
18	3 403	1 086	47	3 403	649
19	3 403	0	48	3 403	6 835
20	3 403	0	49	3 403	3 008
21	3 403	0	50	3 403	3 113
22	3 403	0	51	3 403	3 160
23	3 403	0	52	3 403	3 703
24	3 403	213	53	3 403	1 531
25	3 403	436	54	3 403	1 531
26	3 403	1 085	55	3 403	1 308
27	3 403	649	56	3 403	1 308
28	3 403	6 835	57	3 403	1 230
29	3 403	3 008	58	3 403	1 086
Sub Total	65 024	71 934	Total	163 711	120 120
Present Value at:			7%	26 231	38 923
(US\$ x 10 ³)			11%	12 825	26 978
			15%	7 186	20 122

Annual Rental (US\$)	=	$\frac{\text{Present Value Cost}}{\text{Present Value No. of Rental Units}}$
7%	\$ 1 484	(\$ 28.54/week)
11%	\$ 2 104	(\$ 40.45/week)
15%	\$ 2 800	(\$ 53.85/week)

TABLE G-18 - HALL SOUND URBAN DEVELOPMENT
 10-YEAR POWER DEMAND GROWTH
 ANNUAL RENTAL CHARGES - 45 m³ UNITS

YEAR	NO. OF RENTAL UNITS	COST OF DEVELOPMENT US\$×10 ³	YEAR	NO. OF RENTAL UNITS	COST OF DEVELOPMENT US\$×10 ³
1	0	0	30	3 403	2 002
2	0	1 191	31	3 403	596
3	0	840	32	3 403	2 234
4	30	890	33	3 403	2 394
5	36	1 723	34	3 403	3 640
6	54	652	35	3 403	2 038
7	72	1 534	36	3 403	2 928
8	259	2 443	37	3 403	4 005
9	305	2 036	38	3 403	1 166
10	530	2 986	39	3 403	169
11	597	2 775	40	3 403	1 157
12	848	4 178	41	3 403	952
13	1 117	5 200	43	3 403	944
14	1 526	5 244	43	3 403	944
15	1 755	4 043	44	3 403	267
16	2 084	5 465	45	3 403	53
17	2 534	6 169	46	3 403	160
18	2 823	2 389	47	3 403	160
19	2 954	1 270	48	3 403	1 664
20	3 084	2 141	49	3 403	409
21	3 191	2 434	50	3 403	2 002
22	3 297	2 419	51	3 403	596
23	3 403	1 147	52	3 403	2 234
24	3 403	267	53	3 403	2 394
25	3 403	53	54	3 403	3 640
26	3 403	160	55	3 403	2 038
27	3 403	160	56	3 403	2 928
28	3 403	1 664	57	3 403	4 005
29	3 403	409	58	3 403	1 166
Sub Total	50 917	61 882	Total	149 604	110 767
		Present Value at:	7%	19 850	30 061
		(US\$ × 10 ³)	11%	8 587	18 942
			15%	4 293	13 086

Annual Rental (US\$)	=	Present Value Cost
		Present Value No. of Rental Units
7%	\$ 1 514	(\$ 29.12/week)
11%	\$ 2 206	(\$ 42.42/week)
15%	\$ 3 048	(\$ 58.62/week)

TABLE G-19 - HALL SOUND URBAN DEVELOPMENT
5-YEAR POWER DEMAND GROWTH
ANNUAL RENTAL CHARGES - 30 m² UNITS

YEAR	NO. OF RENTAL UNITS	COST OF DEVELOPMENT US\$×10 ³	YEAR	NO. OF RENTAL UNITS	COST OF DEVELOPMENT US\$×10 ³
1	0	0	30	4 364	2 134
2	0	1 571	31	4 364	2 305
3	0	997	32	4 364	2 467
4	64	1 474	33	4 364	1 200
5	172	4 297	34	4 364	1 200
6	442	3 265	35	4 364	919
7	604	7 984	36	4 364	919
8	1 523	7 749	37	4 364	914
9	1 920	5 227	38	4 364	634
10	2 331	5 006	39	4 364	0
11	2 775	5 302	40	4 364	0
12	3 250	4 251	41	4 364	0
13	3 481	3 439	42	4 364	0
14	3 712	2 733	43	4 364	0
15	3 889	2 155	44	4 364	332
16	4 066	2 270	45	4 364	560
17	4 242	1 835	46	4 364	1 402
18	4 364	634	47	4 364	841
19	4 364	0	48	4 364	4 772
20	4 364	0	49	4 364	2 061
21	4 364	0	50	4 364	2 134
22	4 364	0	51	4 364	2 305
23	4 364	0	52	4 364	2 467
24	4 364	332	53	4 364	1 200
25	4 364	560	54	4 364	1 200
26	4 364	1 402	55	4 364	919
27	4 364	841	56	4 364	919
28	4 364	4 772	57	4 364	914
29	4 364	2 061	58	4 364	623
Sub Total	84 839	70 157	Total	211 395	105 509
Present Value at:			7%	34 494	38 872
(US\$ × 10 ³)			11%	17 099	27 861
			15%	9 724	21 243

Annual Rental (US\$)	=	Present Value Cost
		Present Value No. of Rental Units
7%	\$ 1 127	(\$ 21.67/week)
11%	\$ 1 629	(\$ 31.33/week)
15%	\$ 2 185	(\$ 42.01/week)

TABLE G-20 - HALL SOUND URBAN DEVELOPMENT
 10-YEAR POWER DEMAND GROWTH
 ANNUAL RENTAL CHARGES - 30 m² UNITS

YEAR	NO. OF RENTAL UNITS	COST OF DEVELOPMENT US\$ x 10 ³	YEAR	NO. OF RENTAL UNITS	COST OF DEVELOPMENT US\$ x 10 ³
1	0	0	30	4 350	1 475
2	0	1 525	31	4 350	654
3	0	1 076	32	4 350	1 610
4	67	1 146	33	4 350	1 703
5	81	2 210	34	4 350	2 430
6	122	843	35	4 350	1 496
7	162	1 787	36	4 350	2 171
8	393	2 197	37	4 350	2 643
9	483	2 550	38	4 350	1 807
10	767	2 735	39	4 350	987
11	893	3 444	40	4 350	981
12	1 203	4 098	41	4 350	711
13	1 531	5 296	42	4 350	711
14	1 999	4 483	43	4 350	711
15	2 287	4 063	44	4 350	348
16	2 705	5 418	45	4 350	73
17	3 214	5 413	46	4 350	213
18	3 652	3 380	47	4 350	208
19	3 752	2 397	48	4 350	1 200
20	3 941	2 241	49	4 350	467
21	4 078	9 008	50	4 350	1 475
22	4 216	2 599	51	4 350	654
23	4 350	2 599	52	4 350	1 610
24	4 350	348	53	4 350	1 703
25	4 350	73	54	4 350	2 430
26	4 350	213	55	4 350	1 496
27	4 350	208	56	4 350	2 171
28	4 350	1 200	57	4 350	2 643
29	4 350	467	58	4 350	1 807
Sub Total	65 906	73 017	Total	192 056	111 605
Present Value at:			7%	29 426	33 270
(US\$ x 10 ³)			11%	25 090	21 236
			15%	17 217	14 780

Annual Rental (US\$) = $\frac{\text{Present Value Cost}}{\text{Present Value No. of Rental Units}}$

7%	\$ 1 288	(\$ 24.76/week)
11%	\$ 1 875	(\$ 36.07/week)
15%	\$ 2 571	(\$ 49.44/week)

TABLE B-21 -- VAILALA URBAN DEVELOPMENT
5-YEAR POWER DEMAND GROWTH
ANNUAL RENTAL CHARGES - 90 m² UNITS

YEAR	NO OF RENTAL UNITS	COST OF DEVELOPMENT US\$ x 10 ³	YEAR (Cont'd)	NO OF RENTAL UNITS	COST OF DEVELOPMENT US\$ x 10 ³
1	0	0	30	1 589	4 270
2	0	485	31	1 589	4 228
3	0	447	32	1 589	5 125
4	8	845	33	1 589	1 973
5	24	2 085	34	1 589	1 973
6	65	2 253	35	1 589	2 280
7	89	4 800	36	1 589	1 767
8	453	10 618	37	1 589	1 792
9	614	5 475	38	1 589	1 562
10	781	5 381	39	1 589	0
11	946	5 605	40	1 589	0
12	1 146	5 922	41	1 589	0
13	1 223	2 968	42	1 589	0
14	1 300	2 691	43	1 589	0
15	1 389	3 563	44	1 589	204
16	1 458	2 525	45	1 589	409
17	1 528	2 176	46	1 589	1 049
18	1 589	1 563	47	1 589	614
19	1 589	0	48	1 589	9 327
20	1 589	0	49	1 589	4 125
21	1 589	0	50	1 589	4 278
22	1 589	0	51	1 589	4 228
23	1 589	0	52	1 589	5 125
24	1 589	204	53	1 589	1 973
25	1 589	409	54	1 589	1 973
26	1 589	1 049	55	1 589	2 280
27	1 589	614	56	1 589	1 767
28	1 589	9 327	57	1 589	1 792
29	1 589	4 125	58	1 589	1 562
Sub Total	30 092	75 130	Total	76 173	140 814
Present Value at:			7%	12 097	39 135
(US\$ x 10 ³)			11%	5 876	25 804
			15%	3 270	18 565

$$\text{Annual Rental (US\$)} = \frac{\text{Present Value Cost}}{\text{Present Value No. of Rental Units}}$$

7%	\$3 235	(\$62.21/week)
11%	\$4 391	(\$84.45/week)
15%	\$5 677	(\$109.18/week)

TABLE G-22 - VAILALA URBAN DEVELOPMENT
 5-YEAR POWER DEMAND GROWTH
 ANNUAL RENTAL CHARGES - 90 m² UNITS

YEAR	NO OF RENTAL UNITS	COST OF DEVELOPMENT US\$×10 ³	YEAR (Cont'd)	NO OF RENTAL UNITS	COST OF DEVELOPMENT US\$×10 ³
1	0	0	30	1 530	2 690
2	0	485	31	1 530	614
3	0	479	32	1 530	3 024
4	10	583	33	1 530	3 202
5	12	991	34	1 530	5 022
6	18	434	35	1 530	2 745
7	24	932	36	1 530	2 947
8	111	2 684	37	1 530	5 560
9	127	1 332	38	1 530	3 485
10	232	3 269	39	1 530	1 460
11	256	1 828	40	1 530	1 460
12	374	4 478	41	1 530	1 229
13	499	5 825	42	1 530	1 254
14	695	5 933	43	1 530	1 254
15	802	3 891	44	1 530	255
16	917	4 319	45	1 530	51
17	1 134	6 800	46	1 530	153
18	1 270	3 192	47	1 530	153
19	1 327	2 102	48	1 530	2 228
20	1 384	2 538	49	1 530	409
21	1 432	1 664	50	1 530	2 690
22	1 481	1 754	51	1 530	614
23	1 530	1 362	52	1 530	3 024
24	1 530	255	53	1 530	3 202
25	1 530	51	54	1 530	5 022
26	1 530	153	55	1 530	2 741
27	1 530	153	56	1 530	2 947
28	1 530	2 228	57	1 530	5 560
29	1 530	409	58	1 530	3 485
Sub Total	22 815	60 124	Total	67 185	128 604
Present Value of (US\$ × 10 ³)			7%	8 882	29 213
			11%	3 829	17 259
			15%	1 906	11 316

$$\text{Annual Rental (US\$)} = \frac{\text{Present Value Cost}}{\text{Present Value No. of Rental Units}}$$

7%	\$3 289	(\$63.25/week)
11%	\$4 507	(\$86.68/week)
15%	\$5 937	(\$114.17/week)

TABLE G-23 - VAILALA URBAN DEVELOPMENT
5-YEAR POWER DEMAND GROWTH
ANNUAL RENTAL CHARGES - 60 m² UNITS

YEAR	NO OF RENTAL UNITS	COST OF DEVELOPMENT US\$ $\times 10^3$	YEAR (Cont'd)	NO OF RENTAL UNITS	COST OF DEVELOPMENT US\$ $\times 10^3$
1	0	0	30	2 711	4 877
2	0	818	31	2 711	4 843
3	0	753	32	2 711	6 394
4	15	1 336	33	2 711	2 291
5	46	3 355	34	2 711	2 291
6	123	3 553	35	2 711	2 016
7	169	7 842	36	2 711	2 016
8	784	12 767	37	2 711	2 016
9	1 057	6 977	38	2 711	1 757
10	1 340	6 731	39	2 711	0
11	1 621	7 160	40	2 711	0
12	1 992	7 735	41	2 711	0
13	2 125	3 969	42	2 711	0
14	2 258	3 502	43	2 711	0
15	2 375	4 176	44	2 711	258
16	2 492	3 292	45	2 711	534
17	2 609	2 662	46	2 711	1 326
18	2 711	1 758	47	2 711	792
19	2 711	0	48	2 711	10 600
20	2 711	0	49	2 711	4 704
21	2 711	0	50	2 711	4 877
22	2 711	0	51	2 711	4 843
23	2 711	0	52	2 711	6 394
24	2 711	258	53	2 711	2 291
25	2 711	534	54	2 711	2 291
26	2 711	1 326	55	2 711	2 016
27	2 711	792	56	2 711	2 016
28	2 711	10 600	57	2 711	2 016
29	2 711	4 704	58	2 711	1 757
Sub Total	51 538	96 400	Total	130 157	171 616
Present Value at: 7%			20 739		51 065
(US\$ $\times 10^3$)			11%		10 096
			15%		5 630
					25 136

$$\text{Annual Rental (US\$)} = \frac{\text{Present Value Cost}}{\text{Present Value No. of Rental Units}}$$

7%	\$2 462	(\$47.35/week)
11%	\$3 409	(\$65.55/week)
15%	\$4 465	(\$85.86/week)

TABLE G-24 - VAILALA URBAN DEVELOPMENT
 10-YEAR POWER DEMAND GROWTH
 ANNUAL RENTAL CHARGES - 60 m² UNITS

YEAR	NO OF RENTAL UNITS	COST OF DEVELOPMENT US\$ x 10 ³	YEAR	NO OF RENTAL UNITS	COST OF DEVELOPMENT US\$ x 10 ³
1	0	0	30	2 676	3 068
2	0	818	31	2 676	792
3	0	807	32	2 676	3 447
4	19	878	33	2 676	3 688
5	23	1 652	34	2 676	5 705
6	29	576	35	2 676	3 119
7	40	1 501	36	2 676	4 464
8	188	3 315	37	2 676	6 307
9	218	2 069	38	2 676	4 084
10	396	4 402	39	2 676	1 706
11	442	2 835	40	2 676	1 688
12	642	5 895	41	2 676	1 430
13	856	8 105	42	2 676	1 430
14	1 187	7 238	43	2 676	1 430
15	1 368	5 056	44	2 676	326
16	1 627	6 775	45	2 676	68
17	1 993	8 396	46	2 676	103
18	2 230	5 276	47	2 676	189
19	2 329	2 786	48	2 676	2 550
20	2 427	3 406	49	2 676	516
21	2 510	5 144	50	2 676	3 068
22	2 593	2 162	51	2 676	792
23	2 676	2 162	52	2 676	3 447
24	2 676	326	53	2 676	3 688
25	2 676	68	54	2 676	5 705
26	2 676	103	55	2 676	3 119
27	2 676	189	56	2 676	4 464
28	2 676	2 550	57	2 676	6 307
29	2 676	516	58	2 676	4 084
Sub Total	39 849	84 646	Total	117 453	165 430
Present Value at:			7%	15 503	40 049
(US\$ x 10 ³)			11%	6 674	24 036
			15%	3 317	15 920

Annual Rental (US\$)	=	Present Value Cost
		Present Value No. of Rental Units
7%	\$2 583	(\$49.68/week)
11%	\$3 601	(\$69.26/week)
15%	\$4 800	(\$92.30/week)

TABLE G-25 - VAILALA URBAN DEVELOPMENT
 5-YEAR POWER DEMAND GROWTH
 ANNUAL RENTAL CHARGES - 45 m² UNITS

YEAR	NO OF RENTAL UNITS	COST OF DEVELOPMENT US\$ $\times 10^3$	YEAR	NO OF RENTAL UNITS	COST OF DEVELOPMENT US\$ $\times 10^3$
1	0	0	30	3 403	3 531
2	0	1 029	31	3 403	3 562
3	0	948	32	3 403	4 174
4	24	1 598	33	3 403	1 724
5	73	4 043	34	3 403	1 724
6	195	3 774	35	3 403	1 474
7	268	9 607	36	3 403	1 474
8	1 036	10 441	37	3 403	1 464
9	1 374	6 252	38	3 403	1 223
10	1 726	5 866	39	3 403	0
11	2 081	6 479	40	3 403	0
12	2 497	5 863	41	3 403	0
13	2 669	3 837	42	3 403	0
14	2 841	3 249	43	3 403	0
15	2 988	4 193	44	3 403	240
16	3 135	3 080	45	3 403	491
17	3 281	2 294	46	3 403	1 223
18	3 403	1 224	47	3 403	732
19	3 403	0	48	3 403	7 707
20	3 430	0	49	3 403	3 391
21	3 403	0	50	3 403	3 531
22	3 403	0	51	3 403	3 562
23	3 403	0	52	3 403	4 174
24	3 403	240	53	3 403	1 724
25	3 403	491	54	3 403	1 724
26	3 403	1 223	55	3 403	1 474
27	3 403	732	56	3 403	1 474
28	3 403	7 707	57	3 403	1 464
29	3 403	3 391	58	3 403	1 233
Sub Total	65 024	87 561	Total	163 711	142 055
Present Value at:			7%	26 231	46 606
(US\$ $\times 10^3$)			11%	12 825	33 030
			15%	7 186	24 726

$$\text{Annual Rental (US\$)} = \frac{\text{Present Value Cost}}{\text{Present Value No. of Rental Units}}$$

7%	\$1 808	(\$34.78/week)
11%	\$2 586	(\$49.74/week)
15%	\$3 441	(\$66.17/week)

TABLE G-26 -- VAILALA URBAN DEVELOPMENT
 10-YEAR POWER DEMAND GROWTH
 ANNUAL RENTAL CHARGES - 45 m² UNITS

YEAR	NO OF RENTAL UNITS	COST OF DEVELOPMENT US\$×10 ³	YEAR	NO OF RENTAL UNITS	COST OF DEVELOPMENT US\$×10 ³
1	0	0	30	3 403	2 257
2	0	1 029	31	3 403	671
3	0	1 017	32	3 403	2 518
4	30	995	33	3 403	2 698
5	36	2 053	34	3 403	4 103
6	54	774	35	3 403	2 296
7	72	1 831	36	3 403	3 301
8	259	2 839	37	3 403	4 515
9	305	2 416	38	3 403	2 899
10	530	3 484	39	3 403	1 314
11	597	3 244	40	3 403	1 314
12	848	5 601	41	3 403	1 073
13	1 117	8 259	42	3 403	1 073
14	1 526	6 033	43	3 403	1 063
15	1 755	4 735	44	3 403	301
16	2 084	6 211	45	3 403	60
17	2 534	7 143	46	3 403	180
18	2 823	4 400	47	3 403	180
19	2 954	2 765	48	3 403	1 876
20	3 084	3 602	49	3 403	461
21	3 191	1 984	50	3 403	2 257
22	3 297	2 119	51	3 403	671
23	3 403	1 290	52	3 403	2 518
24	3 403	301	53	3 403	2 698
25	3 403	60	54	3 403	4 103
26	3 403	180	55	3 403	2 296
27	3 403	180	56	3 403	3 301
28	3 403	1 876	57	3 403	4 515
29	3 403	461	58	3 403	2 899
Sub Total	50 917	76 792	Total	149 604	136 203
Present Value at:			7%	19 850	36 908
(US\$ × 10 ³)			11%	8 587	23 078
			15%	4 293	15 776

$$\text{Annual Rental (US\$)} = \frac{\text{Present Value Cost}}{\text{Present Value No. of Rental Units}}$$

7%	\$1 859	(\$35.76/week)
11%	\$2 688	(\$51.68/week)
15%	\$3 675	(\$70.67/week)

TABLE G-27 - VAILALA URBAN DEVELOPMENT
 5-YEAR POWER DEMAND GROWTH
 ANNUAL RENTAL CHARGES - 30 m² UNITS

YEAR	NO OF RENTAL UNITS	COST OF DEVELOPMENT US\$ $\times 10^3$	YEAR (Cont'd)	NO OF RENTAL UNITS	COST OF DEVELOPMENT US\$ $\times 10^3$
1	0	0	30	4 364	2 407
2	0	1 318	31	4 364	2 600
3	0	1 214	32	4 364	2 782
4	64	2 112	33	4 364	1 353
5	172	5 178	34	4 364	1 353
6	442	4 847	35	4 364	1 036
7	604	12 309	36	4 364	1 036
8	1 523	8 884	37	4 364	1 033
9	1 920	5 987	38	4 364	714
10	2 331	5 396	39	4 364	0
11	2 775	6 336	40	4 364	0
12	3 250	4 944	41	4 364	0
13	3 481	4 055	42	4 364	0
14	3 712	3 303	43	4 364	0
15	3 889	4 516	44	4 364	374
16	4 066	3 092	45	4 364	632
17	4 242	2 076	46	4 264	1 581
18	4 364	715	47	4 364	948
19	4 364	0	48	4 364	5 383
20	4 364	0	49	4 364	2 325
21	4 364	0	50	4 364	2 407
22	4 364	0	51	4 364	2 600
23	4 364	0	52	4 364	2 782
24	4 364	374	53	4 364	1 353
25	4 364	632	54	4 364	1 353
26	4 364	1 581	55	4 364	1 036
27	4 364	948	56	4 364	1 036
28	4 364	5 383	57	4 364	1 033
29	4 364	2 325	58	4 364	714
Sub Total	84 839	87 525	Total	211 395	127 396
Present Value at:			7%	34 494	45 581
(US $\times 10^3$)			11%	17 099	34 979
			15%	9 724	26 688

$$\text{Annual Rental (US\$)} = \frac{\text{Present Value Cost}}{\text{Present Value No. of Rental Units}}$$

7%	\$1 408	(\$27.08/week)
11%	\$2 046	(\$39.34/week)
15%	\$2 745	(\$52.78/week)

TABLE G-28 - VAILALA URBAN DEVELOPMENT
 10-YEAR POWER DEMAND GROWTH
 ANNUAL RENTAL CHARGES - 30 m² UNITS

YEAR	NO OF RENTAL UNITS	COST OF DEVELOPMENT US\$×10 ³	YEAR	NO OF RENTAL UNITS	COST OF DEVELOPMENT US\$×10 ³
1	0	0	30	4 350	1 663
2	0	1 318	31	4 350	737
3	0	1 301	32	4 350	1 815
4	67	1 282	33	4 350	1 921
5	81	2 634	34	4 350	2 741
6	122	1 002	35	4 350	1 687
7	162	2 346	36	4 350	2 448
8	393	2 584	37	4 350	2 981
9	483	3 028	38	4 350	2 038
10	767	3 237	39	4 350	1 112
11	893	4 030	40	4 350	1 106
12	1 203	5 762	41	4 350	802
13	1 531	9 040	42	4 350	797
14	1 999	7 212	43	4 350	797
15	2 287	4 807	44	4 350	391
16	2 705	6 173	45	4 350	81
17	3 214	6 346	46	4 350	239
18	3 562	3 959	47	4 350	234
19	3 752	2 853	48	4 350	1 353
20	3 941	4 041	49	4 350	526
21	4 078	1 981	50	4 350	1 663
22	4 216	2 153	51	4 350	737
23	4 350	1 092	52	4 350	1 815
24	4 350	391	53	4 350	1 921
25	4 350	81	54	4 350	2 741
26	4 350	239	55	4 350	1 687
27	4 350	234	56	4 350	2 448
28	4 350	1 353	57	4 350	2 981
29	4 350	526	58	4 350	2 038
Sub Total	65 906	81 005	Total	192 056	124 505
Present Value at:			7%	25 839	38 672
(US\$ × 10 ³)			11%	11 323	25 053
			15%	5 749	17 537

$$\text{Annual Rental (US\$)} = \frac{\text{Present Value Cost}}{\text{Present Value No. of Rental Units}}$$

7%	\$ 1 497	(\$ 28.78/week)
11%	\$ 2 213	(\$ 42.59/week)
15%	\$ 3 050	(\$ 58.66/week)

付 録 G-2

開 発 と 運 営

1. 概 説

Waboプロジェクトを推進するため設立される関係機関の機構図は、第1巻に概説されている。本巻の第9章に述べられている資金回収計画は、港湾都市、工業の所有権管理権等とは全く切り離されて行なわれている。これらに関連する一般的問題は、本稿にも述べられている。

2. 所有権と運営権

パプアニューギニア政府の管理体制のもとでは、港湾、都市、工業の諸施設の所有と運営は、民間、公共または半官半民の手によることになる。例えば

- ・ 政府がすべての施設を建設し運営する場合。
- ・ 民間が、単独でまたは協同体の形で、施設を建設し運営する場合。
- ・ 政府と民間がジョイントで施設を建設し運営する場合、この場合は基本的施設は、政府の手で民間の個々の施設は、各関連会社の手でということになる。

3. 港 湾

港湾がすべて政府に所有される場合は、アルミニウム製造業者によって利用される施設も、政府サイドの機関が建設することになり、レンタル方式で民間が利用することになる。

このような方式は、Queenslandのボーキサイト輸出港のWeipaで行なわれている。Weipaでは、「The Corporation of the Treasurer of Queensland」が施設を用意し、利用者は、係船料等を支払って利用している。また、もし、港が民間サイドで開発されれば、政府が直面するであろう資金問題に遭遇することになる。

この場合、民間会社は投資する代わりに、港を独占して使用することになる。QueenslandのHay Point港では、民間の開発会社が、石炭積み出し施設を建設し、使用している。政府は、これらの施設の利用を監督して、ナビゲーションと水先案内料を徴収している。民間と政府とのジョイントでの開発の場合は、各々の介入の度合や責任の所在は、多種多様である。

民間の企業は、開発当初のリスクを避けるために、政府と最初将来の開発費をそなえて、ジョイントし、後に港の拡張を行うようにすることもある。この種のケースは、西オーストラリアの鉄鉱石積みだし港Port Hedlandにみられる。ここでは、二つの民間企業が、

別々に施設を建設し、別々に使用している。1969年に、港の管理のため、議会によって5人のメンバーよりなるPort Hedland Port Authorityを設立した。

また、この委員会は、この民間の2企業を代表する2人の委員を組み込んでいる。

別ケースとして、政府が基本的施設を用意し、利用企業が他の必要な施設を備えることがある。多くのオーストラリアでの港で、穀類、ドライバルク、石油製品等を扱うときには、港湾局は、航路とパース、そして基本的岸壁施設を用意しているようである。

そして特定の利用者が岸壁を借り、彼等自身の責任で独占的に使用するよう施設を建設している。この方法がパプアニューギニアでも、現在取り入れられている手法で、港を管理している。The Harbours Boardは、一般貨物パースを提供し、特定の港湾施設は、個々の民間企業によって用意されている。この種の実例としては、Madangの木材チップ施設とRabaulのココナツオイル施設をあげることができる。私設の施設を利用する企業は、港がナビゲーション、エイドや航路を維持していくための収入になるように、種々のタリフを支払うことになる。

複数の港湾施設利用者がある場合、施設利用料の割りふりは、単に利用数で頭割りにするような簡単なものではないはずである。しかし、多くの港では、このような手法が実施され、このような実例は、容易にあげることができる。New South WalesにあるBotany Bay石炭積み込みは、The Maritime Service Boardよりパースをリースした三つの会社により行なわれている。これらの会社は、政府の基準にあった、彼等自身のための貯蔵場と荷役施設を持っている。The Boardは、これらの三つの会社には、値引きした使用料を請求し、他の利用者とは差別している。つまり、施設の利用は、この一つのグループのみに限られていない。また、港湾局が、施設を共通料金で運営するように規定することも考えられる。SydneyのGlebe Island Containerターミナルは、ステベと船会社との協同組合にリースされており、利用者に区別をしないで利用されている。

4. 工業地区用地

港についていえば、工業用地の所有と開発は、民間、公共、または半官半民ベースで行なわれる。工業用地の政府管理は、しばしば、工業開発用に特に区画された工業地区を利用して実施される。この種の開発方法は、土地利用計画を容易にし、道路やその他のサービス利用の面で、非常に便利である。政府の用意するエリアは、サービス工場を備えたものであるかもしれないし、また、そのような施設を一切備えていないものであるかもしれない。また、利用方法もレンタル方式、一括購入方式といろいろである。

もし、工業用地が、政府単独で開発されれば、政府はその土地を企業に売却したり、リースすることも考えられる。しかし、インフラストラクチャーの最も効率的利用よりいえば、

工業はある特定エリアに集中的に置かれることが望ましい。工業地区の開発方式としては、政府がサービスエリアを提供し、企業が必要施設を提供することも考えられる。

5. 都市開発

開発推進当局は、将来、公共、民間両者に利用されるリース用の、十分に設備のととのった用地を確保しておかねばならない。この土地は、また、民間サービス業に利用され、一部がリース用地に割当てられるかもしれない。

付 録 H

限定されたアルミニウム単独開発

1. まえがき

アルミの単独開発は、Auro等の限定された電力開発計画には、十分有効と思われる。この開発では、232,000t/年のアルミ生産に伴い、年最高900,000tの港湾貨物を扱うことになる。また、アルミ開発の経済性を追求するため、この開発では将来の拡張余地や他の産業の導入を考慮していない。

2. 図1.8.19.2.0よりわかるように、Gulf地区では、Orokolo Bayがこの単独開発には適しており、Hall Sound地区と併せて検討する。単独開発レイアウトは、本格的な港を建設する本格案とバージを利用するバージ案に分類される。本格案では、遮閉された港内にアルミナ、カーボニックス、オイル用の輸入バース、雑貨用のバースが必要である。これらのバースは、沖合に建設され、陸とは、一車線の道路、コンベアー施設等を備えたトレッセルで連絡される。アルミナとカーボニックスは、工業用地内のサイロに直送され、他の貨物は道路を利用して車両で運搬される。このレイアウトでの建設費はOrokoloとVailalaの両地区案で算出されている。図H-1、H-2は、Orokolo案を示す。Hall Sound案も、図H-5、H-6に示されるレイアウトで建設費の算出をしている。

バージ輸送は、アルミの輸出と雑貨の輸入のために、Port Moresbyの積換え港より、工場近くのバージバースの間を1,200tの自航船で行われる。Orokolo案では、このバージバースは、アルミナ輸入用のオフショアバースにつながるトレッセルの途中で図H-3、H-4に示すように設けられる。

Hall Sound案では、静穏度がよいためバージバースの遮閉は不要である。そのレイアウトは図H-7、H-8に示される。

バージバースは、Vailala河沿岸に設けられることが最も経済的と思われるが、河川の推砂が著しいので、究極的には難しいと推定される。したがってコストの比較では、沖合のバージバースを想定している。

その他の港湾配置計画として、Vailala河の沖合にある浅瀬(リーフ)を利用して造成する人口島利用案が考えられるが、現段階ではリーフの調査が不十分であるので、建設費の詰は実施していない。この案では、島と本土との連絡はローブウェイを利用する。能力としては、25,000tアルミナのストックに対して、75t/時が適当と思われる。島と本土の貨物輸送は、また、100tクラスの自航船でも行われる。図H-9とH-10にはこの概念レイアウトが示される。

年232,000tの輸出計画では、Orokolo Bayの非遮閉式沖合バースが有利と思われる。1年間の荷役量が、少ない場合は、2週間~3週間に1回の船舶寄港頻度になり、天候を考慮した、低能力の荷役が可能である。

3. コスト

建設量：下表に各比較案の概略建設量が示される。

TABLE II-1 — RESTRICTED ALUMINIUM DEVELOPMENT
SUMMARY OF CAPITAL COSTS US\$×10⁶
(as at September 1976)

	Port	Industry	Town	Total
Orokolo				
Conventional	112	30	54	196
Barge	67	30	51	151
Hall Sound				
Conventional	33	47	46	126
Barge	30	47	46	123
Vailala (Reef)				
Conventional	146	42	54	242
Barge	80	42	54	176
Aerial Ropeway	119	37	54	198

積算の詳細は H-3、H-4 参照

建設量の中には、30ha のアルミ工場用地の造成費を含んでいる。(H15、16 参照)

都市開発費は H17 参照、労働者人口は 1,800 人、総人口は 9,000 人と想定している。

運営費：

運営費は下記の資金回収方法にしたがって最終開発段階で行う。

4. 資金回収

資金回収年は 58 年間とし、建設は 6 年かかり、232,000 t/年生産は 8 年目になると想定する。また 6 年目には、最低 150 MW の電力を利用して 70,000 t のアルミを生産できることになる。

資金回収計算は、Orokolo パージ案 (67,000,000 米ドル) と Hall Sound の本格的法案 (33,000,000 米ドル) について行われた。

計算方法は、他の賃金回収計算と同様に進められ、下記のように整理される。

TABLE H-2-RESTRICTED ALUMINIUM DEVELOPMENT
INFRASTRUCTURE COST SUMMARY (US\$×10⁶)

	CAPITAL COST	RECURRING COST
Hall Sound :		
Port	33	0.84
Industrial Estate	47	0
Urban Development	46	0
Total	126	0.84
Orokolo Bay :		
Port	67	2.64
Industrial Estate	30	0
Urban Development	54	0
Total	151	2.64

年度別の支出、荷役量；土地開発量等は表H-4よりH-7に示される。

TABLE H-3 RESTRICTED ALUMINIUM DEVELOPMENT
COST RECOVERY BREAK-EVEN CHARGES

OPTION	DISCOUNT RATE		
	7%	11%	15%
Port Charges (US\$/t) :			
Hall Sound	3.25	4.98	7.16
Orokolo Bay	9.25	13.63	19.06
Industrial Estate Rental :			
(US\$/ha per annum)			
Hall Sound	15,280	22,670	29,760
Orokolo Bay	9,680	14,380	18,870

全般的には、Hall Sound案が有利であるが、土地造成費は、逆にHall Sound案が、Orokolo案より2/3程高い。

タリフについて言えば、アルミ単独開発は、全産業開発案より割高になり、7%金利

で3.95米ドル/t(単独)と2.45米ドル/t(全産業)と表される。

また、土地造成費は、(単独)では15,280米ドル/haと(全産業)の21,716米ドル/haより、数段割安になる。

5. 総 評

Hall Sound案は、送電コストを除けば最も経済的で、また港の運営上も能率的で信頼性の高い案である。

Vailalaの人口島案は、コスト、運営面でも問題があり、将来十分調査する必要がある。

TABLE H-4 - RESTRICTED ALUMINIUM DEVELOPMENT
HALL SOUND CONVENTIONAL LAYOUT
UNIT CARGO CHARGES

Year	Annual Tonnage (t x 10 ³)	Cost of Development (US\$ x 10 ³)	Year (cont'd)	Annual Tonnage (t x 10 ³)	Cost of Development (US\$ x 10 ³)
1	0	2 310	30	900	836
2	0	5 940	31	900	836
3	0	8 250	32	900	836
4	0	5 940	33	900	836
5	0	2 810	34	900	836
6	0	338	35	900	836
7	70	338	36	900	1 336
8	70	836	37	900	836
9	900	836	38	900	836
10	900	836	39	900	836
11	900	836	40	900	836
12	900	836	41	900	836
13	900	836	42	900	836
14	900	836	43	900	836
15	900	836	44	900	836
16	900	836	45	900	836
17	900	836	46	900	836
18	900	836	47	900	836
19	900	836	48	900	836
20	900	836	49	900	836
21	900	1 336	50	900	836
22	900	836	51	900	1 336
23	900	836	52	900	836
24	900	836	53	900	836
25	900	836	54	900	836
26	900	836	55	900	836
27	900	836	56	900	836
28	900	836	57	900	836
29	900	836	58	900	836
Sub Total	18 140	44 818	Total	43 340	70 062
		Present Value at	7%	7 750	30 424
			11%	3 602	25 053
			15%	2 030	21 982
Rate/tonne (US\$)		= $\frac{\text{Present Value Cost}}{\text{Present Value Tonnage}}$			
7%		\$ 3.93			
11%		\$ 6.96			
15%		\$10.83			

TABLE H-5 - RESTRICTED ALUMINIUM DEVELOPMENT
 OROKOLO BARGE LAYOUT
 UNIT CARGO CHARGES

Year	Annual Tonnage (t x 10 ³)	Cost of Development (US\$ x 10 ³)	Year (cont'd)	Annual Tonnage (t x 10 ³)	Cost of Development (US\$ x 10 ³)
1	0	4 690	30	900	2 643
2	0	12 060	31	900	2 643
3	0	16 750	32	900	2 643
4	0	16 750	33	900	2 643
5	0	12 060	34	900	2 643
6	0	9 190	35	900	2 643
7	70	1 544	36	900	7 143
8	70	1 544	37	900	2 643
9	900	2 643	38	900	2 643
10	900	2 643	39	900	2 643
11	900	2 643	40	900	2 643
12	900	2 643	41	900	2 643
13	900	2 643	42	900	2 643
14	900	2 643	43	900	2 643
15	900	2 643	44	900	2 643
16	900	2 643	45	900	2 643
17	900	2 643	46	900	2 643
18	900	2 643	47	900	2 643
19	900	2 643	48	900	2 643
20	900	2 643	49	900	2 643
21	900	7 143	50	900	2 643
22	900	2 643	51	900	7 143
23	900	2 643	52	900	2 643
24	900	2 643	53	900	2 643
25	900	2 643	54	900	2 643
26	900	2 643	55	900	2 643
27	900	2 643	56	900	2 643
28	900	2 643	57	900	2 643
29	900	2 643	58	900	2 643
Sub Total	18 140	134 591	Total	43 340	224 738
Present Value at:			7%	7 750	86 459
			11%	3 602	68 573
			15%	2 030	58 498
Rate/tonne = $\frac{\text{Present Value Cost}}{\text{Present Value Tonnage}}$ (US\$)					
7%		\$11.16			
11%		\$19.04			
15%		\$28.82			

TABLE H-6 - RESTRICTED ALUMINIUM DEVELOPMENT
 HALL SOUND INDUSTRIAL ESTATE
 ANNUAL RENTAL CHARGES

<u>Year</u>	<u>Annual Rental Area (ha)</u>	<u>Cost of Development (US\$ x 10³)</u>	<u>Year (cont'd)</u>	<u>Annual Rental Area (ha)</u>	<u>Cost of Development (US\$ x 10³)</u>
1	15	3 290	30	206	0
2	52	8 460	31	206	0
3	103	11 750	32	206	0
4	154	11 750	33	206	0
5	191	8 460	34	206	0
6	206	3 290	35	206	0
7	206	0	36	206	0
8	206	0	37	206	0
9	206	0	38	206	0
10	206	0	39	206	0
11	206	0	40	206	0
12	206	0	41	206	0
13	206	0	42	206	0
14	206	0	43	206	0
15	206	0	44	206	0
16	206	0	45	206	0
17	206	0	46	206	0
18	206	0	47	206	0
19	206	0	48	206	0
20	206	0	49	206	0
21	206	0	50	206	0
22	206	0	51	206	0
23	206	0	52	206	0
24	206	0	53	206	0
25	206	0	54	206	0
26	206	0	55	206	0
27	206	0	56	206	0
28	206	0	57	206	0
29	206	0	58	206	0
Sub Total	5 459	47 000	Total	11 433	47 000
Present Value at:			7%	2 608	39 851
			11%	1 613	36 565
			15%	1 133	33 730
Rental/hectare/annum = Present Value Cost / Present Value Area (US\$)					
7%	\$15 280				
11%	\$22 669				
15%	\$29 771				

TABLE H-7 -- RESTRICTED ALUMINIUM DEVELOPMENT
 OROKOLO INDUSTRIAL ESTATE
 ANNUAL RENTAL CHARGES

<u>Year</u>	<u>Annual Rental Area (ha)</u>	<u>Cost of Development (US\$ x 10³)</u>	<u>Year (Cont'd)</u>	<u>Annual Rental Area (ha)</u>	<u>Cost of Development (US\$ x 10³)</u>
1	15	2 086	30	206	0
2	52	5 364	31	206	0
3	103	7 450	32	206	0
4	154	7 450	33	206	0
5	191	5 364	34	206	0
6	206	2 286	35	206	0
7	206	0	36	206	0
8	206	0	37	206	0
9	206	0	38	206	0
10	206	0	39	206	0
11	206	0	40	206	0
12	206	0	41	206	0
13	206	0	42	206	0
14	206	0	43	206	0
15	206	0	44	206	0
16	206	0	45	206	0
17	206	0	46	206	0
18	206	0	47	206	0
19	206	0	48	206	0
20	206	0	49	206	0
21	206	0	50	206	0
22	206	0	51	206	0
23	206	0	52	206	0
24	206	0	53	206	0
25	206	0	54	206	0
26	206	0	55	206	0
27	206	0	56	206	0
28	206	0	57	206	0
29	206	0	58	206	0
Sub Total	5 459	30 000	Total	11 433	30 000
Present Value at:			7%	2 608	25 267
			11%	1 613	23 183
			15%	1 133	21 386
$\text{Rental/hectare/annum} = \frac{\text{Present Value Cost}}{\text{Present Value Area}}$					
7%	\$ 9 608				
11%	\$14 372				
15%	\$18 875				

RESTRICTED ALUMINIUM DEVELOPMENT - PORT COST ESTIMATES

TABLE H-8 - DROKOLO CONVENTIONAL LAYOUT

ITEM	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT	RATE	COST, US\$ x 10 ³
1.0	<u>DREDGING</u> (includes 0.3 m overdredge)				
1.1	Trailer Dredging	5 660 000	m ³	2.60	14 716
1.2	Establishment	item			300
	Subtotal				15 016
2.0	<u>SIX-PILED BENT BREAKWATER</u>	980	m	35 340	34 633
3.0	<u>TRESTLE BULK BERTH</u>	240	m	6 167	1 480
4.0	<u>OIL BERTH</u>	item			834
5.0	<u>SUSPENDED SLAB BERTH</u>	34 000	m ²	614	21 490
6.0	<u>APPROACH TRESTLE</u>				
6.1	1-lane berth approach and one conveyor	1 100	m	4 826	5 309
	oil berth approach	110	m	4 527	498
	Subtotal				5 807
7.0	<u>CONVEYOR</u>	2 000	m	1 800	3 600
8.0	<u>PIPELINE AND SERVICE DUCTS</u>				
8.1	Oil Pipeline	1 210	m	200	242
8.2	Service Ducts	2 000	m	100	200
	Subtotal				442
9.0	<u>MECHANICAL PLANT</u>				
9.1	Pneumatic Unloader	1	No.	900 000	900
9.2	Export Berth Crane	1	No.	300 000	300
9.3	Mobile Plant	item			400
	Subtotal				1 600
10.0	<u>BUILDINGS</u>				
10.1	Transit Shed	5 000	m ²	130	650
10.2	Other Buildings	250	m ²	2 500	625
	Subtotal				1 275

TABLE H-8 - OROKOLO CONVENTIONAL LAYOUT - Continued

ITEM	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT	RATE	COST US\$ x 10 ³
11.0	<u>SERVICES</u>				
	Allowance of	1	item		1 000
12.0	<u>NAVIGATION AIDS</u>	1	item		200
13.0	<u>CONSTRUCTION JETTY</u>	1	item		1 500
					88 877
	Engineering and Administration (Nominal 15%)				13 331
			Subtotal		102 208
	Project Contingency (10%)				10 221
	TOTAL (SEPTEMBER 1976 COSTS)				US\$ 112 429

RESTRICTED ALUMINIUM DEVELOPMENT - PORT COST ESTIMATES

TABLE H-9 - OROKOLO BARGE LAYOUT

ITEM	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT	RATE	COST US\$ x 10 ³
1.0	<u>DREDGING</u> (includes 0.3 m overdrudge)				
1.1	Trailer Dredging	5 096 000	m ³	2.60	13 250
1.2	Establishment		item		300
	Subtotal				13 550
2.0	<u>FOUR-PILED BENT BREAKWATER</u>	440	m	23 678	10 418
3.0	<u>SUSPENDED SLAB BERTH</u>	8 000	m ²	614	4 912
4.0	<u>TRESTLE BULK BERTH</u>	240	m	13 819	3 317
5.0	<u>APPROACH TRESTLE</u>				
5.1	1-lane roadway and one conveyor	900	m	4 826	4 343
5.2	1-lane access road and one conveyor	600	m	4 527	2 716
	Subtotal				
6.0	<u>CONVEYOR</u>	1 840	m	1 800	3 312
7.0	<u>PIPELINE AND SERVICE DUCTS</u>				
7.1	Oil Pipe Line	1 000	m	200	200
7.2	Service Ducts	1 720	m	100	172
	Subtotal				372
8.0	<u>MECHANICAL PLANT</u>				
8.1	Pneumatic Unloader	1	No.	900 000	900
8.2	Export Berth Crane	1	No.	300 000	300
8.3	Mobile Plant		item		400
	Subtotal				1 600
9.0	<u>BUILDINGS</u>				
9.1	Transit Shed	100	m ²	130	13
9.2	Other Buildings	100	m ²	2 500	250
	Subtotal				263

TABLE H-9 - OROKOLO BARGE LAYOUT - Continued

ITEM	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT	RATE	COST US\$ x 10 ³
10.0	<u>SERVICES</u>				
	Allowance of	1	item		750
11.0	<u>NAVIGATION AIDS</u>				200
12.0	<u>CONSTRUCTION JETTY</u>				1 500
13.0	<u>TRANS-SHIPMENT FACILITY AT PORT MORESBY</u>				1 500
14.0	<u>BARGES</u>	2	No.	2 000 000	4 000
	Engineering and Administration (nominal 15%)				7 913
				SUBTOTAL	60 666
	Project Contingency (10%)				6 067
	TOTAL (SEPTEMBER 1976 COSTS)				US\$ 66 733

RESTRICTED ALUMINIUM DEVELOPMENT - PORT COST ESTIMATES

TABLE H-10 - HALL SOUND CONVENTIONAL LAYOUT

ITEM	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT	RATE	COST US\$ x 10 ³
1.0	<u>DREDGING</u> (includes 0.3 m overdredge)				
1.1	Cutter Suction Dredging	1 216 000	m ³	2.85	3 466
1.2	Establishment	item			750
	Subtotal				<u>4 216</u>
2.0	<u>BERTHS</u>				
2.1	Major Bulk Berth	240	m	12 687	3 045
2.2	Suspended Slab Berth	5 980	m ²	974	5 825
2.3	Oil Berth	item			834
2.4	Oil Berth Approach Trestle	170	m	4 527	770
	Subtotal				<u>10 474</u>
3.0	<u>EARTHWORKS</u>				
3.1	Filling for Berths and Causeway	363 840	m ³	5.10	1 856
3.2	Heavy Duty Pavements	31 000	m ²	35	1 085
3.3	Causeway Road (2-lane)	600	m	1 000	600
	Subtotal				<u>3 541</u>
4.0	<u>CONVEYORS</u>				
4.1	On Berth	240	m	1 490	
4.2	On Causeway	860	m	1 490	<u>1 639</u>
5.0	<u>PIPELINE AND SERVICE DUCTS</u>				
5.1	Oil Pipeline	1 300	m	195	254
5.2	Service Ducts	1 750	m	95	166
	Subtotal				<u>420</u>
6.0	<u>MECHANICAL PLANT</u>				
6.1	Pneumatic Unloader	1	No.	900 000	900
6.2	Export Berth Cranes	1	No.	300 000	300
6.3	Mobile Plant	item			400
	Subtotal				<u>1 600</u>

TABLE H-10 - HALL SOUND CONVENTIONAL LAYOUT - Continued

ITEM	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT	RATE	COST US\$ × 10 ³
7.0	<u>BUILDINGS</u>				
7.1	Transit Shed	5 000	m ²	130	650
7.2	Other Buildings	250	m ²	2 500	625
	Subtotal				<u>1 275</u>
8.0	<u>SERVICES</u>				
	Allowance of	item			<u>1 000</u>
9.0	<u>NAVIGATION AIDS</u>	item			<u>200</u>
10.0	<u>CONSTRUCTION JETTY</u>	item			<u>1 500</u>
					25 866
	Engineering and Administration (nominal 15%)				<u>3 880</u>
					SUBTOTAL
					29 745
	Project Contingency (10%)				<u>2 974</u>
	TOTAL (SEPTEMBER 1976 COSTS)				<u>US\$ 32 719</u>

RESTRICTED ALUMINIUM DEVELOPMENT - PORT COST ESTIMATES

TABLE H-11 - HALL SOUND BARGE LAYOUT

ITEM	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT	RATE	COST US\$ x 10 ³
1.0	DREDGING (includes 0.3 m overdredge)				
1.1	Cutter Suction Dredging	1 492 000	m	2.85	4 252
1.2	Establishment	item			750
	Subtotal				<u>5 002</u>
2.0	<u>TRESTLE BULK BERTH</u>	240	m	12 687	3 045
3.0	<u>TRESTLE</u> (1-lane roadway and 1 conveyor)	70	m	4 527	317
4.0	<u>SHEET PILED BARGE BERTH</u>	320	m	3 260	1 043
5.0	<u>EARTHWORKS</u>				
5.1	Filling to barge berth	72 000	m ³	5.10	367
5.2	Filling to causeway	170 850	m ³	5.10	871
5.3	Heavy Duty Pavements	12 000	m ²	35	420
5.4	Causeway Road (2-lane)	820	m	1 000	820
	Subtotal				<u>2 478</u>
6.0	<u>CONVEYORS</u>				
6.1	On Berth	300	m	1 490	477
6.2	On Causeway	820	m	1 490	1 222
	Subtotal				<u>1 669</u>
7.0	<u>PIPELINE AND SERVICE DUCTS</u>				
7.1	Oil Pipeline	600	m	195	117
7.2	Service Ducts	1 120	m	95	106
	Subtotal				<u>223</u>
8.0	<u>MECHANICAL PLANT</u>				
8.1	Pneumatic Unloader	1	No.	900 000	900
8.2	Export Berth Crane	1	No.	300 000	300
8.3	Mobile Plant	item			400
	Subtotal				<u>1 600</u>

TABLE H-11 -- HALL SOUND BARGE LAYOUT --Continued

ITEM	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT	RATE	COST US\$ x 10 ³
9.0	<u>BUILDINGS</u>				
9.1	Transit Shed	100	m ²	130	13
9.2	Other Buildings	100	m ²	2 500	250
	Subtotal				<u>263</u>
10.0	<u>SERVICES</u>				
	Allowance of	item			<u>750</u>
11.0	<u>NAVIGATION AIDS</u>	item			<u>200</u>
12.0	<u>CONSTRUCTION JETTY</u>	item			<u>1 500</u>
13.0	<u>TRANS-SHIPMENT FACILITY AT PORT MORESBY</u>	item			<u>1 500</u>
14.0	<u>BARGES</u>	2	No.	2 000 000	<u>4 000</u>
	Subtotal				23 590
	Engineering and Administration (nominal 15%)				<u>3 538</u>
				SUBTOTAL	27 129
	Project Contingency (10%)				<u>2 713</u>
	TOTAL (SEPTEMBER 1976 COST)				<u>\$29 842</u>

RESTRICTED ALUMINIUM DEVELOPMENT - PORT COST ESTIMATES

TABLE H-12 - VAILALA (REEF) CONVENTIONAL LAYOUT

ITEM	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT	RATE	COST US\$ x 10 ³
1.0	<u>DREDGING</u> (includes 0.3 m overdredge)				
1.1	Grab dredging	1 500 000	m ³	8.00	12 000
1.2	Establishment	item			500
	Subtotal				12 500
2.0	<u>FOUR-PILED BENT BREAKWATER</u>	1 260	m	23 678	29 834
3.0	<u>BERTHS</u>				
3.1	Bulk Berth	240	m	6 167	1 480
3.2	Suspended Slab Berth	3 500	m ²	614	21 490
3.3	Oil Berth	item			834
	Subtotal				23 804
4.0	<u>APPROACH TRESTLE</u>	6 000	m	4 826	28 956
5.0	<u>CONVEYOR</u>	7 300	m	1 800	13 140
6.0	<u>PIPELINE</u>	7 700	m	200	1 540
7.0	<u>MECHANICAL PLANT</u>				
7.1	Pneumatic Unloader	1	No.	900 000	900
7.2	Export Berth Crane	1	No.	300 000	300
7.3	Mobile Plant	item			400
	Subtotal				1 600
8.0	<u>BUILDINGS</u>				
8.1	Transit Shed	5 000	m ²	130	650
8.2	Other Buildings	250	m ²	2 500	625
	Subtotal				1 275
9.0	<u>SERVICES</u>				
	Allowance of	item			1 000
10.0	<u>NAVIGATION AIDS</u>	item			200

TABLE H-12 - VAILALA (REEF) CONVENTIONAL LAYOUT - Continued

ITEM	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT	RATE	COST US\$ x 10 ³
11.0	<u>CONSTRUCTION JETTY</u>		item		1 500
					<hr/> 115 349
	Engineering and Administration (nominal 15%)				17 302
					<hr/> SUBTOTAL
	Project Contingency (10%)				13 265
					<hr/> TOTAL (SEPTEMBER 1976 COSTS)
					US\$ 145 916

RESTRICTED ALUMINIUM DEVELOPMENT - PORT COST ESTIMATES

TABLE H-13 VAILALA BARGE LAYOUT

ITEM	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT	RATE	COST US\$ x 10 ³
1.0	DREDGING (includes 0.3 m overdredge)				
1.1	Trailer Dredging	4 100 000	m ³	2.60	10 660
1.2	Establishment	item			300
	Subtotal				10 960
2.0	<u>SIX-PILED BENT BREAK-WATER</u>	340	m	35 340	12 016
3.0	<u>TRESTLE BULK BERTH</u>	240	m	13 819	3 317
4.0	<u>SUSPENDED SLAB BERTH</u>	8 000	m ²	614	4 912
5.0	<u>TRESTLES</u>				
5.1	1-lane roadway and one conveyor	2 500	m	4 826	12 065
5.2	1-lane access road and one conveyor	700	m	4 527	3 169
	Subtotal				15 234
6.0	<u>CONVEYOR</u>	3 440	m	1 800	6 192
7.0	<u>PIPELINE AND SERVICE DUCTS</u>				
7.1	Oil Pipeline	2 500	m	200	500
7.2	Service Ducts	3 200	m	100	320
	Subtotal				820
8.0	<u>MECHANICAL PLANT</u>				
8.1	Pneumatic Unloader	1	No.	900 000	900
8.2	Export Berth Crane	1	No.	300 000	300
8.3	Mobile Plant	item	-	-	400
	Subtotal				1 600
9.0	<u>BUILDINGS</u>				
9.1	Transit Shed	100	m ²	130	13
9.2	Other Buildings	100	m ²	2 500	250
	Subtotal				263

TABLE H-13 VAILALA BARGE LAYOUT -- Continued

ITEM	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT	RATE	COST US\$ x 10 ³
10.0	<u>SERVICES</u>				
	Allowance of	item			750
11.0	<u>NAVIGATION AIDS</u>	item			200
12.0	<u>CONSTRUCTION JETTY</u>	item			1 500
13.0	<u>TRANS-SHIPMENT FACILITY AT PORT MORESBY</u>	item			1 500
14.0	<u>BARGES</u>	2	No.	2 000 000	4 000
					63 264
	Engineering and Administration (Nominal 15%)				9 490
				SUBTOTAL	72 754
	Project Contingency (10%)				7 275
	TOTAL (SEPTEMBER 1976 COSTS)				US\$80 029

RESTRICTED ALUMINIUM DEVELOPMENT - PORT COST ESTIMATES

TABLE H-14 VAILALA (REEF) AERIAL ROPEWAY LAYOUT

ITEM	DESCRIPTION	QUANTITY	ITEM	RATE	COST US\$ x 10 ³
1.0	<u>DREDGING</u> (includes 0.3 m overdredge)				
1.1	Grab Dredging	1 500 000	m ³	8.00	12 000
1.2	Establishment	item			500
	Subtotal				12 500
2.0	<u>FOUR-PILED BENT BREAK-WATER</u>	1 260	m	23 678	29 834
3.0	<u>BERTHS</u>				
3.1	Bulk Berth	240	m	6 167	1 480
3.2	Suspended Slab Berth	35 000	m ²	614	21 490
3.3	Silo Sub-Structure	240	m	13 819	3 317
3.4	Oil Berth	item			834
	Subtotal				27 121
4.0	<u>MECHANICAL PLANT</u>				
4.1	Silos etc. offshore	item			3 000
4.2	Silos etc. onshore	item			1 000
4.3	Pneumatic Unloader	1	No.	900 000	900
4.4	Export Berth Crane	1	No.	300 000	300
4.5	Mobile Plant	item			400
	Subtotal				5 600
5.0	<u>AERIAL ROPEWAY</u> (Berth to factory site)	11 100	m	1 000	11 100
6.0	<u>BUILDINGS</u>				
6.1	Transit Shed	5 000	m ²	130	650
6.2	Other Buildings	250	m ²	2 500	625
	Subtotal				1 275
7.0	<u>SERVICES</u>				
	Allowance of	item			750
8.0	<u>NAVIGATION AIDS</u>	item			200

TABLE H-14 VAILALA (REEF) AERIAL ROPEWAY LAYOUT -- Continued

ITEM	DESCRIPTION	QUANTITY	ITEM RATE	COST US\$ x 10 ³
9.0	<u>CONSTRUCTION AND BARGE JETTY</u>	item		<u>2 000</u>
10.0	<u>BARGES</u>	item		<u>4 000</u>
	Engineering and Administration (nominal 15%)			<u>14 157</u>
			SUBTOTAL	108 537
	Project Contingency (10%)			<u>10 854</u>
	TOTAL (SEPTEMBER 1976 COSTS)			<u>US\$119 391</u>

TABLE H-15 - RESTRICTED ALUMINIUM DEVELOPMENT
 INDUSTRY - ONSHORE SITE PREPARATION COSTS - VAILALA

ITEM	UNIT	RATE K	VAILALA - with conveyor		VAILALA - aerial ropeway	
			Quantity	K x 10 ³	Quantity	K x 10 ³
Clearing and grubbing	ha	967	90	87	90	87
Earthworks - industrial site	m ³	1.45	900 000	1 305	900 000	1 305
Site drainage	ha	7 722	90	695	90	695
Main drainage	m	270	2 100	567	2 100	567
Industrial roads - (2-lanes)	m	967	1 000	967	1 000	967
Conveyors (1 No.)	m	1 390	5 100	7 089	-	-
Conveyors supports	m	579	5 100	2 953	-	-
Access embankment and culverts (2-lane roadway)	m	1 447	4 100	5 933	4 100	5 933
Bridges	m	3 867	40	155	40	155
Water Supply (fresh water excluding reticulation)	-	sum	-	5 046	-	5 046
Effluent treatment	-	sum	-	362	-	362
Effluent pumping	-	sum	-	-	-	-
TOTAL K x 10 ³				25 159		15 117
US\$ x 10 ³				32 858		19 743
Engineering, Administration and Contingency Allowances x 1.265				41 565		24 975

TABLE H-16 - RESTRICTED ALUMINIUM DEVELOPMENT
INDUSTRY - ONSHORE SITE PREPARATION COSTS - OROKOLO AND HALL SOUND

ITEM	UNIT	RATE K	VAILALA - with conveyor Quantity K x 10 ³	VAILALA - aerial ropeway Quantity K x 10 ³
Clearing and grubbing	ha	967	90	90
Earthworks - industrial site	m ³	1.45	1 350 000	1 800 000
Site drainage	ha	7 722	90	90
Main drainage	m	270	2 900	3 250
Industrial roads - (2 lanes)	m	967	-	3 000
Conveyors (1 No.)	m	1 390	1 500	2 500
Conveyor supports	m	579	1 500	2 500
Access embankment and culverts (2 land roadway)	m	1 447	1 400	-
Bridges	m	3 867	30	-
Water Supply (fresh water excluding reticulation)	-	sum	-	16 080
Effluent treatment	-	sum	-	362
Effluent pumping	-	sum	-	-
TOTAL K x 10 ³			17 927	28 535
US\$ x 10 ³			23 413	37 266
Engineering, Administration and Contingency Allowances x 1.265			29 618	47 142

TABLE H-17 - RESTRICTED ALUMINIUM DEVELOPMENT
 URBAN COSTS - EXPENDITURE PER ANNUM US\$ x 10³

YEAR	OROKOLO		HALL SOUND	
	NET	+26.5%	NET	+26.5%
1	846	1 070	790	910
2	1 269	1 605	1 185	1 365
3	2 115	2 675	1 975	2 275
4	4 653	5 885	4 345	5 005
5	5 076	6 420	4 740	5 460
6	6 768	8 560	6 320	7 280
7	5 499	6 955	5 135	5 915
8	5 076	6 420	4 740	5 460
9	4 230	5 350	3 950	4 550
10	2 960	3 745	2 765	3 185
11	2 115	2 675	1 975	2 275
12	1 692	2 140	1 580	1 820
	42 300	53 500	39 500	45 500

Notes:

(1) Costs in \$ US x 10³

(2) 26.5% to allow engineering, administration and contingencies

(3) Land acquisition not included

Costs have been assessed on a per capita basis, US\$4 700 and US\$4 000 for Orokolo and Hall Sound respectively. The total construction costs in Tables 25 and 27 were divided by 64 000 and it is assumed that the figure for Vailala is applicable for Orokolo. The population for the restricted aluminium development has been taken as 9 000 people.

Restricted Aluminium Development
Orokolo

CONVENTIONAL LAYOUT

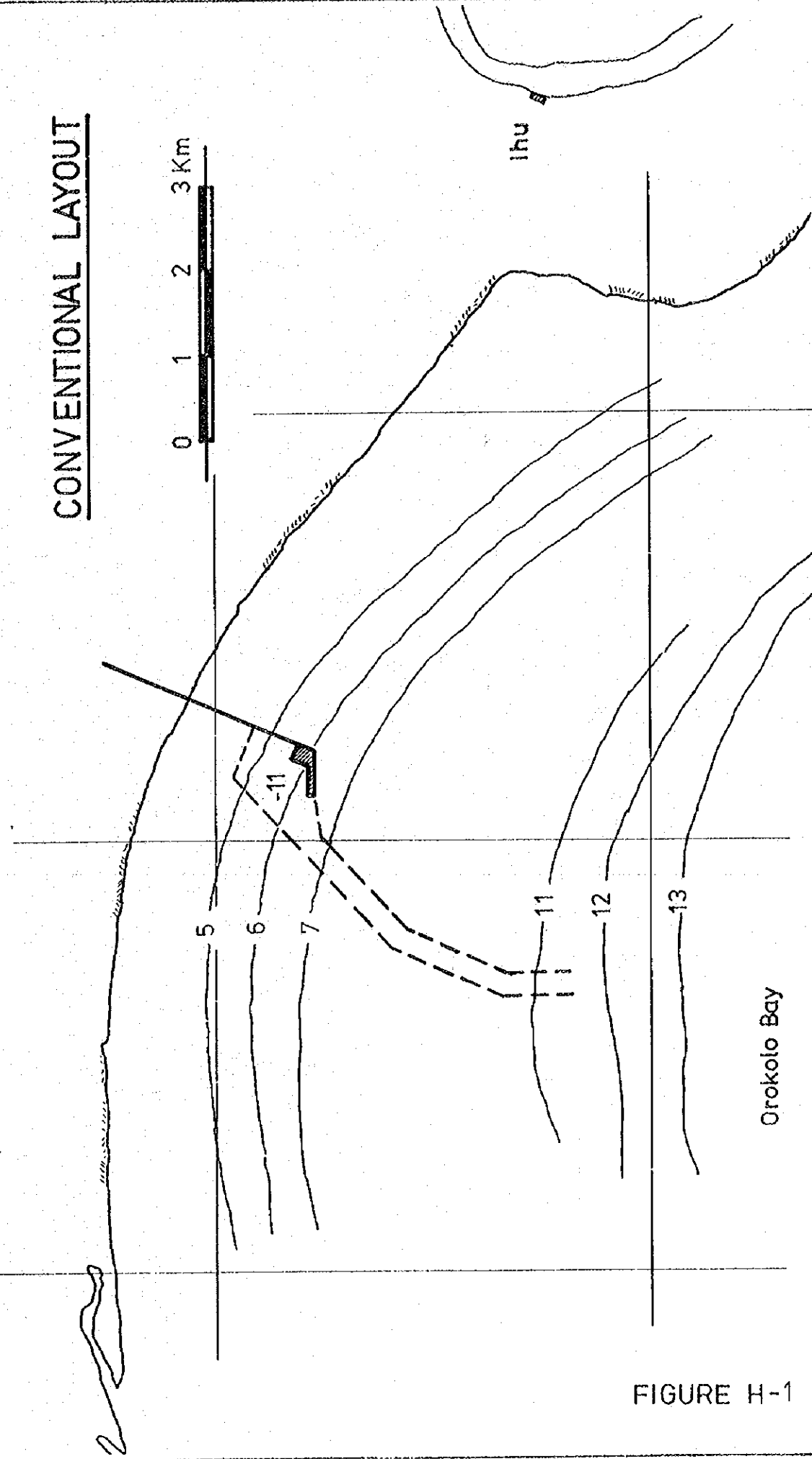
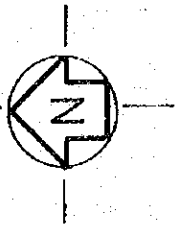


FIGURE H-1

Restricted Aluminium Development Orokolo

CONVENTIONAL LAYOUT

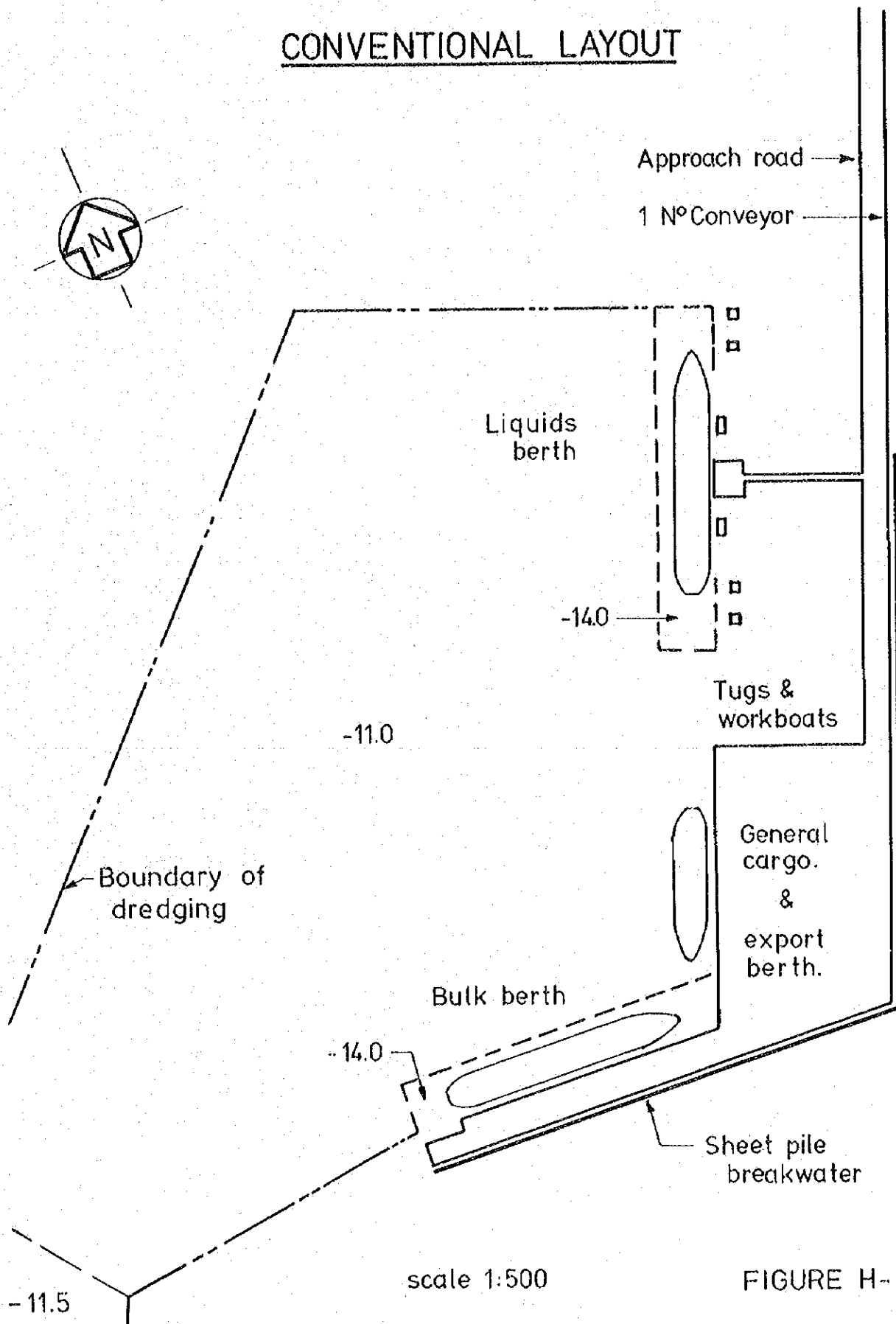
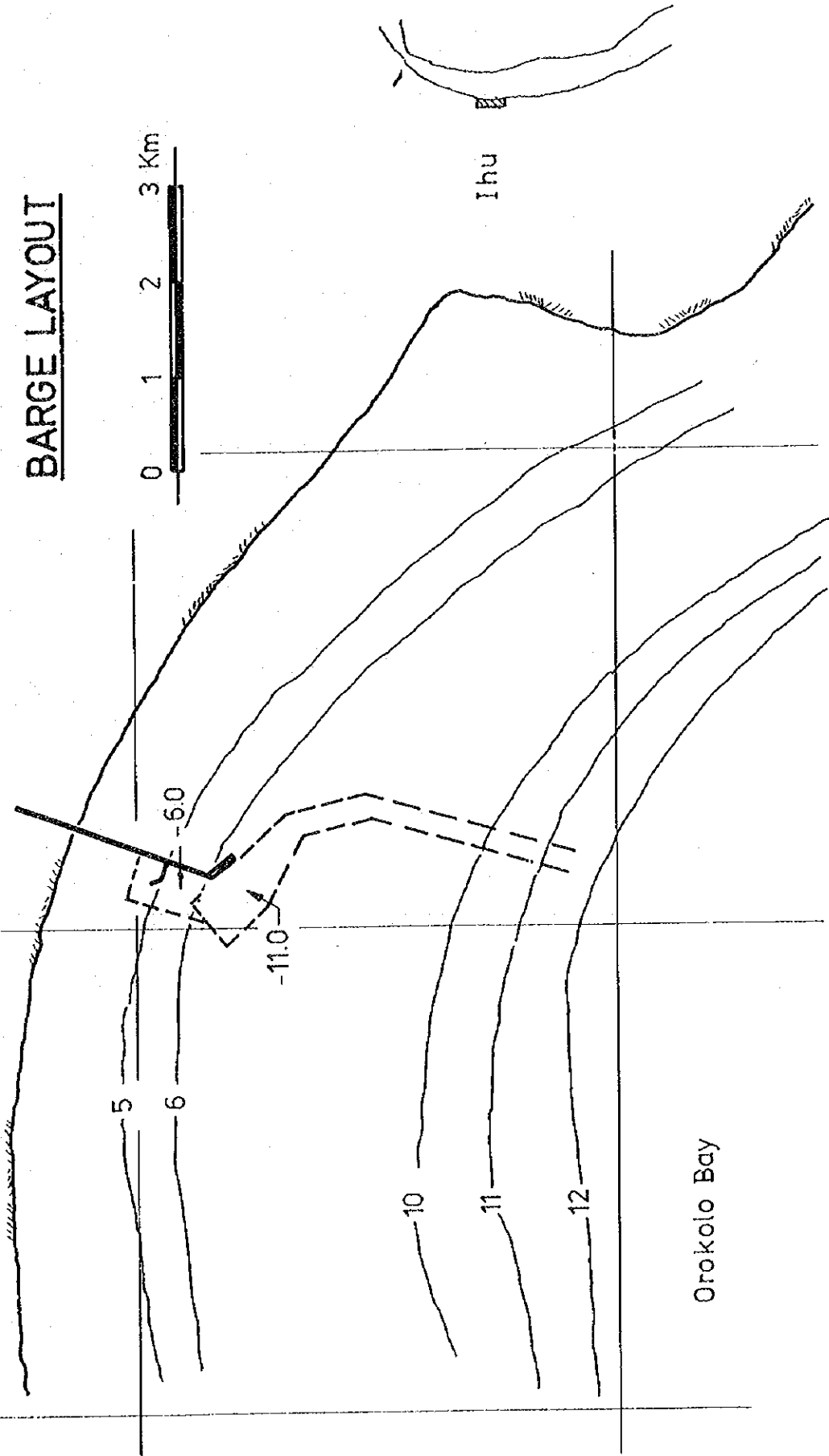
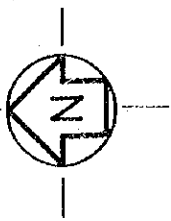


FIGURE H-2

Restricted Aluminium Development
Orokolo

BARGE LAYOUT

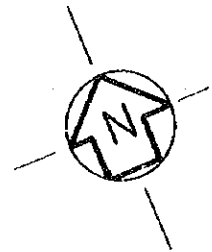
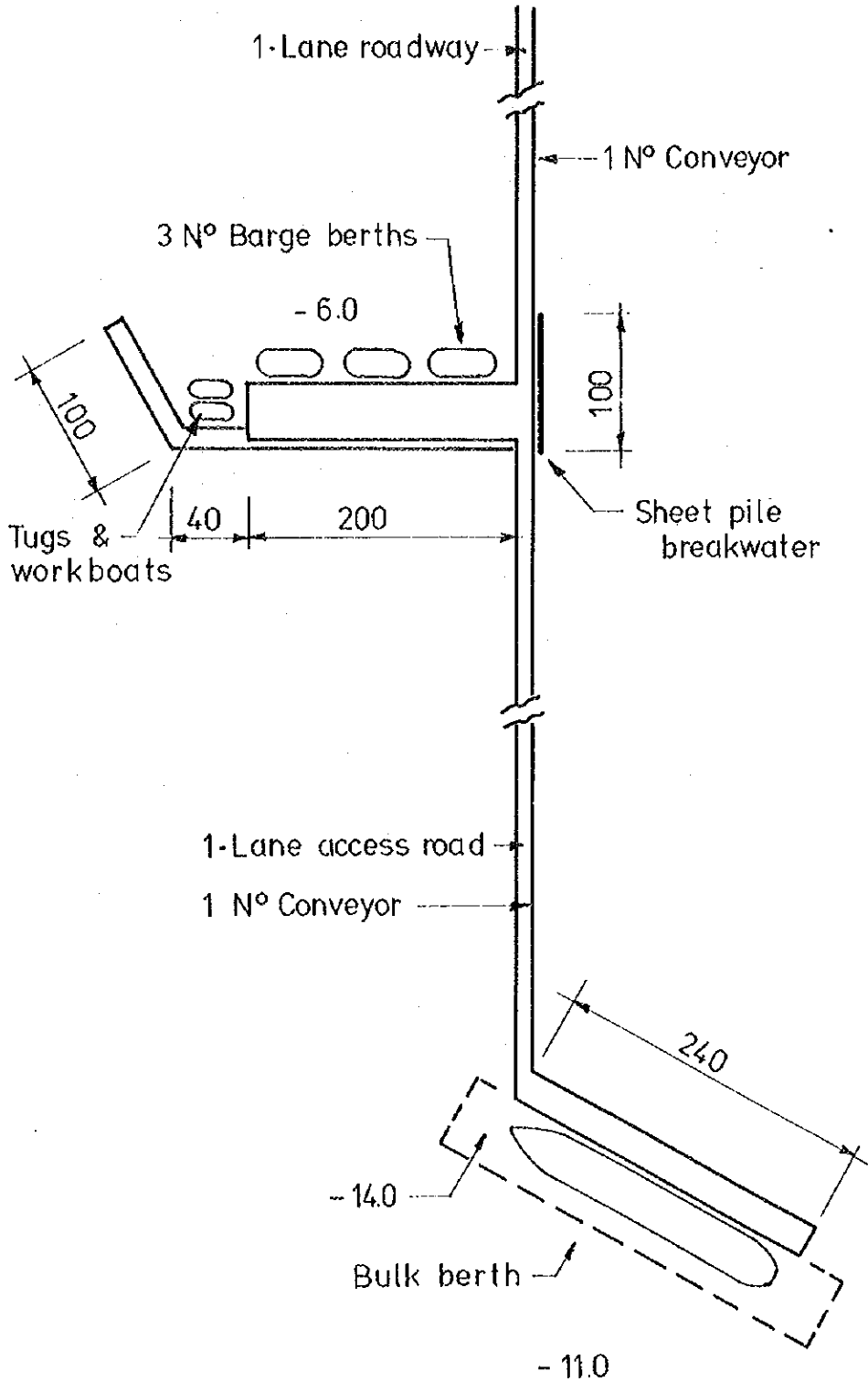


Orokolo Bay

FIGURE H-3

Restricted Aluminium Development Orokolo

BARGE LAYOUT



Scale 1:500

FIGURE H-4

Restricted Aluminium Development Hall Sound

CONVENTIONAL LAYOUT

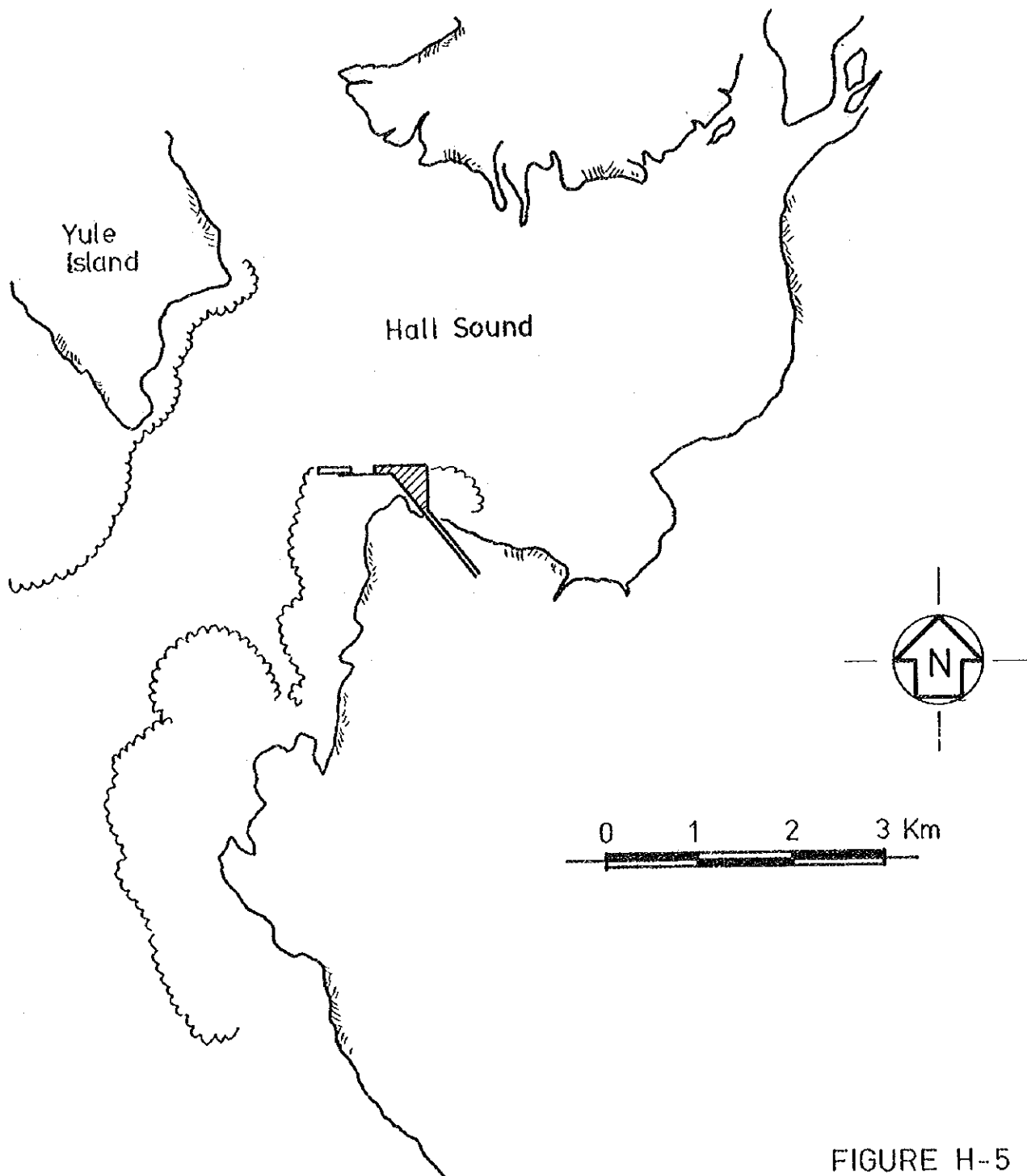
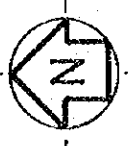
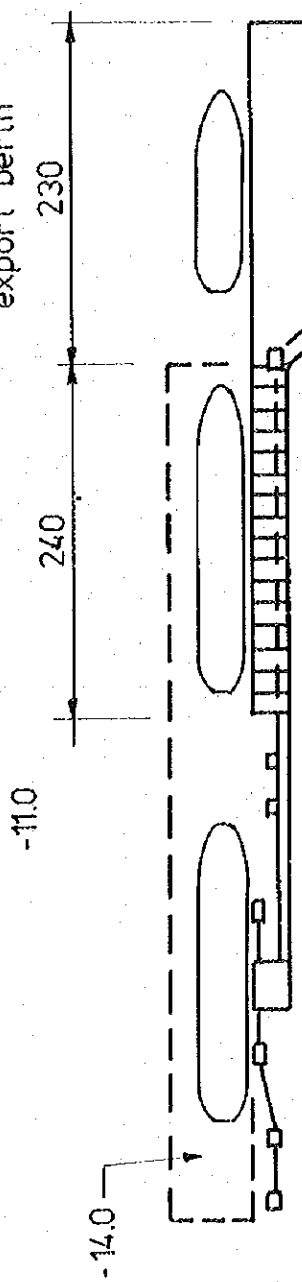


FIGURE H-5



Liquids berth
Bulk berth
General cargo & export berth
Tugs & workboats



1 No Conveyor

600 to shore line

scale 1:500

Restricted Aluminium Development Hall Sound

CONVENTIONAL LAYOUT

FIGURE H-6

Restricted Aluminium Development
Hall Sound

BARGE LAYOUT

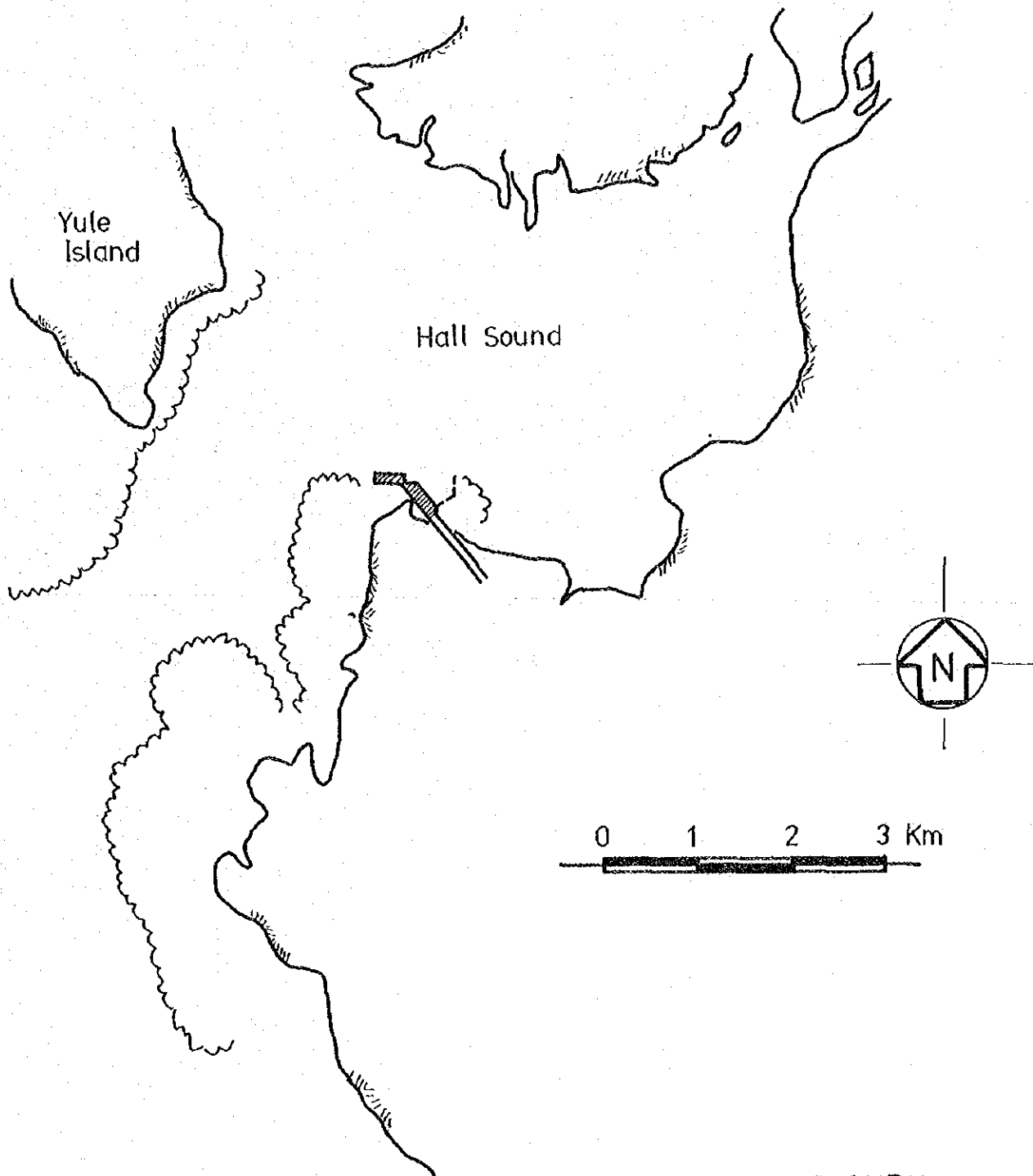
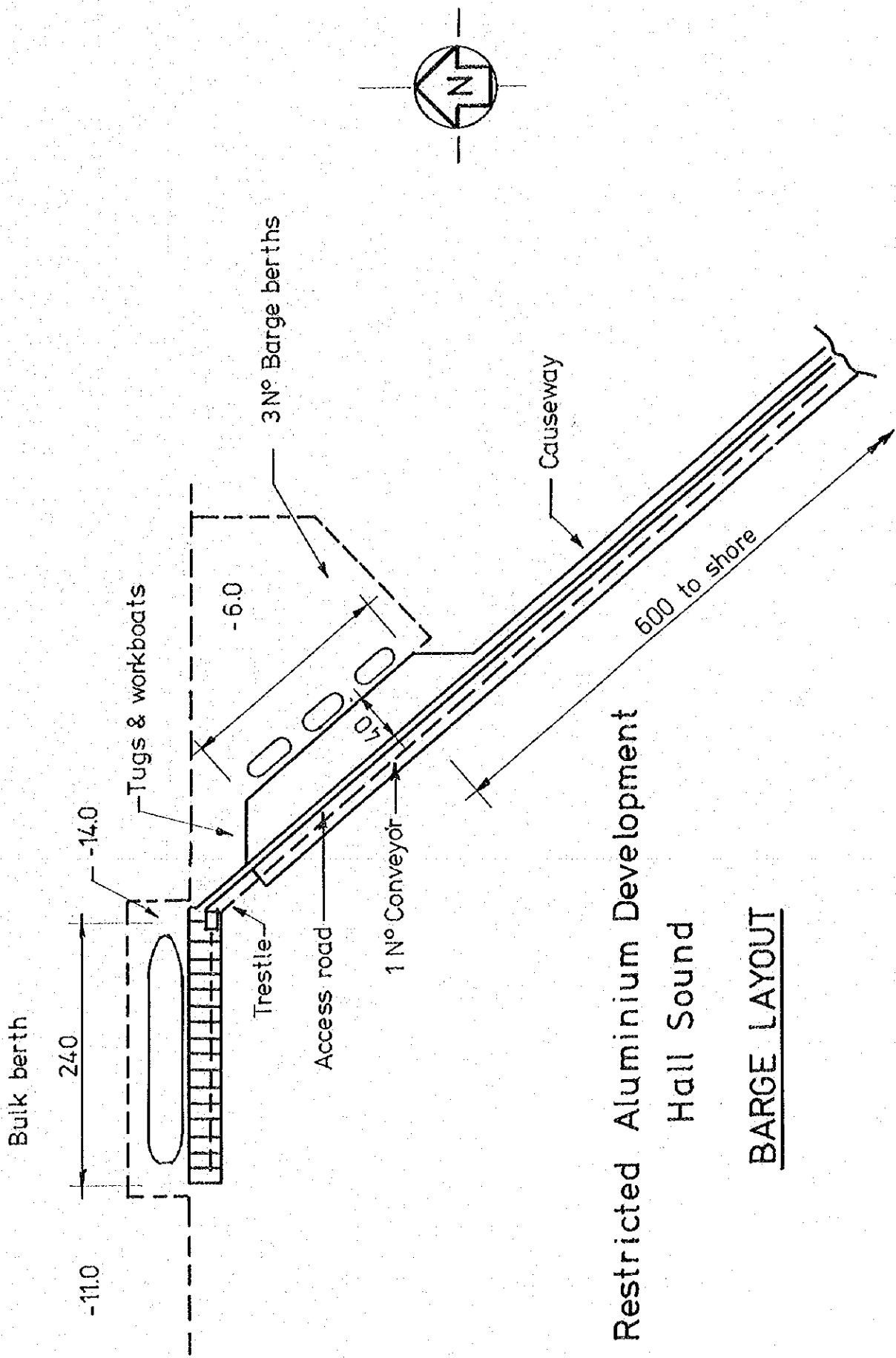


FIGURE H-7



Restricted Aluminium Development
Hall Sound
BARGE LAYOUT

FIGURE H-8

Restricted Aluminium Development

Vailala (Reef)

CONVENTIONAL LAYOUT

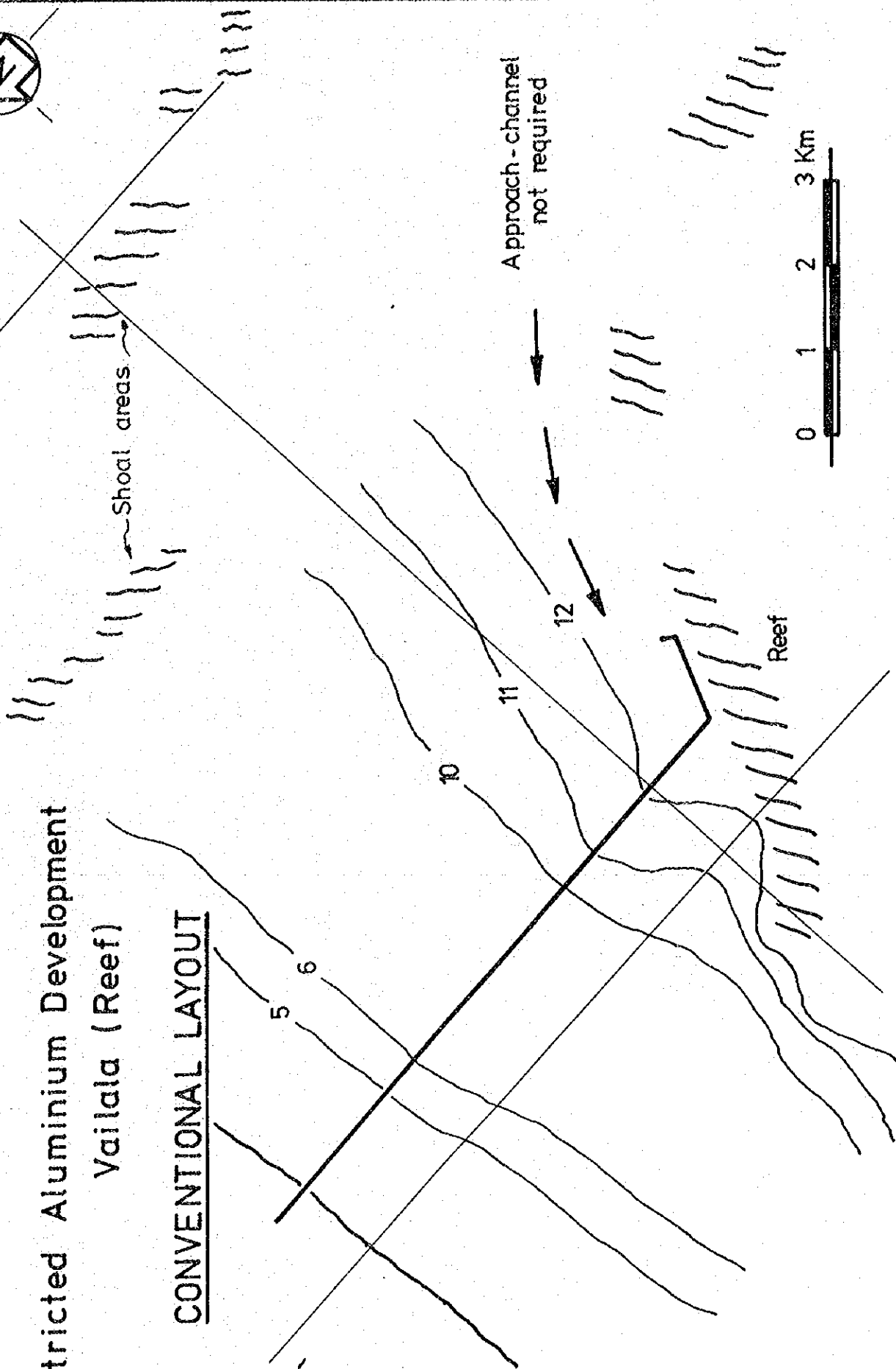
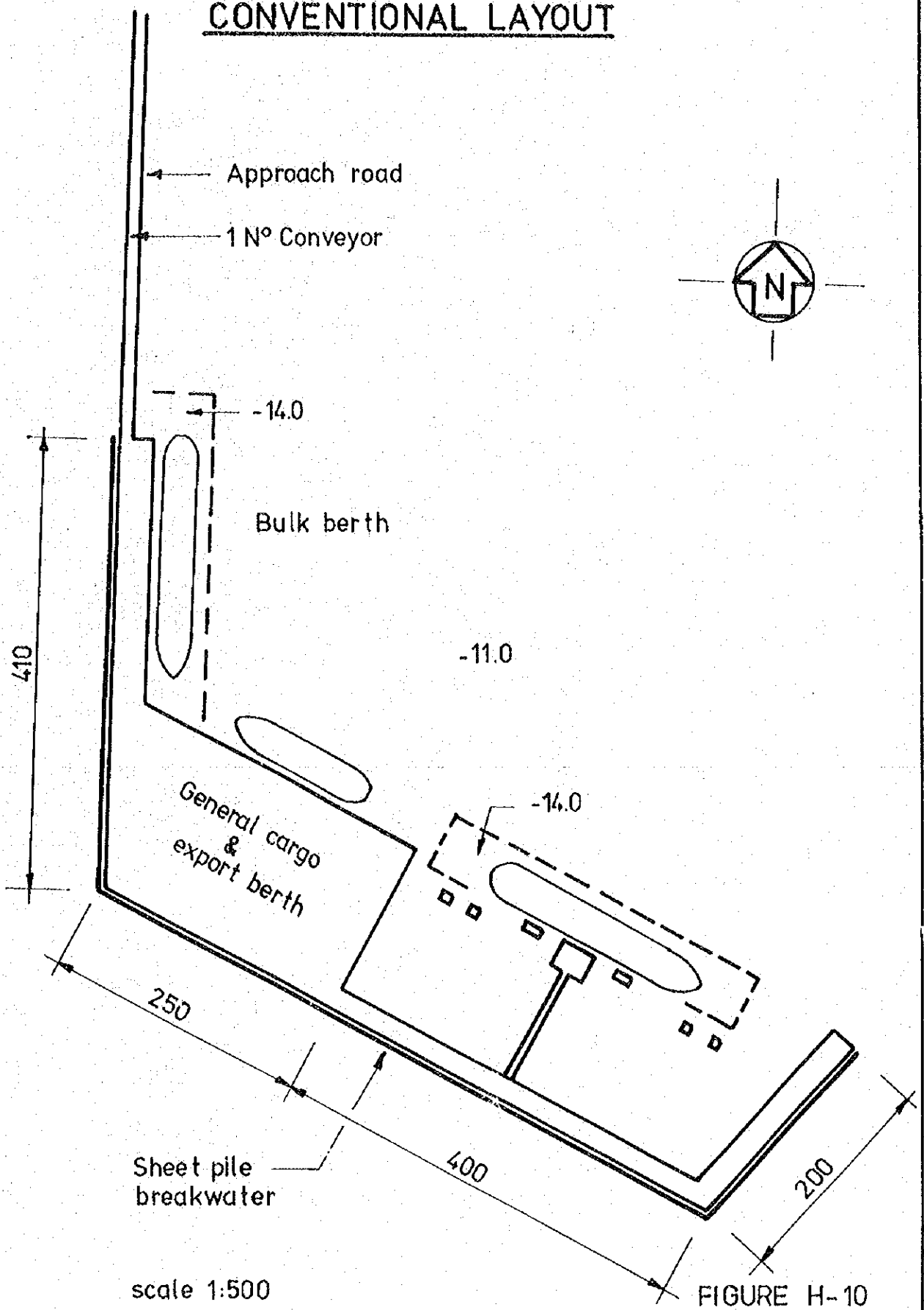


FIGURE H-9

Restricted Aluminium Development Vailala (Reef)

CONVENTIONAL LAYOUT



付 録 I

本報告書に用いられた技術用語及び略語の解説

APPENDIX I

GLOSSARY OF TERMS AND ABBREVIATIONS

1. GLOSSARY OF TERMS

accretion

- as used in this report, the building up or deposition of material on a beach, as opposed to erosion

alumina

- aluminium oxide, a whitish powder refined from bauxite and from which aluminium is extracted electrically

auto correlation function

- a mathematical step in deriving power density. See power density.

bag separation

- the process by which gaseous emissions from an industrial process are blown through filter bags to remove a portion of the carried particulate matter

bathymetry

- the measurement of the depth of the seabed

bauxite

- an ore containing aluminium oxide

bent

- a two-dimensional supporting frame

berth occupancy

- the ratio of the annual total ship service time to the total time that the berth would be available to vessels

boxes

- see containers

break bulk cargo

- bulk and general cargo in drums, sacks or containers, not loose bulk commodities

breakwater

- a structure constructed to form an artificial harbour with a water area protected from the effect of sea waves.

bulk cargo

- cargo in a loose form, such as coal, grain or alumina

capital cost

- the estimated total cost of providing a structure, including engineering and administration costs, a contingency to cover present unknowns, and the cost of construction facilities, but excluding interest during construction. See also construction cost

catchment area

- the area drained by streams upstream of the point being investigated

causeway

- a road embankment built up across low ground, swamp or shallow water

caustic soda

- chemical feedstock for a wide range of the chemical industry

cheniers

- sandy beach ridges parallel to the coast, long narrow and rising above the adjacent swamp strips

clutch

- the formed hook shape along each edge of a steel sheet pile which interlocks the corresponding clutch on the adjacent pile

clutched tubes

- tubular steel piles having two diametrically opposite clutches welded externally along the length of the pile. See also clutch

common user berth

- a berth with specialised plant handling similar commodities for more than one industry

construction cost

- the estimated total amount of payment to the Contractors for all items of work; excludes engineering design and supervision costs, the cost of construction facilities provided by the PNG Government, administration costs and interest during construction. See also capital cost

container

- a standardised, enclosed, lockable container having approximate dimensions of 6.1 m x 2.4 m x 2.4 m with a maximum load capacity of about 20 t; commonly referred to as 20 ft (6.1 m) equivalent units (TEU). Also available in 40 ft (12.2 m) units and some other smaller sizes

conversion rate

- as used in this report
K 1.00 = US\$ 1.306
= \$A 1.048 = ¥ 374
as at September 1976

crest period

- the average time between the tops of two successive waves

crosshead

- a beam forming the top horizontal part of a bent. See also bent

datum

- in this report the datum and designation of offshore levels differ from those applicable to onshore levels as follows:

- . elevation (onshore levels) height above mean sea level; designated EL. Refer Volume 7 Section 6.3.2
- . water depth (offshore seabed levels) depth below chart datum which may be lowest astronomical tide level or lower; to ensure that depths shown on charts are always 'positive' or do not change sign at extremes of low water; designated m

deadload

- the weight of a structure and of permanent loads fixed on it

dolphins

- . berthing dolphins - independent mooring structures set at intervals along the harbour side of a wharf, provided with fenders to absorb the energy of a berthing ship and against which a ship lies when moored
- . mooring dolphin - an independent marine structure located at the end of a wharf, usually set back behind the berthing line (the projection of the face of the berthing fenders) and fitted with bollards which take the loads from mooring lines

dump leachates

- aqueous solutions, originating from either rain or groundwater, which percolate a dump and become contaminated with dump materials

electrostatic precipitation

- the passing of dust-laden gases from an industrial process over sets of electrically charged wires which attract the solid particles before the gases are discharged to atmosphere

elevation

- see datum

energy flux method

- a standard method of calculating littoral drift

ethylene dichloride

- chemical feedstock for the plastics industry

ferroalloys

- alloys used in the refining of iron and steel to produce:

- . ferronickel
- . ferrosilicon
- . ferromanganese
- . metallic silicon
- . silicon manganese
- . ferrochrome

'Foxboro' tide gauge

- a liquid level recording instrument, the water level being recorded by a pen on a circular calibrated chart which makes one revolution a day. The pen arm is actuated by varying air pressure through a tube connecting the recorder to a rubber diaphragm box secured to a rigid structure and below the lowest expected water level

general cargo

- cargo in a packaged form, as containers, pallets, barrels or crates

grab unloader

- a bulk cargo unloader using a grab to remove coarse material such as ore or coal from a vessel

Cuba

- squall; refer Section 6.1.10

Highest Astronomical Tide (HAT) and Lowest Astronomical Tide (LAT)

- the highest and lowest levels respectively which can be predicted to occur under average meteorological conditions and under any combination of astronomical conditions; these levels will not be reached every year. HAT and LAT are not the extreme levels which can be reached, as storm surges may cause considerably higher and lower levels to occur

lee shore

- shore downwind of a vessel

levels (onshore or offshore)

- see datum

littoral drift

- movement of sediment along a coastline due to current, wave and tidal action

live load

- a transient load on a structure due to traffic, wave action, wind and earthquake

longshore drift

- see littoral drift

maximum wave height

-- the largest individual wave in any record

Mean High Water Neaps (MHWN)
and Mean Low Water Neaps (MLWN)

-- the height of mean high water neaps is the average of the heights of two successive high waters during those periods (approximately once a fortnight) when the range of the tide is least. The height of mean low water neaps is the average height obtained from the two successive low waters during the same periods

Mean High Water Springs (MHWS)
and Mean Low Water Springs (MLWS)

-- the height of mean high water springs is the average of the heights of two successive high waters during those periods of 24 hours (approximately once per fortnight) when the range of tide is greatest. The height of mean low water springs is the average height obtained by two successive low waters during the same periods

Mean Sea Level (MSL)

-- the average level of the sea surface over a long period, preferably 19 years, or the average level which would exist in the absence of tides

monochromatic wave

-- a wave spectrum in which each successive wave has the same properties as that preceding it

nominated unloading rate

-- the sustained loading rate independent of breakdowns, hatch changes and trimming delays

normalised power density

-- the power density expressed as a percentage per unit time or frequency. See power density

oil separation

-- the removal of oil from industrial waste water

peak power demand

-- the maximum instantaneous requirement for power at each stage up to full industrial development

peak spectral period

-- the wave period associated with peak energy density in any spectrum of waves

penetrometer

-- a soil testing device (various types) used to assess the bearing capacity of foundation ground

period

-- see crest period

- pickling solution
- an acid solution in which metal sections are placed for surface cleaning or to remove rust and scale
- pneumatic unloader
- a bulk cargo unloader using suction to remove fine material such as grain, alumina or crushed coal from a vessel
- power demand growth
- the assumed rate or period of buildup of peak power demand, corresponding to progressive development of energy-consuming industries. See also peak power demand
- power density
- sometimes called energy density, the mean square water surface elevation
- preloading technique
- the stockpiling of fill for a period of time over a potential construction site to compress underlying weaker sediments in order to increase the load bearing capacity of the substrate and reduce the magnitude of future settlements
- queueing time
- the delay a vessel experiences between the time it arrives at a port and the time it berths
- raft (foundation)
- a large concrete slab placed over foundation material of limited bearing capacity to spread structural loads
- return period
- the statistically estimated average frequency at which an event of given magnitude may occur within a long time span, usually extrapolated from a short period of record with a given degree of probability; expressed in years
- root mean square wave height
- the square root of the mean of the squares of the instantaneous water surface elevations
- rubble mound breakwater
- formed of rock fragments in layers of different sizes or gradings, from the heaviest stone or armouring on the outside slopes down to smaller material in the core. See also breakwater

- self-sustaining container vessel - a container vessel which can load and unload its full complement of containers without the assistance of wharf-based cranes
- settlement - the downward movement of a structure due to foundation material compression induced by imposed loads
- sheet pile (steel) - one of a series of interlocking steel piles driven vertically in a line
- ship service time - the total time a berth is allocated to a particular vessel, comprising the total time a vessel is alongside the berth plus the time involved in handling the vessel off the berth
- shoaling coefficient - a mathematical relationship which represents the effect of a change in water depth on the wave height
- shoaling water - in the study of waves, where the depth of water is not constant
- significant wave height - average of highest one third of all waves
- silicon carbide - used as an abrasive compound
- slag granulation - the process by which molten slag is water-quenched rapidly to produce a granular aggregate
- spectral analysis - the method of determining power density and its distribution as a function of frequency. See power density
- spectral width parameter - a measure of the relative width of the spectrum
- Sonostrator - a Japanese device for seismic profiling of the sea bottom
- spilling breakers - breakers which have a white crest and break gradually
- terrigenous sediment - land-derived sediment
- trestle - an overwater structure carrying an access roadway and/or conveyor(s) connecting an offshore berth to the shore. Structure is usually supported at regular intervals by pairs of inclined piles

unitised cargo
(other than containers)

vibrocore

water depth

wave height

wet scrubbing

zero crossing period

- cargo handled in distinct units of palletised commodities

- a drilling technique in which a thin-walled tube is pushed into the ground by a pneumatic vibrator attached to the top of the tube. Samples are recovered either from the tube after withdrawal from the ground or by continuous sampling of disturbed material up an inner plastic tube with reverse water circulation

- see datum

- the vertical dimension from a crest to an adjacent trough

- the process by which gaseous emissions from an industrial process are blown through water sprays to remove a portion of soluble gases and particulate matter

- the average period of a wave as measured along the mean water level line on a wave record, each period being the time difference between two upward crossings

2. ABBREVIATIONS

B.C.L.	- Bougainville Copper Limited
C.A.C.	- Commonwealth Aluminium Corporation
CSIRO	- Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (Australia)
d.w.t.	- dead weight tonne
EL	- Elevation, the level at an onshore point, expressed in metres; see Glossary under 'Datum'
HAT	- Highest Astronomical Tide; see Glossary
H _{sig}	- significant wave height; see Glossary
LAT	- Lowest Astronomical Tide; see Glossary
LNG	- liquefied natural gas
MSL	- Mean Sea Level; see Glossary
MHWN	- Mean High Water Neaps (tide); see Glossary
MHWS	- Mean High Water Springs (tide); see Glossary
MLWN	- Mean Low Water Neaps
MLWS	- Mean Low Water Springs
NK	- Nippon Koei Co., Ltd.
PNG	- Papua New Guinea
PISM	- Purari Industrial Survey Mission; see Section 11, References
SMEC	- Snowy Mountains Engineering Corporation
SE Season	- South East Trade (wind) Season. Refer Section 6.1.10
SWL	- Still Water Level
TEU	- 20 feet equivalent unit. See Glossary under 'container'

3. UNITS OF MEASUREMENT

a	-	annum, year
d.w.t.	-	deadweight tonne (laden vessel mass)
g	-	gram, mass
ha	-	hectare (area). 1 ha = 10^4 m^2
h	-	hour
kilo	-	factor of 10^3
kg	-	kilogram, base unit of mass (1 kg = 10^3 g = 2.20 lb)
km	-	kilometre, 10^3 metres
kPa	-	kilopascal, 10^3 pascals pressure, strength or stress (1 kPa = 0.145 pounds per square inch = 495.5 kg/m^2)
l	-	litre, fluid volume (1 = 10^{-3} m^3)
l/d	-	litres per day (water supply)
m	-	metre, base unit of length (1 m = 3.28 ft)
m^3	-	cubic metres, volume
m^3/s	-	cubic metres per second, fluid flow
mega	-	factor of 10^6
MPa	-	megapascal, 10^6 pascals of pressure, strength or stress
Mt/a	-	million tonnes/annum
MW	-	megawatt, 10^6 watts of power
milli	-	factor of 10^{-3}
mg/l	-	milligrams per litre, sediment or chemical concentration of mass in a fluid
mm	-	millimetres (rainfall)
Pa	-	pascal, unit of pressure, strength or stress
s	-	second, base unit of time
t	-	tonne 1 t = 10^3 kg
t/a	-	tonnes per annum
t/h	-	tonnes per hour (conveyor)
W	-	watt, unit of power

