

Table II-2 ESTIMATED CROP-WISE DEMAND FOR NITROGEN FERTILIZERS
IN MALAYSIA, BY TYPE OF FERTILIZERS USED

(N '000 ton)

	Potential Demand for Nitrogen Fertilizers	Estimated Consumption of Nitrogen Fertilizers					Total
		Urea	Other Straight Nitrogen Fertilizers	NPK Fertilizers		Total	
				Local Mixtures Using Urea	Other NPK Fertilizers		
West Malaysia:							
Padi	41.0	11.4	0	3.9	0	3.9	3.9
Oil Palm	32.1	0.2	0.2	5.0	20.2	20.2	25.2
Rubber	41.2	0	5.0	0	20.0	20.0	20.0
Others	10.1	2.0	1.5	1.6	2.9	2.9	4.5
Total	124.4	13.6	6.7	10.5	43.1	43.1	53.6
Sabah:							
Padi	0.8	0.7	0	-	0.1	0.1	0.1
Oil Palm	3.7	0.2	0.4	-	3.1	3.1	3.1
Rubber	0.5	0	0.1	-	0.4	0.4	0.4
Others	0.1	0	0	-	0.1	0.1	0.1
Total	5.1	0.9	0.5	-	3.7	3.7	3.7
Sarawak:							
Padi	0.4	0.3	0	-	0.1	0.1	0.1
Oil Palm	0.8	0	0.1	-	0.7	0.7	0.7
Rubber	0.3	0	0.1	-	0.2	0.2	0.2
Others	2.2	0	0	-	2.2	2.2	2.2
Total	3.7	0.3	0.2	-	3.2	3.2	3.2

Note: Estimations are made on the consumptions in 1974 for W. Malaysia, and in 1976 for Sabah and Sarawak.

Table II-3 PROJECTED DEMAND FOR NITROGEN FERTILIZERS IN MALAYSIA

(N '000 ton)

	1974		1980		1985		1990	
	Estimated Demand	of which Urea	Projected Demand	of which Urea	Projected Demand	of which Urea	Projected Demand	of which Urea
West Malaysia:								
Padi	15.3	15.3	28.3	28.3	36.8	36.8	44.0	44.0
Oil Palm	25.6	5.2	51.3	10.5	68.8	13.9	85.2	17.2
Rubber	25.0	-	20.1	-	16.2	-	15.9	-
Others	8.0	3.6	8.9	3.7	9.8	4.0	10.9	4.4
Total	73.9	24.1	108.6	42.5	131.6	54.7	156.0	65.6
Sabah:								
Padi	0.8	0.7	1.9	1.9	2.3	2.3	2.8	2.8
Oil Palm	3.7	0.2	5.0	1.6	7.0	2.2	9.1	2.8
Rubber	0.5	-	0.6	-	0.6	-	0.7	-
Others	0.1	-	0.3	-	0.7	-	1.2	-
Total	5.1	0.9	7.8	3.5	10.6	4.5	13.8	5.6
Sarawak:								
Padi	0.4	0.3	2.2	2.2	2.5	2.5	2.9	2.9
Oil Palm	0.8	-	1.2	0.3	1.5	0.4	1.8	0.4
Rubber	0.3	-	0.3	-	0.3	-	0.3	-
Others	2.2	-	2.7	-	3.3	-	4.0	-
Total	3.7	0.3	6.4	2.5	7.6	2.9	9.0	3.3
Malaysia Total	82.7	25.3	122.8	48.5	149.8	62.1	178.8	74.5

Table II-4 PROJECTED SUPPLY/DEMAND OF UREA IN MALAYSIA

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
	(Urea '000 ton)										
Supply:											
- Production											
ASEAN Urea Project (a)	-	-	-	-	288.8	396.0	445.5	445.5	445.5	445.5	445.5
(Assumed Capacity Utilization Rate) (%)					(70)	(80)	(90)	(90)	(90)	(90)	(90)
- Inventory Increase (b)					28.9	4.1	4.1	-	-	-	-
Supply Ability (A) = (a - b)	-	-	-	-	259.9	391.9	441.4	445.5	445.5	445.5	445.5
Demand:											
Fertilizer Use	105.4	111.5	117.4	123.0	128.5	135.0	139.5	145.2	150.9	156.3	162.0
Industrial Use	13.0	13.9	15.0	15.9	17.0	17.8	18.7	19.6	20.4	21.3	22.2
Total (B)	118.4	125.4	132.4	138.9	145.5	152.8	158.2	164.8	171.3	177.6	184.2
Surplus (or Deficit) (A - B)	(118.4)	(125.4)	(132.4)	(138.9)	114.4	239.1	283.2	280.7	274.2	267.9	261.3

1
4
0

Table II-5 ESTIMATED SUPPLY/DEMAND OF AMMONIA IN WEST MALAYSIA, 1971-1975

(N '000 ton)

Year	Import ¹⁾			Demand ²⁾					Total (B)	Esso Malaysia (B - A)	Estimated Production ³⁾
	Anhydrous Ammonia	Aqua Ammonia	Total (A)	CCM		FFC		Ajinomoto Monosodium Glutamate			
				NPK	AN	AS	AS				
1971	7.3	0	7.3	20.8	7.9	2.1	0.8	0.8	31.6	24.3	
1972	7.9	0	7.9	24.9	11.3	2.9	0.8	0.8	39.9	32.0	
1973	0.5	0	0.5	24.8	15.9	3.2	0.8	0.8	44.7	44.2	
1974	0.4	5.4	5.8	33.6	5.8	4.3	0.9	0.9	44.6	38.8	
1975	2.9	0.7	3.6	21.7	7.8	4.8	0.9	0.9	35.2	31.6	

Notes: 1) Ammonia import in Malaysian import statistics is classified under the item of "ammonia and its liquid solutions". The classification by anhydrous and aqueous ammonia was estimated on the basis of the unit import prices in the import statistics and ammonia export statistics in Japan, which is the main export source of ammonia to Malaysia.

2) Demand for ammonia was estimated on the basis of ammonia requirement in production of each product.

3) Esso Malaysia's ammonia production is estimated by subtracting import (A) from demand for ammonia (B).

4) Demand for ammonia used for rubber processing was neglected in this table, because the data on the demand is not available, and also because the demand was informed to be small during the field survey (for further detail see Appendix II-1).

Table II-6 PROJECTED SUPPLY/DEMAND OF AMMONIA IN MALAYSIA

	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
	(NH ₃ '000 ton)						
Supply/Demand of Ammonia without ASEAN Fertilizer Project:							
Supply							
Esso Malaysia (A)	41.7	41.7	41.7	41.7	41.7	41.7	41.7
Demand							
CCM	42.6	42.6	42.6	42.6	42.6	42.6	42.6
FFC	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
Ajinomoto	1.3	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6
Total (B)	52.4	52.6	52.6	52.6	52.7	52.7	52.7
Deficit (C) = (B - A)	10.7	10.9	10.9	10.9	11.0	11.0	11.0
Marketable Surplus Ammonia from ASEAN Fertilizer Project (D) 1):	22.5	33.9	38.3	38.6	38.6	38.6	38.6
Surplus Ammonia with ASEAN Fertilizer Project (D - C):	11.8	23.0	27.4	27.7	27.6	27.6	27.6

Note: 1) Operational rate of the plant is assumed to be 70 % in 1984, 80 % in 1985, and 90 % in 1986 and after.

Table II-7 ESTIMATED AND PROJECTED DEMAND FOR NITROGEN FERTILIZERS, INDONESIA (N '000 ton)

	Estimated or Actual										Projected			
	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1985	1990				
Food Crop														
BIMAS/INMAS														
Rice: BIMAS (Wet)					159.8	165.4	164.0	193.3	227.8	249.9				
BIMAS (Dry)				266.6	86.2	80.3	88.1	101.9	113.4	115.1				
INMAS (Wet)	187.9	222.4	307.4		21.0	10.8	57.5	58.9	108.4	163.1				
INMAS (Dry)					10.6	15.8	99.3	106.7	134.4	151.9				
Soybeans	0	0	0	1.1	0.9	1.6	2.4	3.8	8.5	12.8				
Corn	0	0	0	8.9	14.2	20.7	29.7	87.6	117.4	129.9				
Peanuts	0	0	0	1.1	2.6	2.9	2.9	7.7	9.4	10.2				
Cassava	0	0	0	0	0	0	0	1.6	2.0	2.2				
Estimate	187.9	222.4	307.4	277.7	295.2	297.4	443.9	561.5	721.3	825.1				
Actual	187.9	222.4	307.4	277.7	308.4	306.2	429.3							
Non-BIMAS/INMAS														
Vegetables	6.7	5.6	4.6	13.1	2.9	7.1	13.9	9.1	14.8	23.5				
Rice: Upland								22.1	15.9	7.7				
Non-irrigated	0	0	0	0	0	0	0	11.4	8.6	6.0				
Non-B/I irrigated								7.0	3.5	0				
Estimate	6.7	5.6	4.6	13.1	2.9	7.1	13.9	49.6	42.8	37.2				
Actual	194.6	228.0	312.0	290.8	298.1	304.5	457.8	611.1	764.1	862.3				
Estate Crop														
Rubber: Estates	16.5	16.5	16.5	16.3	16.2	15.8		14.1	12.2	10.6				
Smallholders	0	0	0	0	0	0		25.0	28.0	30.7				
Sugarcane	13.0	14.9	16.1	17.1	17.8	13.9		24.0	30.6	37.5				
Oil Palm								5.6	7.6	9.6				
Tobacco								1.0	1.2	1.3				
Tea	0	0	0	0	0	9.3		2.9	3.2	3.3				
Coffee								15.3	17.2	18.7				
Coconut								0	0	0				
Estimate	29.5	31.4	32.6	33.4	34.0	39.0	30.6	87.9	100.0	111.7				
Actual	17.1	27.3	16.9	25.6	27.5	39.0	30.6							
Grand Total:														
Estimate	224.1	259.4	344.6	324.2	332.1	343.5	488.4	699.0	864.1	974.0				
Actual	211.7	255.3	329.0	316.4	338.8	352.3	473.8							

Notes: 1. "Estimate" in the past years denotes the total of crop-wise demand estimation in the study.
 2. "Actual" denotes the demand figures collected from the official statistics.

Source: Actual consumption; Up to 1976; "Kumpulan Data Pupuk Indonesia, 1967-76"
 1977: Dept. of Chemical Industries, Indonesia

Table II-8 ACTUAL AND PROJECTED DEMAND FOR UREA, INDONESIA

(Urea '000 ton)

	Actual or Estimated				Projected	
	1975	1976	1977	1980	1985	1990
Fertilizer:						
Food Crop Sector						
BIMAS/INMAS	670.2	665.6	919.0	1,220.7	1,568.0	1,793.7
Non-BIMAS/INMAS	-	-	12.5	100.2	85.4	73.3
Total	670.2	665.6	931.5	1,320.9	1,653.4	1,867.0
Estate Crop Sector	5.8	20.4	-	68.5	78.3	88.0
Total	676.0	686.0	931.5	1,389.4	1,731.7	1,955.0
Industrial:						
Urea-formaldehyde Adhesive	0	0	0	8.9	11.7	15.2
Monosodium L-glutamate and Others	3.3	3.5	3.9	4.8	7.0	9.8
Total	3.3	3.5	3.9	13.7	18.7	25.0
Total:	679.3	689.5	935.4	1,403.1	1,750.4	1,980.0

Table II-9 UREA SUPPLY/DEMAND PROJECTION, INDONESIA

(Urea '000 ton)

Capacity/Production	Actual										Projected									
	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990						
PUSRI-I Urea	100	100	100	100	100															
	95	95	95	95	95															
PUSRI-II Urea	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380						
	353	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354						
PUSRI-III Urea	570	570	570	570	570	570	570	570	570	570	570	570	570	570						
	332	428	456	513	513	513	513	513	513	513	513	513	513	513						
PUSRI-IV Urea	47	570	570	570	570	570	570	570	570	570	570	570	570	570						
	54	428	456	513	513	513	513	513	513	513	513	513	513	513						
P.T. Petrokimia Urea	115	75	80	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90						
	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45						
Aceh (Jan., 1982) Urea	11	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14						
	24	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30						
Kujang (Aug., 1978) Urea	238	570	570	570	570	570	570	570	570	570	570	570	570	570						
	178	439	480	513	513	513	513	513	513	513	513	513	513	513						
Kaltim (Oct., 1980) Urea	75	77	84	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90						
			143	570	570	570	570	570	570	570	570	570	570	570						
Total	1,142	1,903	2,235	2,378	2,805	3,275	3,275	3,275	3,275	3,275	3,275	3,275	3,275	3,275						
	833	1,495	1,814	2,075	2,436	2,804	2,875	2,932	2,932	2,932	2,932	2,932	2,932	2,932						
Demand	932	980	1,257	1,389	1,483	1,565	1,633	1,689	1,732	1,786	1,835	1,879	1,919	1,955						
	4	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	25						
Total (D)	936	992	1,270	1,403	1,498	1,581	1,650	1,707	1,751	1,806	1,856	1,901	1,942	1,980						
	-103	503	544	672	938	1,223	1,225	1,225	1,181	1,126	1,076	1,031	990	952						
Balance (C - D)																				

Table II-10 ESTIMATED AND PROJECTED DEMAND FOR NITROGEN FERTILIZERS, THE PHILIPPINES

(N '000 ton)

	Actual or Estimated										Projected		
	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1980	1985	1990		
Food Crop													
Rice:	29.8	36.8	38.0	35.2	49.8	47.7	53.5	57.1	68.2	87.0	104.0		
Irrigated HYV													
Irrigated LV	4.8	5.0	5.1	5.7	5.1	4.2	4.5	4.1	3.4	1.9	1.0		
Non-irrigated HYV	0	0	2.4	2.9	4.5	3.0	3.9	5.5	10.0	15.5	17.1		
Non-irrigated LV	0	0	1.0	1.1	1.3	0.9	1.1	1.1	1.2	1.0	0.5		
Corn	15.0	15.5	16.5	16.3	25.7	35.5	39.7	41.4	52.1	72.2	94.1		
Vegetables	1.5	2.3	3.5	5.3	8.0	3.5	5.3	8.0	8.9	10.5	12.4		
Estimate	51.1	59.6	66.5	66.5	94.4	94.8	108.0	117.2	143.8	188.1	229.1		
Actual			81.1	95.1	80.3								
Export Crop													
Sugarcane	45.1	54.1	54.0	56.6	57.3	51.1	51.5	63.4	58.9	67.8	76.1		
Coconut	1.9	2.2	2.6	3.1	3.6	2.6	3.1	3.6	3.2	5.6	9.4		
Pineapple													
Tabacco	5.6	6.9	8.5	10.5	12.9	8.5	10.5	12.9	14.9	18.9	24.0		
Banana													
Others													
Estimate	52.6	63.2	65.1	70.2	73.8	62.2	65.1	79.9	77.0	92.3	109.5		
Actual				73.4	85.6	54.5							
Grand Total: Estimate	103.7	122.8	131.6	136.7	168.2	157.0	173.1	197.1	220.8	280.4	338.6		
Actual	107.1	125.4	117.8	153.8	180.4	134.5	156.0	179.5					

Note: See notes of Table II-7.

Source of actual consumption: Fertilizer & Pesticide Authority, the Philippines

Table II-11 ACTUAL AND PROJECTED DEMAND FOR UREA, THE PHILIPPINES

	(Urea '000 ton)									
	Actual					Projected				
	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1980	1985	1990	
Fertilizer:										
Food Crop Sector	73.3	113.5	85.2	N.A.	N.A.	N.A.				
Export Crop Sector	79.8	98.7	58.7	N.A.	N.A.	N.A.				
Total (A)	153.1	212.2	143.9	174.8	227.8	287.1	256.3	329.1	402.0	
(Total Nitrogen Fertilizer Consumption)	(153.8)	(180.4)	(134.5)	(156.0)	(179.5)	(205.4)	(220.8)	(280.4)	(338.6)	
Ratio of Urea Consumption as against										
Total Nitrogen Consumption ($\frac{A \times 0.46}{B}$)	45.8 %	54.1 %	49.2 %	51.5 %	58.4 %	64.3 %	53.4 %	54.0 %	64.6 %	
Industrial:										
Urea-formaldehyde Adhesive			6.3	4.3	6.3		11.5	14.3	17.2	
Total:			150.2	179.1	234.1		267.8	343.4	419.2	

Source of actual consumption of fertilizer urea: Fertilizer & Pesticide Authority, the Philippines

Table II-12 UREA SUPPLY/DEMAND PROJECTION, THE PHILIPPINES

(Urea '000 ton)

	Actual										Projected																		
	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	
Production:																													
Planters Products																													
Capacity (A)	68	68																											
Production (B)	-	-																											
(B/A) %	-	-																											
Demand:																													
Fertilizer Use	228	287	245	256	270	284	298	313	329	344	358	373	388	402	228	287	245	256	270	284	298	313	329	344	358	373	388	402	
Industrial Use	6	10	11	12	12	13	13	14	14	15	15	16	16	17	6	10	11	12	12	13	13	14	14	15	15	16	16	17	
Total (C)	234	297	256	268	282	297	311	327	343	359	373	389	404	419	234	297	256	268	282	297	311	327	343	359	373	389	404	419	
Balance:																													
(B - C)	-234	-297	-256	-268	-282	-297	-311	-327	-343	-359	-373	-389	-404	-419	-234	-297	-256	-268	-282	-297	-311	-327	-343	-359	-373	-389	-404	-419	

Source: Actual --- FPA

Table II-13 ESTIMATED AND PROJECTED DEMAND FOR NITROGEN FERTILIZERS, THAILAND

(N '000 ton)

	Actual or Estimated					Projected			
	1973	1974	1975	1976	1980	1985	1990		
Paddy:									
North	0.7	0.7	1.1	1.1	1.5	1.7	2.4		
North East	10.8	8.7	14.4	17.1	16.5	21.0	26.4		
Central	25.8	21.7	23.2	29.4	30.1	38.3	47.2		
South	1.9	1.6	2.0	2.4	2.3	2.6	2.8		
Total	39.2	32.7	40.7	50.0	50.4	63.6	78.8		
Vegetables	6.3	8.5	8.2	10.0	12.0	13.0	14.0		
Sugarcane	6.9	7.8	11.5	25.5	36.6	53.5	65.6		
Tobacco	1.2	1.6	1.6	1.2	1.5	1.9	2.3		
Corn	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2		
Rubber	5.2	4.6	5.3	4.9	6.2	7.4	8.7		
Others	7.3	7.7	11.7	18.7	32.1	42.5	50.0		
Grand Total: Estimate	65.8	61.2	77.3	107.9	138.9	182.1	219.6		
Actual	64.5	62.1	73.4	103.1					

Source: Actual and estimated demand, Division of Agricultural Economics, "Fertilizer Statistics" (in Thai)

Table II-14 ESTIMATED AND PROJECTED DEMAND FOR UREA, THAILAND

(Urea '000 ton)

	Estimated or Actual				Projected	
	1975	1976	1977	1980	1985	1990
Fertilizer:						
Vegetables	4.3	7.8	N.A.	7.8	12.8	18.3
Paddy						
Straight Fert.				5.4	20.7	42.8
Raw Material for Complex Fert.				0	5.9	12.8
Others				3.0	16.5	39.1
Total	4.3	7.8	N.A.	16.2	55.9	113.0
Industrial:						
Urea-formaldehyde Adhesive	4.3	3.9	4.3	5.0	5.9	6.3
Monosodium L-glutamate	8.0	6.7	7.0	10.9	14.8	18.7
Total	12.3	10.6	11.3	15.9	20.7	25.0
Total:	16.6	18.4	N.A.	32.1	76.6	138.0

Source: Actual demand; Division of Agricultural Economics, "Fertilizer Statistics" (in Thai)

Table II-15 UREA SUPPLY/DEMAND PROJECTION, THAILAND

(Product '000 ton)

	Actual										Projected									
	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990				
Production																				
CFC Urea Cap. (A)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26				
Prod. (B)	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4				
(B)/(A) %	10	13	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16				
Demand																				
Fertilizer Use	4	8	8	10	12	16	22	29	37	46	56	66	77	88	100	113				
Industrial Use	12	11	11	14	15	16	17	18	18	20	21	22	22	23	24	25				
Total (C)	16	19	19	24	27	32	39	47	55	66	77	88	99	111	124	138				
Balance (B - C)	-13	-16	-15	-20	-23	-28	-35	-43	-51	-62	-73	-84	-95	-107	-120	-134				

15

Table II-16 PROJECTED DEMAND FOR UREA, SINGAPORE

	1975	1976	1977	1980	1985	1990
Fertilizer:	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Industrial:						
Urea-formaldehyde Adhesive	4.3	6.5	8.7	15.2	15.2	15.2
Total	6.5	8.7	10.9	17.4	17.4	17.4

Note: 1975-1977; Actual or estimated.

Sources: 1. FAO, "Annual Fertilizer Review"
 2. "Fertilizer Market Study, ASEAN Region"

Table II-17 PROJECTION OF AVAILABLE ASEAN MARKET FOR MALAYSIAN UREA

(Urea '000 ton)

	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Supply/Demand Balance of Urea in ASEAN Countries:							
Indonesia	2,932	2,932	2,932	2,932	2,932	2,932	2,932
Supply Ability	1,707	1,751	1,806	1,856	1,901	1,941	1,980
Demand	1,225	1,181	1,126	1,076	1,031	991	952
Balance	4	4	4	4	4	4	4
Thailand	66	77	88	99	111	124	138
Supply Ability	-62	-73	-84	-95	-107	-120	-134
Demand	-	-	-	-	-	-	-
Balance (A)	327	343	359	373	388	403	419
The Philippines	-327	-343	-359	-373	-388	-403	-419
Supply Ability	-	-	-	-	-	-	-
Demand	17	17	17	17	17	17	17
Balance (B)	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17
Singapore	-	-	-	-	-	-	-
Supply Ability	-	-	-	-	-	-	-
Demand	203	217	230	243	256	270	285
Balance (C)	114	239	283	281	274	268	261
Available ASEAN Market for Malaysian Urea:							
(D) = $[-(A + B + C)] \times \frac{1}{2}$							
Exportable Surplus Urea from ASEAN Fertilizer Project (Malaysia) (E) ¹⁾ :							
Surplus Urea after Exporting to the ASEAN Countries (E - D):							

Note: 1) As for the exportable surplus urea, see Table II-4.

Table II-18 SALES PLAN OF UREA FROM BINTULU PLANT, MALAYSIA

	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
(Urea '000 ton)							
Marketable Urea (A)	259.9	391.9	441.4	445.5	445.5	445.5	445.5
Shipment for:							
Domestic Market							
W. Malaysia (BL)	130.0	136.7	141.5	147.4	153.3	158.9	164.8
Sabah (BL)	9.4	9.8	10.2	10.7	11.3	11.7	12.2
Sarawak (BG)	6.1	6.3	6.5	6.7	6.7	7.0	7.2
Total	145.5	152.8	158.2	164.8	171.3	177.6	184.2
ASEAN Countries							
Philippines (BG)	49.0	51.5	53.8	55.9	58.2	60.4	62.9
(BL)	114.5	120.2	125.7	130.6	135.8	141.1	146.7
Sub-total	163.5	171.7	179.5	186.5	194.0	201.5	209.6
Thailand (BG)	31.0	36.3	42.0	47.5	53.5	60.0	67.0
Singapore (BL)	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7
Total	203.2	216.7	230.2	242.7	256.2	270.2	285.3
Grand Total (B)	348.7	369.5	388.4	407.5	427.5	447.8	469.5
Export Requirement for the Markets outside ASEAN (A - B)	-	22.4	53.0	38.0	18.0	-	-

Notes: BG -- Bagged urea
BL -- Bulk urea

Table II-19 PROJECTION OF WORLD UREA TRADE

(Urea '000 ton)

	1979	1981	1983	1985	1987	1990
Import:						
S.E. Asia	874	1,024	1,090	893	872	1,038
S.W. Asia	851	1,091	1,479	576	1,048	1,085
East Asia	965	763	1,176	1,209	1,581	1,540
Mideast	1,452	639	428	148	154	28
Oceania	78	108	54	-	11	48
W. Europe	261	278	296	313	330	357
E. Europe	846	370	470	465	526	585
N. America	643	691	739	787	833	904
C. America	-	-	-	-	-	-
S. America	502	437	193	-	-	-
Africa	841	535	74	39	172	185
Total	7,312	5,936	5,999	4,430	5,527	5,770
Export Potentiality:						
S.E. Asia	544	938	1,225	1,425	1,350	1,212
S.W. Asia	24	50	531	763	480	196
East Asia	2,355	3,028	2,826	2,663	2,197	2,111
Mideast	757	1,147	1,718	1,972	1,992	2,461
W. Europe	1,991	2,087	2,265	2,370	2,417	2,424
E. Europe	4,093	5,539	7,280	8,567	7,946	7,363
N. America	687	774	789	796	780	722
C. America	1,330	1,376	1,817	2,491	2,385	3,352
S. America	-	-	-	261	430	691
Total	11,781	14,939	18,451	21,308	19,977	20,532

Table II-20 SUPPLY/DEMAND PROJECTION OF UREA, MAJOR ASIAN COUNTRIES
EXCLUDING ASEAN COUNTRIES

(Product '000 ton)

	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
China											
Supply	2,846	5,009	5,887	6,491	6,928	7,054	7,311	7,565	7,822	7,983	8,128
Demand	5,232	6,334	6,818	7,295	7,691	8,136	8,487	8,894	9,031	9,564	9,668
Balance	-2,386	-1,325	-931	-804	-763	-1,082	-1,176	-1,329	-1,209	-1,581	-1,540
Burma											
Supply	107	107	107	107	107	170	176	185	265	265	265
Demand	115	133	154	180	209	230	252	274	296	326	350
Balance	-8	-26	-47	-73	-102	-60	-76	-89	-31	-61	-85
Vietnam											
Supply	76	82	82	82	82	82	82	82	181	313	330
Demand	460	485	511	530	552	567	583	597	610	620	632
Balance	-384	-403	-429	-448	-470	-485	-501	-515	-429	-307	-302
India											
Supply	3,187	4,135	5,044	5,540	5,670	5,798	6,126	6,672	7,203	7,494	7,567
Demand	4,351	5,044	5,694	6,167	6,524	6,986	7,533	7,746	7,701	7,979	8,534
Balance	-1,164	-909	-650	-627	-854	-1,188	-1,407	-1,074	-498	-485	-967
Pakistan											
Supply	593	593	1,024	1,052	1,110	1,605	1,638	1,964	1,981	2,015	2,015
Demand	942	884	1,024	1,052	1,110	1,157	1,273	1,394	1,520	1,633	1,767
Balance	-349	-291	0	0	0	448	365	570	461	382	248
Australia											
Supply	130	130	130	130	130	204	211	220	307	307	307
Demand	156	166	178	190	217	280	308	331	364	394	415
Balance	-26	-36	-48	-60	-87	-76	-97	-111	-57	-87	-108

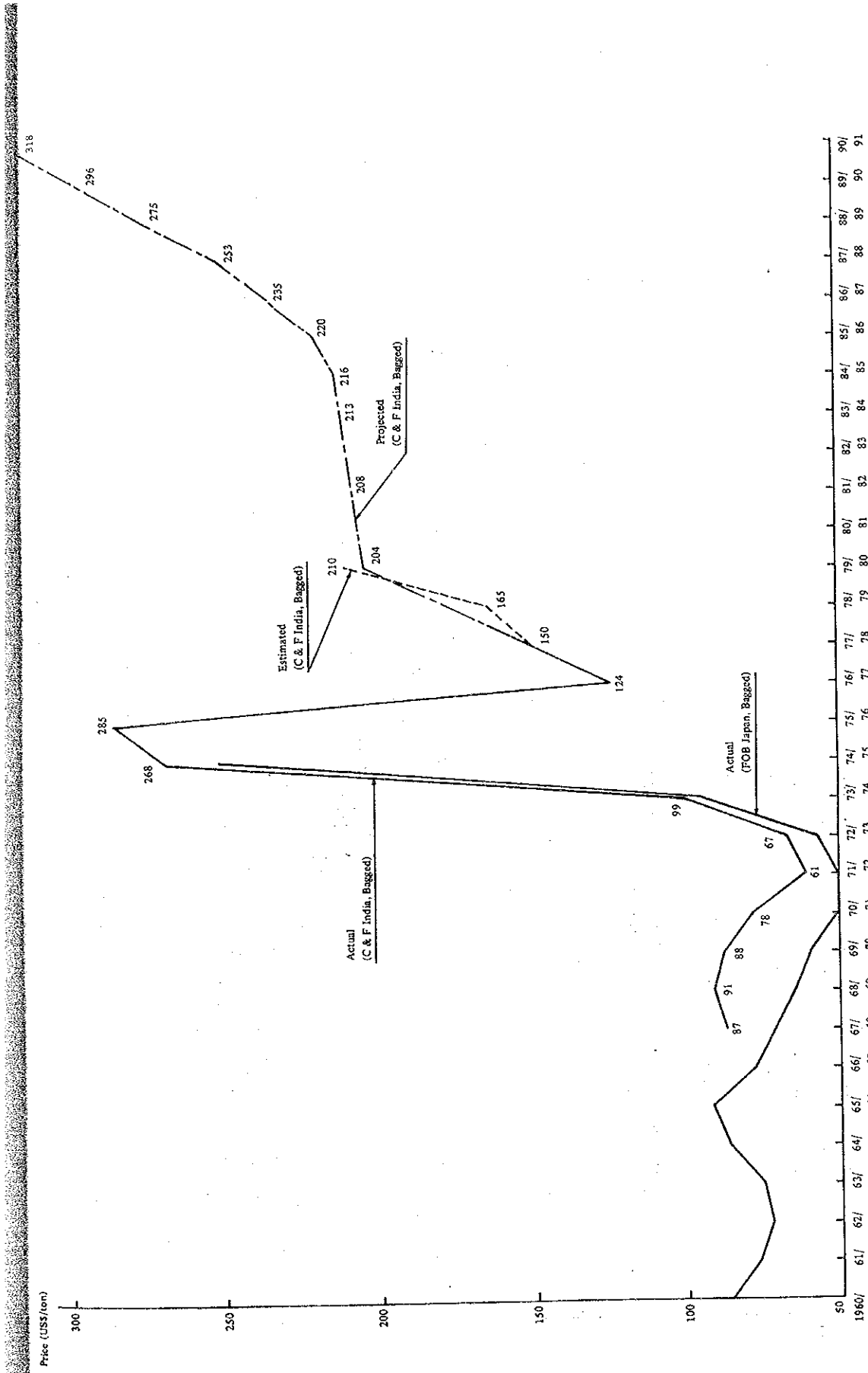


Fig. II-1 PAST TREND AND PROJECTION OF INTERNATIONAL PRICE OF UREA

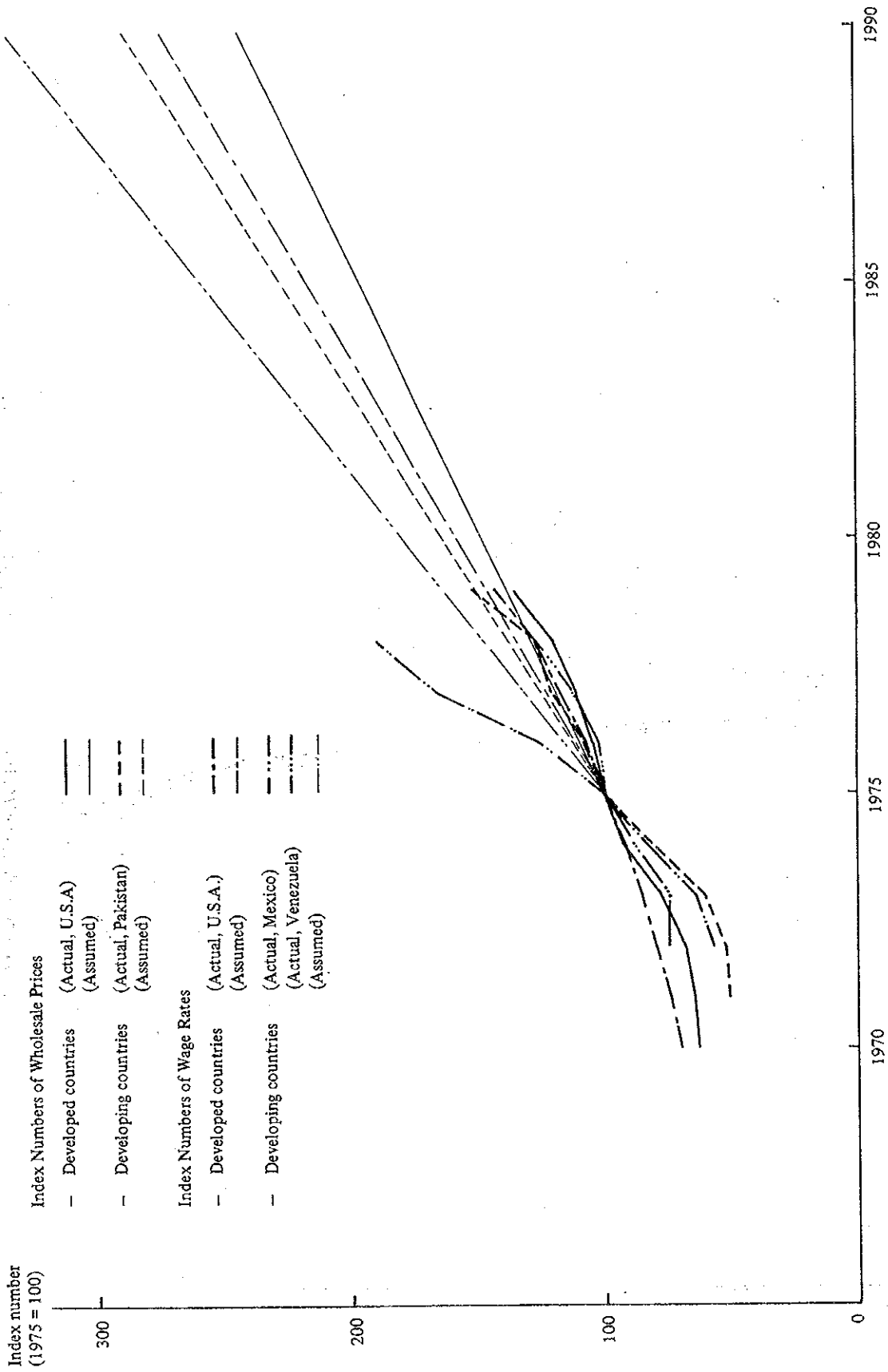


Fig. II-2 MAIN ASSUMED FACTOR PRICES USED IN FORECASTING INTERNATIONAL MARKET PRICES OF UREA

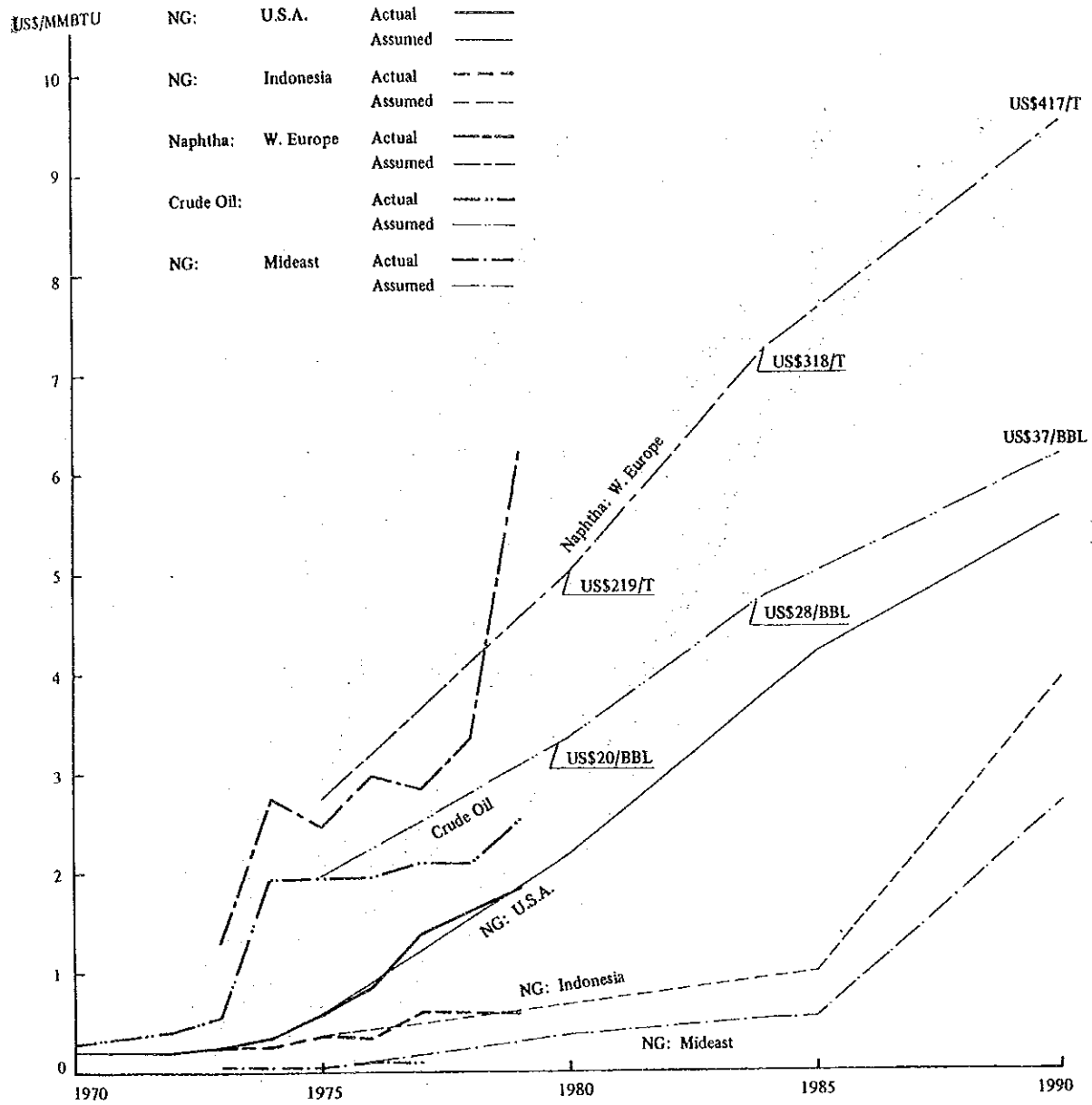


Fig. II-3 MAIN ASSUMED FEEDSTOCK PRICES USED IN FORECASTING INTERNATIONAL MARKET PRICES OF UREA

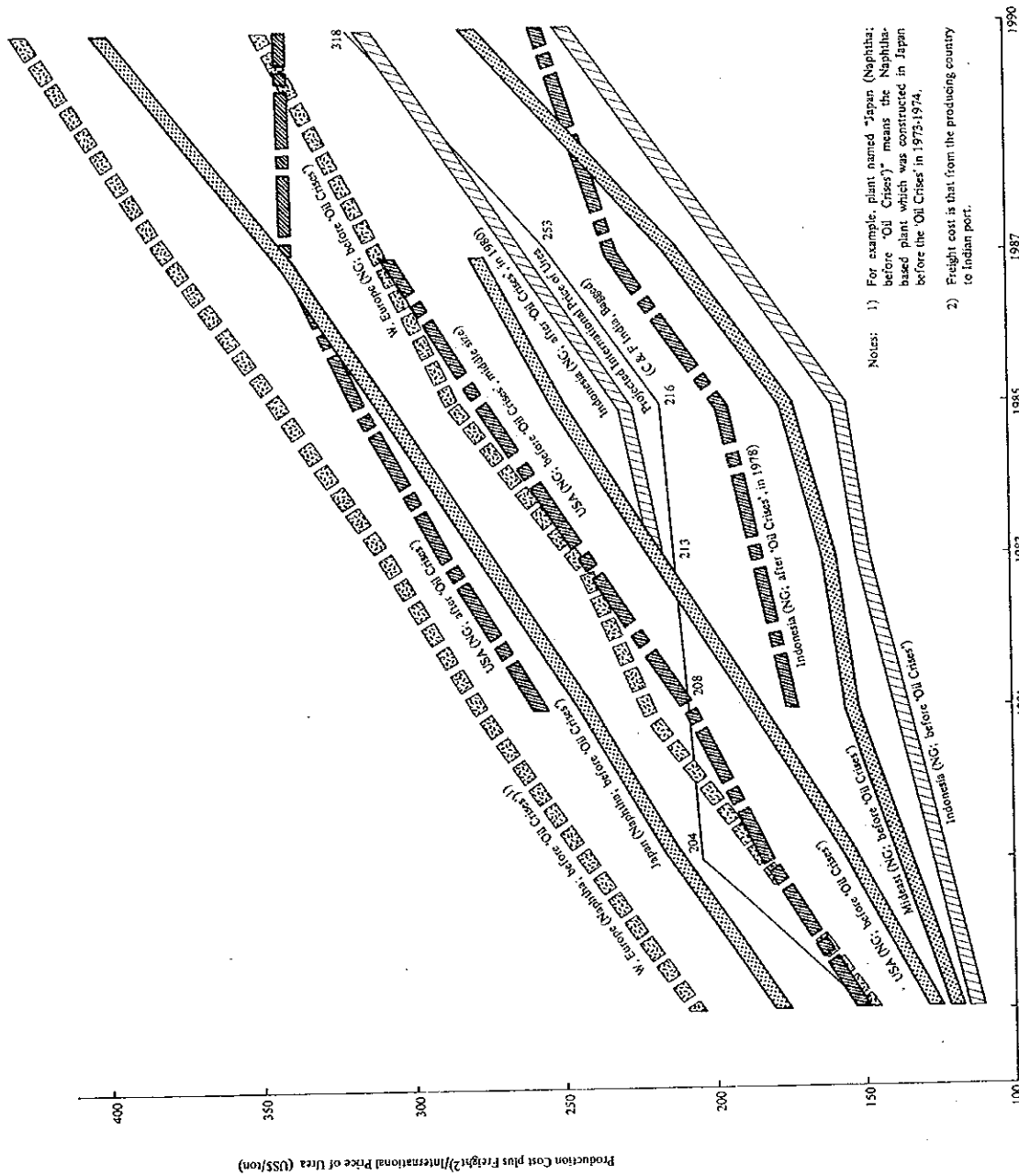
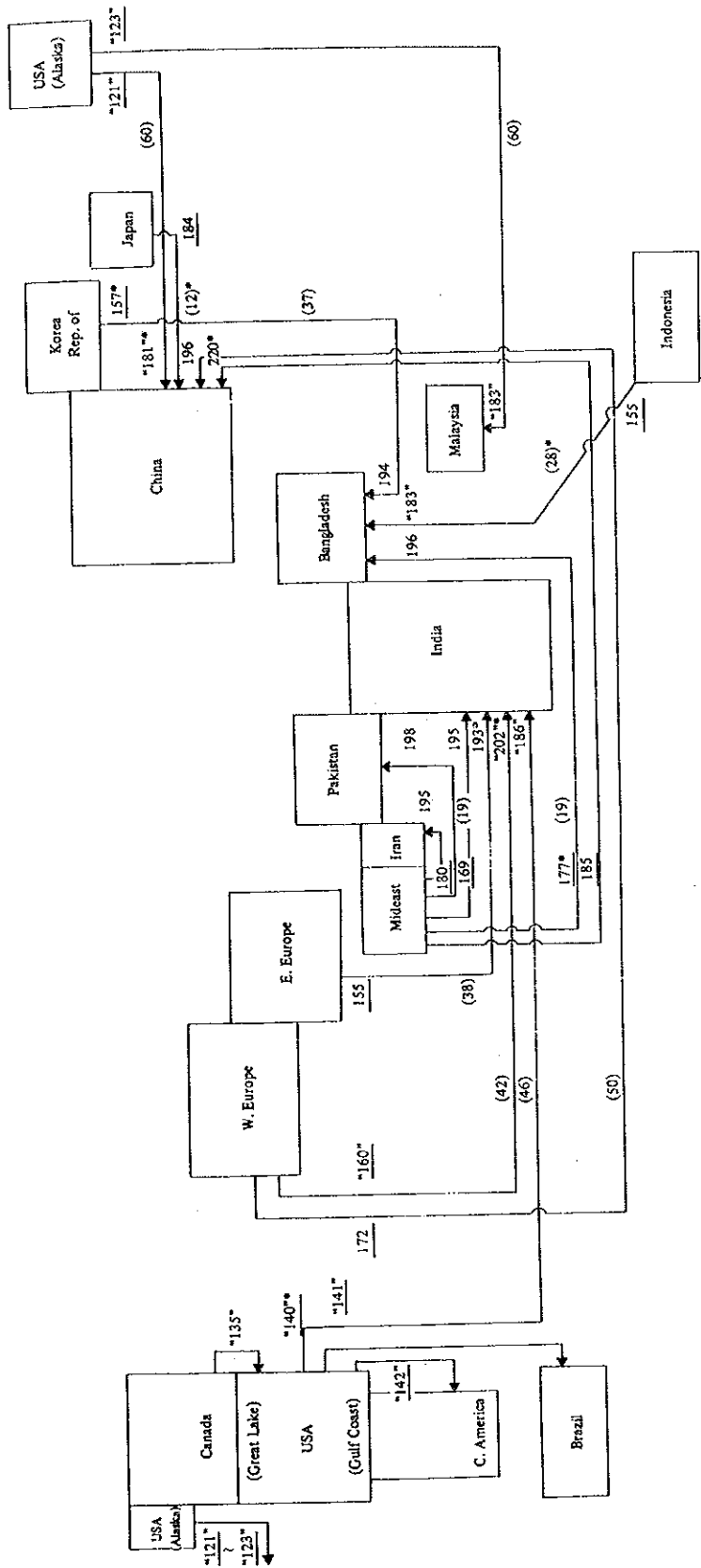


Fig. II-4 ESTIMATED "PRODUCTION COST PLUS FREIGHT" OF UREA BY PLANT IN MAIN UREA EXPORTING COUNTRIES



Notes: 1. Urea prices are expressed in terms of U.S. dollars per ton, C & F in bags, if not specified.
 2. Freight rates are expressed in terms of U.S. dollars per ton of urea.
 3. * : Estimated prices/freight rates
 4. ** : Bulk urea price
 5. — : FOB price
 6. () : Freight rate

Fig. II-5 INTERNATIONAL PRICES OF UREA, AS OF JULY/AUGUST IN 1979

第 Ⅲ 編

天然ガス供給に関する調査

第Ⅲ編 天然ガス供給に関する調査

第1章 概 論

本編は、本肥料工場の原料及び燃料として用いられる天然ガスの埋蔵量、組成、供給計画に関する調査結果をまとめたものである。本調査団に対しPETRONASより提出された諸データは表Ⅲ-1に示されている。なお、本調査の目的はPETRONASの採用している数値の妥当性を概括的に評価し、供給可能性を確認することであり、従って、基礎データに基づく独自の解析は行われていない。

天然ガスの供給源としては Bintulu の沖合130～180kmに散在する海上ガス田から産出される non-associated gas が予定されている(図Ⅲ-1参照)。Central Luconia と総称されるこのガス田地帯では現在まで10構造にガスの集積が確認されているがそのうちE11, F23, F6, E8, F13の5ガス田から生産される天然ガスの一部を本肥料工場向けに供給する計画である。(図Ⅲ-1参照)

これらのガス田の埋蔵量については、2つの埋蔵量推定が公表されている。1つはPETRONASの production-sharing contractor としてこれらのガス田の探鉱・開発活動を行っている Sarawak Shell Berhad (SSB)が報告した埋蔵量推定値で、もう1つは INTERCOMP Resource Development and Engineering, Inc. (U. S. A.) がPETRONASのコンサルタントとして独自の評価を行ったものである。本調査団は、これらの埋蔵量推定値を基に、対象ガス田の埋蔵量確認を行った。

本肥料工場に供給されるガスの組成に関する検討は、供給ガス組成としてPETRONASより提示されたデータに基づき行ったが、このデータは各ガス田から採取されたガス・サンプルの分析値及び将来の生産計画に基づいて推定されたものである。

本調査における天然ガス供給計画に関する調査は、本計画に先だち5ガス田をガス供給源として計画されている Malaysia LNG Sdn Berhad (MLNG)のLNGプロジェクト向けのガス供給に関して行われている諸調査の内容を検討することに重点を置いた。それは、当該ガス田で生産されたガスの大部分(1,250MMSCFD)を利用するMLNGプロジェクトが先行して進められているため、ガス輸送及び処理に関する諸計画が同プロジェクトを対象として立案されているためである。

以下にPETRONASより提出されたデータに基づき本調査団が行なったASEAN尿素プロジェクトに対する天然ガス供給計画の調査結果及びその評価を述べる。

第2章 天然ガス埋蔵量

Central Luconia 地域は、サラワク沖に広がる堆積盆地であり、Miocene 時代に形成された Reefal Carbonate Buildup がガス貯留層となっている。

SSB により行われた探鉱の結果、現在まで E 1 1, F 2 3, F 6, E 8, F 1 3 の主要 5 ガス田の他、B 1 2, E 6, F 1 4, M 1, M 3 の各構造でガスの集積が確認されている。

上記主要 5 ガス田の構造については、表 III - 3 ~ III - 7 に、また、その生産テスト結果については、表 III - 8 に示す。また、各ガス田の地質構造図及び地質断面図を図 III - 2 ~ III - 11 に示す。

SSB は埋蔵量推定の方法として、各パラメーターに確率分布を与え、統計的手法により埋蔵量を求める手法を用いており、結果を Mean, Proved の 2 つのカテゴリーで報告している。(SSB が用いた推算手法については付録 A III - 1 に述べる。)

SSB により行われた天然ガス埋蔵量の推定によれば、上記主要 5 ガス田の総可採埋蔵量を 10.6 TSCF (Mean), 総確認可採埋蔵量を 7.1 TSCF (Proved) と推算している。さらに、その他のガス田を加えた Central Luconia 地域全体の総可採埋蔵量を 14.3 TSCF (Mean) 9.6 TSCF (Proved) と推算している。(各ガス田ごとの埋蔵量推定は表 III - 2 に示す。)

主要 5 ガス田に関する SSB の埋蔵量推定は表 III - 3 から III - 7 に示されたデータを基礎に行われたものであるが、可採埋蔵量推定の基礎として用いられた推定回収率は、ガス層内圧力 800 psia を生産限界として推定されたものである。

一方、INTERCOMP の推定によれば、主要 5 ガス田の可採埋蔵量を 9.7 TSCF (Mean) と推定し、Central Luconia 全体での総可採埋蔵量としては 13.8 TSCF (Mean) と推定しているが、同社の評価に用いられた手法の詳細ならびに推定基礎データは調査団として入手していない。

上記のとおり、両社の推定にはくい違いがあり、いずれの推定値を基礎にすべきか疑問は残るが、INTERCOMP の推定値は、その推定基礎も明らかでないことから、調査団としては SSB が行った可採埋蔵量推定値、すなわち

	可採埋蔵量 (Hydrocarbon only)	
	(Mean)	(Proved)
1) 開発対象 5 ガス田 (E 1 1, F 2 3, F 6, E 8, F 1 3)	10.598	7.074
2) その他のガス田	3.689	2.563
合計	14.287	9.637

を、本調査における評価の基礎にする。

第3章 天然ガス組成

本計画に対する天然ガス供給は、Central Luconia の E 1 1, F 2 3, F 6, E 8, F 1 3 の各ガス田より行われるが、ガス組成は、表Ⅲ-10 に示す通りガス田ごとに異なる。しかも、それぞれのガス田から生産されるガスの組成は、ガス層圧力の減退に伴って層内で発生するコンデンセート生成の影響により次第に変化することが予想される。また、各ガス田からの供給量の比率も変動するため、本肥料工場への feed gas の組成はある幅をもって推定される必要がある。表Ⅲ-9 は、本肥料工場に供給されるガスの組成の推定上・下限値ならびに不純物としての硫化水素、窒素、炭酸ガスのそれぞれの最大含有率を示すものである。

この組成をもって評価するに、本肥料工場でアンモニア製造の原料用に使用する場合は、水蒸気改質炉に供給する前に炭酸ガス及び硫化水素などの酸性ガスを除去することが必要になるが、原料用として使用するに何ら問題ない品質のガスである。なお、天然ガス発熱量は、

High heating value 987~1,114 BTU/SCF

Low heating value 888~1,002 BTU/SCF

と評価される。

第4章 天然ガス供給計画及び需給バランス

PETRONAS の計画によれば、Central Luconia の開発は1979年にE 1 1ガス田より開始され、続いて翌1980年にF 2 3ガス田、さらにF 6, E 8, F 1 3 に対し順次行われる。そのうちE 1 1, F 2 3の開発スケジュールについては図Ⅲ-12 に詳細が示されている。海上生産施設としては、各ガス田に設置される掘削プラットフォーム、生産プラットフォームがあり、その間を海底フローラインが結んでいる。フローラインにより集められたガスは2本(初期には1本)のトランクラインにより Bintulu の Kidurong 地区に設置される予定の Bintulu Terminal に送られる(図Ⅲ-13 参照)。生産井の掘削は掘削プラットフォームから傾斜掘りで集中的に行われる。

ここで生産されたガスは隣接する生産プラットフォームに送られ、ガスとコンデンセートに分離され、さらに脱水、計量後再び混合され、2相流動で陸に送られる計画である。将来、ガス層圧力が低下し、送ガス圧力が不足することを予想し、コンプレッサの設置が予定されている。計画されている生産プラットフォームの概要と坑井仕上げとは図Ⅲ-14, Ⅲ-15 に

それぞれ示されているが、その詳細な仕様は未定である。

各ガス田に対する生産井掘削計画は下記の通りである。

ガス田	初期坑井数	追加坑井数	合計
E 1 1	1 0	4	1 4
F 2 3	1 0	0	1 0
F 6 -A	1 2	0	1 2
F 6 -B	8	0	8
E 8	8	2	1 0
F 1 3 -W	6	0	6
F 1 3 -E	1 0	0	1 0

ガス層の拡りの大きな F 6, F 1 3 の各ガス田については、2 基の掘削プラットフォームが用いられるが、その他はすべて 1 基の掘削プラットフォームから生産井を掘削する予定である。

Bintulu Terminal に到着した天然ガス (wellstream gas) は slug catcher において 8 3 0 psia, 8 6 °F の条件で再びガスとコンデンセートに分離され、計量後、ガス (dry gas) のみが本肥料工場に供給される。図 III - 1 6 は MLNG プロジェクトを対象として、SS B が計画した主要 5 ガス田のガス生産計画を示すものである。Central Luconia ガス田を利用するプロジェクトとして計画されている LNG プロジェクトに対する供給量は 1 9 8 2 年から 2 0 0 1 年までの 2 0 年間、1,2 5 0 MMSCFD (LNG プラント入口での dry gas として) とされている。

本計画を考慮した場合、ガス供給量は 1,3 0 0 MMSCFD に増量する必要がある。プロジェクト・ライフを通じての天然ガス総需要量は、LNG 向けは操業効率を同プロジェクトに予定されている 3 2 0 日/年とした場合 7.4 1 T S C F 必要である。一方本計画のガス必要量は、4 6.4 MMSCFD で年間操業日数 3 3 0 日、プロジェクト・ライフ 1 5 年としてガス総需要量は 0.2 3 T S C F となる。MLNG プロジェクトに要する 7.4 1 T S C F を加え、両プロジェクト向けのガス総需要量は 7.6 T S C F と算定される。

前述のとおり、主要 5 ガス田の可採埋蔵量は 1 0.6 T S C F (Mean Reserve) である。この埋蔵量に対するガス需要量を比較すると、約 3 0 % の誤差が許容されるだけの余裕がありガス供給量については問題ないと考えてよい。

図 III - 1 7 に現在予定されている開発計画に基づき推定されたガス供給能力が示されている。このチャートによれば、プロジェクト・ライフを通じて主要 5 ガス田が両プロジェクトに対し十分な供給能力を有することが明らかである。供給能力推定の詳細なデータは提出されていない。

が、生産井数及び坑井テストにより確認された坑井生産能力（表Ⅲ－８参照）を考慮した場合、この生産能力は妥当なものと思われる。

ガスの供給地点はアンモニア・尿素工場境界線上と規定されている。slug catcher においてコンデンセートを分離したガスがパイプラインでプラントに送られるが、その距離から判断して、供給条件は slug catcher における圧力、温度、即ち 830 psia, 86°F とほとんど変わらないものと予想される。

slug catcher と本肥料工場を結ぶ支流ラインその他本肥料工場へのガス供給施設建設については、PETRONAS の責任において行われることになっている。MLNG 向けガス供給施設についてはこれからコントラクターの入札が行われる時点にあるため、仕様が開示されないため、設備の妥当性については検討できないが、PETRONAS 側の説明によれば、両プロジェクト向けガス供給量として 1,340 MMSCFD を基準にして設計されているとのことである。MLNG 向けガス供給施設は 1982 年中に完成の予定になっており、今後の進捗に遅延を生じない限りスケジュールの上でも問題ないと見られる。

第5章 天然ガス供給計画に関する考察と勧告

5-1 天然ガス埋蔵量

Central Luconia の主要 5 ガス田における確認可採埋蔵量 (Proved) 7.1 TSCF 可採埋蔵量 (Mean) 10.6 TSCF から判断して、本計画及び MLNG プロジェクトに関する需要量 7.6 TSCF の天然ガスを供給することは可能と思われる。しかしながら、上記埋蔵量は坑井数も少なく、生産ヒストリーもない現時点における推定値であるので、将来ある程度の修正が予想される。従ってこれらのガス田の開発、生産計画を確立するためにはさらに多くのデータを収集し、埋蔵量の再評価を行うことが必要であろう。データの集積状況に応じ、次のスタディーを実施することを勧める。

(1) 生産井の掘削が完了した時点

容積法による原始埋蔵量再評価及び物質収支法による生産挙動予測。

(2) 生産ヒストリーとガス層圧力挙動とが得られた時点

レザーバー・シミュレーション・モデルによる再評価。

(3) 天然ガス生産に伴うガス層圧力、ガス組成変化のデータを整理し、さらに追加データを加味して天然ガス埋蔵量の修正を定期的に行う。

5-2 ガス組成と生産計画

本計画のアンモニア・尿素工場への feed gas の組成は MLNG 向け供給を前提にしたガス田毎の天然ガス生産計画と、予測される生産挙動に基づき推定されたものである。もし生産計画の修正があれば feed gas 組成が変化する可能性がある。MLNG プロジェクトのみを主体とする現計画にアンモニア・尿素工場に対する供給量を加味した詳細な計画を作成した上、それによる feed gas 組成の変化を確認する必要がある。また、その後、生産計画が修正される場合はその都度それによる feed gas 組成への影響を確認する必要がある。

5-3 その他のプロジェクトに対する天然ガス供給

本評価においては、MLNG プロジェクトとアンモニア・尿素工場計画のみを天然ガス供給の対象と限定している。従って、将来何らかのプロジェクトが同一ガス源を利用すべく計画される場合には、その時点における残存ガス埋蔵量に基づく天然ガス供給計画全体の再検討が必要であろう。

**Table III-1 LIST OF DATA PROVIDED TO JICA EVALUATION
STUDY TEAM BY PETRONAS**

1. Migrated Depth Contour Maps of E11/F23/F6/E8/F13 Gas Fields
2. Cross Section and Reservoir Quality of E11/F23/F6/E8/F13 Gas Fields
3. Well Logs and Lithological Interpretations of Carbonate Section, E11/F23/F6/E8/F13 Gas Fields
4. Central Luconia Reserve Parameters – Mean Values
5. Central Luconia Reserves
6. Reserve Estimating Procedure
7. Field Location Map with the Names of Gas Fields Provisionally Proposed for Development
8. Central Luconia Platform Configuration
9. MLNG Upstream Project Development Schedule
10. Central Luconia, Number of Wells per Field
11. Process Flow Sheet, Typical Field Facilities (Offshore), Commingled Production
12. Proposed Central Luconia Completion Design
13. Tentative Plan – Bintulu Industrial Area, Sarawak
14. Gas Composition of B12/E6/E8/E11/F6/F13W/F13E/F14/F23/M1/M3/Sh. Clastics (H sands)/Sh. Clastics (L sands)
15. MLNG into Plant Feed Gas Composition / Natural Gas Supply Schedule / Production Profile

16. Production Scheme – Central Luconia Gas Supply to MLNG
17. Combined Peak Production Capacity vs Time
18. E11.3 Reservoir Parameters after Acidization
19. Summary of Production Test Results, F23.2
20. Gas Well Test REsults, F6.5, F6.4
21. F6.4 Results of Production Tests
22. Gas Well Test Results, E8.4, E8.2
23. Analysis of BHP Survey, F13.3
24. F13.3 Back Pressure Curve (after acidization)

Table III-2 CENTRAL LUCONIA GAS RESERVES

Field	Gas in Place (TSCF)		Recovery Factor (%)			Reserves (TSCF)		
	INTERCOMP	SSB	INTERCOMP	SSB		INTERCOMP	SSB	
	(Mean)	(Mean)	(Mean)	(Mean)	(Proved)	(Mean)	(Mean)	(Proved)
E11	1.998	2.199	61.56	70.76	70.09	1.230	1.556	1.085
F23	2.612	2.962	45.60	62.76	59.54	1.191	1.859	1.261
F6	5.218	5.133	60.57	66.34	65.98	3.155	3.405	2.378
E8	3.325	2.705	68.78	66.06	65.95	2.287	1.787	1.166
F13	3.112	2.882	57.90	69.08	68.72	1.802	1.991	1.184
Sub-total	<u>16.265</u>	<u>15.881</u>	<u>(59.42)</u>	<u>(66.73)</u>	<u>—</u>	<u>9.665</u>	<u>10.598</u>	<u>7.074</u>
Others	8.244	5.983	50.74	61.66	—	4.183	3.689	2.563
Total	<u>24.509</u>	<u>21.864</u>	<u>(56.50)</u>	<u>(65.34)</u>	<u>(62.86)</u>	<u>13.848</u>	<u>14.287</u>	<u>9.637</u>

Table III-3 SUMMARY OF RESERVOIR DATA, E11 GAS FIELD

Number of Existing Wells (Exploratory and Appraisal)	3
Datum Depth (feet subsea)	6,000
Gas Zone Area (acre)	6,000
Max. Gross Pay Thickness (feet)	1,710
Avg. Porosity* (%)	20
Avg. Water Saturation* (%)	15
Initial Reservoir Pressure (psia)	2,885
Reservoir Temperature (°F)	222
Gas Gravity (air = 1)	0.690
Original Gas in Place* (TSCF)	2.20
Estimated Recovery Factor* (%)	71
Ultimate Gas Reserves* (TSCF)	1.56

Note:

* mean values used/calculated by SSB in the probabilistic model.

Table III-4 SUMMARY OF RESERVOIR DATA, F23 GAS FIELD

Number of Existing Wells (Exploratory and Appraisal)	2
Datum Depth (feet subsea)	4,500
Gas Zone Area (acre)	5,000
Max. Gross Pay Thickness (feet)	1,060
Avg. Porosity* (%)	23
Avg. Water Saturation* (%)	16
Initial Reservoir Pressure (psia)	2,430
Reservoir Temperature (°F)	222
Gas Gravity (air = 1)	0.697
Original Gas in Place* (TSCF)	2.96
Estimated Recovery Factor* (%)	63
Ultimate Gas Reserves* (TSCF)	1.86

Note:

* mean values used/calculated by SSB in the probabilistic model.

Table III-5 SUMMARY OF RESERVOIR DATA, F6 GAS FIELD

Number of Existing Wells (Exploratory and Appraisal)	5
Datum Depth (feet subsea)	4,100
Gas Zone Area (acre)	23,000
Max. Gross Pay Thickness (feet)	840
Avg. Porosity* (%)	25
Avg. Water Saturation* (%)	22
Initial Reservoir Pressure (psia)	2,190
Reservoir Temperature (°F)	201
Gas Gravity (air = 1)	0.687
Original Gas in Place* (TSCF)	5.13
Estimated Recovery Factor* (%)	66
Ultimate Gas Reserves* (TSCF)	3.40

Note:

* mean values used/calculated by SSB in the probabilistic model.

Table III-6. SUMMARY OF RESERVOIR DATA, E8 GAS FIELD

Number of Existing Wells (Exploratory and Appraisal)	3
Datum Depth (feet subsea)	5,300
Gas Zone Area (acre)	6,000
Max. Gross Pay Thickness (feet)	1,330
Avg. Porosity* (%)	21
Avg. Water Saturation* (%)	13
Initial Reservoir Pressure (psia)	2,550
Reservoir Temperature (°F)	215
Gas Gravity (air = 1)	0.721
Original Gas in Place* (TSCF)	2.70
Estimated Recovery Factor* (%)	66
Ultimate Gas Reserves* (TSCF)	1.79

Note:

* mean values used/calculated by SSB in the probabilistic model.

Table III-7 SUMMARY OF RESERVOIR DATA, F13 GAS FIELD

	<u>WEST</u>	<u>EAST</u>
Number of Existing Wells (Exploratory and Appraisal)		3
Datum Depth (feet subsea)	6,300	6,300
Gas Zone Area (acre)	7,000	7,000
Max. Gross Pay Thickness (feet)	370	340
Avg. Porosity* (%)	20	21
Avg. Water Saturation* (%)	15	21
Initial Reservoir Pressure (psia)	2,890	2,940
Reservoir Temperature (°F)	220	220
Gas Gravity (air = 1)	0.741	0.784
Original Gas in Place* (TSCF)	1.34	1.54
Estimated Recovery Factor* (%)	69	69
Ultimate Gas Reserves* (TSCF)	0.93	1.06

Note:

* mean values used/calculated by SSB in the probabilistic model.

Table III-8 SUMMARY OF PRODUCTION TEST RESULTS

Well.	Interval (ft. ss)	Pe (psig)	K (mD)	S*1	AOF*2 (MMSCFD)	Qg*3 (MMSCFD)	Remarks
E11.3	5,403 - 5,978	2,818	82	-0.6	970	100	post-acidization
	6,116 - 6,334	2,878	23	0.4	135	20	post-acidization
F23.2	4,184 - 4,766	2,400	84	-1.3	407	87	post-acidization
F6.5	3,742 - 3,882*4	2,180	920	3	4,600	390	
	4,278 - 4,360*4	2,199	1,100	3	121	33	
	3,956 - 4,218*4	2,203	80	10	103	19	
E8.4	4,956 - 5,650*4	2,550	36	-3	490	69	
	5,428 - 5,582*4	2,567	10	-1	78	6	
	5,428 - 5,640*4	2,567	12	-1	120	10	
F13.3	6,264 - 6,364	2,904	4.5	-	88	8	pre-acidization

Note:

- *1 S : total skin factor
- *2 AOF : absolute open flow potential
- *3 Qg : well deliverability at 100 psi drawdown
- *4 : depth along hole

Table III-9 NATURAL GAS SUPPLY CONDITIONS TO THE ASEAN UREA PROJECT (MALAYSIA)

	<u>Richest</u>	<u>Leanest</u>
- Composition (in mol percent) :		
C ₁	89.07	87.11
C ₂	4.39	2.34
C ₃	2.79	1.24
iC ₄	0.60	0.27
nC ₄	0.64	0.26
iC ₅	0.23	0.11
nC ₅	0.13	0.07
C ₆	0.12	0.11
C ₇₊	0.02	0.03
Sub-total	97.99	91.54
H ₂ S (ppm)	7	14
N ₂	max. 1.8	
CO ₂	max. 8.0	
- Heating Value (BTU/SCF) :		
Gross Heating Value	1,114	987
Low Heating Value	1,002	888
- Temperature:	86°F	
- Pressure:	830 psia	

Table III-10 COMPOSITION OF RESERVOIR FLUID

(in mol percent)

FIELD	E11	F23	F6	E8	F13W	F13E	Avg.
C ₁	86.17	88.00	87.75	85.41	81.34	77.08	84.29
C ₂	2.40	3.35	4.00	5.16	2.25	1.95	3.19
C ₃	1.30	2.52	2.90	3.47	1.18	1.03	2.07
iC ₄	0.29	0.72	0.81	0.74	0.27	0.23	0.51
nC ₄	0.30	0.66	0.86	0.97	0.27	0.24	0.55
iC ₅	0.14	0.33	0.38	0.45	0.11	0.10	0.25
nC ₅	0.10	0.19	0.27	0.29	0.06	0.09	0.17
C ₆	0.21	0.42	0.37	0.48	0.14	0.15	0.30
C ₇₊	0.41	0.98	0.57	0.94	0.85	0.68	0.74
BNZ+	0.31	0.16	0.09	0.25	0.0	0.29	0.15
N ₂	1.25	0.54	0.50	0.0	1.96	2.03	1.05
CO ₂	7.30	2.13	1.50	1.84	11.57	16.13	6.75
H ₂ S*	(7)	(8)	(20)	(4)	(0)	(0)	(6.5)
He	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Note: * () in ppm

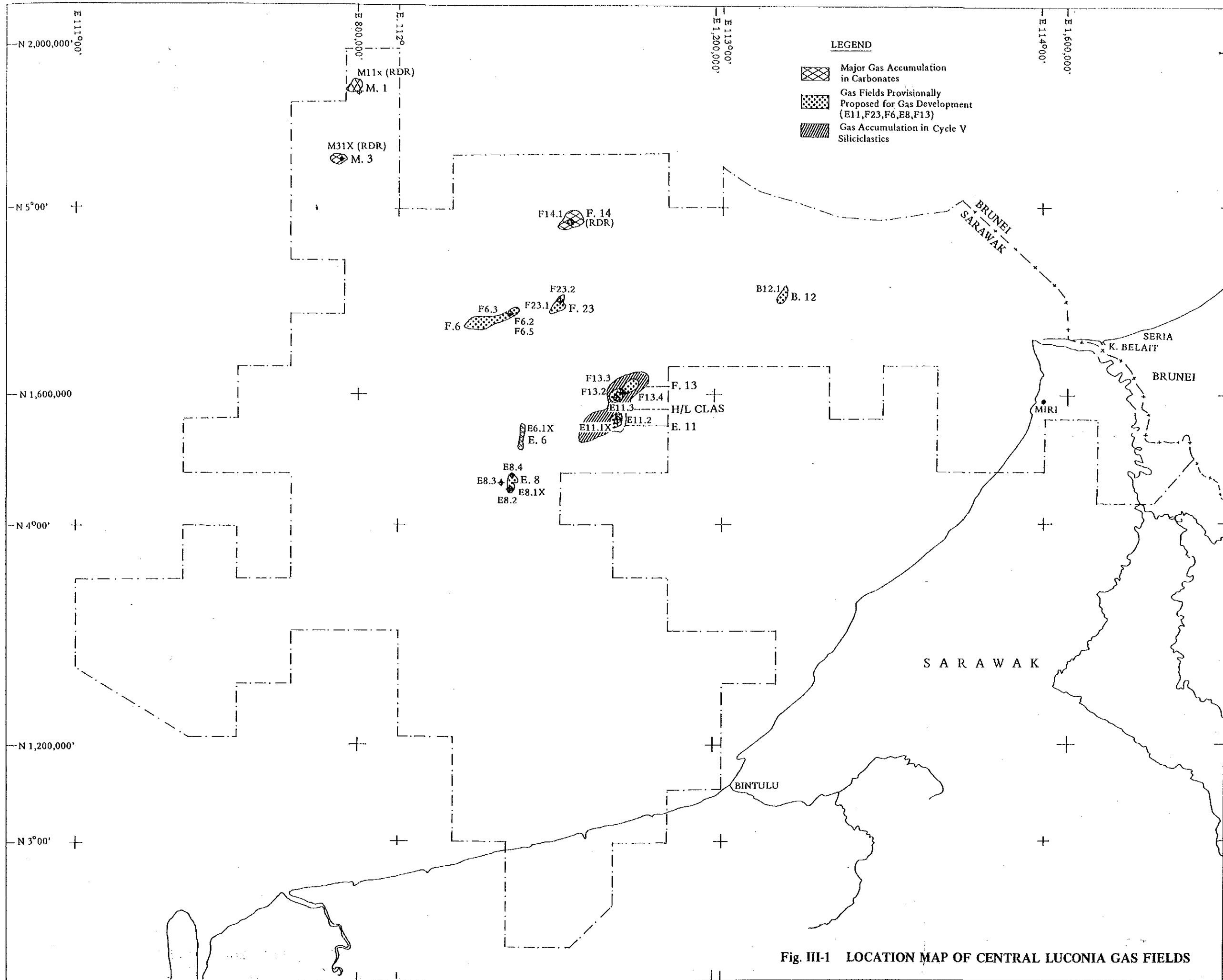
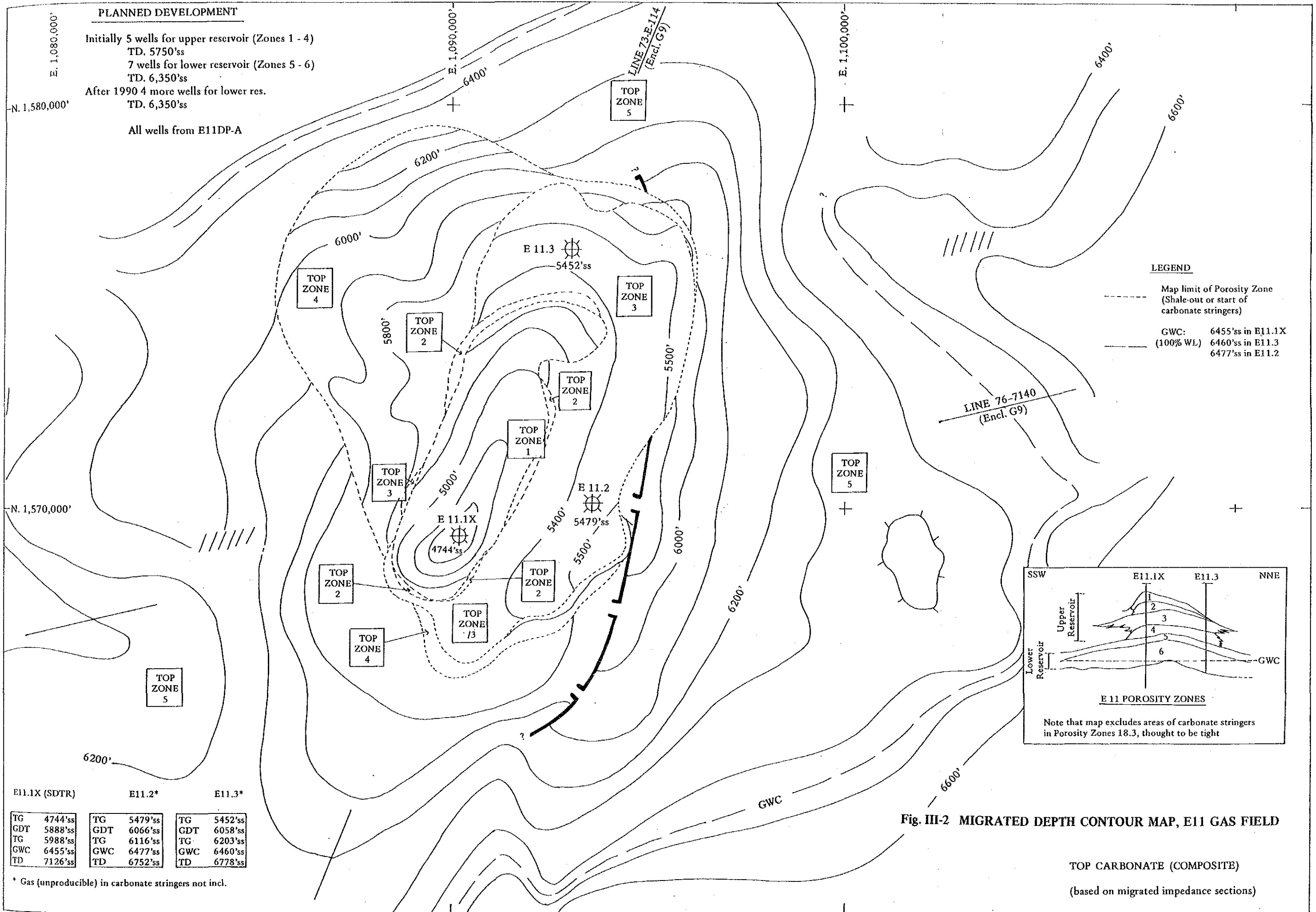


Fig. III-1 LOCATION MAP OF CENTRAL LUCONIA GAS FIELDS

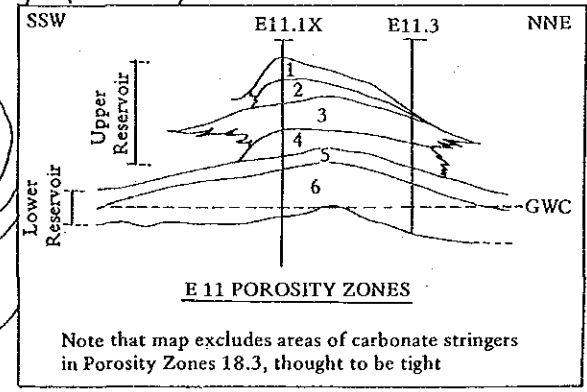


PLANNED DEVELOPMENT

Initially 5 wells for upper reservoir (Zones 1 - 4)
 TD. 5750'ss
 7 wells for lower reservoir (Zones 5 - 6)
 TD. 6,350'ss
 After 1990 4 more wells for lower res.
 TD. 6,350'ss
 All wells from E11DP-A

LEGEND

--- Map limit of Porosity Zone
 (Shale-out or start of
 carbonate stringers)
 --- GWC: 6455'ss in E11.1X
 (100% WL) 6460'ss in E11.3
 6477'ss in E11.2

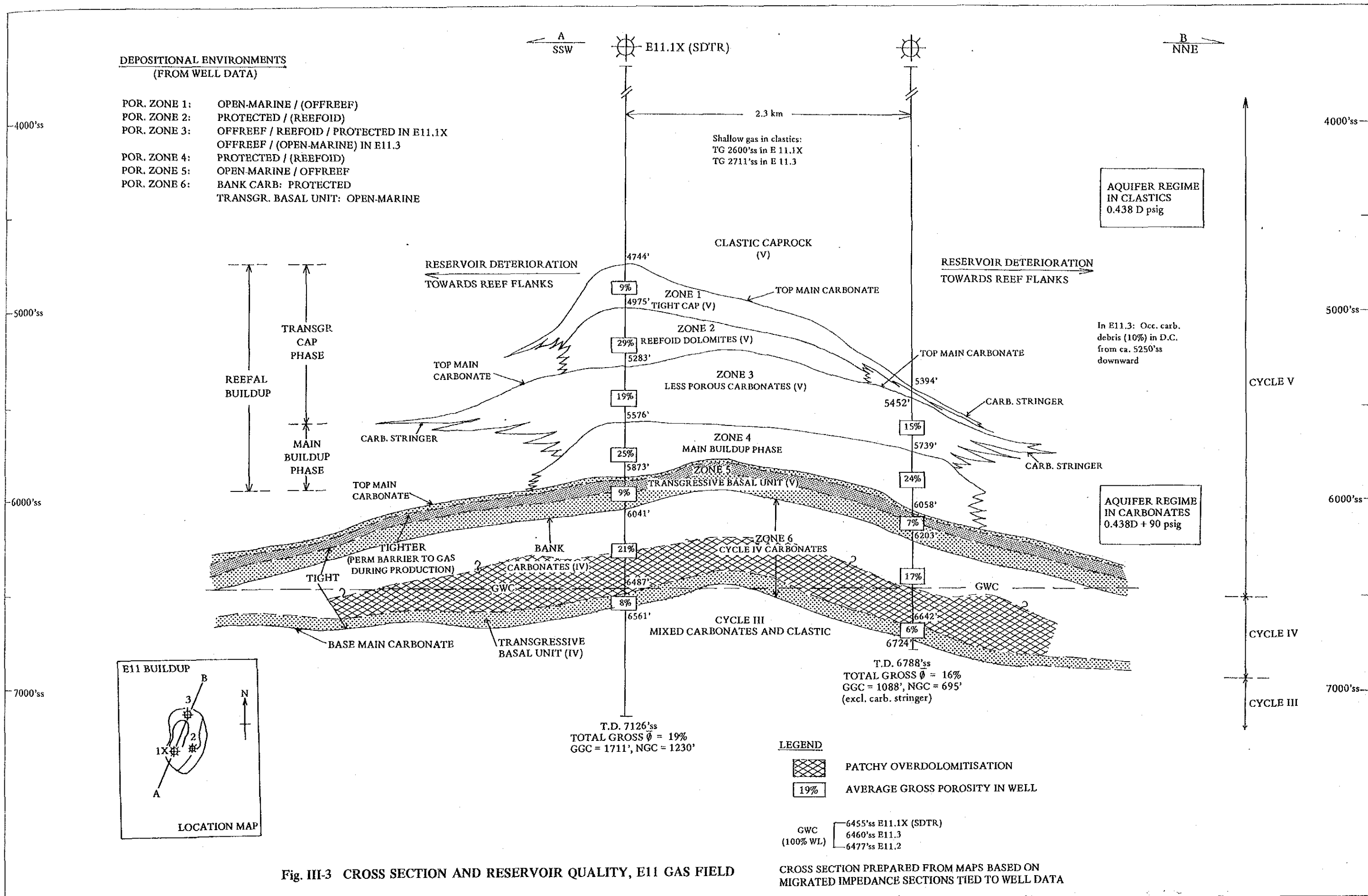


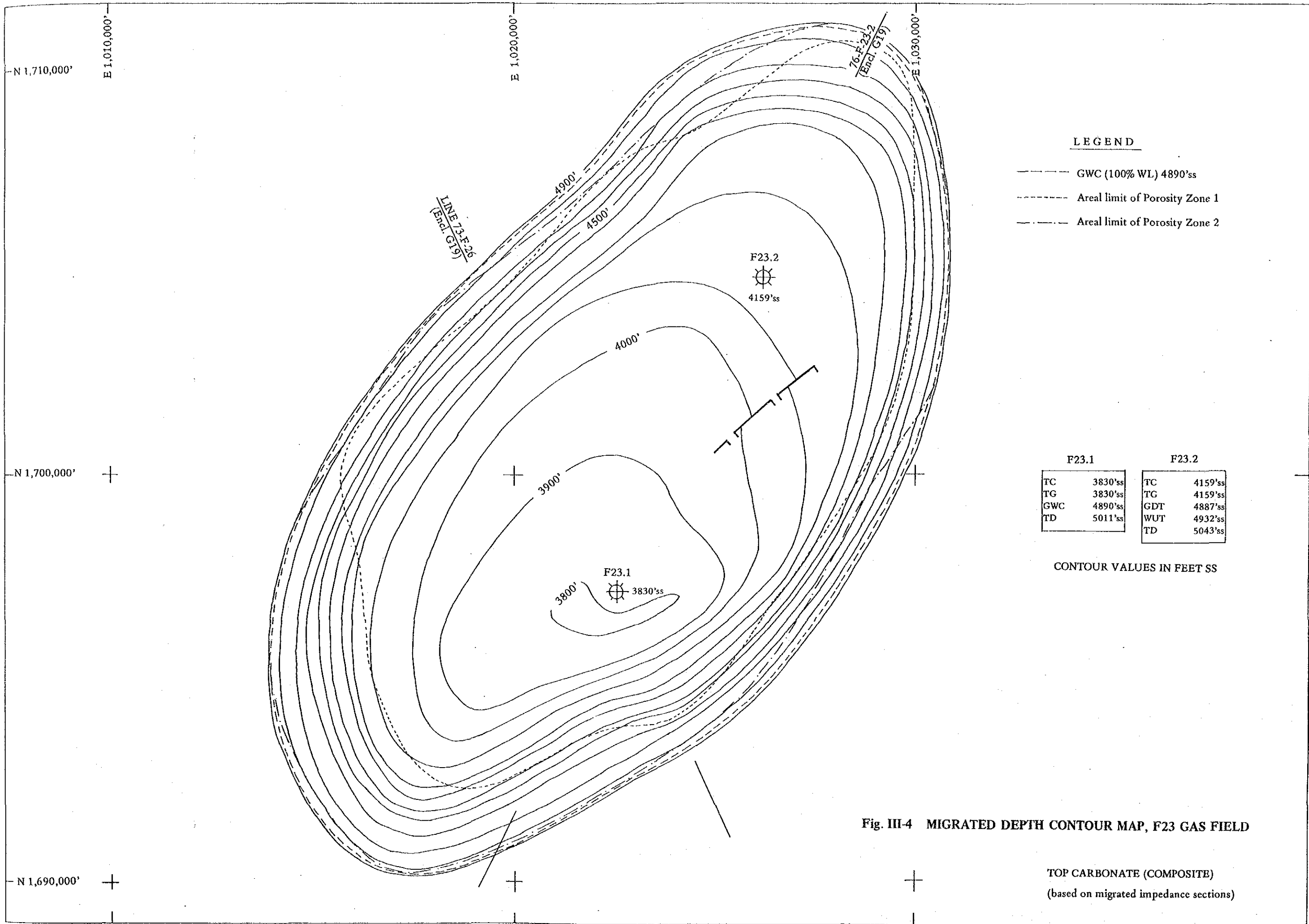
E11.1X (SDTR)		E11.2*		E11.3*	
TG	4744'ss	TG	5479'ss	TG	5452'ss
GDT	5888'ss	GDT	6066'ss	GDT	6058'ss
TG	5988'ss	TG	6116'ss	TG	6203'ss
GWC	6455'ss	GWC	6477'ss	GWC	6460'ss
TD	7126'ss	TD	6752'ss	TD	6778'ss

* Gas (unproduced) in carbonate stringers not incl.

Fig. III-2 MIGRATED DEPTH CONTOUR MAP, E11 GAS FIELD

TOP CARBONATE (COMPOSITE)
 (based on migrated impedance sections)





LEGEND

- GWC (100% WL) 4890'ss
- - - Areal limit of Porosity Zone 1
- Areal limit of Porosity Zone 2

F23.1		F23.2	
TC	3830'ss	TC	4159'ss
TG	3830'ss	TG	4159'ss
GWC	4890'ss	GDT	4887'ss
TD	5011'ss	WUT	4932'ss
		TD	5043'ss

CONTOUR VALUES IN FEET SS

Fig. III-4 MIGRATED DEPTH CONTOUR MAP, F23 GAS FIELD

TOP CARBONATE (COMPOSITE)
(based on migrated impedance sections)

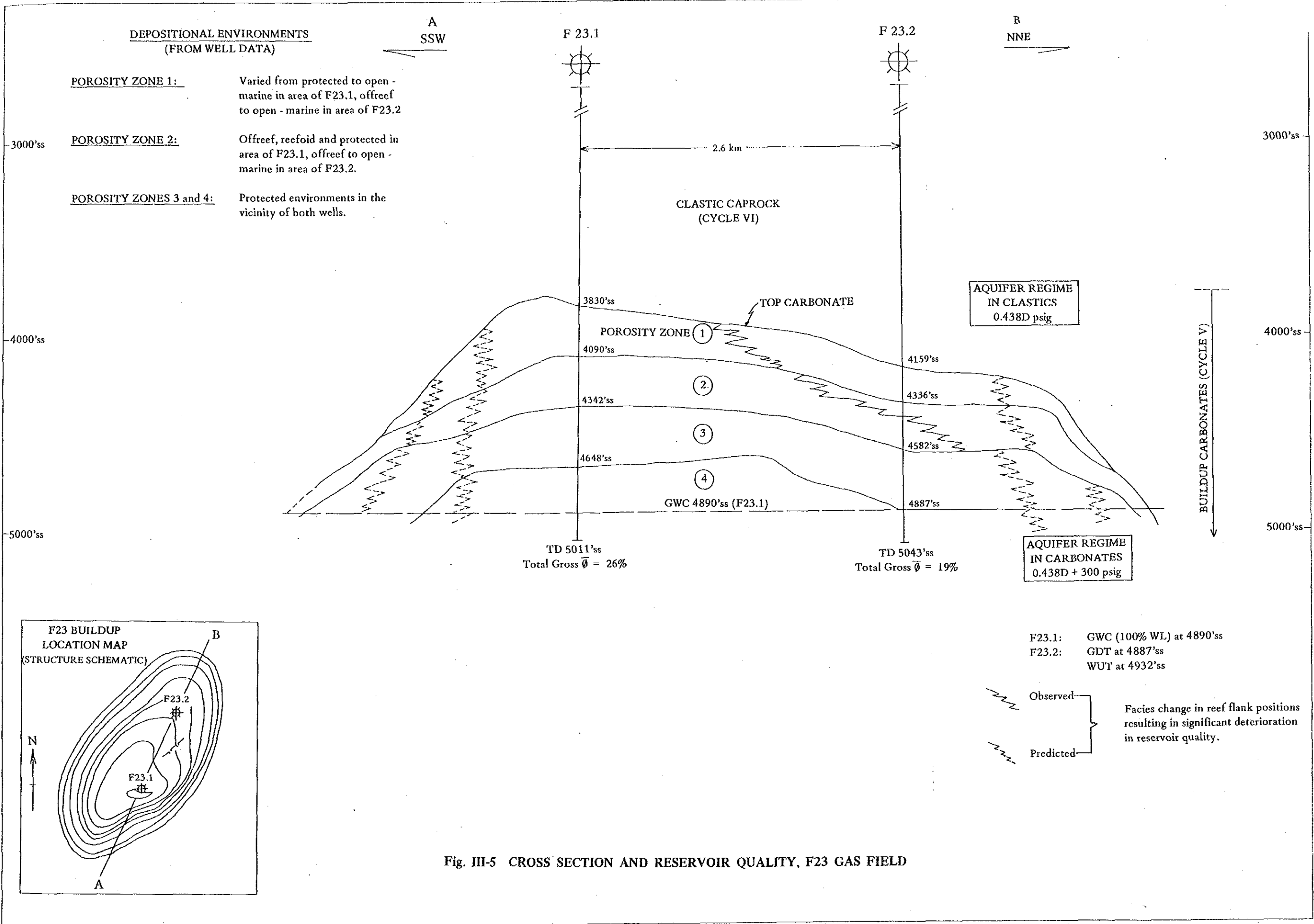
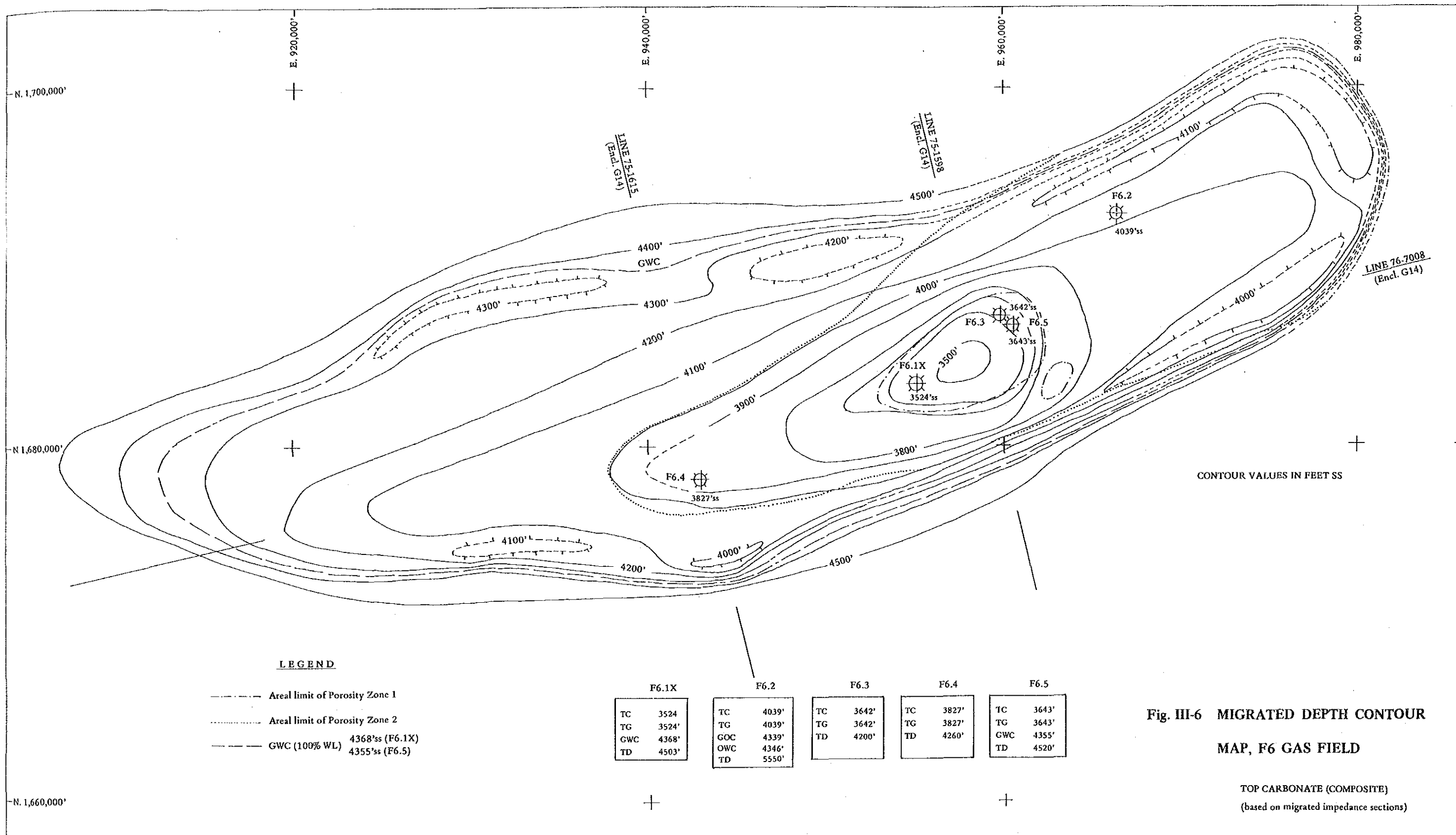


Fig. III-5 CROSS SECTION AND RESERVOIR QUALITY, F23 GAS FIELD



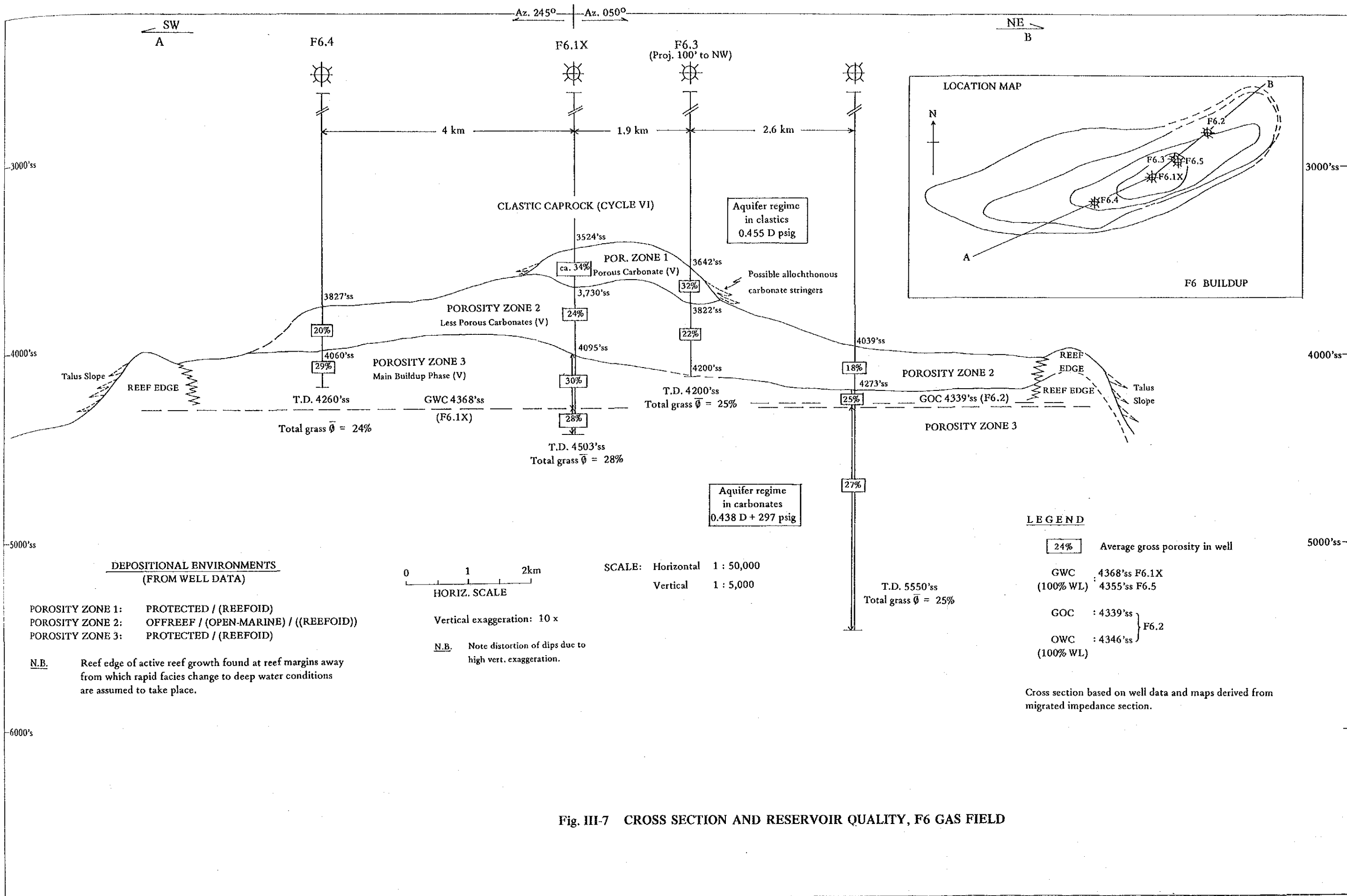


Fig. III-7 CROSS SECTION AND RESERVOIR QUALITY, F6 GAS FIELD

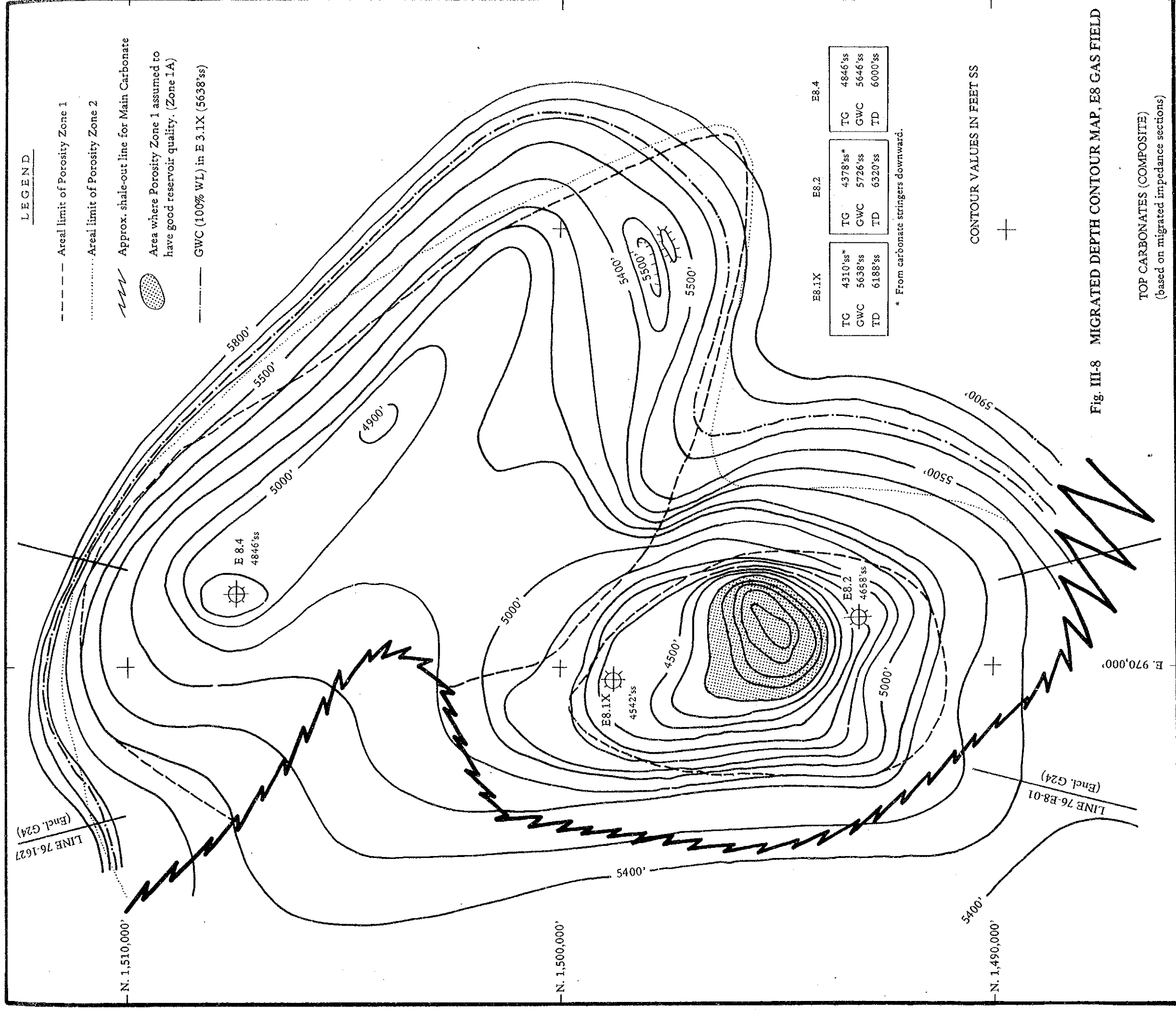


Fig. III-8 MIGRATED DEPTH CONTOUR MAP, E8 GAS FIELD

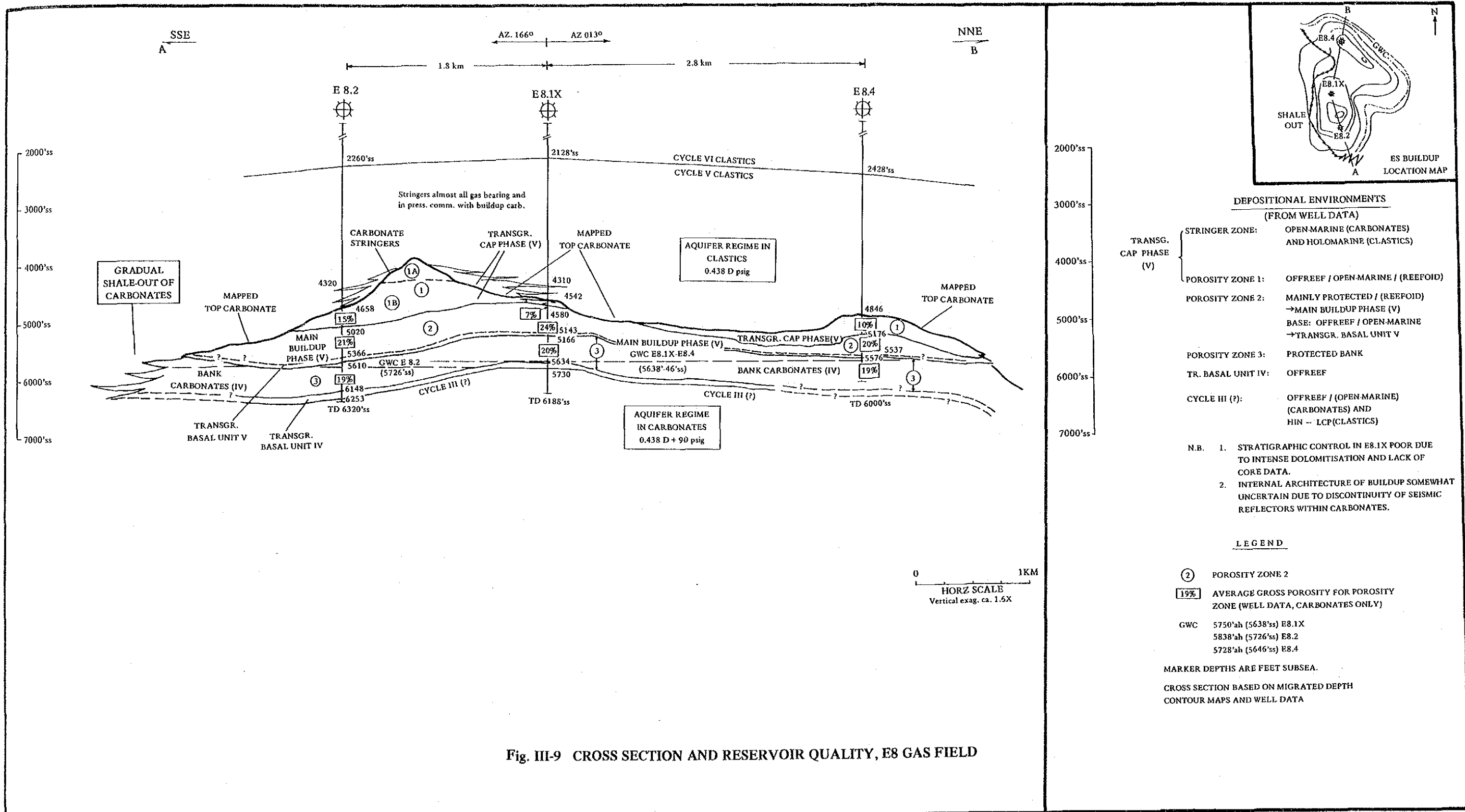


Fig. III-9 CROSS SECTION AND RESERVOIR QUALITY, E8 GAS FIELD

DEPOSITIONAL ENVIRONMENTS
(FROM WELL DATA)

TRANSGR. CAP PHASE (V)	STRINGER ZONE:	OPEN-MARINE (CARBONATES) AND HOLOMARINE (CLASTICS)
	POROSITY ZONE 1:	OFFREEF / OPEN-MARINE / (REEFOID)
	POROSITY ZONE 2:	MAINLY PROTECTED / (REEFOID) → MAIN BUILDUP PHASE (V) BASE: OFFREEF / OPEN-MARINE → TRANSGR. BASAL UNIT V
	POROSITY ZONE 3:	PROTECTED BANK
	TR. BASAL UNIT IV:	OFFREEF
	CYCLE III (?):	OFFREEF / (OPEN-MARINE) (CARBONATES) AND HIN -- LCP (CLASTICS)

- N.B.
1. STRATIGRAPHIC CONTROL IN E8.1X POOR DUE TO INTENSE DOLOMITISATION AND LACK OF CORE DATA.
 2. INTERNAL ARCHITECTURE OF BUILDUP SOMEWHAT UNCERTAIN DUE TO DISCONTINUITY OF SEISMIC REFLECTORS WITHIN CARBONATES.

LEGEND

- ② POROSITY ZONE 2
- 19% AVERAGE GROSS POROSITY FOR POROSITY ZONE (WELL DATA, CARBONATES ONLY)
- GWC 5750'ah (5638' ss) E8.1X
5838'ah (5726' ss) E8.2
5728'ah (5646' ss) E8.4

MARKER DEPTHS ARE FEET SUBSEA.
CROSS SECTION BASED ON MIGRATED DEPTH CONTOUR MAPS AND WELL DATA

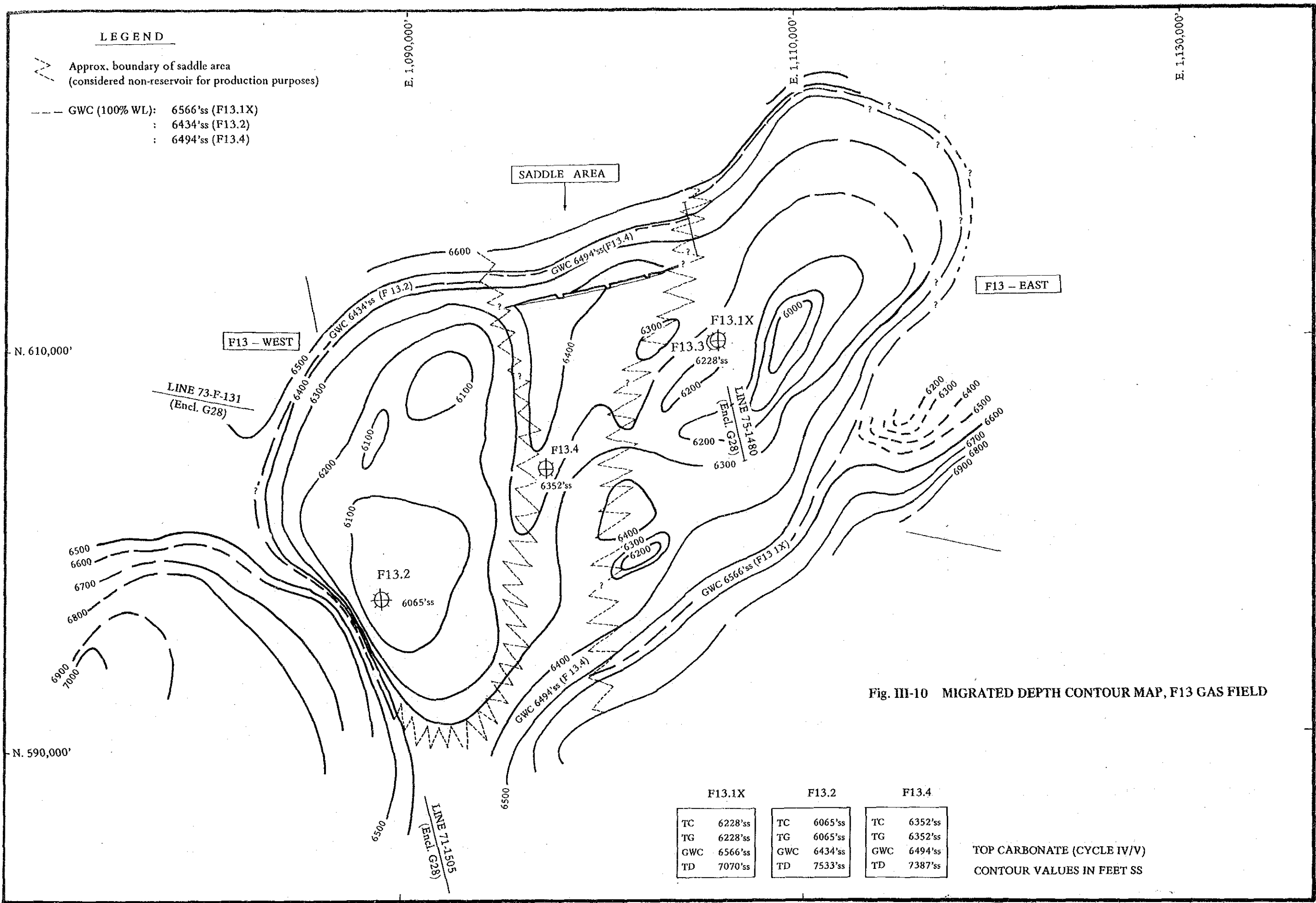
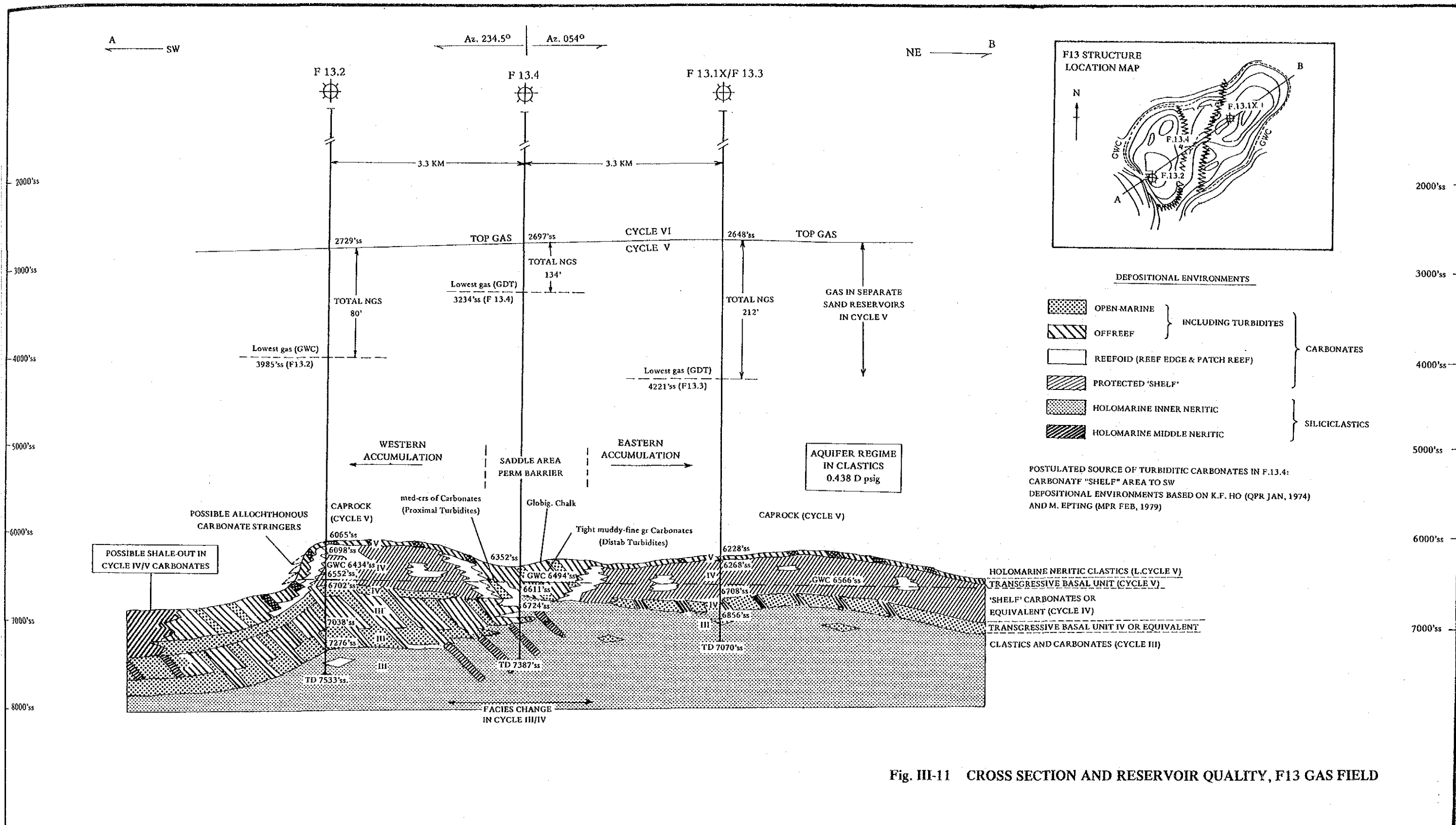


Fig. III-10 MIGRATED DEPTH CONTOUR MAP, F13 GAS FIELD

	F13.1X	F13.2	F13.4
TC	6228'ss	6065'ss	6352'ss
TG	6228'ss	6065'ss	6352'ss
GWC	6566'ss	6434'ss	6494'ss
TD	7070'ss	7533'ss	7387'ss

TOP CARBONATE (CYCLE IV/V)
CONTOUR VALUES IN FEET SS



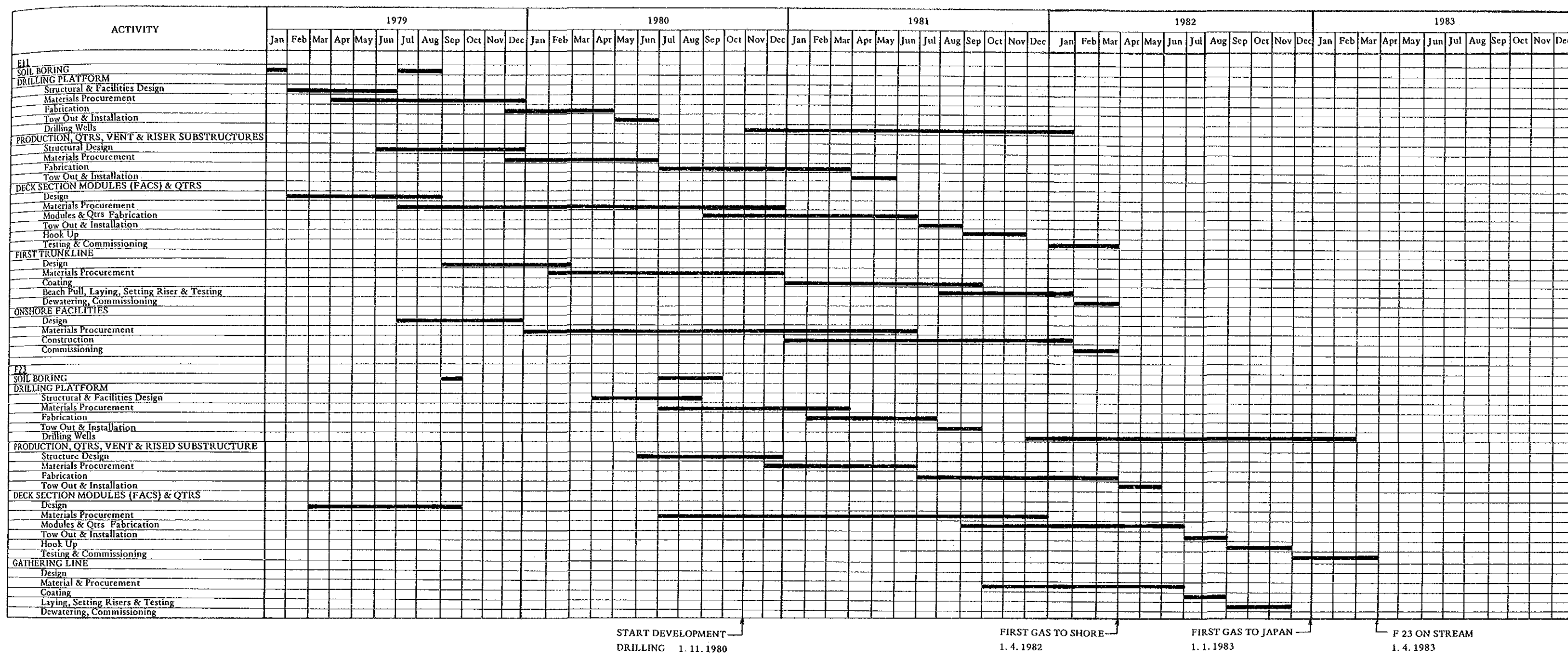


Fig. III-12 MLNG UPSTREAM PROJECT DEVELOPMENT SCHEDULE

CENTRAL LUCONIA PLATFORM CONFIGURATION

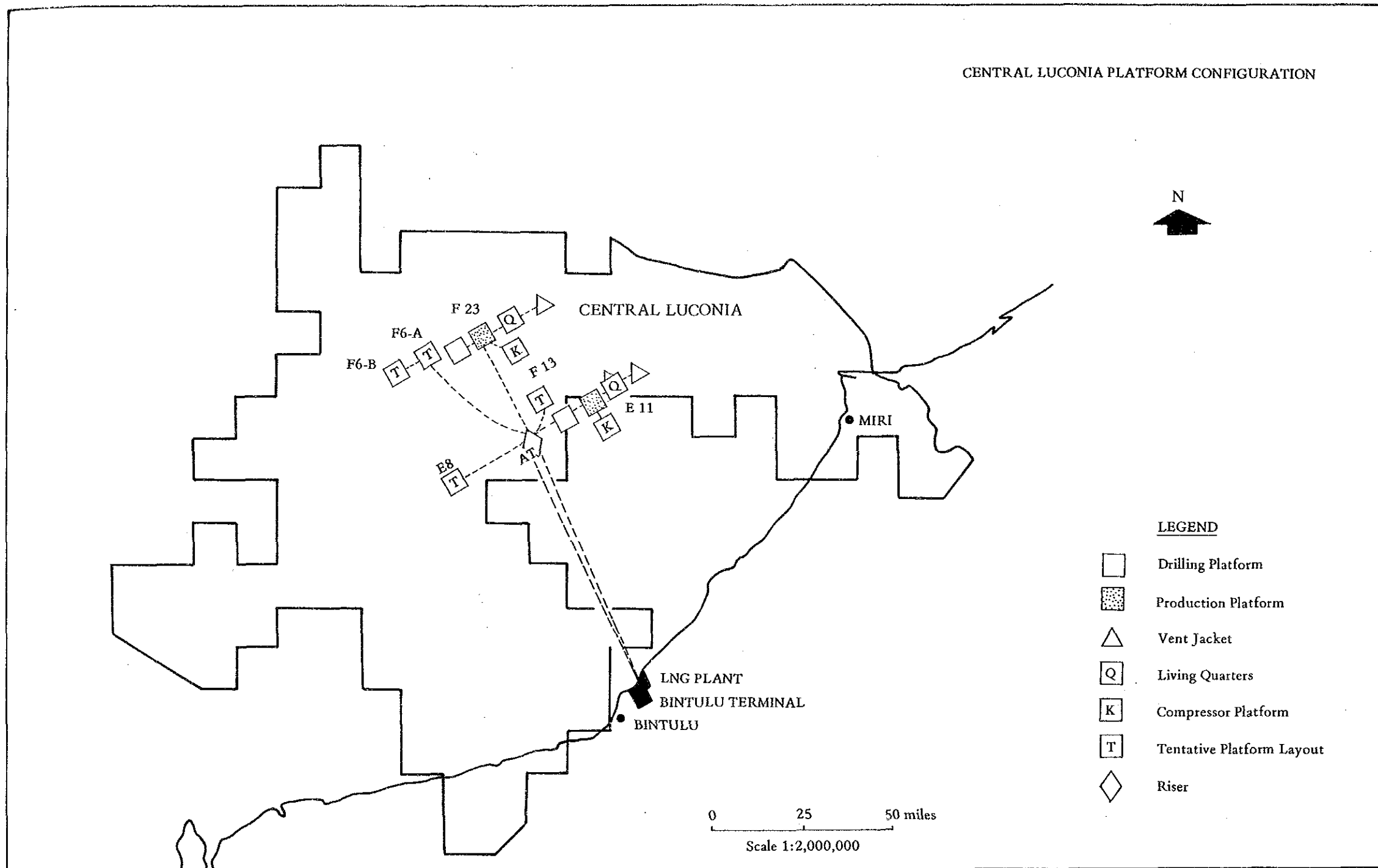


Fig. III-13 PLATFORM CONFIGURATION, CENTRAL LUCONIA

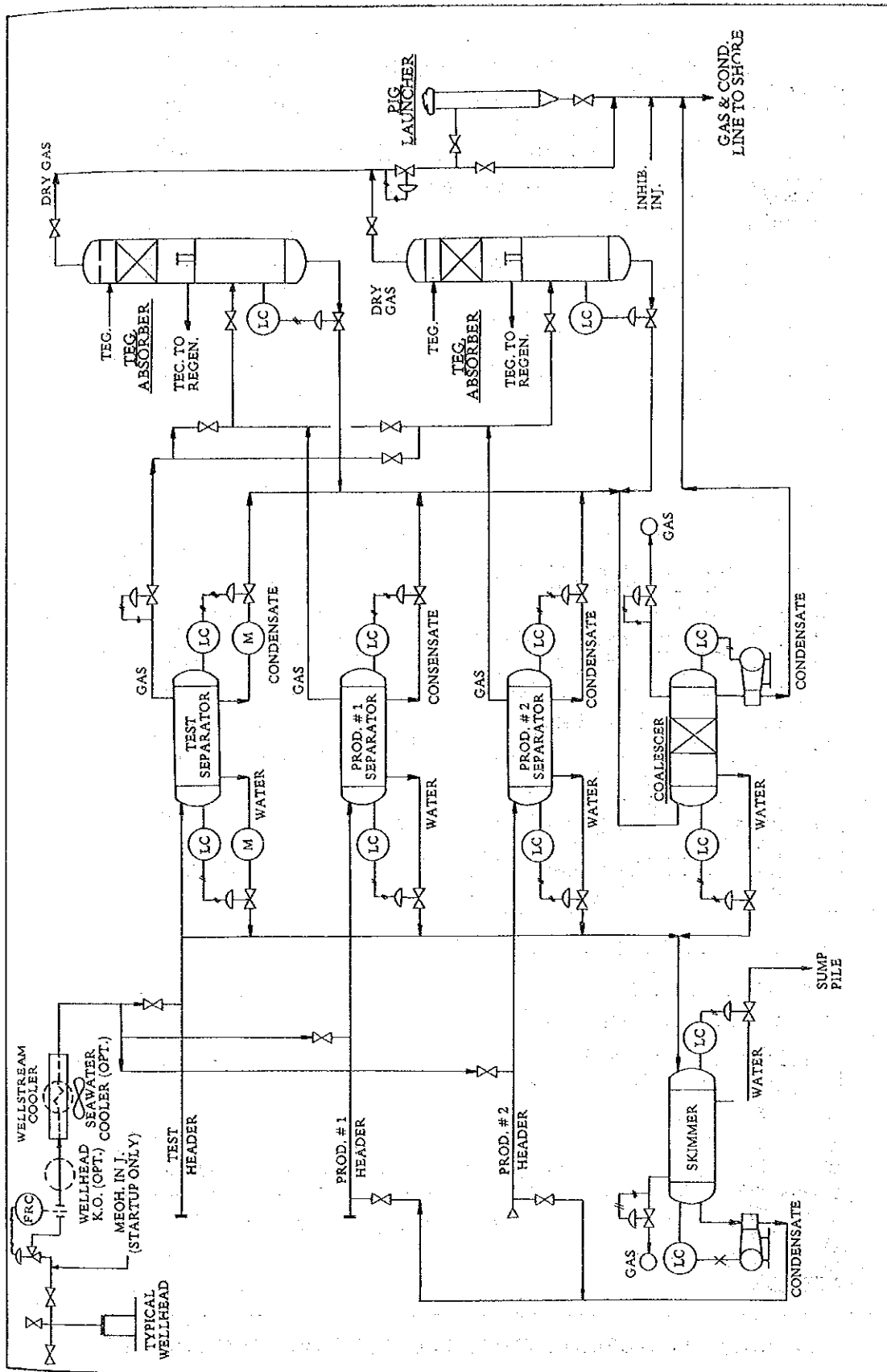


Fig. III-14 PROCESS FLOW SHEET, TYPICAL FIELD FACILITIES (OFFSHORE), COMMINGLED PRODUCTION

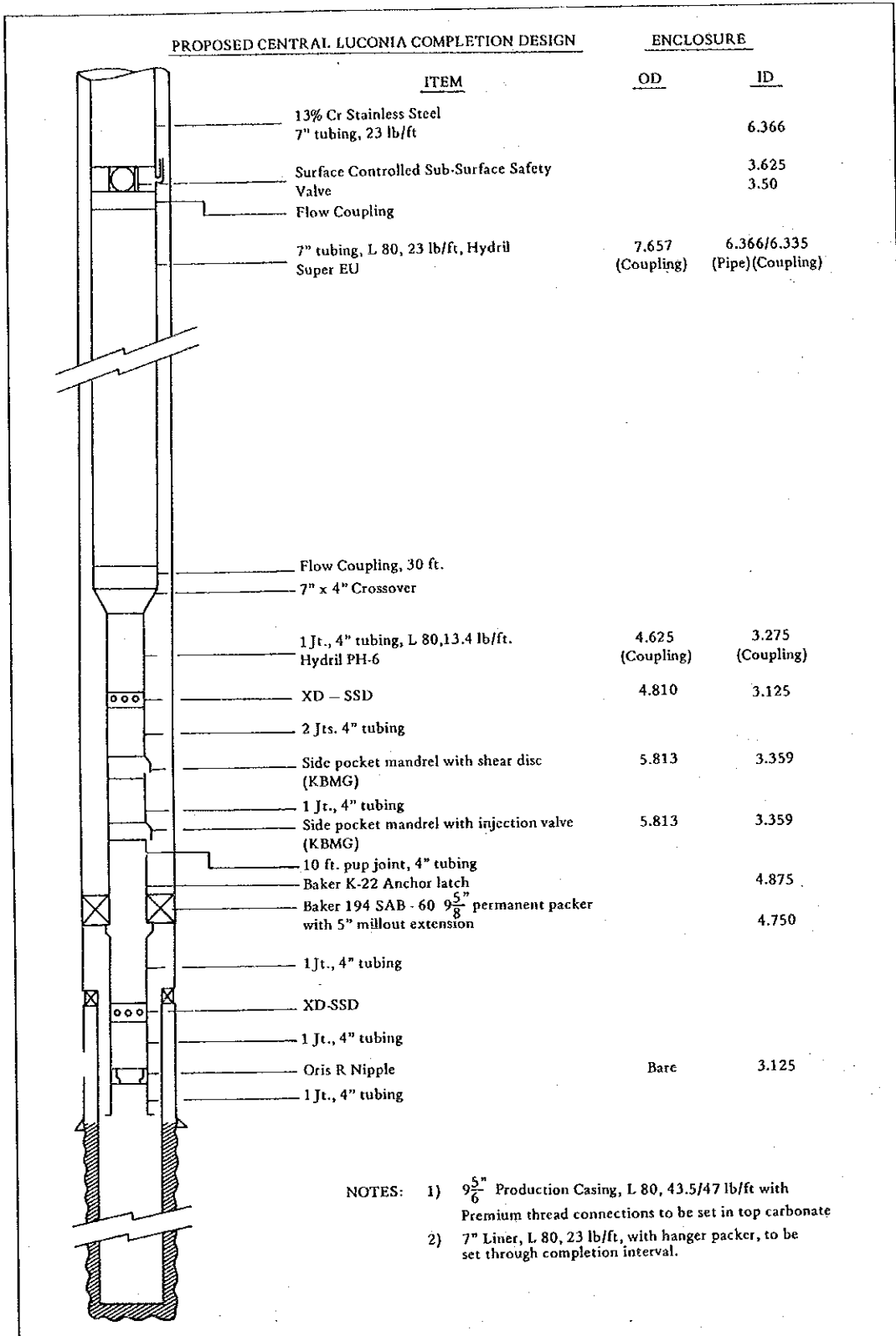


Fig. III-15 PROPOSED CENTRAL LUCONIA COMPLETION DESIGN

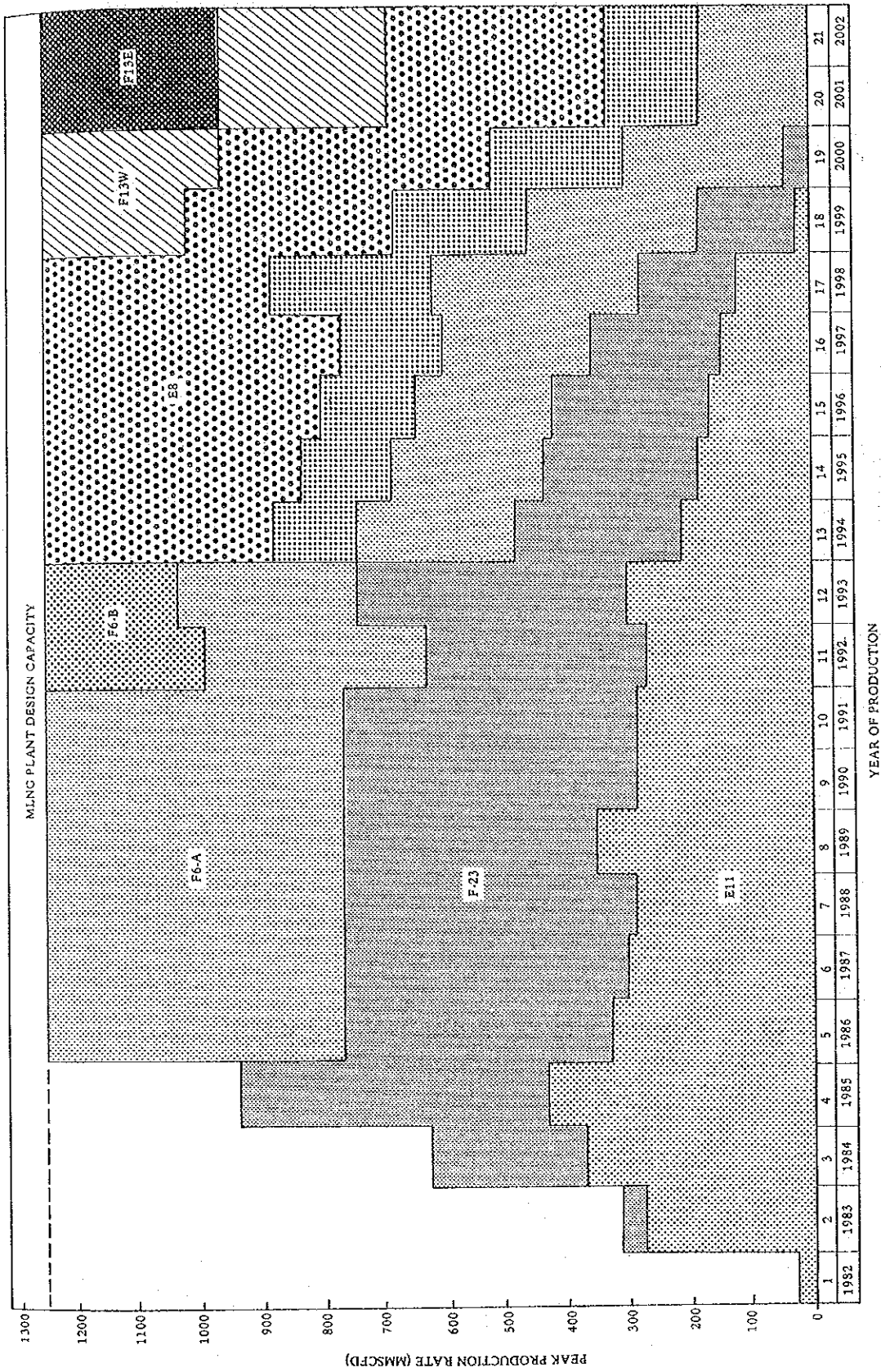


Fig. III-16 PRODUCTION SCHEME, CENTRAL LUCONIA GAS SUPPLY TO MLNG

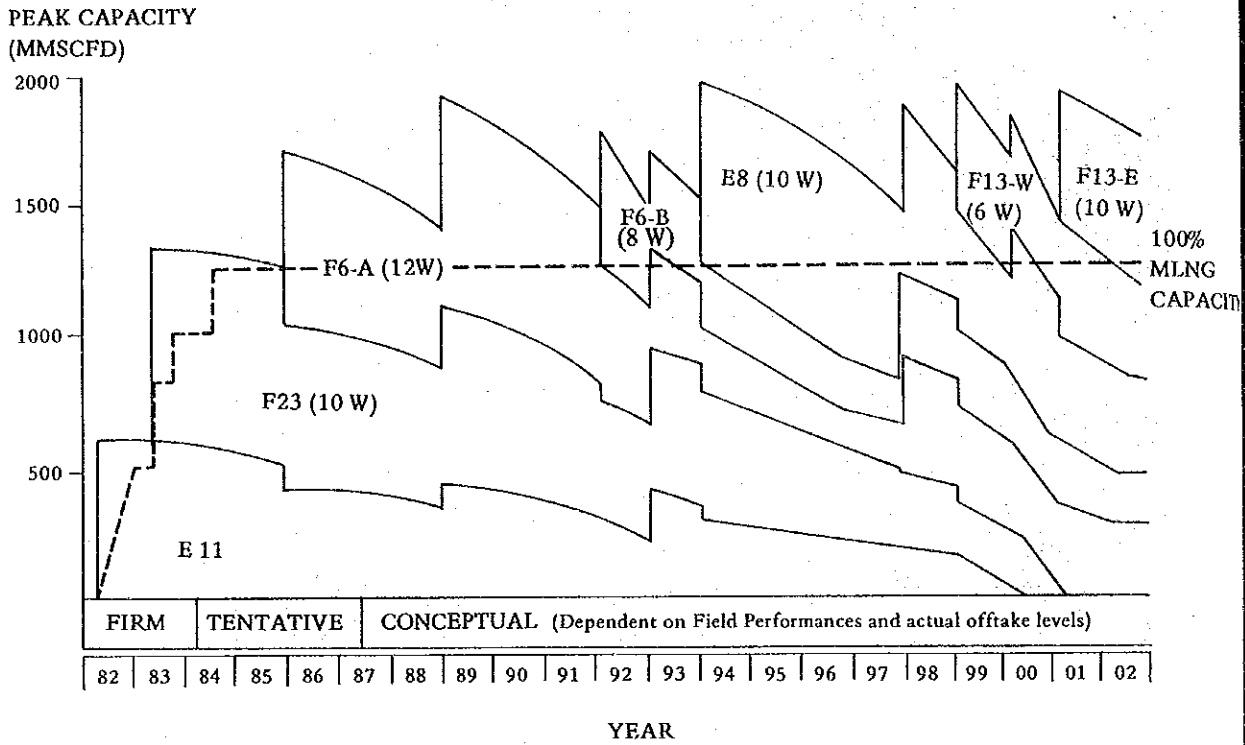


Fig. III-17 COMBINED PEAK PRODUCTION CAPACITY

第 IV 編

肥料工場（本計画）の技術的諸問題に関する検討

第Ⅳ編 肥料工場（本計画）の技術的諸問題に関する検討

第1章 概 論

本第Ⅳ編では本計画にかかわる技術的諸問題を討議し、合わせて本調査団の考察結果ならびに諸勧告を付記することとする。PETRONAS は本計画に関する基本プランを既に固め提案してきたが、その内容は、ASEAN経済閣僚会議の合意を得たものである。従って、本調査団としては、PETRONAS より提示された計画内容に基づき検討を加え、特に修正を要するものでない限り、原計画案を採用することにした。

検討に際し特に主眼を置いた点は下記の通りである。

1) 本工場建設用地の選定

PETRONAS は本工場建設用地をサラワク州、Bintulu に選定した。従って本調査団としては、選定された用地について検討を加え、本工場建設用地としての適性を評価することにした。

2) 用役ならびに関連インフラの利用可能性

用水及び電力供給施設及び港湾、従業員社宅の整備についてはマレーシア政府が責任を持つものとして、それを前提に本計画を固めることが1978年12月に開催されたASEAN経済閣僚会議で決定されている。調査団としては、これら諸施設の整備補強計画の計画内容ならびに進捗状況を評価し、よって本計画の必要諸条件を満足せしめるための用役及び関連インフラの利用可能性ならびにそれらの整備の時間的整合性を確認することにした。

3) 本計画の計画スキーム及び諸施設について確定

PETRONAS より提案された本計画に関する基本プランをふまえて一方では工場予定地の立地条件を加味して、本計画の計画スキーム（生産品目、品質、生産能力）工場配置、設計ベース、原料、用役バランス、諸施設の概念設計、その他技術上の必要諸条件を検討し、よって本計画の計画プランを固めるとともに、本計画の範囲内で設定する製造設備、用役施設、その他付帯施設の規模及び概念を確定することにした。

4) 建設計画ならびに組織、経営構造

PETRONAS が策定したプラン及びスケジュールに基づき、本調査団として、本計画の実施スケジュールや工場諸施設の設計、調達、建設のための発注方式、その他組織、配員、要員訓練計画を検討するとともに、建設、運転の各段階でのコンサル

タント及びアドバイザー雇用の必要性について検討することにする。

上記諸問題のほか、重要な問題は本計画の原料、燃料用に供給される天然ガスの量、質の問題であるが、この問題に関する議論は、第Ⅲ編に記載している。

第2章 本肥料工場の工場予定地

2-1 工場予定地選定基準

本計画の工場予定地を選定するに際し考慮すべき主要基準は下記の通りである。

- (1) アンモニア、尿素製造用の原料及び燃料として、良質、低コストの天然ガスが、長期間、安定的に供給されること。
- (2) 本肥料工場の工場運営に必要な電力及び用水が、経済的な価格で安定して供給されること。
- (3) 工場用地として、平坦で地耐力の大きい敷地が確保されること。
- (4) 製品のアンモニア及び尿素を国内及び海外市場へ出荷するため大型遠洋貨物船の入港が可能な港湾に接近していること。
- (5) 工場建設に際して、機器及び資材の荷揚げ及び工場用地への搬入が容易であること。
- (6) 工場建設期間及び工場完成後の工場運転期間を通じて、工場建設及び工場運営要員の住居などの生活環境が整備されていること。

本肥料工場の天然ガスはCentral Luconia ガス田から供給される予定であるが、このガスは第Ⅲ編に記載したとおりサラワク州 Bintulu の Kidurong 地区に建設される Malaysia LNG Sdn Berhad (MLNG) の LNG 工場向けを主体とするものである。本肥料工場へは、slug catcher 出口で LNG 工場向け主流ガス・パイプラインから分岐し、支管パイプラインにより供給される予定である。

本肥料工場建設用地として、PETRONAS が選定した用地は LNG 工場用地に近接した所である。この用地は天然ガス供給源から近く、従って、他の諸条件が上記の基準に照らし満足すべきものであれば、この予定地は本肥料工場の建設用地として適している。従って、本調査団としては、これらの基準を考慮に入れて当該予定地の適性を評価する。

2-2 工場予定地の立地条件

本計画の工場予定地に選定された敷地は、Bintulu 町(注)の郊外で北東約 25km の地点にある Kidurong 地区に位置する。

Kidurong 地区は大工業団地の建設予定地に指定されている。サラワクの Chief Minister Department 直轄の組織である Bintulu Development Authority (BDA) が、工業団地開発のための調整推進業務を現在進めている。団地計画面積は 1,180 エーカーに及びそこへの誘致が予定されている主なプロジェクトには、次のようなものがある。

- (1) L N G 工場： Malaysia LNG Sdn Berhad による年間 6 百万トンの LNG 生産計画。
1983 年生産開始計画で現在工場用地造成中である。
- (2) 原油基地： Bintulu 沖の Kemena 油田産出の PETRONAS 原油貯蔵出荷基地、原油タンク (65000m³, 3基) の建設は、ほぼ完成している。
- (3) パーム油貯蔵出荷基地： 用地造成工事実施中。
- (4) アルミニウム精錬： 輸入ボーキサイトによるアルミニウム精錬計画調査中。
- (5) 還元鉄： 輸入鉄鉱石による直接還元鉄製造計画調査中。
- (6) Bintulu Deepwater Port： 1982 年完成予定で、第 1 期工事着工。
1982 年完成予定で、第 1 期工事着工。
- (7) 住宅地区、レクリエーション地区、大学、新空港： 計画中。
- (8) 用水供給増強： Public Works Department において計画中。
- (9) 電力供給増強： Sarawak Electricity Supply Corporation (SESCO) が計画推進中。
- (10) 本計画のアンモニア・
尿素工場： PETRONAS が用地の土質調査実施中。

(注) Bintulu 町は、サラワク州 Fourth Division の西端、Kemena 河 (Batang Kemena) が南シナ海に注ぐ河口に面した小さな町である。Bintulu 地区は現在のところ工業化が遅れ、農業、漁業、林業、珪石採取がこの地域の主産業である。この地域の人口は Greater Bintulu Area として約 14,000 名 (1979 年統計) で、人種構成は、Malay 15%、Melanau 32%、Iban 13%、Chinese 37%、その他 3% の割合となっている。

本工場建設予定地周辺地況を図N-3, N-4に示す。本工場用地は、Kidurong 岬に通じる幹線道路でTanjung Kidurong道路と呼ばれる道路に面し、かつ、Bintulu Deepwater Port やSESCOの発電所及びPublic Works Department のwater storage に近接している。更に、LNG工場にも比較的近い。

この用地は、現在、マレーシア政府所有地でBDAの管理下にある。この用地を本計画に使用することはBDAも認めているので、用地の使用に関する許可取得には問題ない。用地取得の諸条件については今後BDAとPETRONASとの交渉により決定されることになるが、BDAとしては造成前の状態で新会社に賃貸する方針である。

現在造成工事が進められているLNG工場の建設用地もBDAの管轄下にある。MLNGがこの土地を使用する為の条件は今のところ固まっていない。その条件は今後の交渉により決定される予定である。

この地区はNeogene 堆積層地質と高温多雨気候を特徴とする。工場建設予定地に選定された用地の概要は、下記のとおりである。

- (1) 地理的位置： Bintulu のKidurong 地区（北緯 $3^{\circ}17'$ ，東経 $113^{\circ}05'$ ）
- (2) 面積： 約40 ha
- (3) 所有権： マレーシア政府
- (4) 地形： 予定敷地の北側境界は東西に走る標高約60～70mの尾根に沿っており、南側の境界は標高12mのTg. Kidurong 道路に沿っている。予定地は北と東西の境界で高く、おおよそ南側に向けて開いている起伏の激しい地形である。
- (5) 地表観察： 予定地の植生は、沢すじを除いて大部分が熱帯性の若い広葉樹及び背たけ約2mに及ぶ茂みにおおわれている。予定地にある広葉樹は全体に細く背が高い。用地内には、木材搬出用道路があるが著しく侵食されている。
予定地は2つの沢により東西に3分されている。この沢はTg. Kidurong道路に流路をはばまれ道路付近の低地で小沼を形成している。この沢の水はBintulu 湾に注いでいる。
- (6) 地質： 予定地の土質状況はサイト内のボーリング資料が無いため、確定的な判断は下せないが、Malaysia's Geological Survey 出版の地質図、Bintulu Deepwater Port の土質資料、MLNGサイトの造成工事状況、現地踏査等から推測すると次のようになる。

地表は有機物を多く含んだ薄い表土（0.2～0.3 m）で覆われており、続いて層厚3～4 mの砂質シルト（いわゆる熱帯土特有のラテライト）層がある。それ以深はNeogene 堆積岩である砂岩、頁岩の互層が続いている。

- (7) 気象条件： Bintulu 町内空港における観測結果によれば、月間平均気温は、25.8°C（12月）より26.9°C（4月）と年間を通じて約1°C、相対湿度平均値も84.9%（5月）から89.3%（2月）と5%以下の変化に止まっている。最高気温の月間平均値31.6°C（8月）最低気温29.7°C（2月）と年間を通じての変化は僅かである。降雨量は、年間約4,100 mm、最多雨月は570 mm（12月）、最少雨月は165 mm（5月）である。（気象条件の詳細は、本編第4章参照）

この地区の地形は、起伏激しく、かつ、海岸線からの標高もかなりあるため、この用地に工場を設置するとなると造成費がかさむが、この地域は全般に同様な地形であるため、この地域に立地する限りいずれの場所を選んでもさほど大きな違いはない。原料供給源や用役供給源からの距離的条件、そのほか資機材搬入及び製品出荷の便宜性の面から見るとこの用地の立地条件はむしろ好ましく、総合して見れば、土質条件さえ問題なければ、この用地は満足できるものであると判断される。

PETRONAS は、BDAの了解のもと、現地の調査会社 Jurutera Konsultant (SEA) Sdn Berhad に当該用地の土質調査を発注済みで、その結果をみた上で最終的に用地の決定を行う予定である。その結果が出るのはまだ数ヶ月先の事であり、従って、現時点では本用地の選定はあくまで暫定的である。しかしながら、PETRONAS としては土質調査の結果特に大きな問題が発見されない限り、この用地に決定したい意向である。

このような状況下、調査団の現地調査時点では、この用地の土質に関する詳細のデータがなかったため、この用地の土質条件については周辺地域について得られた既存データからの類推により判断せざるを得なかった。現在実施中の土質調査の結果をみない限り確定的なこととは言えないが、類推評価の限りでは、この用地の土質条件は本計画の工場を設置するに充分耐え得る地耐力ならびに土質条件を具備すると判断される。

また、土質調査の結果でも他の用地に変更せざるを得なくなるような決定的欠陥は出ないと想定される。従って、以下の検討はこの用地に本工場を設置するとの前提のもとに行う。

第3章 用役供給及び港湾、社宅施設の利用可能性

主原料である天然ガスの供給以外に用水（プロセス用水、ボイラー用水、冷却用水、その他
の必要用水）及び電力の供給確保は、本計画の工場を設置するための不可欠の要素である。
また、適切な港湾施設や社宅施設を整備することも重要な要素である。

Bintulu は前述の通り現状では人口約14,000名たらずの小さい町で、本計画のごとき
大規模な工業計画の基盤となるインフラストラクチャーは未整備である。従って本計画の工場
建設に伴ない、用水、電力、港湾、社宅などが整備されることが本計画成功の前提となる。し
かしながらASEAN 経済閣僚会議では、これらの整備は本計画の所管外として本計画のプロ
ジェクト・スコープから除外することに決定した。その整備はマレーシア政府が自己の責任
において進めることになるが、それに依存して本計画を推進しても支障がないかどうかを見極め
ることが肝要である。これ等の諸問題について、現状と計画の概要を以下に要約し、合わせて
PETRONAS として取るべき措置について考察、勧告を述べる。

3-1 用水供給

本肥料工場では諸種の用途のための多量の用水が必要になる。本工場で必要とする用水の
用途は冷却用、プロセス用、ボイラー用が主であるが、このほか消火用、飲料用、衛生用な
ど多岐にわたる。

工場内で必要なこれらの用水を賄うためには、1日当り5.2百万英ガロン(23640m³)
の用水が必要である。

Bintulu 地区の用水供給は、サラワク州政府の Public Works Department が所管
する。PETRONAS としては、本肥料工場に必要な用水はすべて同局より供給される淡水
を使う計画である。同局は、現在 Kemena 河 (Batang Kemena) 支流の Sibiu 川
(Sungai Sibiu) の流域面積約4万エーカー(16000ha)より取水し、浄水処理を
行なって飲料水として Bintulu 地区に供給している。その設備能力は1百万英ガロン
(4500m³) / 日である。Bintulu 地区の水道水平均使用量は0.7百万英ガロン
(3200m³) / 日であり、既存供給設備では本計画で必要となる用水の供給量を満たし得
ない。Public Works Department は Bintulu 地区における将来の用水需要量を下記
のとおり設定している。

用 水 需 要 見 込 量

(単位： 百万英ガロン/日)

	1983年	1985年	1995年
Bintulu 住宅地	1.0	1.1	1.7
大 学	0.1	0.2	0.4
Kidurong住宅地	0.2	0.3	0.9
Kidurong工業地	1.6	7.9	9.1
- 港 湾	(0.2)	(0.2)	(0.4)
- LNG 工 場	(0.6)	(0.5)	(0.5)
- 還元鉄製鉄所	(0.7)	(0.7)	(0.7)
- ASEAN アンモニア・尿素工場	(0.1)	(6.5)	(6.5)
- アルミニウム精錬所	-	-	(1.0)
そ の 他	0.1	0.2	0.2
	3.0	9.7	12.3
(m ³ /日換算)	(13600)	(44100)	(55900)

増大する Bintulu 地区の水道水需要に加え、Kidurong 工業団地での工業用水需要に備え、Public Works Department は将来の増強計画を推進中で、その第1期拡張工事は1979年末完成目標で現在進行中である。この工事は既設の Sibiu 川からの取水及び浄水能力を補強することにより供給能力の増強を計ろうとするもので、この工事が完成することにより供給能力は1日当たり2.5百万英ガロン(11,360 m³)になる予定である。しかし、現在のような取水方法による Sibiu 川からの取水のみでは取水量に限界があるためこれ以上の供給増は望めない状態にある。

Public Works Department は、上記のような将来の需要増に備え Sibiu 川の小支流である Sika 川流域に、総面積100エーカーにわたる貯水能力350百万英ガロン(16百万 m³)の揚水ダムを建設する計画を決定し、詳細設計のための土質調査が英国のコンサルタント Halcrow Balfour Ltd. の手により進められている。このダムは1982年末までに建設完了の予定である。また Sika ダムより Kidurong 地区まで直径750 mm のパイプラインを敷設するとともに、用水供給の安定性向上のため Kidurong に容量3.6百万英ガロン(16,370 m³)の非常用貯水池を建設する計画である。かかる計画のもと、Public Works Department は用水供給能力を1985年までに10百万英ガロン(45,460 m³) /日とし、さらに1995年までに14百万英ガロン(63,640 m³)に

まで増強する計画である。

Sika ダムの貯水能力ならびに計画揚水面積よりみて、このダムが完成すれば乾期でも、14百万英ガロン/日の用水供給量は確保できると判断される。(このダム建設計画に関する調査団の考察結果は、付録Ⅳ-1に詳論する。)従って、Sika ダムの建設が予定通り1982年末までに完成し、かつ、Sika ダム-Kidurong地区をつなぐ送水管の工事が本肥料工場の操業開始までに完成すれば、本肥料工場での必要用水をPublic Works Departmentからの用水供給に依存しても問題ないとみてよい。このダム建設計画はまだ始まったばかりであり、スケジュール通り完成するか否かについて正確な判断を下し得ないが、仮りに1年遅れたとしても、1983年9月末予定の工場据付完了までには用水供給体制が確立されると想定される。(本編第6章参照)

この場合問題になるのはSika ダム-Kidurong 間の送水管工事の完成時期である。上述のとおり、Public Works Departmentの予定ではこの工事の完成を1985年としており、本計画の完成予定時期に合わせるためには送水管工事の着工を早める必要がある。Public Works Department としては、本計画の完成時期が確定すればそれに合わせて工事を進める意向である。上記のようなPublic Works Departmentの意向に照らし、送水管工事のスケジュール調整は可能とみて、本計画の完成予定を設定したが、今後、PETRONAS として、Public Works Departmentとの連絡を密にし、そのスケジュールを充分調整することを勧告する。

Public Works Departmentにより供給される用水はすべて市水で、これを工業用水として使用することになる。

現在取水されているSibiu 川の水質は、腐植及び腐植酸による着色及び弱酸性化やまた粘土混入による濁度は認められるが、概して塩濃度は低く良好な水質である。

Sibiu 川の水質(サンプル例)

pH	5.7 ~ 7.0
濁度	25 ~ 100
ハーゾン色度	60 ~ 250
全硬度	8 ~ 20
塩素イオン濃度	3 ~ 5 ppm
懸濁物	3 ~ 20 ppm

現在 Bintulu 地区に Public Works Department が供給している用水は、上記 Sibiu 川より取水した水を浄水処理し、ハーゾン色度 5.0、濁度 1.0、塩素イオン濃度 0.5 ppm

程度の水質に維持されている。この水質は飲料水用に定められた基準に準じているものであって、本工場に必要な工業用水のうちの大半をしめる冷却水に使用するには、必要以上に純度が高い。その結果、工業用水としては、コストが割高とならざるを得ない。現行の料金では、工業用に使用する大口需要家向けの場合 1,000 英ガロン当り 2 マレーシア・ドル (すなわち 1 m³ 当り US\$ 0.2) となっている。

前述のごとく将来 Sika ダムより供給されることになった場合でも、Public Works Department としては、現行の供給方法及び価格体系を適用する意向である。

工業用水としては、現在 Public Works Department が供給しているような高純度のものは必要なく、むしろ低純度の用水であっても低価格で供給される方がより合理的である。この点について、PETRONAS としては、一次処理後の用水を低価格で受入れ、工場内で必要に応じ処理することの可能性を Public Works Department と十分に協議検討することを勧告する。この方法が現行のマレーシア行政規制上どうしても認められないようであれば、代替的に空気冷却または海水冷却を採用することによって、淡水消費量を減らすことによる経済的メリットを充分検討の上、本工場での冷却方式を決定すべきである。

LNG 工場では主要冷却水は海水に依存することになっており、冷却用水として 887 百万英ガロン (約 4 百万 m³) / 日の海水を Bintulu Deepwater Port より取水する計画である。この海域の海水温度変化は 28.5°C ~ 31.2°C の範囲にあり、LNG 工場の場合、設計基準温度として海水の温度を 30°C に設定している。

本計画に関する PETRONAS のフェージビリティ・スタディーはすべての工場用水 (冷却用水を含む) を Public Works Department より供給される淡水に依存するという前提で計画が生まれ、ASEAN 経済閣僚会議でもこの計画概念のもとに承認されているため、調査団としても本計画の財務評価は同様の前提に立って行い。なお、海水を冷却用に最大限利用し、よって淡水使用量を削減する例について調査団が行った考察を、参考として付録 N-5 に添付した。この結果によれば、この立地では海水のコストが高くつくため、海水冷却のメリットは期待できない。空気冷却について今後更に検討が加えられることを勧める。

3-2 電力供給

サラワクにおける電力供給は、Sarawak Electricity Supply Corporation (SESCO) の管轄下にある。現在 Bintulu 地区への電力供給は、Bintulu 町の中にある 4.0 メガワットの発電能力をもつ小型発電所より供給されている。この発電所はディーゼル発電によるもので、ディーゼル油は Bintulu 港にあるタンクよりパイプラインで供給されている。

本計画で必要とする電力は、約7メガワットである。SESCOはKidurong地区への電力供給のため新発電所建設計画を進めている。Kidurong地区のBintulu Deepwater Portに面した立地に、1979年末完成予定で4.0メガワットのディーゼル発電/天然ガス、ガスタービン発電両用設備を2基建設中で、さらに1980年中に同規模同様式の発電設備を1基増設する計画である。また、Bintulu発電所とKidurong発電所を結ぶ33KV送電線工事も1979年中に完成予定で、この工事が完成すると、back-up gridが完成することになる。さらに増大する電力需要に対し、SESCOは1.0メガワットの天然ガス・ガスタービン発電設備4基をBintulu地区に1982年完成予定で建設する計画である。これが完成するとBintulu地区の1983年の発電能力は、56メガワットに達し、SESCOとしては、Bintulu及びKidurong両地区での電力需要(46メガワット)を満たすことができると見ている。発電用天然ガス供給計画について現在調査中である。

SESCOは、長期電力供給計画としてMiri地区に300メガワットの天然ガス・ガスタービン発電所、またサラワクのBelagaに1,700メガワットの水力発電所をそれぞれ建設する構想をもっている。今はまだ予備調査の段階にあり、Bintulu地区で計画されているアルミニウム精錬計画との関連をふまえ今後の詳細調査によりその建設時期及び規模を最終的に決定する考えである。

LNG工場の場合は特例として自家発電を持つことで承認されているが、マレーシア国では行政規制上各企業は原則として自家発電を持つことは認められていない。従って、本計画の場合もSESCOより供給される電力に依存することを義務づけられている。Kidurong地区に現在建設中の発電所(4メガワット×2基)が完成し、さらに1980年中に建設される4メガワット1基が完成すれば、この発電所からの供給が確約される限り、本計画で必要な電力は確保できるとみてよい。前述の通り2基は現在建設途上にあり、また1基の増設計画も既に確定しているので、その完成予定時期からみて、本計画には充分間に合いとみて間違いないであろう。

アンモニア・尿素工場の運転は供給される電力の条件変化にきわめて影響されるので、供給電力の質的安定性については十分な注意が肝要である。アンモニア・尿素工場は連続操業を原則としており、かつ、資本集約型工業であるから高操業度を維持することが経済性を保つための大きな要素となる。停電や電圧変動がしばしば発生すると、その間稼働率は当然低下するし、一旦全プラントの運転が停止するとスタート・アップには少なくとも数日を要し、従って多大の生産ロスにつながることになる。加えて、装置内の急激な温度変化は機器や部材の寿命にも悪影響を及ぼすことを留意する必要がある。

一般にアンモニア・尿素工場に供給される電力は下記の供給条件を満足せしめるものでなければならない。

- (1) 電 圧 変 動： 規定電圧の±5%以内
- (2) サイクル変動： 0.5 Hz 以下
- (3) 停 電 頻 度： 年2～3回以下

当初買電ベースでスタートしたアンモニア・尿素工場で、供給電力の不安定性による稼働率の低下を改善するため、後に自家発電に切替えた例が多々あることを充分留意する必要がある。

本計画の場合にKidurong発電所からの電力供給が確約されるならば、送電線の距離も短い比較的安全した電力の供給が得られると予想されるがより安定した供給を確保するためには、この発電所と肥料工場の変電所の間を専用送電線で結び、他の需要家側の要因による影響を受けることなく直接供給を受けうるシステムを確立することが望まれる。供給側の事情によりこのシステムを適用することが難しい場合でも、肥料工場以外の供給先として、需要変動が激しい工場を含めることは避けるような配慮をSESCOに要求することを勧告する。

一方、工場側では、非常用発電設備を持つとともに、停電時の保安運転に対する万全の措置がとれるような設備の設計を行う必要がある。このような措置が充分にとられることが、買電をベースとして本計画を進めるための前提となることを強調する。

このような措置が講ぜられた後も、依然として電力供給が不安定な場合は、自家発電を持つことを検討する必要がある。

3-3 港 湾

本計画のアンモニア・尿素工場からは、年間約11,000～38,000トンの液体アンモニアと約450,000トンの尿素が製品として出てくることになる。製品尿素はその大半をマレーシア国内の他の地域（特に西マレーシア）と他のASEAN諸国向けに出荷される。また液体アンモニアは今のところマレーシア国内での需要に合わせ外販するというPETRONASの意向であるが、その出荷先は西マレーシア地域となる。（第Ⅱ編参照）

Bintulu 地区では、Bintulu 工業団地の開発に伴い、マレーシア政府のMinistry of Transportation が Bintulu Deepwater Port 建設計画を推進している。この計画はLNGや本肥料工場のほか、この団地に誘致される予定の還元鉄製鉄所やアルミニウム製錬所の原料及び製品搬出入のためのものである。

この Bintulu Deepwater Port は Bintulu の北東にある Kidurong 岬にかこまれた入江を利用して建設されるもので、基本設計は Stanley Consultants (米国, Iowa 州 Muscatine) の手により既に完成している。(その概略配置図は図 N-5 参照。) この港は外港と内港よりなり、外港は LNG の出荷専用とし、内港をその他の貨物用に設計されている。内港には、長さ 280 m, 幅 30 m の Bulk Cargo Pier と長さ 514 m, 幅 30 m の General Cargo Wharf が設けられる。いずれも水深 15 m がとられている。Bintulu Deepwater Port の完成予定は 1982 年末である。

建設工事は次の 5 つの契約に分割され実施されることになっており、そのうち第 1 期工事は一部着工されている。

契約-1: 用地造成と開発(本工事には長さ 100 m, 幅 15 m, 水深 4.5 m の Construction Jetty の建設計画を含む。)……………1981 年 7 月完成予定

契約-2: 採石場建設……………1982 年 12 月完成予定

契約-3: 浚渫(水深 16.5 m の水路, 及び LNG Harbour, 水深 15 m の General Cargo Harbour 及び水深 4.5 m の Construction Jetty 用の浚渫を行う。)……………1982 年 7 月完成予定

契約-4: 防波堤及び埠頭建設(外洋防波堤, LNG Jetty 内湾防波堤, Bulk Cargo Pier 長さ 280 m, 幅 30 m, 水深 15 m, Ro-Ro Ramp, General Cargo Wharf)……………1982 年 8 月完成予定

契約-5: 港湾事務所及び用役設備建設……………1982 年 12 月完成予定

本計画の関連では、この港は次の 2 つの局面において利用されることになる。すなわち 1 つは、本肥料工場の建設段階で資機材の陸揚げ港としての利用であり、他の 1 つは、本肥料工場が生産に入った後、製品(尿素及びアンモニア)の出荷港としての利用である。それぞれの局面での利用可能性に関する考察と、利用するための予め考慮すべき処置についての諸勧告を以下に述べる。

A 工場建設段階での仮設棧橋の利用可能性

この港には、港湾建設用資材の陸揚げ用として、長さ 100 m, 幅 15 m, 水深 4.5 m の仮設棧橋が 1981 年 7 月完成予定で建設されることになっている。本編第 4 章に記述のとおり、本工場の設計着工を 1981 年 1 月とすれば本工場用の資機材輸入が開始されるのは 1981 年後半になり、時期的には本工場用資材荷揚げ用に上記仮設棧橋を利用することが可能である。

問題となるのは、港湾建設と本工場建設の時期が一時期重複することによる棧橋利用の混雑度合であるが、両プロジェクトの荷揚げスケジュールから想定すると、多少の船待ちはあるとしても十分調整可能と判断できる。なお、LNG工場は本仮設棧橋を使用しないことが確認されている。従って、本肥料工場用資機材の陸揚げには、港湾建設用資材の陸揚げ用棧橋を利用できるものとして、特に本工場用として仮設棧橋の建設は考えないが、この点PETRONASとしてBDAならびにMinistry of Transportationと協議の上、その利用について予め充分調整することを勧告する。

B 製品出荷のための埠頭の利用可能性

本肥料工場からのバルク尿素及び液体アンモニア出荷にはBulk Cargo Pierを利用することになる。バルク尿素出荷には工場から埠頭までの尿素輸送用のコンベアと、さらに埠頭にはバルク尿素ローダーが設置される(図Ⅳ-6参照)。一方、液体アンモニアの出荷には、工場から埠頭までの液体アンモニア輸送パイプとローダーが設置される(図Ⅳ-7参照)。本調査団として本肥料工場から出荷されるバルク尿素及び液体アンモニアの量に照らし埠頭占拠率の検討を試みた(付録Ⅳ-2参照)。この検討は、かなり大胆な前提のもとに行われたもので、解析数値の精度はさほど高くないが、一応の傾向を知る基礎にはなり得る。その結果によれば、本肥料工場からの出荷による埠頭占拠率は、かなり高くなることが予想される。本肥料工場が運転を開始した後当分の間は実際上本肥料工場が独占的に使用出来ると考えられるので問題ないがこの地区に予定されている製鉄やアルミ製錬プロジェクトが実現すると埠頭を共用することになり、その場合、出荷に支障をきたすおそれが生じる。本肥料工場がこの埠頭を優先的に使用でき、かつ、後続プロジェクトとの共用が必要になる場合は、埠頭使用について充分調整がとられるようPETRONASとして、BDA及びMinistry of Transportationと予め折衝することを勧告する。

上記のような措置がとられ、この港が支障なく使用できることを前提として、本港湾への依存を可とするものである。

3-4 従業員社宅厚生施設

本計画の工場運転管理のために Bintulu 地区に約 600 名の従業員を維持することが必要である。また、マレーシアにおける慣習は企業が従業員に社宅を提供しないことが一般的ではあるが、社会基盤の整備されていない Bintulu 地区で従業員がそれぞれ住宅を手当することは不可能であり、また、本工場の従業員はおそらく他地域から移住して来ることにな

るので、従業員の定着を計るためには社宅厚生施設の完備は不可欠である。

BDAはBintulu地区に大規模な住宅地開発計画を推進している。すなわち、Bintulu町とKidurong地区の間に870エーカーの用地を確保し想定人口28,700名の住宅地区の建設計画を有し、現在BDA自身の職員社宅及びMLNGのLNG工場のための従業員社宅の建設計画を進めている。BDAはLNG工場従業員社宅用として床面積1,300ft²～2,652ft²のものを530戸計画している。この住宅は賃貸もしくは買却いずれかの方法がとられることになるが、その方式ならびに条件は固まっておらず、今後BDAとMLNGとの交渉により決まる予定である。

BDAの住宅地開発計画では社宅以外にレクリエーション設備、学校、病院、用役供給、道路、放送設備、ホテル、商店街、職業訓練学校、通信設備などの整備をすることになっており、現在BDAはその計画の詳細を固めている段階にある。この住宅地開発計画は着々と進んでおり、本工場の社宅厚生施設も、それに依存するのが合理的である。マレーシア政府もその方針で、既にASEAN経済閣僚会議でも、社宅厚生施設は本計画に含めないことと承認されている。従って、本調査でも社宅厚生施設は本計画外として検討を進めるが、PETRONASとして計画の早期段階から、BDAと協議し、社宅厚生施設の確保について支障がないよう予め十分な処置がなされることを前提とする。

第4章 本計画で建設される肥料工場設備概要検討の主要諸前提

4-1 製造品目及び生産能力

本肥料工場で生産、出荷される最終製品は主として粒状の尿素であるが、そのほかに少量のアンモニアがある。1978年12月に開催された第7回ASEAN経済閣僚会議において、本計画の生産能力は、

アンモニア	1,000トン/日
尿素	1,500トン/日

にすることが決定されている。本工場で生産された尿素は、主としてマレーシア国内市場ならびにASEAN各国の市場向けに販売される予定であるが、本計画の開発に関するASEAN諸国間の基本協定により、その取引価格は国際価格を基準にすることに決められている。従って、本肥料工場の製品がコスト的に国際競争力をもつための前提条件として、本肥料工場の規模は少くとも国際的規模であることが必要である。

ここに設定された規模は、アンモニア、尿素両プラントとも、最近世界各地で建設されている工場の規模にあり、従って、規模の上では、国際的な経済規模のものである。このような観点からこの決定は妥当なものとみなすことが出来る。従って、本調査では、ASEAN 経済閣僚会議で決定された規模を前提にする。

生産能力どおりの生産が行われたとして、アンモニア日産1,000トンのうち、日産870トンは、尿素製造用の中間原料として消費されることになるので、本アンモニア・プラントは、日産130トンの余剰生産能力をもつ。また、アンモニアの製造過程で副生される炭酸ガスのうち日産1,140トンは尿素の副原料として使用され、残余分は空中へ廃棄される。従って、本計画の最終製品日生産能力は、

尿	素	1,500トン/日
アンモニア		130トン/日

と規定される。この種の工場では年間約35日の定期補修期間を必要とするので、年間稼働日数は330日を基準にする。従って、最終製品の年間生産能力は、

尿	素	495,000トン/年(1,500トン/日×330日)
アンモニア		42,900トン/年(130トン/日×330日)

と規定される。

本工場で製造される粒状尿素は、その半量以上が他国に輸出されるものであり、国際的に通用する品質のものでなければならない。その品質の中で取引上特に問題になるのは、窒素含有率のほかビューレット含有率である。窒素含有率については、いずれの国でも一般に、46%以上として規定される。ビューレットについては、一般には1.0%以下として規定される。しかし、量的に比較的少ないが、国により、また、対象作物により、0.5%以下を規定する場合がある。(一般にビューレット含有比が0.5%以下の尿素は“低ビューレット尿素”と呼ばれている。)どのプロセスを採用する場合でも、もし低ビューレット尿素を製造するには製造された尿素水溶液から最終製品の粒状尿素にする過程で、一旦尿素の晶出を行い遠心分離機により結晶尿素を分離し、乾燥後熔融し造粒塔より液滴として降下冷却固化せしめて、粒状尿素にするプロセス・アレンジを採用することが必要になるが、もし特に低ビューレット尿素の必要がなければ、尿素水溶液中の水分を蒸発脱水し、それによって得られた尿素濃縮液を降下冷却固化せしめて粒状尿素にするプロセス・アレンジを適用できる。後者の場合、前者よりも建設費が若干少なくて済み、製造コストも安くなる。

低ビューレット尿素の必要量を確実に把握するためには、詳細な末端市場調査が必要である。今回の調査では時間的な制約もあり、その数量を規定しうるに至らなかったが低ビュー

レット尿素であれば市場面の制約がまったくないため、本調査では暫定的に低ビューレット尿素を製造するものと仮定する。

もし、低ビューレット尿素を製造する必要がまったくないということであれば、コスト的にはより有利になるので、この点を考慮しつつ、市場面について今後詳細の調査を行った上、プラント発注までにいずれにするか決定することを勧告する。

余剰アンモニアは、マレーシアの既存肥料工場等に原料用として販売される。第Ⅱ編に記述の通り、液体アンモニアを購入している工場と、アンモニア水溶液を購入している工場とがあるが、後者の場合、液体アンモニアに切替えることは何ら問題がない。アンモニア水溶液は液体アンモニアに比較し、輸送費が割高である上にそれを使う肥料工場側の製造コスト自体も高つくため第Ⅱ編で詳述した通り、本肥料工場から液体アンモニアとして供給する計画である。

液体アンモニアを輸送する輸送船には中温中圧タイプのものと低温常圧タイプのものがある。工場から出荷される液体アンモニアの主たる仕向先は西マレーシアであり、従って、近距離輸送になるため小型船を使用することになり、その場合、中温中圧タイプ(3~4°C, 7 kg/cm² G)の輸送船が一般的である。従って本計画では中温中圧状で出荷されるものとする。

表Ⅳ-1に本工場で製造さるべき液体アンモニア及び尿素の品質を参考までに例示する。

4-2 原料及び用役の供給条件

前章に記述した通り、本肥料工場では原料及び燃料用の天然ガスならびに用役のうちの用水及び電力は外部より供給されることになる。本肥料工場設備の検討にあたり、その前提として想定したこれら原料・用役供給条件は下記の通りである。

(1) 天然ガス

本工場が必要とする天然ガスについては、PETRONAS がその供給を保証している。PETRONAS は自己の責任において、本工場境界線までのガス供給パイプラインを設置し、工場境界線でガスを工場側に供給することになっているので、工場側としてはその境界線内の必要施設のみを本計画に含める。

供給地点での供給ガス組成及びガス供給条件については表Ⅳ-2に示す通り想定する。

(2) 用水

本編第3章3-1に詳論した諸条件を前提として、本肥料工場の冷却方式は暫定的に

循環淡水によるものとし、かつ本工場に必要な用水はすべてサラワク州の Public Works Department が供給する飲料用水によって賄うものとする。Public Works Department は自己の責任において工場境界線までの供給パイプラインを設置し、工場境界線まで供給することになっているので、工場側としては工場境界線で用水を受入れるものとし工場境界線内の必要施設のみを本計画に含める。

将来 Public Works Department から供給される用水の水質は、Bintulu water station より現在飲料水として供給されているもの（表Ⅳ-3 にサンプルを2例示したが、この(B)欄の水質）と同程度の水質であると想定する。

(3) 電 力

本編第3章3-2に詳述した諸条件を前提として本工場に必要な電力はすべて S E S C O より供給される電力に頼るものとする。

本工場内に設置される1次変圧器までの送電線を S E S C O は自己の責任において設置し、そこまで供給することになっている。従って、工場側としては、工場の1次変圧器において受電するものとし、1次変圧器ならびにそれ以降の工場内配電施設のみを本計画に含める。本工場に供給される電力の供給条件は、S E S C O の基準に従い、電圧 33 KV ， 周波数 50 Hz ， 3 相交流によるものと想定する。

4-3 関連インフラについての条件

前章で検討したとおり、関連インフラについては下記の通り想定する。

(1) 港 湾

本工場建設用資機材の荷揚げならびに製品出荷用には、新設の Bintulu Deepwater Port を利用するものとする。

(2) 社宅厚生施設

本工場の社宅厚生施設については、B D A が Bintulu 地区住宅開発計画の中で建設する住宅厚生施設を利用することとする。

4-4 土質，気象，海象条件

本肥料工場は本編第2章に記述した用地に設置される予定である。本調査において概念設計の参考にしたこの地区の土質条件及び気象，海象条件を列挙する。なお，土質条件については調査団の推測値を示す。現在，工場用地のボーリング・テストが実施されており，その結果が出た時点で土質条件について確認改訂する必要がある。

(1) 土質条件

- 土質: 上部より silty clay (3~4 m), Neogene sedimentary rock, silt stone, shale と続く。
- 地耐力: 切土部 30トン/m²
(推定) 盛土部 10トン/m²
- 地震計数: 0.05 (過去の地震の記録なく仮定値とする)

(2) 気象・海象条件

-気温

乾球温度	最	高	34.2°C (8月)
	最	低	20.5°C (1月)
	平	均	26.3°C

-湿度

相対湿度	最	高	100% (毎月)
	最	低	34% (5月)
	平	均	87%

-降雨

年間			4,100 mm
月間	最	高	570 mm (12月)
	最	低	165 mm (5月)
24時間	最	高	160 mm (3月)

-風速, 風向

月間平均最高	15 m/sec. (1%)
最高	30 m/sec.
卓越風向	西南~西北

-気圧

最高	1,014 millibars
最低	1,003 millibars

-海水温度

最高	31.2°C
最低	28.5°C
基準	30.0°C

第5章 本肥料工場の設備及び工事の概念設計

5-1 概 論

(1) アンモニア及び尿素プロセス

本肥料工場のプロセス・プラントはマレーシア政府の計画どおり、1,000トン/日アンモニアプラント及び1,500トン/日尿素プラントである。(アンモニア及び尿素の製造プロセスは、今や商業的に確立された技術であり、幾つかのプロセスが世界的に周知である。)しかも、本計画で予定されている規模のプラントは、上記の諸プロセスにより、近年、世界各地に建設されており、その稼働性は、いずれのプロセスの場合も実証されている。従って、建設されたプラントのトラブルは、プロセス自体の問題よりもむしろその工場の設計建設を行ったエンジニアリング・コントラクターの経験如何と、その中に組み込まれた機械類の性能如何に起因する場合が多い。

本工場の建設に関しては、後述の通り、入札により、エンジニアリング・コントラクターを決定し、設計・エンジニアリング・機器調達・建設をターンキー方式により請負しめる計画である。入札仕様書作成の段階では詳細概念を決定する必要があるが、これらのプラントでは、その設計はプロセス・オーナーの基本ノウハウに加え、その詳細設計を行うエンジニアリング・コントラクターのノウハウに依存するところが大きい。従って、選定されたプロセスやエンジニアリング・コントラクターによって、プラントの細部は自ずから異ってくる。しかしながら、いずれのプロセスの場合も経済面では大幅な差はない。(1つの例として、アンモニア及び尿素の製造プロセスを付録Ⅳ-3に概説する。)

表Ⅳ-4にアンモニアプロセス及び尿素プロセスの原料及び用役消費量を示したがこの数値は、本調査で諸設備の概念設計のために利用したものであって、本計画の実施段階で行われるプロセスの選定のため特定のプロセスを示唆するものではないことを付記する。

(2) スチーム・システム

本肥料工場内ではスチームは下記のごとき用途に使われる。

- (i) アンモニア・プラント内の水素源となるプロセス・スチーム
- (ii) 各プラントでの熱交換器の加熱用スチーム
- (iii) 各プラントの回転機械(たとえばアンモニア合成ガス圧縮用セントリフューガル・コンプレッサー)駆動用のタービン用スチーム

本計画のアンモニア1,000トン/日の規模のプラントでは、廃熱を利用して上記の用途に必要なスチームを発生させ、アンモニア・プラントの電力消費量を少なくする方法がとられる。

さらに、尿素プラント、用役プラントの動力用にもスチームを利用し電力消費量を最小とするのが経済的なプラント設計であるとされているが、アンモニア・プラントからのスチームだけでは量的に不足する。

以上の点を考慮に入れて、アンモニア、尿素、用役各プラント全体を一つのプラントとみなして、全体のスチーム・バランスを考える場合、いくつかのシステムが考えられ、かつそのシステム毎に電力消費量も各々変わってくる。

このスタディのためには、次のような設計基準に従って、スチーム・システムを設計した。

- (イ) プラントの経済性を見地から、電力消費量を最小にするため、回転機械は極力、スチーム・タービン駆動とする。
- (ロ) プラントの運転の容易性を見地から、アンモニア・プラントについては、上記(イ)(ロ)の用途のすべてのスチームを自給する。(アンモニア・プラント内、セルフバランス)
- (ハ) 尿素プラント・用役設備用スチームは別に独立のボイラーを設置して供給する。
- (ニ) スチームタービン駆動の主たる回転機械は次のものである。

アンモニア・プラント：	アンモニア合成ガス圧縮機
	空気圧縮機
	冷凍機
	脱炭酸薬液ポンプ
	ボイラー水用ポンプ
	リフォーマー・ドラフト・ファン
尿素プラント：	炭酸ガス圧縮機
	アンモニア・ポンプ
	カーバメイト・ポンプ
用役設備：	冷却水循環ポンプ
	冷却水補給ポンプ
	ボイラー水用ポンプ
	純水ポンプ

本計画の実施段階においては、上記のスチーム・システムに必ずしもこだわる必要はないが、電力消費量を最小にすること、及び運転の容易性を考えいたずらに複雑なスチーム・バ

ランスにしないことの2点は、設計基準として十分考慮されるよう勧告する。

(3) 原料及び用役必要量

上記(1)(2)の基本的な考え方に立ち、電力は買電、用水は飲料水レベルの高品質の淡水が供給されるものとして、原料及び用役のバランスを図Ⅳ-1に示した。これによれば本肥料工場の境界線に外部から供給さるべき原料用役の量は次の通りである。

天 然 ガ ス：	1,822MMBTU/時(約464MMSCFD)
電 力：	6,920KWH/時
用 水：	985m ³ /時(約5.2百万英ガロン/日)

(4) 設備、工事の分類と範囲

本肥料工場に必要な諸設備を下記のような分類に従って、その能力等の概要を次項以降に記述し、能力一覧表を表Ⅳ-5に付した。

(イ) プロセス・プラント

(ロ) 用 役 設 備

(ハ) オフサイト設備

—貯蔵出荷設備

—その他工場補助設備

また、プラント用地の造成工事、レイアウトについて基本的な考え方を5-5項に記述する。

5-2 プロセス・プラント

(1) アンモニア・プロセス・プラント 1,000トン/日

(2) 尿素プロセス・プラント 1,500トン/日

(余剰アンモニア 130トン/日)

ガス供給者として、PETRONAS 側ではガス受渡地点にガス計量器を設置することになると想定されるが、工場側でも受入れ地点に計量器を設置し受入れガス量を測定することを計画する。供給ガスの圧力は本工場境界地点において830 psia (815 psig) と想定されている(表Ⅳ-2参照)。アンモニア・プラントの一次改質炉入口での必要圧力はどのプロセスも400 psig 程度を要求する。前処理工程中における減圧を考慮しても、供給ガスは十分な圧力をもって供給されるので、工場内での増圧用コンプレッサの設置は考えていない。従って、ガス受入設備としては上記のガス計量器ならびに工場内ガス配管一式よりなる。また、ガス前処理設備としては炭酸ガス除去装置ならびに脱硫装置を設置するが、前者は

薬液による湿式ガス吸収，後者は金属酸化物触媒による乾式吸着によるものとして，アンモニアプラントの一部を構成するものとする。

5-3 用 役 設 備

用役設備としては本工場に必要な用役供給のための諸設備一切を含むが，その主なものは下記の通りである。

- 受電設備及び配電設備
- 非常用発電設備
- 用水処理設備
- 冷却水設備
- ボイラー設備
- 空気分離設備
- 計装及び工場用空気設備

以下に計画されたこれら用役設備の設備概要を説明する。

(1) 受電設備及び配電設備

本肥料工場で消費される電力は，非常時の使用電力を除き S E S C O より一次変圧器まで供給される。(本編第4章4-2(3)参照)

工場側では受電能力 8.5 メガワット (10,625 KVA) の受電設備及び配電設備を設け，受電設備において電圧その他の条件を調整し，用役設備，製造設備，製品貯蔵及び出荷設備及びその他の工場補助設備で必要とする電力を供給する。

(2) 非常用発電設備

S E S C O より供給される電力が停止した場合，工場操作は全面的に操業停止になるが，工場内設備の緊急停止に伴う処理及び保安処理のための電力を供給するため，750 kW の発電能力をもつディーゼル発電機を設置する。

(3) 用水処理設備

本肥料工場で必要とする用水はすべて Public Works Department により供給される上水を工場境界線上にて受入れ使用する計画である。従って，工場内での一次処理設備 (殺菌，凝集沈殿，濾過装置) は不要となり，冷却用補給水，雑用水には直接この上水が使用できる。工程水，ボイラー用水に利用するためには軟水装置 (200 m³/時) ，純水装置 (350 m³/時) 設置が必要である。

工場内で発生する工程用スチームの凝縮水は軟水装置へ，タービン用スチームは凝縮

水戸過装置を經由して純水装置へ戻されボイラー用水として循環利用する。

(4) 冷却水設備

工場内で使用された淡水冷却水は、冷却塔に返送され、大気との向流接触により再冷却され、工程に循環される。一部の用水は飛散、蒸発ロスなどとして系外に排出されるので、その分を上水で補給する。工場には、上記の方式による冷却水冷却及び冷却水循環設備を設けるが、冷却水循環設備能力は $25,000\text{ m}^3/\text{時}$ となる。

(5) ボイラー設備

本章5-1(2)項で述べたように、アンモニア・プラントに必要なスチームはすべてアンモニア・プラント内で発生させることにしている。よって、ボイラー設備は、尿素プラント及び用役設備に必要なスチームを発生することになる。設計能力は 130 トン/時 、圧力 $105\text{ kg/cm}^2\text{G}$ 、温度 490°C とする。

(6) 空気分離設備

アンモニア・プラント及び尿素プラントで使用される不活性ガス用の窒素ガス発生用に $600\text{ Nm}^3/\text{時}$ 能力の空気分離装置を設置する。なおアンモニア・プラントのスタート時に必要な水素はアンモニアを分解して発生せしめる。

(7) 計装及び工場空気設備

工場内の計装及び工場用空気設備として $1,400\text{ Nm}^3/\text{時}$ 能力の設備を設置する。

5-4 オフサイト設備

5-4-1 製品の貯蔵・出荷設備

本肥料工場で製造される製品は、アンモニア及び尿素である。アンモニアの大部分は尿素製造用の中間原料として工場内で消費されるが、一部は液体アンモニアとして出荷される。

本工場で計画されるアンモニア及び尿素の貯蔵・出荷システムと設備の概要を以下に概説する。

(1) アンモニアの貯蔵設備

本工場には $10,000\text{ トン}$ 能力の低温常圧 (-33°C ; $400\text{ mm H}_2\text{O G}$) 式アンモニア貯蔵タンクを設置する。このタンクは、出荷用アンモニアの貯蔵用に使用するとともに、(i)尿素プラントの運転停止時のアンモニア・プラント運転続行、または(ii)アンモニア・プラントの合成系統の運転停止時の尿素プラント運転続行のためのアンモニア貯蔵用に使用する。なお、このタンクには、貯蔵時に気化するアンモニアを

再液化し、低温に保持するための冷凍装置を付設する。

(2) アンモニアの出荷設備

製品として出荷される液体アンモニアは、中温中圧（ $3 \sim 4^{\circ}\text{C}$ 、 $7\text{ kg/m}^2\text{G}$ ）でタンカー輸送される。従って、アンモニア貯蔵タンク内に低温常圧の状態で作貯蔵されたアンモニアは、工場内に設置された加熱器により $3 \sim 4^{\circ}\text{C}$ まで加熱され、Bintulu Deepwater PortのBulk Cargo Pier上に設置されたアンモニア積込設備までパイプ輸送され、船積みされる。アンモニア・パイプラインは後述のバルク尿素出荷用コンベヤ用架台にそって、Bintulu Deepwater PortのBulk Cargo Pierまで約 $1,820\text{ m}$ の2本のパイプを設置する。1本は液体アンモニア輸送用で（8B）もう1本は積み込み時に気化するアンモニアガスの戻り用のパイプである。なお、アンモニア・タンカーへの船積み用ローダーは、出荷回数・量ともに少ないので、特別のローダーは設置せず、フレキシブル・パイプで人力で払出しの都度装着することにする。

船積み能力は 100 トン/時 とする。上記のアンモニア出荷システムを概略のフローとして図N-7に示す。

(3) 尿素貯蔵設備

第II編に記述された如く、全量バルクで出荷され揚地で袋詰めされる計画である。従って、本工場には、 $75,000\text{ トン}$ （50日分）の貯蔵能力をもつバルク尿素用倉庫を設置する。倉庫は鉄筋コンクリート造り密閉式倉庫とし、倉庫内には脱湿設備及びバルク尿素出荷用リクレーマーを設置する。尿素プラントとバルク倉庫間にはベルト・コンベヤを設置し尿素プラントから出た製品尿素はベルト・コンベヤにより尿素バルク倉庫まで直送され、倉庫内に貯蔵される。

(4) 尿素出荷設備

粒状尿素は倉庫内のリクレーマー（ 600 トン/時 ）でBulk Cargo Pierまで約 $1,820\text{ m}$ の長さの出荷用コンベヤに積まれる。コンベヤは倉庫を出たあと道路（Tg. Kidurong Road）ぞいに走るが本道路の拡幅計画（更に 30 m 拡幅の予定である）の障害にならないような距離をとり、かつ、コンベヤ・ウェイの敷設のための特別な土地造成を最小にするルートを通る。

コンベヤは図N-6でわかる通り、道路の1地点を横断するが 8 m の高さを保持するように設計されている。コンベヤは雨水及び湿気を防ぐため回廊をつけ、かつ調湿装置を装備している。棧橋には伸縮式走行式船積みローダー（ 600 トン/時 ）が設

置される。

本計画実施に当っては、道路拡張計画、コンベヤ・ルート土地の土地権利の問題、道路横断の認可などについて十分調査検討をする必要がある。また、棧橋の強度はローダーの設置に十分耐え得る構造に設計されているか、再確認をすることが必要不可欠である。

5-4-2 その他の工場補助設備

上記5-2から5-4-1項に列挙した諸設備以外に、全工場の安定操業に必要な施設として下記の諸施設を設置する。

(1) 保 全 設 備

工場設備は、定期的補修を行うと同時に、操業時の点検及び小補修を行うために、機器、計装、及び電機の保全設備を必要とする。ただし、大型機械の補修は機器メーカーによることにし、工場内では中小の補修のみを行うことにする。

機器の保全用として溶接機、旋盤などの工作機械を始めとし、電気の保全用として電動機、巻線機等また、計装保全用には、較正機、検定機などの補修に要する設備一切を設置する。

(2) 公害防止処理設備

マレーシアの環境規制によれば、排液に関し、下記の排出規制が定められている。

温 度	40°C
pH	6.0-9.0
BOD at 20°C	20 mg / l
COD	50 mg / l
Suspended solid	50 mg / l

(Environmental Quality Act, 1974, Environmental Quality Regulation, 1978による。)

本工場からの廃棄物の処理設備としては、気体、液体及び固体別の各廃棄物に対し、下記の通り計画する。

- 1) 気 体 原料の天然ガスは微量の硫黄分しか含まないので硫黄酸化物の廃出については問題なく、公害防止設備は不要。
- 2) 液 体 考えられる公害源は、冷却水(重金属イオン及びオイル含有)の廃水、尿素プラントのフィルター洗浄水、原水フィルターよりの砂を含むスラリー等であるが、これら各々の処理設備を設置する。
- 3) 固 体 尿素造粒塔からのダスト(尿素的微粉)は、出口で50 mg / m³

程度迄におさえるよう処理設備を設置する。

(3) 事務所及び諸建造物

工場内に必要な管理事務所、分析室、食堂、車庫、守衛室など種々の建造物を設ける。これ等建造物の概要は表Ⅳ-5に列挙する。このほか、消火設備及び工場内通信設備を設置する。

5-5 工場用地造成、接続道路及び工場レイアウト

(1) 工場用地造成工事

与えられた工場用地は地形的に起伏が激しいので造成計画のやり方によっては、膨大な工事量になってしまう。また重量300トン以上のプラント用機器の搬入に際し、あまり用地の造成標高が高くと、トレーラーによる搬入が不可能となる。そこで、(イ)土工事量を最小にすること、(ロ)重量機器の搬入が許容できる用地の造成標高にすること(重量機器搬入については、道路勾配が5%以下でなければならない)の2つの条件を設定して造成計画をしたのが、図Ⅳ-8の計画図である。この計画によれば造成の概要は次の通りである。

用地面積：	40 ha
造成面積：	18 ha
造成標高：	30 m (一部33 m)
切土量：	1,063,000 m ³
盛土量：	994,000 m ³

本編第2章2-2項に工場用地の概要が、付録Ⅳ-4に造成計画の検討書が添付してあるので参照されたい。

(2) 接続道路

Tg. Kidurong Road (標高12m)から本工場用地内への接続道路は、用地の南西部に設置するよう計画した。(図Ⅳ-8参照)

これは主として前述の道路勾配の制限からこのような計画にしたものである。道路幅は、12m、全長約400mである。機器、資材の陸揚げは現在計画中の港湾設備用の仮設棧橋を共用するものとし、Kidurong roadを横断し、本接続道路を利用し、工場用地へ搬入する。

(3) 工場レイアウト

概略工場レイアウトを図Ⅳ-9に示した。

第6章 本計画の実施、運営

6-1 本計画実施のための体制

本計画の事業実施主体となる合併会社がASEAN各国政府の共同出資により近くマレーシアに設立される予定であるが、今のところは、本計画の推進役であるマレーシア政府の実施代行機関としてPETRONASが本計画に係る業務の遂行に当たっている。

PETRONASでは、本計画推進のための最高責任者に任命されたProcessing & Manufacturing Div.のスタッフを中心にプロジェクト・チームが結成され、本計画の推進を担当している。PETRONASは経験ある外国の会社をコンサルタントに雇用し、その援助を得て本計画に係る技術的諸問題について、詳細計画を固めると共に本計画を実施するための諸準備作業を進める計画である。

合併会社設立後は、事業実施主体として行うべき業務の責任主体は当然合併会社に移行されることとなるが、本計画を支障なく推進するためには、プロジェクト・チームを更に強化し、本計画が実行段階に入った場合にプロジェクト・マネージメントを遂行するための基礎を作る必要性が感じられる。将来合併会社のスタッフとして建設段階におけるプロジェクト・マネージメントや工場完成後の運転保安全管理に従事するエンジニアをプロジェクト・チームのメンバーに加え、同一スタッフが合併会社設立後も引続き業務遂行に当るような体制を確立することが重要である。本計画のごとき大型肥料工場の建設はマレーシアにとって初めての経験である。工場完成までの段階で事業実施主体として行うべき主要業務の概要を本編第6-2-2項に列挙したので、可能な限り類似プロジェクトにおいてそれらの業務に従事した経験のあるエンジニアを雇用するとともに、また外国において現在進行中の類似プロジェクトにエンジニアを派遣しスタッフの養成を計ることを勧めるものである。

6-2 本肥料工場の建設計画

6-2-1 諸設備の調達・建設方式

本計画で建設される肥料工場に組込まれる機械装置や計器類は多岐にわたりかつ、高度なものとなる。そのほとんどすべてがマレーシアでは国産されておらず、従って輸入品に頼ることになる。また工場が完成するに至るには、中心部をなすアンモニア及び尿素製造設備のプロセス設計、諸施設の設計、エンジニアリング、機器資材の調達・輸送・サイトへの搬入、土木建築、建設・据付工事、検査検収など多様な業務が複合される。このよ

うなプロジェクトの特性及び複雑性からPETRONASはターンキー・ランブサム方式により経験ある外国のコントラクターに請負わせる計画である。コントラクターの選定にあたっては、経験のある複数コントラクターによる競走入札によることになろうが、この契約方式では、請負ったコントラクターは固定価格のもとに設計、エンジニアリングから機器資材の供給、建設、据付工事を行い工場の建設を完成せしめるとともに、運転要員の訓練やスタート・アップ及び試運転指導等の役務を提供し、保証性能を実証するためのテスト・ランを契約工期内に完了する責任を負う。

この方式による建設は、コントラクターへの発注時点で総工事予算が確定するとともに工期を含め一切の責任をコントラクターに負わしめ得るので、このような大型肥料工場を初めて建設する場合、この方式は最も安全で現実的な方式である。従って、本肥料工場の建設はこの方式により経験ある外国のコントラクターに依存されるものとして以下の検討を進める。

しかしながら、一方ではこの方式による発注の場合、以下に述べるような問題が発生する可能性も含んでいる。

- (イ) この方式では、機器資材の調達を含め一切の業務をコントラクターが固定価格で請負うことになるため、発注後の価格上昇や工事内容の変更によるリスクを回避するためにコントラクターは一般に見積金額中に相応のコンティンジェンシーやリスク・フィーを含めるため、コスト・プラス方式に比較し相対的に割高になる場合がある。
- (ロ) 機器や下請業者の選定はコントラクター主導のもとに進められるので発注後は各機器の内容や設備仕様について原則としてコントラクターに対し詳細の指示ができないため発注段階で綿密なチェックを行うとともに、発注後も重要な要素についてはオーナー側として指示が出せるようなコントラクター側との調整手続を契約時点でコントラクターに承諾せしめておかないと、運転段階に入ってから細部に種々の問題が発生する場合がある。

従って、このような問題点に予め留意し、次に述べる入札仕様書の作成やコントラクターの選定、契約交渉、発注後の管理を通じてこれらの問題を回避するような対応措置が重要である。

6-2-2 工場完成までの段階で事業実施主体側で行うべき主要業務

前述のとおり本肥料工場の調達・建設を外国のコントラクターにターンキー・ランブサム方式によって請負わせるという前提に立ち、工場完成までの段階で事業実施主体側で行うべき必要業務の概要とその推進方法を以下に述べる。

(1) 発注前の必要業務

コントラクターへの発注のために、オーナーとしてあらかじめ準備すべき業務は、おおむね下記の通りである。

- サイトの詳細調査及びプラント・サイトの最終決定
- 設計基準 (design criteria) の詳細検討
- ゼネラル・コントラクトの詳細契約条件に関する標準約款の作成
- 上記に基づく、ゼネラル・コントラクターの入札仕様書作成
- ゼネラル・コントラクターの候補の予備審査及び候補会社のリスト作成

(イ) サイトの詳細調査及びプラント・サイトの最終決定

土地取得を早急に完了することは、その後の業務を円滑に推進するため急務を要する。そうして、確立されたサイトの周辺の立地条件について詳細な調査を実施する必要がある。現在進行中のボーリング及び土質調査が完了次第、その結果をふまえサイトを最終的に確定し、設計基礎を固める必要がある。

(ロ) 設計基準の詳細検討

フィージビリティ・スタディーの段階で、概念規定された諸設備施設の概要ならびに上記調査の結果確立されたサイトの詳細条件に基づき、詳細概念設計を行い、詳細の設計基準を確立する必要がある。勿論、採用されるプロセスについては、コントラクター入札の結果、決定されるものであるから、プロセス・プラントについては、その内部仕様を決定することは、不可能であるが、応札者が、各々提示するプロセスに基づく実行予算作成の基礎として行い概略仕様作成のもとになるための設計基準を、可能な限り確定することになる。また、選定されたコントラクターが設計エンジニアリングを行うためのエンジニアリング・スタンダードの決定も、合わせ行うことになる。

(ハ) コントラクトの詳細契約条件に関する標準約款の作成

融資側の必要諸条件を充分満足せしめる中で、実行可能かつ、最も合理的な詳細契約条件をかため、標準約款として、入札仕様書と共に、応札者側にあらかじめ提示する必要がある。

(ニ) 入札仕様書の作成

コントラクターは、予備審査の結果、あらかじめ選定された数社の競争入札の結果、選定されることになる。コントラクターは、次のような機能、役務を遂行することになる。

-プロジェクト全体の詳細実施計画(詳細スケジュールの策定, 詳細実行予算の作成, 管理報告を含む), 及びマネージメント

-プロジェクト用資機材の入札(調達管理・検収を含む), 及び輸送, 通関, 搬入

-建設及び据付工事

-運転保全要員の訓練

-スタート・アップ及び試運転管理指導

コントラクターに要求する上記のごとき役務の範囲, 責任範囲, 保証事項(たとえばプラントの性能, 機器の性能, 工事のワークマンシップ, 材料基準, プラント引渡しまでの工期等), 設計基礎条件, 設計基準, 対価及び総コストの見積り様式等, 各応札者に提出せしめる入札書の仕様を, 上記(㉑)~(㉒)の業務を基礎にして, 可能な限り詳細に作成する。

(㉑) コントラクター候補の予備審査, 及び候補会社のリスト作成

業者の予備審査を行い, コントラクターの入札に招請する候補となる会社数社を選定する。

(㉒) 入札審査基準の検討

入札の評価に公平を期するため, あらかじめ入札の審査基準を検討, 決定する。

(2) コントラクターの選定

上記のごときコントラクターの入札準備が完了次第, あらかじめ選定された候補会社に対し, 入札の招請を行う。これら各社より提出されたテクニカル・プロポーザル及びコマmercial・プロポーザルの内容を, あらかじめ定めた審査基準に則り評価すると共に, 必要に応じ, 技術的解明を通じ, 発注先を決める。そうして契約交渉を経て, 契約締結のはこびとなる。

(3) コントラクター決定後の業務

コントラクターが決定すると, 前に述べた通り, 本工場の建設に関し, ほとんどすべての部分をコントラクターに一括して請負わせることになるが, コントラクター側で行った基本設計や詳細設計の重要な部分や, コントラクターが選定した主要機器については, オーナー側がレビューし, オーナー側の意向が反映されるようなコーディネーション手続きをコントラクター側との間に確立するとともに, オーナー側としてかかる業務を適格に行いうるような体制を組む必要がある。

また, 建設完了後, 速やかに円滑なる運転に入れるよう, オーナー側としては, 建

設期間中に組織化と、要員の雇用訓練を行うことになる。その他、コントラクターの責任範囲外の工事についての発注及び工事管理や、原料、副原料、用役の手配等を含め、他の関係機関とのコーディネーションや全プロジェクト予算の管理、工程管理等オーナー側としての総合管理業務を遂行する。

6-2-3 本計画の実施スケジュール

本工場と類似のプラントの建設実績や選定された工場予定地の現地状況を勘案し、建設スケジュールを検討した。その結果としてコントラクターとの契約発効から、工場の据付完了まで33ヶ月、その後スタート・アップからアクセプタンスまで5ヶ月、総工期38ヶ月を要すると予想される。(その詳細は図N-2に示す)従って、1981年1月初めに契約が発効するものとして、1984年3月より営業運転に入ると想定した。

6-3 工場運営組織及び管理体制

6-3-1 工場運営組織及び配員計画

本計画の規模及び工場立地の特殊性を考慮し、工場運営組織を検討した結果を表N-6に示す。すなわち、合併会社の本社はクアラルンプールに置き経営管理機能を果たために34名の要員雇用を予定する。また、工場では工場運営、運転、保全、出荷などの要員として611名の雇用を予定する。なお、本計画の製品販売については販売組織は別会社となるのでBintulu Deepwater Portにおける本船積み渡し(FOB)契約となるため製品販売直接担当者は含んでいない。

本肥料工場完成後の工場運営は合併会社の責任になるが、本計画のごとき大型アンモニア・尿素工場の運転保全の経験をもつエンジニアや技能工の雇用はマレーシアではあまり期待できないので、工場建設段階から要員訓練に万全を期するとともに、運転の初期段階でもon-the-job trainingを重ねることが肝要である。ここに計画された配員数は若干多目ではあるが上記のような事情を勘案し要員の移動に対する補充要員の養成を考慮して計画されたものである。

合併会社の組織としては、取締役会のもと、財務部、法務部、人事部、購買部、営業部及びアンモニア・尿素工場の6部門が業務分担する方式とし、アンモニア・尿素工場については工場長を最高責任者とし、その下に直接部門として製造部、工務部、製品貯蔵出荷部をおき、間接部門には、総務部、技術管理部を置くことを計画する。合併会社の予定要員数は、役員5名を含み合計650名となる。

6-3-2 外国からの技術援助サービス

本計画の推進に伴いコントラクター入札までの諸準備作業とともに下記のような業務について海外の経験あるコンサルタントより技術援助サービスをあおぐ必要がでると予想される。

(1) 建設段階で必要な技術援助サービス

既述のとおり、建設段階でも事業実施主体として行うべきプロジェクト・マネージメント業務が多々ある。これらの業務を円滑に遂行するためには合弁会社もしくは、PETRONAS のスタッフで不足する分野を補完するため経験ある外国のコンサルティング会社と技術援助サービス契約を締結し、経験ある技術援助サービスを受けることが有効である。サービスの内容は、主として下記の通りである。

- (イ) コントラクター側から提示された基本設計や詳細設計のチェック及びコントラクターへの設計指示に関する援助
- (ロ) 主要機器の検収立合、チェックに関する援助
- (ハ) 据付、配管工事中における現場検査に関する援助
- (ニ) 要員訓練計画の立案及び訓練計画の実施（コントラクターが行う訓練サービス以外の訓練）に関する援助
- (ホ) 予備品その他必要諸資材の調達と在庫管理システム確立に関する援助
- (ヘ) スタート・アップならびに運転保全体制確立に関する援助
- (ト) プロジェクトの進捗状況及び総工事予算把握体制確立に関する援助ならびに建設期間中における融資者及び株主への業務報告に関する援助

(2) 試運転以降、初期商業運転段階での技術援助サービス

試運転段階から工場の運転を並行させて工場運営システムの確立と要員の現地訓練を集約的に行うために、経験ある外国の会社からの組織的な技術援助サービスを受けることが効果的である。現場組織の各ポジションに、マレーシア・カウンターパートと外人技術者から成るチームを編成し、予め準備されたマニュアルに基づき on-the-job ベースの訓練を2～3年にわたり徹底して行うことにより、円滑な工場運営体制を確立することができる。サービスの主たる内容は、下記の通りである。

- (イ) 試運転補助
- (ロ) 運転・保全運営システムの確立援助
- (ハ) 職務分掌及び責任体制の確立援助ならびに日常業務手続の確立援助
- (ニ) 日常業務・執行を通じての on-the-job 訓練

- (ホ) 日常運転，保全点検の補助
- (ヘ) 非常時のシャット・ダウン，スタート・アップ，トラブル・シューティングの指導
- (ト) 管理システムの確立援助ならびに執行補助

6-3-3 要員の訓練

既述のとおり，建設段階から，要員の雇用及び訓練を集約的に行うことは，本計画成功への鍵となる。コントラクターが請負う訓練は，供与するプロセスに関連したもので人数，期間，内容において自ずから限定される。従って，前項に述べたような方法により総合的に訓練計画をたてて，実施する必要がある。上記の技術援助サービスのための費用と合わせ，訓練のための必要経費を充分予算化する必要がある。

なお，インドネシアのPUSRI社は最近，要員訓練センターを完成し，そこで，内部及び外部のアンモニア・尿素工場要員の訓練を実施している。主たる訓練内容は，下記のとおりである。

- (イ) 化学の基礎教育
- (ロ) 化学工学の基礎教育
- (ハ) 化学プラント（特にアンモニア・尿素プラント）の基礎知識教育
- (ニ) シミュレーターによるアンモニア・尿素プラント運転知識教育
- (ホ) 実際運転中のアンモニア・尿素プラントでの実習教育

本計画でも，PUSRI社の訓練センターの活用は有効であろう。

Table IV-1 SPECIFICATION OF PRODUCTS

Ammonia

Ammonia	99.5 wt. % (Min.)
Water	0.25 wt. % (Max.)
Oil	10 ppm (Max.)

Carbon Dioxide

Carbon Dioxide	98.5 mol. % (Min.)
Inerts	1.5 mol. % (Max.) (Dry Basis)

Urea

Nitrogen	46.0 wt. % (Min.)
Moisture	0.3 wt. % (Max.)
Biuret	0.5 wt. % (Max.)
Free Ammonia	Trace
Iron	Trace
Ash	Trace

**Table IV-2 NATURAL GAS SUPPLY CONDITIONS TO THE
ASEAN UREA PROJECT (MALAYSIA)**

	<u>Richest</u>	<u>Leanest</u>
– Composition (in mol percent):		
C ₁	89.07	87.11
C ₂	4.39	2.34
C ₃	2.79	1.24
iC ₄	0.60	0.27
nC ₄	0.64	0.26
iC ₅	0.23	0.11
nC ₅	0.13	0.07
C ₆	0.12	0.11
C ₇₊	0.02	0.03
<hr/>		
Sub-total	97.99	91.54
H ₂ S (ppm)	7	14
N ₂		max. 1.8
CO ₂		max. 8.0
– Heating Value (BTU/SCF):		
Gross Heating Value	1,114	987
Low Heating Value	1,002	888
– Temperature:		86°F
– Pressure:		830 psia

Table IV-3 SAMPLES OF WATER SPECIFICATION AT BINTULU WATER STATION

Sampling Date	(ppm)			
	26 July 1979		13 July 1979	
	(A)	(B)	(A)	(B)
Ammoniacal Nitrogen (as N):	absent	absent	-	-
Albuminoid Nitrogen (as N):	absent	absent	-	-
Nitrates (as N):	absent	absent	absent	absent
Free Carbon Dioxide (as CO ₂):	3.0	1.4	6.0	4.0
Total Alkalinity (as CaCO ₃):	12	30	16	24
PH (Hydrogen-ion Concentration):	6.4	7.3	6.3	7.3
Chlorides (as Cl):	4	9	3	7
Residual Chlorine (as Cl ₂) on receipt:	-	0.10	-	0.30
Residual Alum (as Al):	-	absent	-	absent
Soluble Iron (as Fe):	0.60	absent	0.50	absent
Total Iron (as Fe):	-	-	-	-
Fluoride (as F):	-	0.70	-	0.30
Oxygen absorbed from KMnO ₄ in 4 hrs:	4.60	0.50	-	-
Colour (Hazen Units):	120	5	125	5
Turbidity:	72.0	0	100	1.5

Notes: (A) Raw Water Inlet Tunnel
 (B) Outlet of Clear Water Well

Table IV-4 TYPICAL RAW MATERIAL AND UTILITIES CONSUMPTION

1. Ammonia Plant¹⁾

(per ton of Ammonia)

Natural Gas ²⁾	8.66 MMKcal (LHV)
Electric Power	12 KWH
Cooling Water ³⁾	360 Ton
Boiler Feed Water	5.3 Ton
Condensate Return (Export)	3.4 Ton

2. Urea Plant

(per ton of Urea)

Ammonia	0.58 Ton
Carbon Dioxide	0.76 Ton
Electric Power	35 KWH
Steam (at 100 kg/cm ²)	1.20 Ton
Cooling Water ³⁾	105 Ton
Condensate Return (Export)	0.90 Ton

- Notes:
- 1) includes natural gas pre-treatment
 - 2) 8.66 MMKcal = 34.37 MMBTU
 - 3) in circulation, $\Delta t = 10^{\circ}\text{C}$

Table IV-5 FACILITIES INCLUDED IN THE PROJECT SCOPE

<u>Facilities</u>		<u>Rated Capacity</u>
1.	Process Plants	
	1) Ammonia plant	1,000 t/d
	2) Urea plant	1,500 t/d
		(excess ammonia 130 t/d)
2.	Utilities Plants	
	1) Demineralizer	200 m ³ /h
	2) Polisher	350 m ³ /h
	3) Main sub-station	8,500 KW (10,625 KVA)
	4) Cooling towers	25,000 m ³ /h
	5) Steam generation	130 t/h (105 kg/cm ² G, 490°C)
	6) Instrument and plant air	1,400 Nm ³ /h
	7) Air separation (Nitrogen generation)	600 Nm ³ /h
	8) Emergency diesel	750 KW
	9) Effluent treatment	one set
	10) Utilities distribution	one set
3.	Offsites Facilities	
3-1	Products storage & loading	
	1) Ammonia storage	10,000 ton (-33°C, atm.)
	2) Ammonia loading facilities	100 t/h
	3) Urea bulk storage (Reclaimer 600 t/h)	75,000 ton
	4) Bulk urea handling & loading	600 t/h
	5) Conveyor way for bulk urea shipping	1,820 mL
	6) Pipeline for ammonia shipping	1,820 mL (8B x 1, 5B x 1)

Table IV-5 FACILITIES INCLUDED IN THE PROJECT SCOPE (Cont'd.)

<u>Facilities</u>	
3.2 Common facilities	
1)	Equipment & machines for maintenance and work shops
2)	Equipment for laboratories
3)	Drinking water & fire-fighting system
4)	Intercommunication system
5)	Lighting and lightening system
6)	Miscellaneous equipment & machines for common facilities
3.3 Offsite buildings & structures	
	<u>Total Floor Area</u>
1)	Maintenance shop 1,680 m ²
2)	Laboratory 360 m ²
3)	Local laboratories 30 m ² x 5
4)	Gate houses 50 m ² x 2
5)	Carport 150 m ²
6)	Administration office 1,250 m ²
7)	Cafeteria & locker room 1,400 m ²
8)	Warehouses 1,400 m ² x 2
9)	Work shop 2,000 m ²
10)	First aid house 200 m ²
11)	Maintenance & engineering office 1,000 m ²
12)	Fencing one complete
13)	Access road 12 mW x 400 mL
3.4 Housing and utility during construction	

Table IV-6 ORGANIZATION CHART OF ASEAN UREA PROJECT (MALAYSIA)

	Number of Personnel					Total
	Director, General Manager	Manager	Supervisor	Foreman	Worker	
<u>Company Total</u>	(7)	(37)	(87)	(168)	(351)	(650)
<u>Board of Directors</u>	(5)	—	—	—	—	(5)
<u>Head Office, Kuala Lumpur</u>	(1)	(6)	(8)	(11)	(8)	(34)
— General Manager Office	1	1	1	1	1	5
— General Affairs Department	—	1	1	2	1	5
— Finance/Accounting Department	—	1	2	2	2	7
— Personal Department	—	1	1	2	1	5
— Procurement Department	—	1	1	2	1	5
— Sales Department	—	1	2	2	2	7
<u>Factory, Bintulu, Sarawak</u>	(1)	(31)	(79)	(157)	(343)	(611)
— Factory Manager Office	1	1	2	2	2	8
— Production Department	(0)	(4)	(8)	(24)	(122)	(158)
Ammonia Process Plant	—	1	2	4	32	39
Urea Process Plant	—	1	2	4	24	31
Utility Facilities	—	1	3	12	60	76
Waste Treatment	—	1	1	4	6	12
— Maintenance and Inventory Control Department	(0)	(6)	(18)	(46)	(92)	(162)
Maintenance	—	4	12	36	72	124
Inventory Control	—	2	6	10	20	38
— Technical Control and Engineering Services Department	(0)	(6)	(24)	(41)	(22)	(93)
Production Management	—	2	10	15	5	32
Engineering Services	—	2	10	10	5	27
Analytical Laboratory	—	2	4	16	12	34
— Products Storage and Shipping Department	(0)	(4)	(8)	(8)	(16)	(36)
Products Storage	—	2	4	4	8	18
Products Shipping	—	2	4	4	8	18
— General Affairs Department	(0)	(10)	(19)	(36)	(89)	(154)
General Affairs	—	1	2	4	4	11
Personnel	—	1	2	4	4	11
Payroll	—	1	3	3	2	9
Accounting	—	1	2	2	2	7
Community Relations	—	1	3	3	1	8
Security, Safety and Fire-fighting	—	3	3	12	48	66
Clinic	—	1	2	4	8	15
Canteens	—	1	2	4	20	27

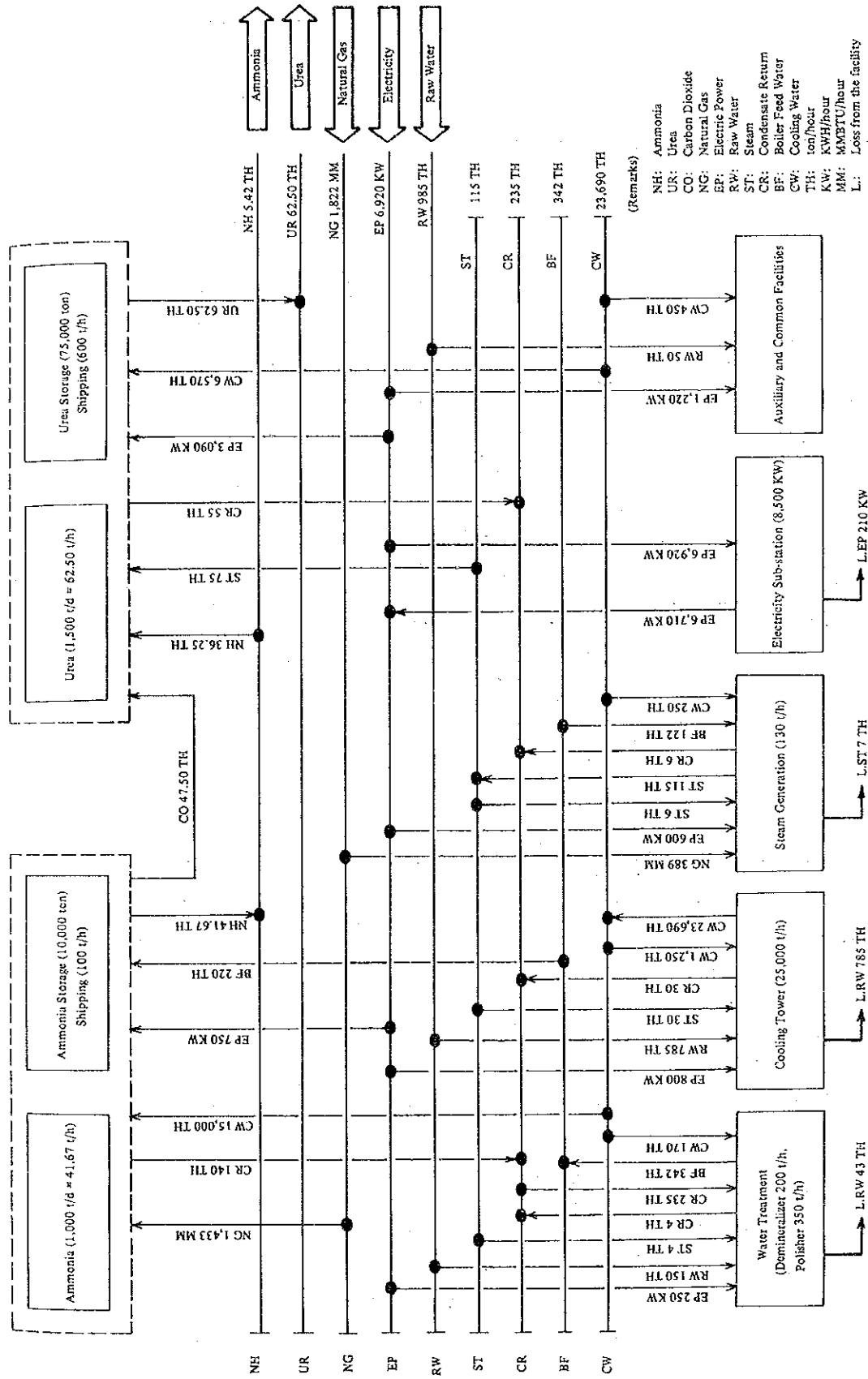
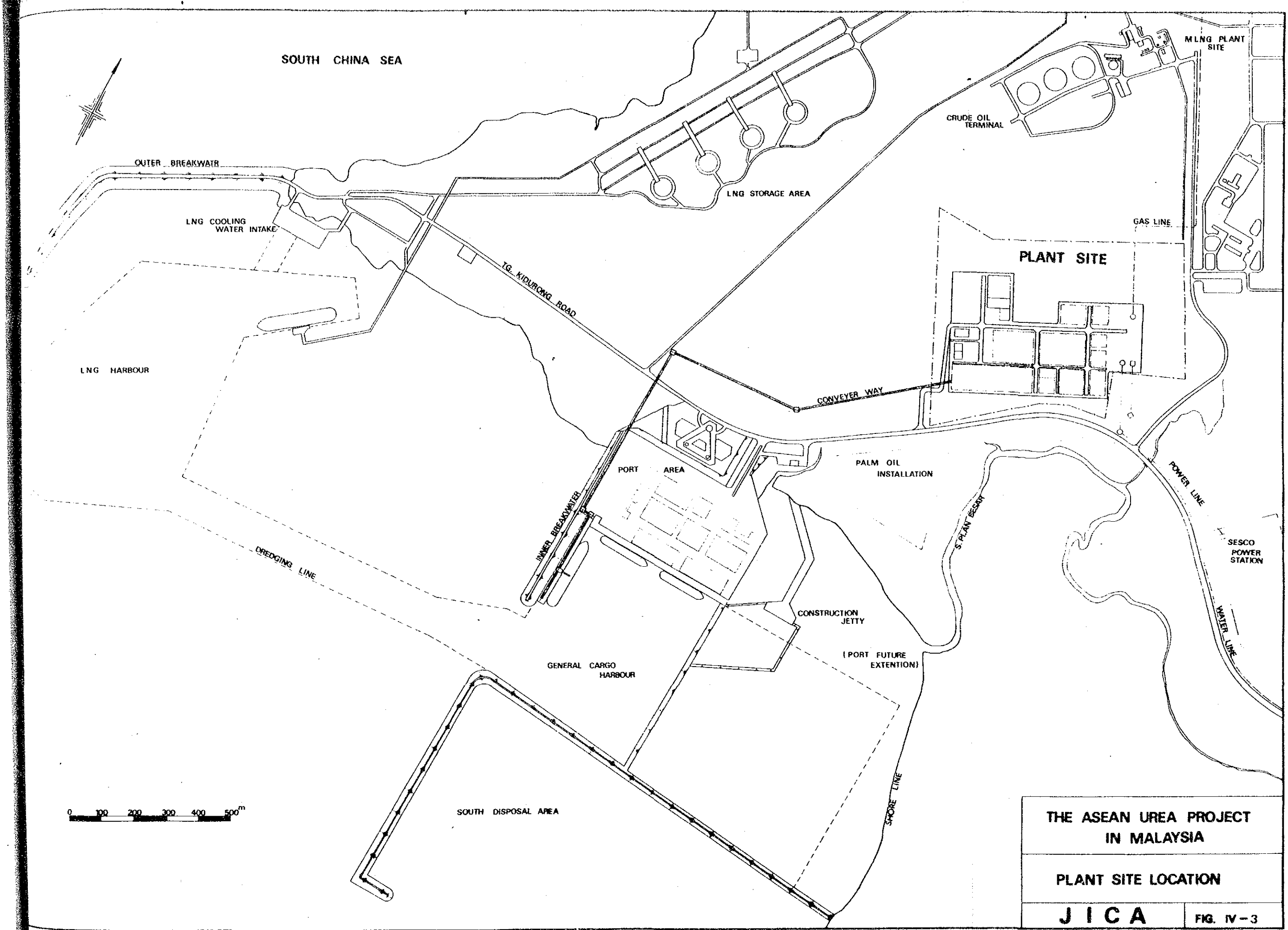
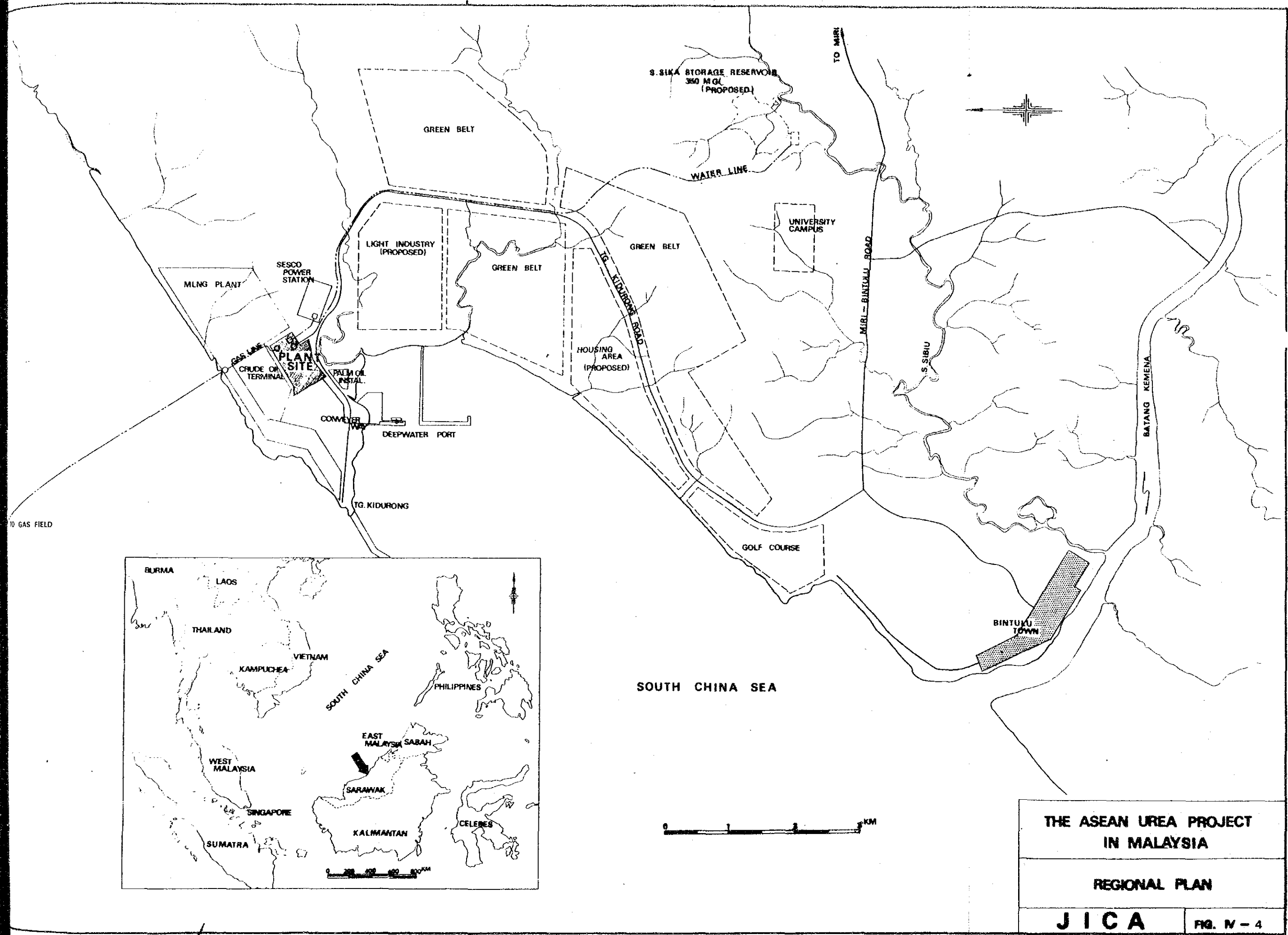


Fig. IV-1 TYPICAL RAW MATERIAL AND UTILITY BALANCE (100% Operation)



THE ASEAN UREA PROJECT IN MALAYSIA	
PLANT SITE LOCATION	
JICA	FIG. IV-3



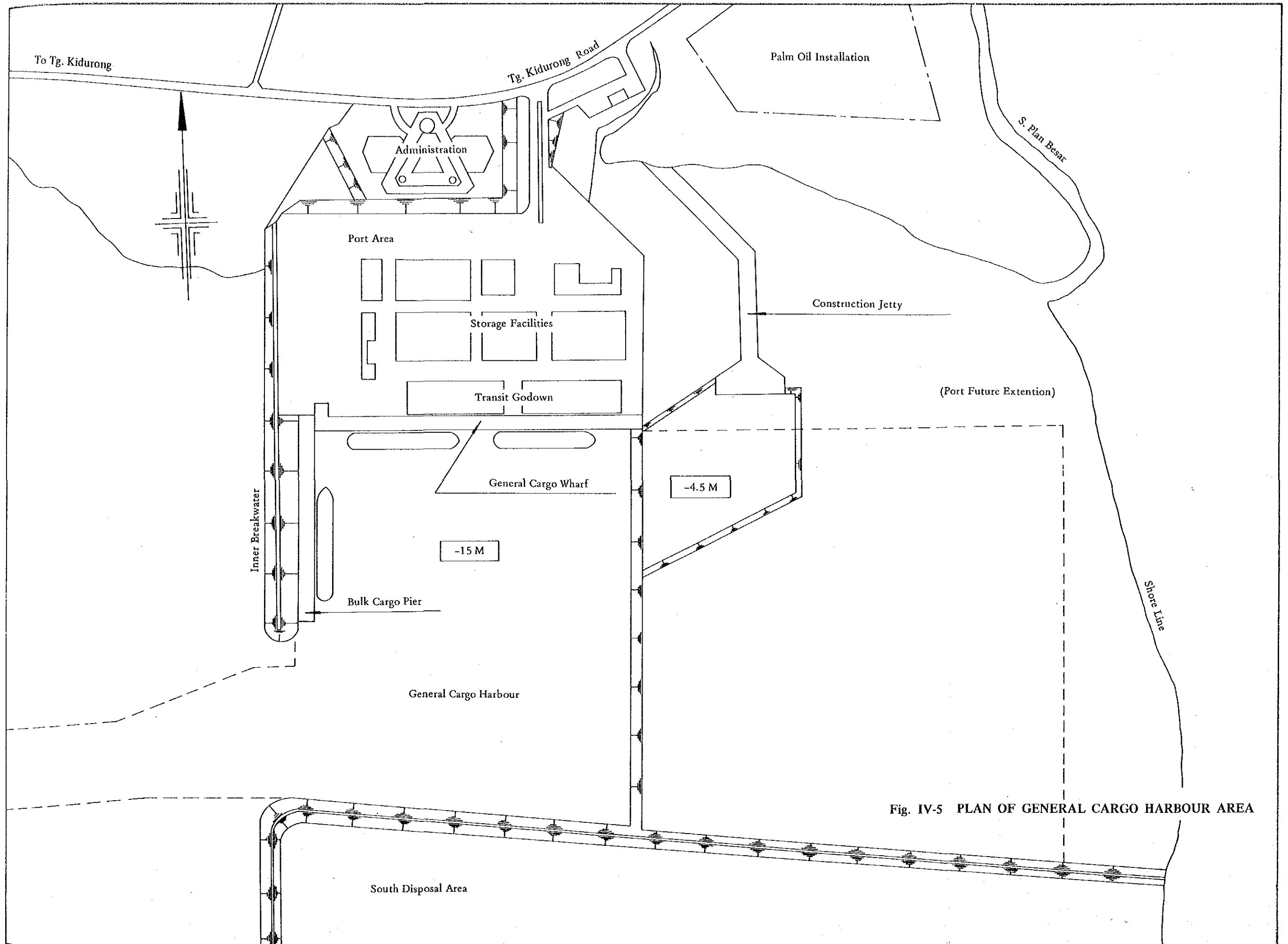
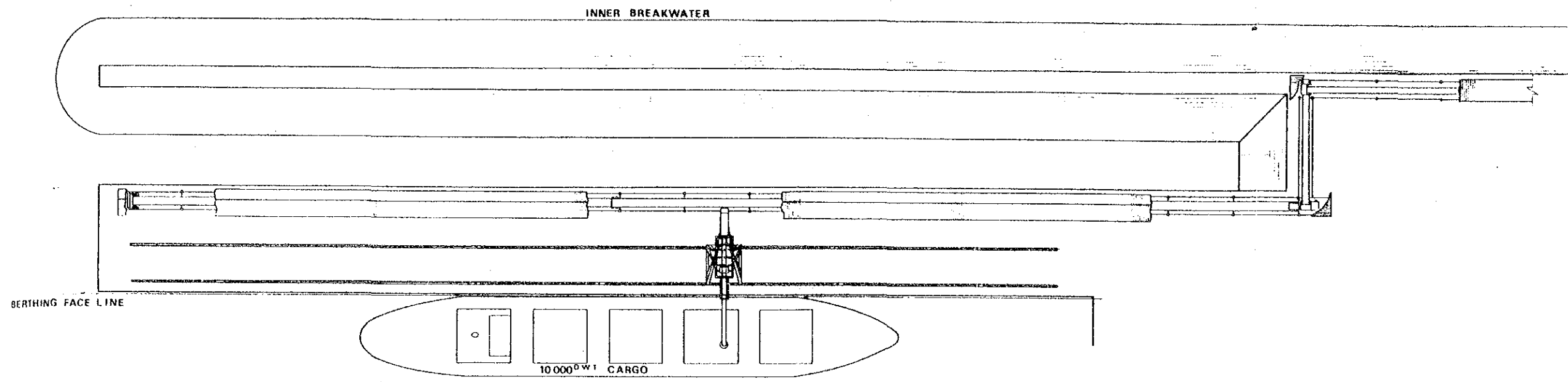
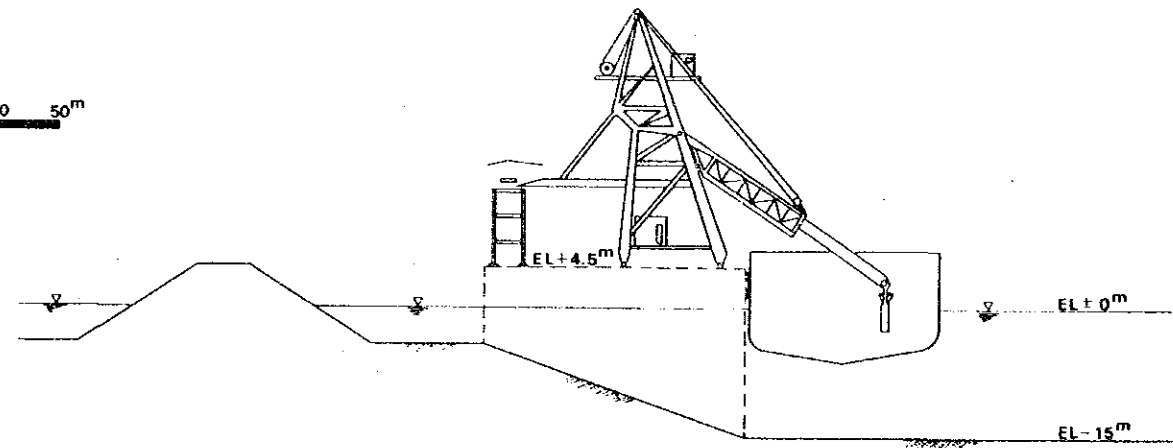


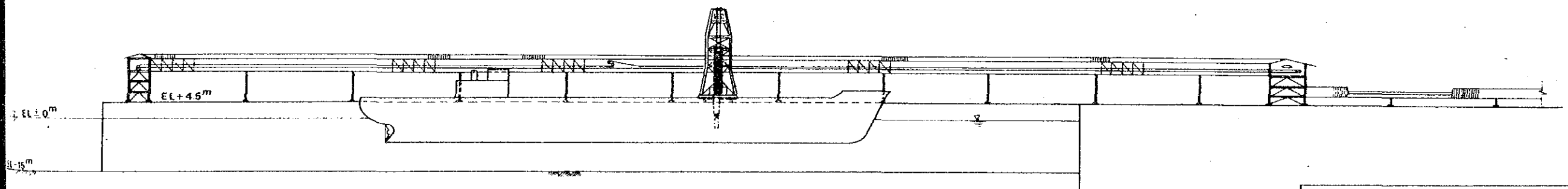
Fig. IV-5 PLAN OF GENERAL CARGO HARBOUR AREA



PLAN 0 10 20 30 40 50^m



SIDE VIEW 0 10 20 30^m



FRONT VIEW 0 10 20 30 40 50^m

THE ASEAN UREA PROJECT IN MALAYSIA	
LOADING PIER	
JICA	FIG. IV - 6

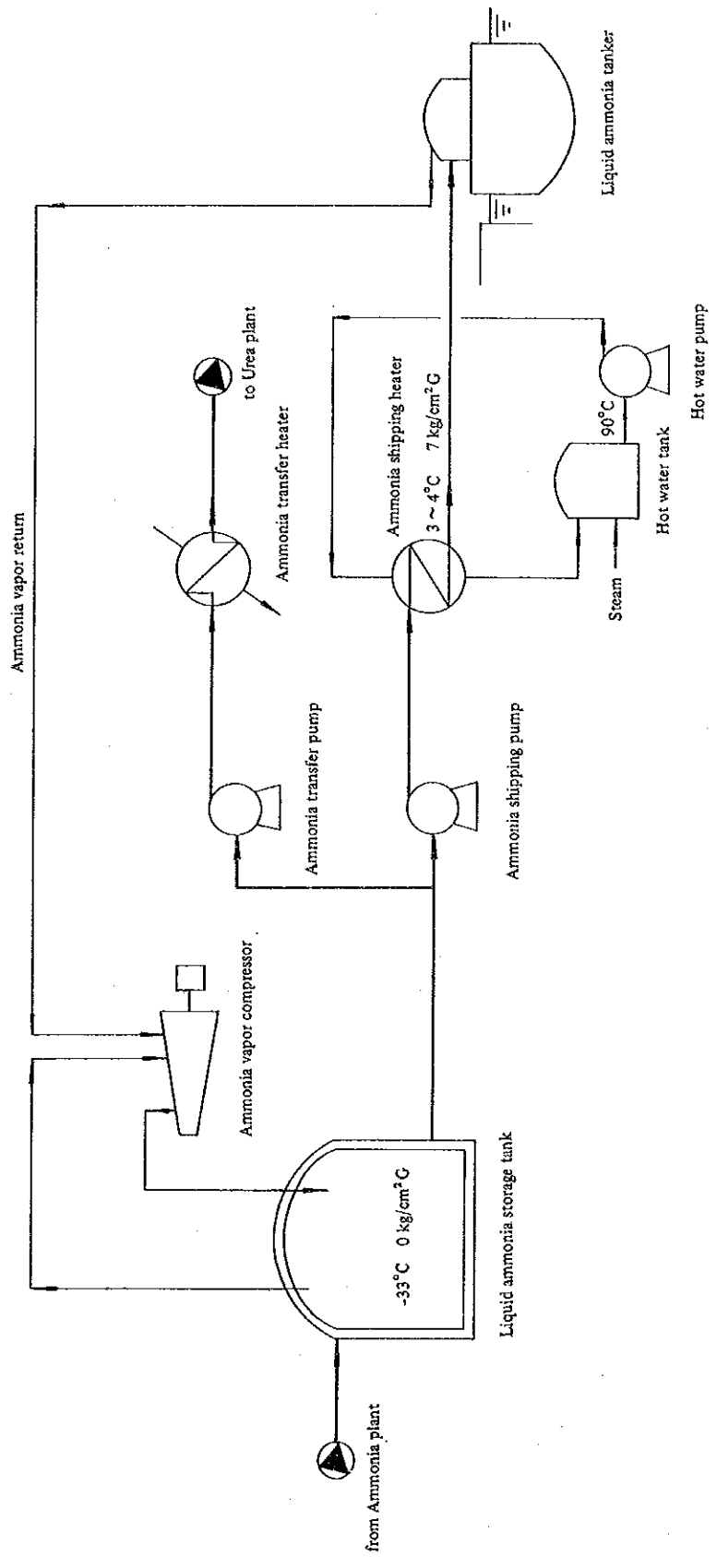
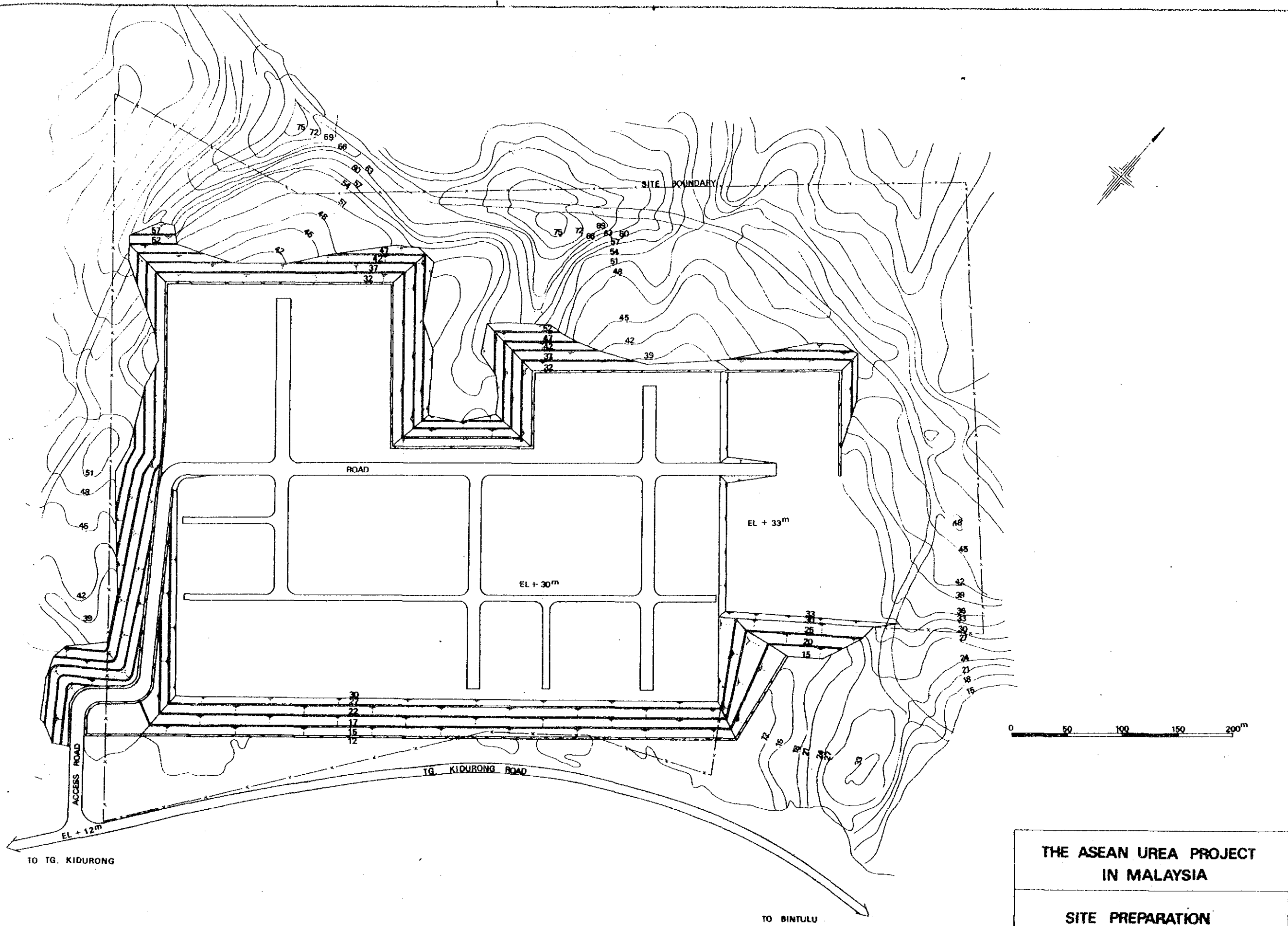


Fig. IV-7 AMMONIA STORAGE AND SHIPPING FACILITIES

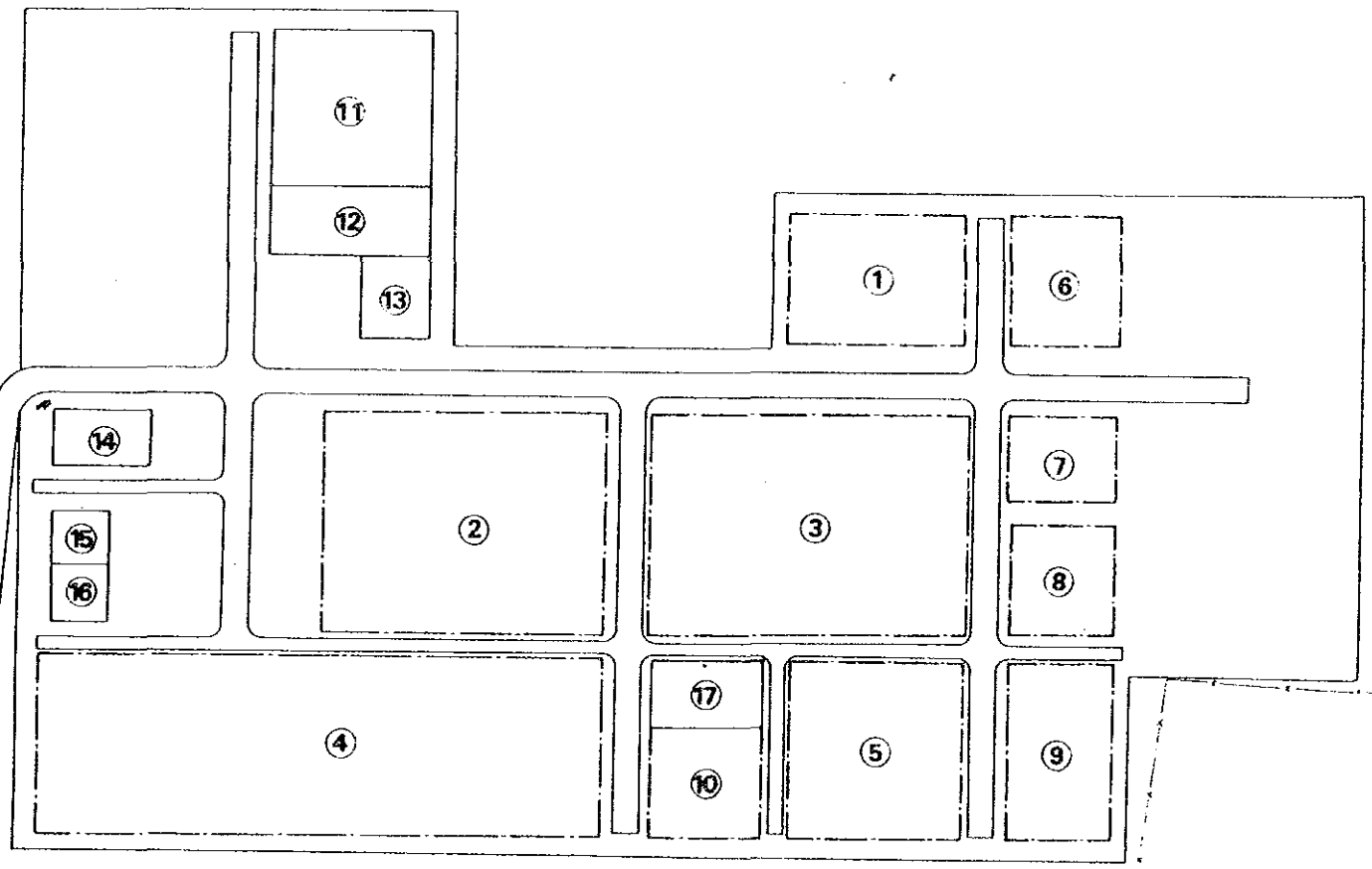


THE ASEAN UREA PROJECT IN MALAYSIA	
SITE PREPARATION	
JICA	FIG. IV - 8



SITE BOUNDARY

NO	DESCRIPTION
①	COOLING TOWERS
②	UREA PLANT
③	AMMONIA PLANT
④	UREA BULK STORAGE & BAGGING FACILITY
⑤	AMMONIA STORAGE
⑥	GAS RECEIVING & BURN PIT
⑦	MAIN SUB-STATION
⑧	AIR SEPARATION
⑨	WASTE WATER TREATMENT
⑩	BOILER
⑪	WAREHOUSE
⑫	MAINTENANCE SHOP
⑬	LABORATORY
⑭	ADMINISTRATION BUILDING
⑮	FIRST AID & FIRE FIGHTING
⑯	CANTEEN
⑰	CONTROL ROOM



TO TG. KIDURONG

TG. KIDURONG ROAD

TO BINTULU

THE ASEAN UREA PROJECT
IN MALAYSIA

PLANT LAYOUT

JICA FIG. IV - 9

第 V 編

総所要資金及び資金計画

第 V 編 総所要資金及び資金計画

第 1 章 総所要資金

1-1 概 論

第 IV 編に述べたごとく、技術上の諸前提条件を設定し、概念設計を行い、かつ建設実施計画を策定した。これらの諸条件に基づき、本計画に必要とされる総所要資金を積算した結果を表 V-1 に示した。

現時点では資金源が未定のため、積算条件につき確定できない点があるが、マレーシアの過去の状況などを考慮に入れて積算のための基本条件を次のように仮定した。

- (1) 契約方式： 単一ゼネラル・コントラクター請負によるターンキー・ランブサム契約
- (2) 調達方式： 競争入札による調達
- (3) 価格の基準： 1979 末現在の価格を基準とし、各費目の実際の出費までの時期に合わせ所要のエスカレーションを見込んだ。
- (4) エスカレーター： 外国調達によるもの年率 9%、マレーシア国内調達によるもの年率 7%
- (5) 積算のため： 現地通貨部分は M\$ (マレーシア・ドル) で積算し、US\$ 1 の通貨と換算率 = M\$ 2.2 で US\$ (米ドル) に積算した。
外貨部分は US\$ と ¥ (日本円) で積算し、¥ で積算したものは US\$ 1 = ¥ 230 の率で US\$ に換算した。
- (6) 輸入関税： 免税とする。

1-2 総所要資金

総所要資金の内訳を表 V-1 に示す。現時点では融資源も確定しないため、金利条件も未定である。一応仮定として、金利年率 6% ~ 4% とすると建設期間中金利を含んだ総所要資金額は次の通りである。

	(US\$'000)		
	外貨部分	現地通貨部分	総所要資金
金利 6% / 年	242,690	61,270	303,960
	(79.8%)	(20.2%)	(100%)

	外貨部分	現地通貨部分	総所要資金
金利 5 % / 年	239,070 (79.6%)	61,270 (20.4%)	300,340 (100%)
金利 4 % / 年	235,530 (79.4%)	61,270 (20.6%)	296,800 (100%)

1-3 建設時期の遅れによる所要資金の増加

図Ⅳ-2で示した本工場建設計画によれば、本肥料工場は1984年3月より運転開始という前提になっている。何らかの事情でこの建設計画が遅延することになれば、インフレーションの影響によって総所要資金の増加が予想される。

いま、外国調達部分の費用が年率9%、マレーシア国内調達部分のそれが年率7%で値上がりするものと仮定し、かつ、所要資金額約300百万US\$、外貨分80%、現地通貨分20%として概略計算すれば、下記のような資金増加が見込まれる。

6ヶ月の遅れ：約13百万US\$増(4.3%増)

12ヶ月の遅れ：約26百万US\$増(8.6%増)

1-4 各費目の積算方法

表Ⅴ-2により詳細な所要資金の内訳を、また、本編末尾にアタッチメントとして、各費目毎の積算内訳を添付している。以下これらの諸表を参照しながら、重要な費目について、積算の基本的な考え方を述べる。

(1) 土地造成費

最適造成計画を外国の請負業者に委託し、かつ、外国人技術者の監督指導に基づき、造成作業はすべて現地業者が一括請負りものと考えた。従って、この土地造成費用分だけ他のプラント建設の諸費用とは独立して積算している。

また、その作業の範囲は本肥料工場のゼネラル・コントラクター確定前に、すなわち、工場内の基本設計(特にレイアウト)が出来る前に発注可能な範囲としている。簡単に言えば、土地を切り開き平地にし、法面を防護し、敷地まわりの排水溝をつくるまでであり、工場敷地内の道路、排水溝などは、この費目には含まれない。

ここで留意すべき点は、土地造成は、現地業者への一括発注方式がとられる可能性が高いと考えて、上記のような考え方をとったが、土地造成の現地請負業者はあくまでゼネラル・コントラクターの工程管理下に組み込まれるべきである。

土地造成と工場建設は並行して行われなければ、大幅な工期の遅れを招くことになろう。

(2) 工場設備用直接費用

i) 工場設備用機器及び資材

土木建築用資材を除く、工場設備用機器、資材である。すべて外国よりの輸入によるものとした。費用はF O B価格である。

ii) 予備品

2年分の補修、保全に必要な予備品費として、上記i)の費用の6%を計上した。

iii) 触媒及び化学品

触媒は初期充填用に1チャージ分、予備として別に1チャージ分を見込んだ。化学品類(潤滑油などを含む)は、1年間の運転に必要な量を用意することにした。

iv) 土木建築用資材

現地調達可能品については、本編末尾に添付したアタッチメントに詳述しているが、特に、P.C.パイルと鉄筋を外国よりの調達にした理由を述べる。鉄筋は、マレーシア国内で生産されているが、工場建設に必要なすべての仕様のもので生産されているわけではないこと、また、工場建設計画に従ってスムーズに供給されるかどうかすなわち、量的納期的な供給能力に不安があるので、全量外国よりの輸入によるものとした。実際の工場建設にあたっては、少なくとも鉄筋の一部はマレーシア国内で調達される可能性はあるであろう。

地盤改良用のコンクリート・パイルとしては、Precast Concrete (PC) pile と reinforced Concrete (RC) pile が考えられる。

ある仕様(角型、中実)のP.C.パイルが西マレーシアで生産されている。一方、R.C.パイルを使用する場合は、現場で製造されることになる。

しかし、本計画の所要資金の積算では全量輸入P.C.パイル(円型、中空)を使用するものと仮定している。

理由は、マレーシア産のP.C.パイルはその仕様から考えてコストが割高になるものと予想されるし、大量のパイルが納期に間に合って供給されるかどうか、不安が残るからである。

本計画実施段階では、さらに、マレーシア産のP.C.パイルまたはR.C.パイルの利用可能性の詳細な調査を行い最終的なパイルの仕様を決定すべきであろう。

以上の2品目について最大限現地資材を利用するものとするれば、本費目(表V-2, B-(d) Civil Materials)の外貨分のうち、約10~12%を国内貨分へ移す

ことができるであろうが、若干価格は高くなることが予測されるし、納期の管理を厳密に行うことが重要になるであろう。

V) 建設労務費

現地労務者の費用のみを計上している。外国人現場監督は表 V-2, F-(b) Expatriates and Supervision の項目に含まれる。

建設労務者は、建設機械のオペレーターを含め、合計 843,750 人・日 (1日8時間労働換算) であり、平均単価 US\$ 21.5/人・日 (M\$ 47.2/人・日) である。

平均単価には、超過勤務、休日、食事、通勤、宿泊、退職引当、ボーナスなどの諸手当を含んでいる。

(3) 建設機械

建設機械の積算方法には、おおまかに2つの方法が考えられる。

一つは、すべての建設機械を、本プロジェクト用に、新規に購入し、建設工事完了後も、オーナーの資産として保有するものとする「買切り方式」であり、もう一つは、建設工事完了後は、オーナーの資産として残さない「リース方式」である。

前者の場合は、新品購入価格を、そのまま全額建設機械費として計上するが、後者では、建設工事期間中に生じた機械の損料(使用料)を積算し、建設機械費とするものである。

本計画では、より一般的な方式である「リース方式」によって費用を積算した。

次のような建設機械の調達方法も、「リース方式」の範囲に含まれる。

- (i) コントラクターが自社所有の建設機械を持ち込む。
- (ii) 本プロジェクト用として、コントラクターが、リース会社よりリースする。
- (iii) コントラクターまたは、オーナーが新規に購入し、建設完了後売却する。

外貨部分に計上するものと、国内貨部分に計上するものとの建設機械の区分けは、本計画末尾のアタッチメントC費目に掲載している。

現地通貨部分は主として土建用の機械類となるが、これはマレーシア国内で生産販売されているか、生産されていなくても、本計画用に現地業者があらたに輸入購入しても、マレーシア国内に需要があつて、本工場建設完了後も再使用または売却可能と考えられるものを計上している。

外貨部分は主として重量機器の据付、及び陸送用機械であつて、マレーシア国内では生産されておらず、また、現地業者が購入し保有するには金額が大きいという国内での再使用の需要がほとんど見込まれないものを計上している。

積算方法は新品の購入価格から使用後の想定売却価格を差し引く方法をとった。機械の耐用年数と使用期間によって償却、損料が変わるので、売却価格は各機械毎に異なるが平均新品購入価格の35%程度となっている。外貨部分の機械類はさらに海外への再輸出のための費用と海上輸送費を差し引いたものを売却価格とした。

(4) 海上輸送費、海上保険、及び現地陸揚げ費

(以下文中の価格はすべて1979年末現在価格表示)

(i) 海上輸送費

本工場建設用輸入資機材は総重量約134,000フレイト・トンに達するし重量物も多いので、重量物荷揚げ用デリックを有するチャーター船を利用するものとして、輸送費の推算をした。

プラント建設用輸入資材のうち、いわゆるプラントもの(機器、機械、パイプなど)と建設機械は、重量物、長尺物に対する割増し料金を払う比率が大きいため、フレイト・トン当りUS\$105、土建用輸入資材(鉄管、鉄筋、パイルなど)は割増し料を支払う貨物が少く、フレイト・トン当りUS\$66.5と2本建ての単価で積算した。

加重平均するとフレイト・トン当りUS\$97.25になる。

(ii) 横持ち費用(バージング・チャージ)

Bintulu Deep Water Port内の港湾建設用仮棧橋は1981年7月完成目標であり、本肥料工場用資機材もこの仮棧橋を利用して陸揚げすることを前提にしている。本工場用資機材は1981年後半より陸揚げ予定であって、仮棧橋の建設完了後であり時期的には間に合う。しかし、その時点では仮棧橋までの水路の浚渫は完了せず(1982年完了予定)完了したあとも水深4.5mであって、重量物を積載した本船の仮棧橋への横付けは困難であると判断される。そこで本船は沖合いに碇泊し、そこから本船デリックでバージへ一旦沖取りし、仮棧橋までバージで輸送するものとした。

このバージングは1,000トン・バージ1隻、500トン・バージ3隻、500馬力タグボート2隻、350馬力タグボート3隻の編成とし、必要期間だけ海外より賃借するものとする。

船員費、燃料費などを含む、総費用約1百万US\$、これは1フレイト・トン当り、US\$7.5に当る。

(iii) 陸揚げ及び内陸輸送費

資機材の陸揚げ、及び内陸輸送用機械は建設機械の費目で、人件費、燃料などはそれぞれ建設用人件費、間接現場経費の中で積算されている。

ここであげたのはポート・チャージ（埠頭使用料，乙仲費用，飲料水費用）と通関手数料である。これらの費用は Bintulu Deep Water Port の港湾局が設立されて以後で料金表が作成されるので，現在では正確な数値は掴み得ないが，他の港湾の現行料金表よりフレイト・トン当りポート・チャージ US \$ 5，通関手数料 US \$ 3，計 US \$ 8 と推定した。

(iv) 海上保険

本肥料工場用の輸入機械には，ゼネラル・コントラクターが海上保険を付保し，その支払保険料はオーナーの負担によるものとする。

海上保険料は輸入資機材の C & F コストの 0.44 % を外貨部分に計上した。

(5) 予備費

予備費率については本編末尾アタッチメント（I，J）項を参照のこと。

(i) フィジカル・コンティンジェンシー

フィジカル・コンティンジェンシーは，本積算のための概念設計の精度，現地の気象条件，地質条件の未知ファクターによって生じる実際の建設時における所要資金の超過に備える費用である。予備費率を各費目毎に定めて計算したが，その結果総額でいえば表 V-1 に示したように，Base Project Cost に対し外貨分 7.0 %，現地通貨分 1.17 %，合計では 7.9 % となった。

(ii) プライス・コンティンジェンシー

将来のインフレによる値上がりで備える費用である。エスカレーション率を外貨分年率 9 %，現地通貨分 7 % と推定し（推定根拠は第 VI 編で説明している），一方，積算時点の 1979 年末から本計画が実施段階に入り，出費が実際に生じるまでの期間を各費目毎に推定し，その間のインフレ率を複利で計算したものである。総額では表 V-1 に示したように，Base Project Cost に対し外貨分 20.3 %，現地通貨分 21.0 %，合計 20.4 % となる。

(6) 建設期間中金利

総所要資金の 70 % を借入金とし，借入れスケジュールを 1981 年 30 %，1982 年 40 %，1983 年 20 %，1984 年 10 % とし，金利は融資条件が未定のため年率 6 ~ 4 % の幅で計算した。

詳細な計算書を本編末尾アタッチメントの項目（L）に添付している。

(7) その他の費用項目

間接現場経費，サービス費，プロジェクト管理費用，操業準備費，及び初期運転費