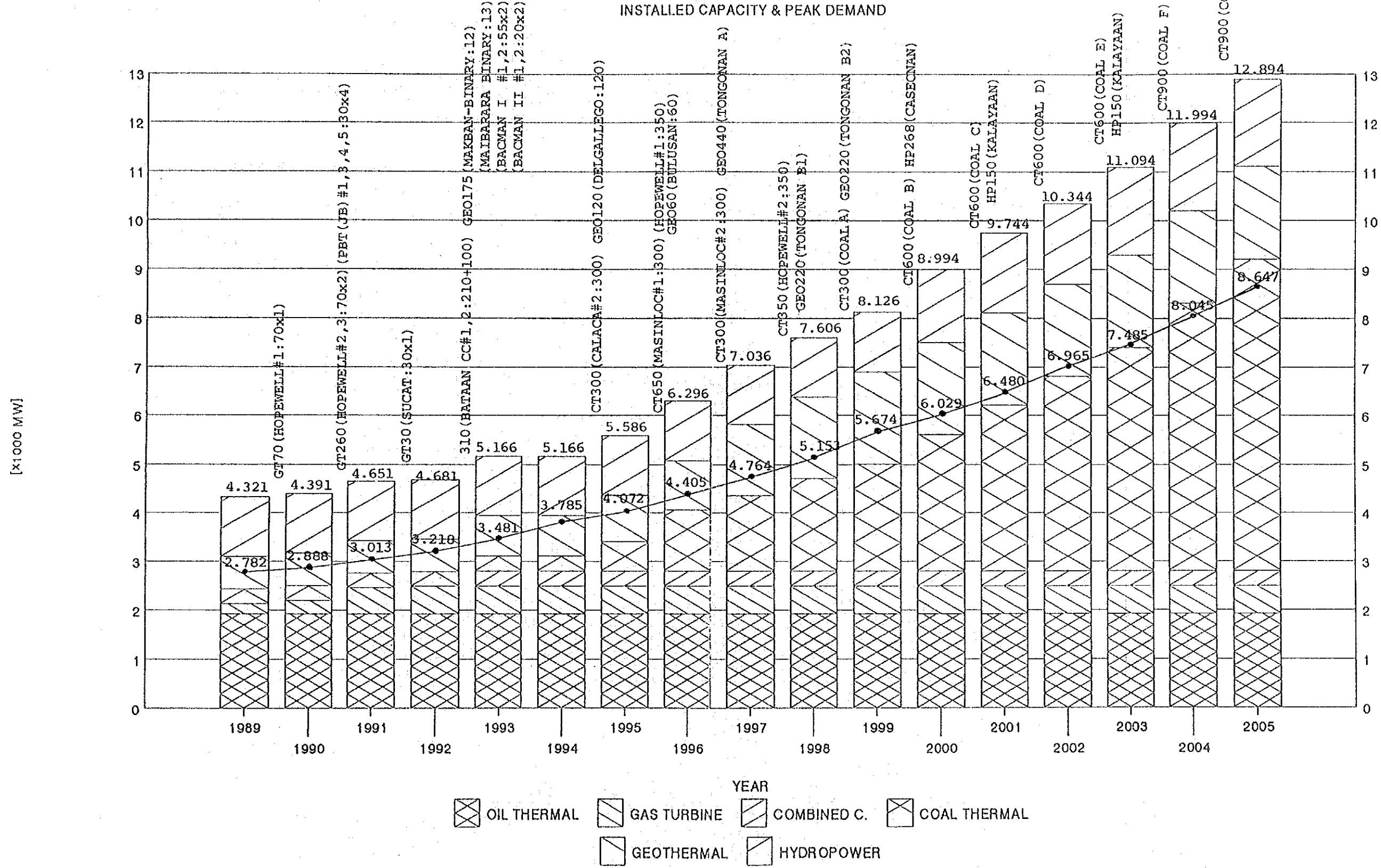


Fig. 6-1-8

INSTALLED CAPACITY & PEAK DEMAND



ANNEX 1. PLANT OPERATIONAL DATA

Bataan Thermal Power Plant
Manila Thermal Power Plant
Sucat Thermal Power Plant
Malaya Thermal Power Plant
Batangas Coal Fired Thermal Power Plant
Bataan Gasturbine Power Plant
Malaya Gasturbine Power Plant

ANNEX 1. PLANT OPERATIONAL DATA

BATAAN THERMAL POWER PLANT UNIT No. 1

ITEMS	1986		1987		1988		1989		1990	
	75	(MW)	75	(MW)	75	(MW)	75	(MW)	75	(MW)
1. RATED CAPACITY	75	(MW)	75	(MW)	75	(MW)	75	(MW)	75	(MW)
2. DEPENDABLE CAPACITY	69	(MW)	68	(MW)	69	(MW)	68	(MW)	64	(MW)
3. AVERAGE LOAD	62.19	(MW)	66.53	(MW)	65.42	(MW)	65.86	(MW)	62.86	(MW)
4. GROSS GENERATION	417,898.18	(MWH)	475,291.6	(MWH)	429,782.9	(MWH)	521,140.8	(MWH)	454,038.3	(MWH)
5. OPERATING HOURS	6,872.03	(HR)	7,144.07	(HR)	6,569.16	(HR)	7,911.71	(HR)	7,223.40	(HR)
6. TOTAL OPERATING HOURS SINCE INITIAL SYNCHRO.	91,923.66	(HR)	99,067.73	(HR)	105,636.89	(HR)	113,548.60	(HR)	120,772.00	(HR)
7. TOTAL OUTAGE HOURS	1,887.97	(HR)	1,615.93	(HR)	2,214.84	(HR)	848.29	(HR)	1,536.60	(HR)
(1) FORCED OUTAGE	302.03	(HR)	176.63	(HR)	687.43	(HR)	261.97	(HR)	237.77	(HR)
(2) MAINTENANCE OUTAGE	689.18	(HR)	537.00	(HR)	543.84	(HR)	247.18	(HR)	111.40	(HR)
(3) PLANNED OUTAGE	799.60	(HR)	882.47	(HR)	966.03	(HR)	305.63	(HR)	1,120.30	(HR)
(4) ECONOMIC SHUTDOWN	88.71	(HR)	0	(HR)	0	(HR)	0	(HR)	41.00	(HR)
(5) OUTSIDE TROUBLE	8.45	(HR)	19.83	(HR)	17.54	(HR)	33.51	(HR)	26.13	(HR)
8. STATION USED POWER RATIO	6.40	(%)	6.27	(%)	5.84	(%)	5.66	(%)	6.18	(%)
9. CAPACITY FACTOR	58.59	(%)	73.69	(%)	60.88	(%)	70.76	(%)	54.02	(%)
10. AVAILABILITY FACTOR	77.76	(%)	80.53	(%)	69.98	(%)	86.17	(%)	62.61	(%)
11. HEAT RATE (GROSS)	9,861	(BTU/KWH)	9,799	(BTU/KWH)	9,931	(BTU/KWH)	10,113	(BTU/KWH)	10,518	(BTU/KWH)
12. THERMAL EFFICIENCY (GROSS)	34.61	(%)	34.83	(%)	34.37	(%)	33.73	(%)	32.45	(%)
13. NUMBER OF STARTS (YEAR/TOTAL)	22/319		10/329		25/354		19/373		13/386	

COMMISSIONING: MAY 1972

PLANT OPERATIONAL DATA

BATAAN THERMAL POWER PLANT UNIT No. 2

ITEMS	1986	1987	1988	1989	1990
1. RATED CAPACITY (MW)	150	150	150	150	150
2. DEPENDABLE CAPACITY (MW)	141	145	146	142	131
3. AVERAGE LOAD (MW)	112.91	137.27	132.19	130.39	129.24
4. GROSS GENERATION (MWH)	766,139	966,899	811,229	983,933	588,618
5. OPERATING HOURS (Hr)	7,248.14	6,958.38	6,211.78	7,503.60	4,554.62
6. TOTAL OPERATING HOURS SINCE INITIAL SYNCHRO. (Hr)	66,077.23	73,035.61	79,247.39	86,750.99	91,305.61
7. TOTAL OUTAGE HOURS (Hr)	1,511.86	1,801.62	2,572.22	1,256.40	4,205.38
(1) FORCED OUTAGE (Hr)	164.71	292.61	779.41	452.63	2,508.61
(2) MAINTENANCE OUTAGE (Hr)	169.86	447.13	730.21	268.45	84.22
(3) PLANNED OUTAGE (Hr)	730.35	986.73	1,062.60	300.85	1,552.83
(4) ECONOMIC SHUTDOWN (Hr)	405.16	61.06	0	209.20	59.72
(5) OUTSIDE TROUBLE (Hr)	41.78	14.09	0	25.27	0
8. STATION USED POWER RATIO (%)	6.8	5.83	6.20	6.47	6.67
9. CAPACITY FACTOR (%)	58.59	73.69	60.88	70.76	54.02
10. AVAILABILITY FACTOR (%)	77.76	80.53	69.98	86.17	62.61
11. HEAT RATE (GROSS) (BTU/KWH)	9,464	9,485	9,532	9,702	9,868
12. THERMAL EFFICIENCY (GROSS) (%)	36.06	35.98	35.81	35.18	34.20
13. NUMBER OF STARTS (YEAR/TOTAL)	24/293	15/308	17/325	24/349	24/373

COMMISSIONING: FEB 1977

PLANT OPERATIONAL DATA

MANILA THERMAL POWER PLANT UNIT No. 1

ITEMS	1986	1987	1988	1989	1990
1. RATED CAPACITY (MW)	100	100	100	100	100
2. DEPENDABLE CAPACITY (MW)	95	96	98	95	98
3. AVERAGE LOAD (MW)	58	80	71.16	71.45	86.45
4. GROSS GENERATION (MWH)	393,095	590,842	564,729	508,951	663,660
5. OPERATING HOURS (Hr)	6,739.85	7,266.46	8,092.44	7,122.75	7,676.89
6. TOTAL OPERATING HOURS SINCE INITIAL SYNCHRO. (Hr)	170,346.75	177,613.21	185,705.65	192,828.40	200,505.29
7. TOTAL OUTAGE HOURS (Hr)	2,020.15	1,493.54	691.56	1,637.25	1,083.11
(1) FORCED OUTAGE (Hr)	447.43	298.31	30.47	146.98	114.94
(2) MAINTENANCE OUTAGE (Hr)	12.70	0	413.70	0	59.78
(3) PLANNED OUTAGE (Hr)	1,293.85	942.10	0	1,414.47	837.50
(4) ECONOMIC SHUTDOWN (Hr)	259.50	238.93	202.83	75.32	0
(5) OUTSIDE TROUBLE (Hr)	6.67	14.20	44.56	0.48	70.89
8. STATION USED POWER RATIO (%)	8.26	6.55	7.00	6.91	5.75
9. CAPACITY FACTOR (%)	44.91	67.45	64.29	58.10	75.76
10. AVAILABILITY FACTOR (%)	80.24	86.09	94.94	82.18	88.44
11. HEAT RATE (GROSS) (BTU/KWH)	10,361	9,196	10,101	10,212	9,954
12. THERMAL EFFICIENCY (GROSS) (%)	32.94	37.11	33.8	33.4	34.2
13. NUMBER OF STARTS (YEAR/TOTAL)	14/260	8/268	12/280	11/291	8/299

COMMISSIONING: SEP 1965

PLANT OPERATIONAL DATA

MANILA THERMAL POWER PLANT UNIT No. 2

ITEMS	1986	1987	1988	1989	1990
1. RATED CAPACITY (MW)	100	100	100	100	100
2. DEPENDABLE CAPACITY (MW)	89	91	99	97	97
3. AVERAGE LOAD (MW)	58	77	71.28	75.10	86.92
4. GROSS GENERATION (MWH)	366,265	592,334	569,693	483,076	714,216
5. OPERATING HOURS (Hr)	6,299.61	7,859.97	7,940.61	6,483.63	8,217.18
6. TOTAL OPERATING HOURS SINCE INITIAL SYNCHRO. (Hr)	155,434.26	163,294.23	171,234.84	177,718.47	185,935.65
7. TOTAL OUTAGE HOURS (Hr)	2,460.39	900.03	843.39	2,276.37	542.82
(1) FORCED OUTAGE (Hr)	328.66	218.37	0	227.23	79.71
(2) MAINTENANCE OUTAGE (Hr)	0	385.49	607.95	157.95	232.35
(3) PLANNED OUTAGE (Hr)	1,298.30	288.00	0	1,757.25	0
(4) ECONOMIC SHUTDOWN (Hr)	833.43	0	224.19	112.33	59.27
(5) OUTSIDE TROUBLE (Hr)	0	8.17	11.25	21.61	171.49
8. STATION USED POWER RATIO (%)	7.74	6.25	6.54	6.26	5.88
9. CAPACITY FACTOR (%)	41.81	67.62	64.86	55.15	81.53
10. AVAILABILITY FACTOR (%)	83.07	88.04	93.08	75.54	96.44
11. HEAT RATE (GROSS) (BTU/KWH)	10,243	10,113	10,085	10,090	9,021
12. THERMAL EFFICIENCY (GROSS) (%)	33.32	33.75	33.8	33.8	34.4
13. NUMBER OF STARTS (YEAR/TOTAL)	10/247	8/255	10/265	15/280	12/292

PLANT OPERATIONAL DATA

SUCAT THERMAL POWER PLANT UNIT No. 1

ITEMS	1986	1987	1988	1989	1990
1. RATED CAPACITY (MW)	150	150	150	150	150
2. DEPENDABLE CAPACITY (MW)	100	99	98	130	150
3. AVERAGE LOAD (MW)	60.38	74.10	71	79	135
4. GROSS GENERATION (MWH)	504,960	624,540	395,290	356,690	1,044,680
5. OPERATING HOURS (Hr)	8,318.60	8,427.46	5,403.63	4,540.66	7,735.15
6. TOTAL OPERATING HOURS SINCE INITIAL SYNCHRO. (Hr)	123,632.78	132,060.24	137,463.87	142,004.53	149,739.68
7. TOTAL OUTAGE HOURS (Hr)	441.40	332.54	3,380.37	4,219.34	1,024.85
(1) FORCED OUTAGE (Hr)	78.65	7.35	504.28	0	68.27
(2) MAINTENANCE OUTAGE (Hr)	0	215.92	717.34	0	677.93
(3) PLANNED OUTAGE (Hr)	0	0	2,002.95	4,018.83	266.05
(4) ECONOMIC SHUTDOWN (Hr)	241.26	109.27	92.50	200.51	0
(5) OUTSIDE TROUBLE (Hr)	121.49	0	63.30	0	12.60
8. STATION USED POWER RATIO (%)	10.02	8.38	10.13	8.95	5.28
9. CAPACITY FACTOR (%)	38.48	47.53	30.00	27.15	79.62
10. AVAILABILITY FACTOR (%)	99.36	97.45	64.98	54.12	88.43
11. HEAT RATE (GROSS) (BTU/KWH)	11,007	10,720	11,269	10,825	9,871
12. THERMAL EFFICIENCY (GROSS) (%)	31.01	31.84	30.29	31.53	34.58
13. NUMBER OF STARTS (YEAR/TOTAL)	10/330	6/336	7/343	9/352	21/373

COMMISSIONING: JUL 1968 REHABILITATION: JUL 1989 - JAN 1990

PLANT OPERATIONAL DATA

SUCAT THERMAL POWER PLANT UNIT No. 2

ITEMS	1986	1987	1988	1989	1990
1. RATED CAPACITY (MW)	200	200	200	200	200
2. DEPENDABLE CAPACITY (MW)	160	151	145	174	156
3. AVERAGE LOAD (MW)	125.07	134.59	123	139.0	146.0
4. GROSS GENERATION (MWH)	124,530	949,750	746,060	703,650	685,690
5. OPERATING HOURS (HR)	995.71	7,086.50	6,032.84	5,048.25	4,709.74
6. TOTAL OPERATING HOURS SINCE INITIAL SYNCHRO. (HR)	99,069.22	106,155.72	112,188.56	117,236.81	121,946.55
7. TOTAL OUTAGE HOURS (HR)	7,764.29	1,673.50	2,751.16	3,711.75	4,050.26
(1) FORCED OUTAGE (HR)	55.64	383.34	712.60	9.50	628.78
(2) MAINTENANCE OUTAGE (HR)	2,280.37	1,108.84	56.27	161.60	178.45
(3) PLANNED OUTAGE (HR)	5,265.23	0	1,416.00	1,096.30	0
(4) ECONOMIC SHUTDOWN (HR)	163.05	126.47	474.61	419.10	63.60
(5) OUTSIDE TROUBLE (HR)	0	54.85	91.68	2,025.25	3,179.43
8. STATION USED POWER RATIO (%)	9.83	4.82	5.05	4.09	4.49
9. CAPACITY FACTOR (%)	7.14	54.21	42.47	51.06	61.44
10. AVAILABILITY FACTOR (%)	13.29	82.06	78.85	79.34	85.53
11. HEAT RATE (GROSS) (BTU/KWH)	10,899	11,136	11,446	10,975	11,095
12. THERMAL EFFICIENCY (GROSS) (%)	31.31	30.65	29.83	31.10	30.76
13. NUMBER OF STARTS (YEAR/TOTAL)	6/330	12/342	8/350	13/363	11/374

COMMISSIONING: OCT 1970

PLANT OPERATIONAL DATA

SUCAT THERMAL POWER PLANT UNIT No. 3

ITEMS	1986	1987	1988	1989	1990
1. RATED CAPACITY (MW)	200	200	200	200	200
2. DEPENDABLE CAPACITY (MW)	150	96	158	158	155
3. AVERAGE LOAD (MW)	124.25	93.63	126.66	125	132
4. GROSS GENERATION (MWH)	653,490	439,520	629,420	933,350	740,930
5. OPERATING HOURS (HR)	5,415.42	4,538.09	5,125.54	7,427.72	5,629.39
6. TOTAL OPERATING HOURS SINCE INITIAL SYNCHRO. (HR)	95,706.42	100,244.51	105,370.05	112,797.77	118,427.16
7. TOTAL OUTAGE HOURS (HR)	3,344.58	4,221.91	3,658.46	1,332.28	3,130.61
(1) FORCED OUTAGE (HR)	420.70	1,143.33	273.00	202.00	1,697.26
(2) MAINTENANCE OUTAGE (HR)	3.40	632.20	301.61	338.61	1,397.92
(3) PLANNED OUTAGE (HR)	0	1,752.00	2,763.97	0	0
(4) ECONOMIC SHUTDOWN (HR)	2,920.48	65.62	307.28	715.80	0
(5) OUTSIDE TROUBLE (HR)	0	628.76	12.60	75.87	35.43
8. STATION USED POWER RATIO (%)	5.66	9.82	5.06	4.81	5.10
9. CAPACITY FACTOR (%)	37.30	25.09	35.83	53.74	42.46
10. AVAILABILITY FACTOR (%)	95.02	67.49	60.22	94.34	64.52
11. HEAT RATE (GROSS) (BTU/KWH)	11,936	12,670	11,920	12,210	12,487
12. THERMAL EFFICIENCY (GROSS) (%)	28.59	26.94	28.63	27.95	27.33
13. NUMBER OF STARTS (YEAR/TOTAL)	14/302	9/311	15/326	14/340	15/355

COMMISSIONING: APR 1971

PLANT OPERATIONAL DATA

SUCAT THERMAL POWER PLANT UNIT No. 4

ITEMS	1986	1987	1988	1989	1990
1. RATED CAPACITY (MW)	300	300	300	300	300
2. DEPENDABLE CAPACITY (MW)	228	240	221	240	272
3. AVERAGE LOAD (MW)	176.14	195.22	164.80	161	212
4. GROSS GENERATION (MWH)	815,090	1,181,120	629,770	581,210	300,920
5. OPERATING HOURS (Hr)	4,627.51	6,038.04	3,977.61	3,460.89	1,419.93
6. TOTAL OPERATING HOURS SINCE INITIAL SYNCHRO. (Hr)	81,738.23	87,776.27	91,753.88	95,214.77	96,634.70
7. TOTAL OUTAGE HOURS (Hr)	4,132.49	2,721.96	4,806.39	5,299.11	7,340.07
(1) FORCED OUTAGE (Hr)	24.90	895.54	1,884.25	1,004.86	0
(2) MAINTENANCE OUTAGE (Hr)	271.25	728.23	128.33	0	0
(3) PLANNED OUTAGE (Hr)	2,322.25	948.83	2,160.00	1,332.00	7,340.07
(4) ECONOMIC SHUTDOWN (Hr)	1,514.09	60.48	478.58	849.92	0
(5) OUTSIDE TROUBLE (Hr)	0	88.88	155.23	2,112.33	0
8. STATION USED POWER RATIO (%)	4.75	4.32	6.04	5.65	7.11
9. CAPACITY FACTOR (%)	31.02	44.94	23.90	29.14	11.45
10. AVAILABILITY FACTOR (%)	71.75	70.77	51.77	67.19	16.21
11. HEAT RATE (GROSS) (BTU/KWH)	11,846	11,328	12,090	12,918	10,490
12. THERMAL EFFICIENCY (GROSS) (%)	28.81	30.13	28.23	26.42	32.54
13. NUMBER OF STARTS (YEAR/TOTAL)	7/310	16/326	17/343	6/349	11/360

COMMISSIONING: JUN 1972 REHABILITATION: OCT 1989 - DEC 1990

PLANT OPERATIONAL DATA

MALAYA THERMAL POWER PLANT UNIT No. 1

ITEMS	1986	1987	1988	1989	1990
1. RATED CAPACITY (MW)	300	300	300	300	300
2. DEPENDABLE CAPACITY (MW)	234	300	294	299	285
3. AVERAGE LOAD (MW)	187	245	251	250	268
4. GROSS GENERATION (MWH)	1,132,042	538,224	1,884,324	1,567,670	2,106,026
5. OPERATING HOURS (Hr)	5,947.53	2,332.80	7,510.51	6,249.25	7,862.42
6. TOTAL OPERATING HOURS SINCE INITIAL SYNCHRO. (Hr)	72,999.54	75,332.34	82,842.85	89,092.10	96,954.52
7. TOTAL OUTAGE HOURS (Hr)	2,812.47	6,427.20	1,273.49	2,510.75	897.58
(1) FORCED OUTAGE (Hr)	242.95	14.85	166.76	2,003.70	655.56
(2) MAINTENANCE OUTAGE (Hr)	831.75	1,043.30	140.61	372.27	231.37
(3) PLANNED OUTAGE (Hr)	1,296.00	5,369.05	923.20	0	0
(4) ECONOMIC SHUTDOWN (Hr)	197.37	0	42.92	0	10.65
(5) OUTSIDE TROUBLE (Hr)	244.40	0	0	134.78	0
8. STATION USED POWER RATIO (%)	3.92	2.71	2.94	2.86	3.00
9. CAPACITY FACTOR (%)	43.90	20.48	71.51	60.58	80.14
10. AVAILABILITY FACTOR (%)	74.04	25.05	85.82	72.64	89.89
11. HEAT RATE (GROSS) (BTU/KWH)	10,658	9,669	9,910	10,132	10,556
12. THERMAL EFFICIENCY (GROSS) (%)	32.02	35.30	34.44	33.69	32.33
13. NUMBER OF STARTS (YEAR/TOTAL)	17/240	13/253	15/268	22/290	19/309

COMMISSIONING: DEC 1974 REHABILITATION: NOV 1986 - OCT 1987

PLANT OPERATIONAL DATA

MALAYA THERMAL POWER PLANT UNIT No. 2

ITEMS	1986	1987	1988	1989	1990
1. RATED CAPACITY (MW)	350	350	350	350	350
2. DEPENDABLE CAPACITY (MW)	285	326	344	336	324
3. AVERAGE LOAD (MW)	205	260	288	280	292
4. GROSS GENERATION (MWH)	1,118,128	2,028,998	2,121,673	2,209,309	2,197,688
5. OPERATING HOURS (Hr)	5,464.71	7,654.61	7,368.85	8,039.75	7,352.16
6. TOTAL OPERATING HOURS SINCE INITIAL SYNCHRO. (Hr)	52,809.63	60,464.24	67,833.09	75,872.84	83,405.00
7. TOTAL OUTAGE HOURS (Hr)	3,295.29	1,105.39	1,415.15	720.25	1,227.74
(1) FORCED OUTAGE (Hr)	80.28	18.70	68.28	30.65	269.74
(2) MAINTENANCE OUTAGE (Hr)	594.22	742.49	201.94	56.15	495.70
(3) PLANNED OUTAGE (Hr)	2,547.08	314.98	1,081.38	594.97	462.30
(4) ECONOMIC SHUTDOWN (Hr)	31.77	0	52.73	0	0
(5) OUTSIDE TROUBLE (Hr)	41.94	29.22	10.82	38.48	0
8. STATION USED POWER RATIO (%)	5.01	3.67	3.58	3.44	3.44
9. CAPACITY FACTOR (%)	36.64	66.18	69.01	72.38	71.68
10. AVAILABILITY FACTOR (%)	62.91	89.46	84.48	90.53	85.99
11. HEAT RATE (GROSS) (BTU/KWH)	10,212	9,604	9,413	9,568	9,676
12. THERMAL EFFICIENCY (GROSS) (%)	33.42	35.54	36.26	35.67	35.27
13. NUMBER OF STARTS (YEAR/TOTAL)	17/149	11/160	12/172	7/179	10/189

COMMISSIONING: MAR 1979

REHABILITATION: JUL 1986 - JAN 1987

PLANT OPERATIONAL DATA

BATANGAS COAL FIRED THERMAL POWER PLANT UNIT No. 1

ITEMS	1986	1987	1988	1989	1990
1. RATED CAPACITY (MW)	300	300	300	300	300
2. DEPENDABLE CAPACITY (MW)	270	280	280	272	249
3. AVERAGE LOAD (MW)	252.58	263.68	278.51	263.57	245.02
4. GROSS GENERATION (MWH)	1,609,307	1,948,932	1,996,270	2,053,138	1,601,232
5. OPERATING HOURS (Hr)	6,371.47	7,391.40	7,167.72	7,789.65	6,535.07
6. TOTAL OPERATING HOURS SINCE INITIAL SYNCHRO. (Hr)	14,417.04	21,808.44	28,976.16	36,765.81	43,300.88
7. TOTAL OUTAGE HOURS (Hr)	2,388.53	1,368.6	1,616.28	970.35	2,212.93
(1) FORCED OUTAGE (Hr)	158.78	154.54	241.86	577.08	420.08
(2) MAINTENANCE OUTAGE (Hr)	210.72	186.77	336.38	170.05	311.58
(3) PLANNED OUTAGE (Hr)	1,865.70	1,004.83	958.89	0	1,412.20
(4) ECONOMIC SHUTDOWN (Hr)	126.36	0	54.24	147.12	47.41
(5) OUTSIDE TROUBLE (Hr)	26.97	22.46	24.91	76.10	21.66
8. STATION USED POWER RATIO (%)	5.16	5.17	5.07	5.34	5.56
9. CAPACITY FACTOR (%)	61.24	74.16	75.75	78.12	61.01
10. AVAILABILITY FACTOR (%)	74.41	84.59	82.45	91.40	75.43
11. HEAT RATE (GROSS) (BTU/KWH)	9,704	9,732	9,306	9,592	9,652
12. THERMAL EFFICIENCY (GROSS) (%)	35.17	35.07	36.67	35.58	35.36
13. NUMBER OF STARTS (YEAR/TOTAL)	28/115	25/140	21/161	46/207	28/235

COMMISSIONING: NOV 1984

PLANT OPERATIONAL DATA

BATAAN GASTURBINE POWER PLANT UNIT No. 1

ITEMS	1986	1987	1988	1989	1990
1. RATED CAPACITY (MW)	-	-	-	31	31
2. DEPENDABLE CAPACITY (MW)	-	-	-	31	30
3. AVERAGE LOAD (MW)	-	-	-	32	28
4. GROSS GENERATION (MWH)	-	-	-	44,948	129,462
5. OPERATING HOURS (HI)	-	-	-	1,395.22	4,548.05
6. TOTAL OPERATING HOURS SINCE INITIAL SYNCHRO. (HI)	-	-	-	1,395.22	5,943.27
7. TOTAL OUTAGE HOURS (HI)	-	-	-	2,349.66	4,211.95
(1) FORCED OUTAGE (HI)	-	-	-	2.21	435.04
(2) MAINTENANCE OUTAGE (HI)	-	-	-	0	133.87
(3) PLANNED OUTAGE (HI)	-	-	-	0	0.70
(4) ECONOMIC SHUTDOWN (HI)	-	-	-	2,347.45	3,642.34
(5) OUTSIDE TROUBLE (HI)	-	-	-	0	0
8. STATION USED POWER RATIO (%)	-	-	-	*1	*1
9. CAPACITY FACTOR (%)	-	-	-	38.72	47.67
10. AVAILABILITY FACTOR (%)	-	-	-	99.94	93.50
11. HEAT RATE (GROSS) (BTU/KWH)	-	-	-	11,407	12,113
12. THERMAL EFFICIENCY (GROSS) (%)	-	-	-	29.92	28.18
13. NUMBER OF STARTS (YEAR/TOTAL)	-	-	-	*2	*2

COMMISSIONING: NOV 1989 *1: NO STATION SERVICE KWH METER *2: NO DATA AVAILABLE

PLANT OPERATIONAL DATA

BATAAN GASTURBINE POWER PLANT UNIT No. 2

ITEMS	1986	1987	1988	1989	1990
1. RATED CAPACITY (MW)	-	-	-	31	31
2. DEPENDABLE CAPACITY (MW)	-	-	-	31	31
3. AVERAGE LOAD (MW)	-	-	-	31	29
4. GROSS GENERATION (MWH)	-	-	-	44,588	125,174
5. OPERATING HOURS (Hr)	-	-	-	1,422.43	4,278.88
6. TOTAL OPERATING HOURS SINCE INITIAL SYNCHRO. (Hr)	-	-	-	1,422.43	5,701.31
7. TOTAL OUTAGE HOURS (Hr)	-	-	-	2,194.03	4,481.17
(1) FORCED OUTAGE (Hr)	-	-	-	473.30	1,014.54
(2) MAINTENANCE OUTAGE (Hr)	-	-	-	0	7.75
(3) PLANNED OUTAGE (Hr)	-	-	-	0	244.00
(4) ECONOMIC SHUTDOWN (Hr)	-	-	-	1,720.73	3,211.58
(5) OUTSIDE TROUBLE (Hr)	-	-	-	0	3.30
8. STATION USED POWER RATIO (%)	-	-	-	*1	*1
9. CAPACITY FACTOR (%)	-	-	-	39.77	46.11
10. AVAILABILITY FACTOR (%)	-	-	-	86.91	85.54
11. HEAT RATE (GROSS) (BTU/KWH)	-	-	-	11,326	12,073
12. THERMAL EFFICIENCY (GROSS) (%)	-	-	-	30.13	28.27
13. NUMBER OF STARTS (YEAR/TOTAL)	-	-	-	*2	*2

COMMISSIONING: NOV 1989 *1: NO STATION SERVICE KWH METER *2: NO DATA AVAILABLE

PLANT OPERATIONAL DATA

BATAAN GASTURBINE POWER PLANT UNIT No. 3

ITEMS	1986	1987	1988	1989	1990
1. RATED CAPACITY (MW)	-	-	-	31	31
2. DEPENDABLE CAPACITY (MW)	-	-	-	31	30
3. AVERAGE LOAD (MW)	-	-	-	29	27
4. GROSS GENERATION (MWH)	-	-	-	30,744	123,095
5. OPERATING HOURS (Hr)	-	-	-	1,050.88	4,482.63
6. TOTAL OPERATING HOURS SINCE INITIAL SYNCHRO. (Hr)	-	-	-	1,050.88	5,533.51
7. TOTAL OUTAGE HOURS (Hr)	-	-	-	2,089.27	4,277.37
(1) FORCED OUTAGE (Hr)	-	-	-	0.50	1,344.03
(2) MAINTENANCE OUTAGE (Hr)	-	-	-	0	48.21
(3) PLANNED OUTAGE (Hr)	-	-	-	0	104.80
(4) ECONOMIC SHUTDOWN (Hr)	-	-	-	2,088.77	2,780.33
(5) OUTSIDE TROUBLE (Hr)	-	-	-	0	0
8. STATION USED POWER RATIO (%)	-	-	-	*1	*1
9. CAPACITY FACTOR (%)	-	-	-	31.58	45.33
10. AVAILABILITY FACTOR (%)	-	-	-	99.98	82.91
11. HEAT RATE (GROSS) (BTU/KWH)	-	-	-	11,414	12,233
12. THERMAL EFFICIENCY (GROSS) (%)	-	-	-	29.90	27.90
13. NUMBER OF STARTS (YEAR/TOTAL)	-	-	-	*2	*2

COMMISSIONING: NOV 1989 *1: NO STATION SERVICE KWH METER *2: NO DATA AVAILABLE

PLANT OPERATIONAL DATA

BATAAN GASTURBINE POWER PLANT UNIT No. 4

ITEMS	1986	1987	1988	1989	1990
1. RATED CAPACITY (MW)	-	-	-	31	31
2. DEPENDABLE CAPACITY (MW)	-	-	-	31	30
3. AVERAGE LOAD (MW)	-	-	-	33	28
4. GROSS GENERATION (MWH)	-	-	-	41,907	118,990
5. OPERATING HOURS (Hr)	-	-	-	1,289.20	4,294.87
6. TOTAL OPERATING HOURS SINCE INITIAL SYNCHRO. (Hr)	-	-	-	1,289.20	5,584.07
7. TOTAL OUTAGE HOURS (Hr)	-	-	-	1,492.33	4,465.13
(1) FORCED OUTAGE (Hr)	-	-	-	53.86	995.45
(2) MAINTENANCE OUTAGE (Hr)	-	-	-	0	13.56
(3) PLANNED OUTAGE (Hr)	-	-	-	0	221.65
(4) ECONOMIC SHUTDOWN (Hr)	-	-	-	1,385.19	3,230.72
(5) OUTSIDE TROUBLE (Hr)	-	-	-	53.28	3.75
8. STATION USED POWER RATIO (%)	-	-	-	*1	*1
9. CAPACITY FACTOR (%)	-	-	-	49.55	43.84
10. AVAILABILITY FACTOR (%)	-	-	-	98.03	85.95
11. HEAT RATE (GROSS) (BTU/KWH)	-	-	-	11,517	12,181
12. THERMAL EFFICIENCY (GROSS) (%)	-	-	-	29.63	28.02
13. NUMBER OF STARTS (YEAR/TOTAL)	-	-	-	*2	*2

COMMISSIONING: NOV 1989 *1: NO STATION SERVICE KWH METER *2: NO DATA AVAILABLE

PLANT OPERATIONAL DATA

MALAYA GAS TURBINE POWER PLANT UNIT No. 1

ITEMS	1986	1987	1988	1989	1990
1. RATED CAPACITY (MW)	-	-	-	31	31
2. DEPENDABLE CAPACITY (MW)	-	-	-	31	30
3. AVERAGE LOAD (MW)	-	-	-	30	26
4. GROSS GENERATION (MWH)	-	-	-	30,769	112,410
5. OPERATING HOURS (HR)	-	-	-	1,025.23	4,269.84
6. TOTAL OPERATING HOURS SINCE INITIAL SYNCHRO. (HR)	-	-	-	1,025.23	5,295.07
7. TOTAL OUTAGE HOURS (HR)	-	-	-	1,902.77	4,490.16
(1) FORCED OUTAGE (HR)	-	-	-	383.07	2.79
(2) MAINTENANCE OUTAGE (HR)	-	-	-	124.58	251.02
(3) PLANNED OUTAGE (HR)	-	-	-	0	0
(4) ECONOMIC SHUTDOWN (HR)	-	-	-	1,389.67	4,187.71
(5) OUTSIDE TROUBLE (HR)	-	-	-	5.45	48.64
8. STATION USED POWER RATIO (%)	-	-	-	0.26	0.26
9. CAPACITY FACTOR (%)	-	-	-	33.96	41.63
10. AVAILABILITY FACTOR (%)	-	-	-	82.63	97.09
11. HEAT RATE (GROSS) (BTU/KWH)	-	-	-	11,469	12,033
12. THERMAL EFFICIENCY (GROSS) (%)	-	-	-	29.76	28.36
13. NUMBER OF STARTS (YEAR/TOTAL)	-	-	-	*1	*1

COMMISSIONING: AUG 1989

*1: NO DATA AVAILABLE

PLANT OPERATIONAL DATA

MALAYA GASTURBINE POWER PLANT UNIT No. 2

ITEMS	1986	1987	1988	1989	1990
1. RATED CAPACITY (MW)	-	-	-	31	31
2. DEPENDABLE CAPACITY (MW)	-	-	-	31	31
3. AVERAGE LOAD (MW)	-	-	-	29	27
4. GROSS GENERATION (MWH)	-	-	-	36,002	119,096
5. OPERATING HOURS (Hr)	-	-	-	1,233.59	4,376.29
6. TOTAL OPERATING HOURS SINCE INITIAL SYNCHRO. (Hr)	-	-	-	1,233.59	5,609.88
7. TOTAL OUTAGE HOURS (Hr)	-	-	-	1,694.41	4,383.71
(1) FORCED OUTAGE (Hr)	-	-	-	171.60	1.47
(2) MAINTENANCE OUTAGE (Hr)	-	-	-	112.88	39.25
(3) PLANNED OUTAGE (Hr)	-	-	-	0	0
(4) ECONOMIC SHUTDOWN (Hr)	-	-	-	1,381.42	4,313.65
(5) OUTSIDE TROUBLE (Hr)	-	-	-	28.51	29.34
8. STATION USED POWER RATIO (%)	-	-	-	0.23	0.24
9. CAPACITY FACTOR (%)	-	-	-	40.05	44.00
10. AVAILABILITY FACTOR (%)	-	-	-	90.19	99.53
11. HEAT RATE (GROSS) (BTU/KWH)	-	-	-	11,459	11,824
12. THERMAL EFFICIENCY (GROSS) (%)	-	-	-	29.78	28.87
13. NUMBER OF STARTS (YEAR/TOTAL)	-	-	-	*1	*1

COMMISSIONING: AUG 1989 *1: NO DATA AVAILABLE

PLANT OPERATIONAL DATA

MALAYA GAS TURBINE POWER PLANT UNIT No. 3

ITEMS	1986	1987	1988	1989	1990
1. RATED CAPACITY (MW)	-	-	-	31	31
2. DEPENDABLE CAPACITY (MW)	-	-	-	31	30
3. AVERAGE LOAD (MW)	-	-	-	31	28
4. GROSS GENERATION (MWH)	-	-	-	36,509	112,012
5. OPERATING HOURS (Hr)	-	-	-	1,175.14	4,041.90
6. TOTAL OPERATING HOURS SINCE INITIAL SYNCHRO. (Hr)	-	-	-	1,175.14	5,217.04
7. TOTAL OUTAGE HOURS (Hr)	-	-	-	1,752.86	4,718.10
(1) FORCED OUTAGE (Hr)	-	-	-	160.34	6.53
(2) MAINTENANCE OUTAGE (Hr)	-	-	-	45.80	187.50
(3) PLANNED OUTAGE (Hr)	-	-	-	0	245.67
(4) ECONOMIC SHUTDOWN (Hr)	-	-	-	1,465.19	4,250.24
(5) OUTSIDE TROUBLE (Hr)	-	-	-	81.53	28.16
8. STATION USED POWER RATIO (%)	-	-	-	0.23	0.25
9. CAPACITY FACTOR (%)	-	-	-	41.37	41.38
10. AVAILABILITY FACTOR (%)	-	-	-	92.76	94.96
11. HEAT RATE (GROSS) (BTU/KWH)	-	-	-	11,292	11,711
12. THERMAL EFFICIENCY (GROSS) (%)	-	-	-	30.22	29.14
13. NUMBER OF STARTS (YEAR/TOTAL)	-	-	-	*1	*1

COMMISSIONING: AUG 1989

*1: NO DATA AVAILABLE

ANNEX 2.

SUMMARY RECORD OF FORCED OUTAGE

Bataan Thermal Power Plant

Manila Thermal Power Plant

Sucac Thermal Power Plant

Malaya Thermal Power Plant

Batangas Coal Fired Thermal Power Plant

Bataan Gasturbine Power Plant

Malaya Gasturbine Power Plant

ANNEX 2.

SUMMARY RECORD OF FORCED OUTAGES

BATAAN THERMAL POWER PLANT UNIT No. 1

ITEMS	1986	1987	1988	1989	1990	TOTAL
1. BOILER AND AUXILIARY						
1) BOILER						
2) FUEL OIL SYSTEM	1				1	2
3) AIR HEATER			1	2	1	4
4) FORCED DRAFT FAN					2	2
5) GAS RECIRCULATION FAN						
6) VALVE AND PIPING		1			1	2
7) CONTROL SYSTEM		2	1		1	4
2. TURBINE AND AUXILIARY						
1) MAIN TURBINE			2			2
2) CONDENSER				1		1
3) CIRCULATING WATER PUMP			1	1		2
4) CONTROL SYSTEM						
3. CONDENSATE AND FEED WATER SYSTEM						
1) CONDENSATE AND MAKE-UP SYSTEM				1		1
2) MOTOR DRIVEN BFP	3	1		3		7
3) TURBINE DRIVEN BFP						
4) LOW PRESS. HEATER						
5) HIGH PRESS. HEATER						
6) CONTROL SYSTEM			1			1
4. ELECTRICAL EQUIPMENT						
1) GENERATOR & EXCITER		1	1			2
2) TRANSFORMER AND SUBSTATION			5	1		6
3) STATION SERVICE SYSTEM	3		2			5
4) CONTROL SYSTEM						
5. OTHERS						
1) B-T INTERLOCK	3		1	1		5
2) GENERATOR BACK-UP	2		2	1		5
3) OUTSIDE TROUBLE		1	1		2	4
TOTAL	12	6	18	11	8	55

SUMMARY RECORD OF FORCED OUTAGES

BATAAN THERMAL POWER PLANT UNIT No. 2

ITEMS	1986	1987	1988	1989	1990	TOTAL
1. BOILER AND AUXILIARY						
1) BOILER			3		2	5
2) FUEL OIL SYSTEM	1					1
3) AIR HEATER	1			2	3	6
4) FORCED DRAFT FAN				2	2	4
5) GAS RECIRCULATION FAN			1			1
6) VALVE AND PIPING	1		1	2	1	5
7) CONTROL SYSTEM		1	1	1	3	6
2. TURBINE AND AUXILIARY						
1) MAIN TURBINE	1		1	1		3
2) CONDENSER	1	1				2
3) CIRCULATING WATER PUMP						
4) CONTROL SYSTEM					1	1
3. CONDENSATE AND FEED WATER SYSTEM						
1) CONDENSATE AND MAKE-UP SYSTEM						
2) MOTOR DRIVEN BFP	1	1			2	4
3) TURBINE DRIVEN BFP						
4) LOW PRESS. HEATER						
5) HIGH PRESS. HEATER						
6) CONTROL SYSTEM						
4. ELECTRICAL EQUIPMENT						
1) GENERATOR & EXCITER	1			2	1	4
2) TRANSFORMER AND SUBSTATION						
3) STATION SERVICE SYSTEM	1	1	2	3	2	9
4) CONTROL SYSTEM						
5. OTHERS						
1) B-T INTERLOCK		1	2		4	7
2) GENERATOR BACK-UP						
3) OUTSIDE TROUBLE		1				1
TOTAL	8	6	11	13	21	59

SUMMARY RECORD OF FORCED OUTAGES

MANILA THERMAL POWER PLANT UNIT No. 1

ITEMS	1986	1987	1988	1989	1990	TOTAL
1. BOILER AND AUXILIARY						
1) BOILER		1			1	2
2) FUEL OIL SYSTEM	1			1		2
3) AIR HEATER				1		1
4) FORCED DRAFT FAN	4	2			1	7
5) GAS RECIRCULATION FAN						
6) VALVE AND PIPING	2					2
7) CONTROL SYSTEM						
2. TURBINE AND AUXILIARY						
1) MAIN TURBINE						
2) CONDENSER	3			1		4
3) CIRCULATING WATER PUMP						
4) CONTROL SYSTEM						
3. CONDENSATE AND FEED WATER SYSTEM						
1) CONDENSATE AND MAKE-UP SYSTEM						
2) MOTOR DRIVEN BFP						
3) TURBINE DRIVEN BFP						
4) LOW PRESS. HEATER						
5) HIGH PRESS. HEATER						
6) CONTROL SYSTEM						
4. ELECTRICAL EQUIPMENT						
1) GENERATOR & EXCITER						
2) TRANSFORMER AND SUBSTATION			3	3		6
3) STATION SERVICE SYSTEM				1	1	2
4) CONTROL SYSTEM						
5. OTHERS						
1) B-T INTERLOCK						
2) GENERATOR BACK-UP						
3) OUTSIDE TROUBLE						
TOTAL	10	3	3	7	3	26

SUMMARY RECORD OF FORCED OUTAGES

MANILA THERMAL POWER PLANT UNIT No. 2

ITEMS	1986	1987	1988	1989	1990	TOTAL
1. BOILER AND AUXILIARY						
1) BOILER				1		1
2) FUEL OIL SYSTEM						
3) AIR HEATER						
4) FORCED DRAFT FAN	4			1		5
5) GAS RECIRCULATION FAN						
6) VALVE AND PIPING						
7) CONTROL SYSTEM						
2. TURBINE AND AUXILIARY						
1) MAIN TURBINE				1		1
2) CONDENSER		1		1	1	3
3) CIRCULATING WATER PUMP						
4) CONTROL SYSTEM						
3. CONDENSATE AND FEED WATER SYSTEM						
1) CONDENSATE AND MAKE-UP SYSTEM		1				1
2) MOTOR DRIVEN BFP						
3) TURBINE DRIVEN BFP						
4) LOW PRESS. HEATER						
5) HIGH PRESS. HEATER						
6) CONTROL SYSTEM		1			1	2
4. ELECTRICAL EQUIPMENT						
1) GENERATOR & EXCITER				1		1
2) TRANSFORMER AND SUBSTATION						
3) STATION SERVICE SYSTEM					2	2
4) CONTROL SYSTEM						
5. OTHERS						
1) B-T INTERLOCK				1	1	2
2) GENERATOR BACK-UP						
3) OUTSIDE TROUBLE						
TOTAL	4	3	0	6	5	18

SUMMARY RECORD OF FORCED OUTAGES

SUCAT THERMAL POWER PLANT UNIT No. 1

ITEMS	1986	1987	1988	1989	1990	TOTAL
1. BOILER AND AUXILIARY						
1) BOILER						
2) FUEL OIL SYSTEM						
3) AIR HEATER						
4) FORCED DRAFT FAN						
5) GAS RECIRCULATION FAN						
6) VALVE AND PIPING					1	1
7) CONTROL SYSTEM		1	1		1	3
2. TURBINE AND AUXILIARY						
1) MAIN TURBINE			1		2	3
2) CONDENSER						
3) CIRCULATING WATER PUMP						
4) CONTROL SYSTEM						
3. CONDENSATE AND FEED WATER SYSTEM						
1) CONDENSATE AND MAKE-UP SYSTEM						
2) MOTOR DRIVEN BFP						
3) TURBINE DRIVEN BFP						
4) LOW PRESS. HEATER						
5) HIGH PRESS. HEATER					1	1
6) CONTROL SYSTEM						
4. ELECTRICAL EQUIPMENT						
1) GENERATOR & EXCITER	2					2
2) TRANSFORMER AND SUBSTATION						
3) STATION SERVICE SYSTEM	1					1
4) CONTROL SYSTEM						
5. OTHERS						
1) B-T INTERLOCK		1			3	4
2) GENERATOR BACK-UP						
3) OUTSIDE TROUBLE						
TOTAL	3	2	2	0	8	15

SUMMARY RECORD OF FORCED OUTAGES

SUCAT THERMAL POWER PLANT UNIT No. 2

ITEMS	1986	1987	1988	1989	1990	TOTAL
1. BOILER AND AUXILIARY						
1) BOILER		1			1	2
2) FUEL OIL SYSTEM						
3) AIR HEATER			1		2	3
4) FORCED DRAFT FAN						
5) GAS RECIRCULATION FAN						
6) VALVE AND PIPING						
7) CONTROL SYSTEM						
2. TURBINE AND AUXILIARY						
1) MAIN TURBINE			1			1
2) CONDENSER		1	1		1	3
3) CIRCULATING WATER PUMP						
4) CONTROL SYSTEM						
3. CONDENSATE AND FEED WATER SYSTEM						
1) CONDENSATE AND MAKE-UP SYSTEM					1	1
2) MOTOR DRIVEN BFP						
3) TURBINE DRIVEN BFP						
4) LOW PRESS. HEATER						
5) HIGH PRESS. HEATER						
6) CONTROL SYSTEM				1		1
4. ELECTRICAL EQUIPMENT						
1) GENERATOR & EXCITER						
2) TRANSFORMER AND SUBSTATION						
3) STATION SERVICE SYSTEM						
4) CONTROL SYSTEM						
5. OTHERS						
1) B-T INTERLOCK	1			1	1	3
2) GENERATOR BACK-UP						
3) OUTSIDE TROUBLE					1	1
TOTAL	1	2	3	2	7	15

SUMMARY RECORD OF FORCED OUTAGES

SUCAT THERMAL POWER PLANT UNIT No. 3

ITEMS	1986	1987	1988	1989	1990	TOTAL
1. BOILER AND AUXILIARY						
1) BOILER		2				2
2) FUEL OIL SYSTEM						
3) AIR HEATER	1			1	5	7
4) FORCED DRAFT FAN						
5) GAS RECIRCULATION FAN						
6) VALVE AND PIPING			1			1
7) CONTROL SYSTEM	1		1			2
2. TURBINE AND AUXILIARY						
1) MAIN TURBINE	1				1	2
2) CONDENSER			1	1		2
3) CIRCULATING WATER PUMP					1	1
4) CONTROL SYSTEM			1	1		2
3. CONDENSATE AND FEED WATER SYSTEM						
1) CONDENSATE AND MAKE-UP SYSTEM						
2) MOTOR DRIVEN BFP					1	1
3) TURBINE DRIVEN BFP				1		1
4) LOW PRESS. HEATER						
5) HIGH PRESS. HEATER	1					1
6) CONTROL SYSTEM	1		2			3
4. ELECTRICAL EQUIPMENT						
1) GENERATOR & EXCITER						
2) TRANSFORMER AND SUBSTATION					2	2
3) STATION SERVICE SYSTEM				1		1
4) CONTROL SYSTEM						
5. OTHERS						
1) B-T INTERLOCK			1			1
2) GENERATOR BACK-UP						
3) OUTSIDE TROUBLE						
TOTAL	5	2	7	5	10	29

SUMMARY RECORD OF FORCED OUTAGES

SUCAT THERMAL POWER PLANT UNIT No. 4

ITEMS	1986	1987	1988	1989	1990	TOTAL
1. BOILER AND AUXILIARY						
1) BOILER			3	1		4
2) FUEL OIL SYSTEM		1				1
3) AIR HEATER	1		4	2		7
4) FORCED DRAFT FAN		1				1
5) GAS RECIRCULATION FAN						
6) VALVE AND PIPING		1	1			2
7) CONTROL SYSTEM		1	1			2
2. TURBINE AND AUXILIARY						
1) MAIN TURBINE		1	2			3
2) CONDENSER						
3) CIRCULATING WATER PUMP						
4) CONTROL SYSTEM						
3. CONDENSATE AND FEED WATER SYSTEM						
1) CONDENSATE AND MAKE-UP SYSTEM						
2) MOTOR DRIVEN BFP						
3) TURBINE DRIVEN BFP			1			1
4) LOW PRESS. HEATER						
5) HIGH PRESS. HEATER						
6) CONTROL SYSTEM						
4. ELECTRICAL EQUIPMENT						
1) GENERATOR & EXCITER						
2) TRANSFORMER AND SUBSTATION						
3) STATION SERVICE SYSTEM						
4) CONTROL SYSTEM						
5. OTHERS						
1) B-T INTERLOCK		1	1			2
2) GENERATOR BACK-UP		1				1
3) OUTSIDE TROUBLE						
TOTAL	1	7	13	3	0	24

SUMMARY RECORD OF FORCED OUTAGES

MALAYA THERMAL POWER PLANT UNIT No. 1

ITEMS	1986	1987	1988	1989	1990	TOTAL
1. BOILER AND AUXILIARY						
1) BOILER			1		1	2
2) FUEL OIL SYSTEM						
3) AIR HEATER	2					2
4) FORCED DRAFT FAN						
5) GAS RECIRCULATION FAN						
6) VALVE AND PIPING	1	1	1	1		4
7) CONTROL SYSTEM		1	4	3	3	11
2. TURBINE AND AUXILIARY						
1) MAIN TURBINE			1	1	1	3
2) CONDENSER					1	1
3) CIRCULATING WATER PUMP	1					1
4) CONTROL SYSTEM			1	2		3
3. CONDENSATE AND FEED WATER SYSTEM						
1) CONDENSATE AND MAKE-UP SYSTEM	1					1
2) MOTOR DRIVEN BFP	1					1
3) TURBINE DRIVEN BFP						
4) LOW PRESS. HEATER						
5) HIGH PRESS. HEATER						
6) CONTROL SYSTEM			2	1	2	5
4. ELECTRICAL EQUIPMENT						
1) GENERATOR & EXCITER				2	1	3
2) TRANSFORMER AND SUBSTATION					1	1
3) STATION SERVICE SYSTEM				2		2
4) CONTROL SYSTEM						
5. OTHERS						
1) B-T INTERLOCK			3	1	1	5
2) GENERATOR BACK-UP					5	5
3) OUTSIDE TROUBLE						
TOTAL	6	2	13	13	16	50

SUMMARY RECORD OF FORCED OUTAGES

MALAYA THERMAL POWER PLANT UNIT No. 2

ITEMS	1986	1987	1988	1989	1990	TOTAL
1. BOILER AND AUXILIARY						
1) BOILER					3	3
2) FUEL OIL SYSTEM					4	4
3) AIR HEATER						
4) FORCED DRAFT FAN						
5) GAS RECIRCULATION FAN	1					1
6) VALVE AND PIPING					1	1
7) CONTROL SYSTEM			1			1
2. TURBINE AND AUXILIARY						
1) MAIN TURBINE		1				1
2) CONDENSER				1	1	2
3) CIRCULATING WATER PUMP						
4) CONTROL SYSTEM						
3. CONDENSATE AND FEED WATER SYSTEM						
1) CONDENSATE AND MAKE-UP SYSTEM						
2) MOTOR DRIVEN BFP						
3) TURBINE DRIVEN BFP						
4) LOW PRESS. HEATER						
5) HIGH PRESS. HEATER						
6) CONTROL SYSTEM						
4. ELECTRICAL EQUIPMENT						
1) GENERATOR & EXCITER			1			1
2) TRANSFORMER AND SUBSTATION						
3) STATION SERVICE SYSTEM		2				2
4) CONTROL SYSTEM			1			1
5. OTHERS						
1) B-T INTERLOCK		2			1	3
2) GENERATOR BACK-UP						
3) OUTSIDE TROUBLE						
TOTAL	1	5	3	1	10	20

SUMMARY RECORD OF FORCED OUTAGES

BATANGAS THERMAL POWER PLANT UNIT No. 1

ITEMS	1986	1987	1988	1989	1990	TOTAL
1. BOILER AND AUXILIARY						
1) BOILER	1	1	1	1	6	10
2) FUEL OIL & COAL SYSTEM	2	2	1			5
3) AIR HEATER				1		1
4) FORCED DRAFT FAN & IDF	5					5
5) GAS RECIRCULATION FAN						
6) VALVE AND PIPING	1	1		2		4
7) CONTROL SYSTEM	2	2	1	2	1	8
2. TURBINE AND AUXILIARY						
1) MAIN TURBINE		2		1	1	4
2) CONDENSER					1	1
3) CIRCULATING WATER PUMP						
4) CONTROL SYSTEM			1			1
3. CONDENSATE AND FEED WATER SYSTEM						
1) CONDENSATE AND MAKE-UP SYSTEM				1		1
2) MOTOR DRIVEN BFP			1			1
3) TURBINE DRIVEN BFP				1	1	2
4) LOW PRESS. HEATER						
5) HIGH PRESS. HEATER						
6) CONTROL SYSTEM			1	1		2
4. ELECTRICAL EQUIPMENT						
1) GENERATOR & EXCITER		1		2		3
2) TRANSFORMER AND SUBSTATION			1			1
3) STATION SERVICE SYSTEM				1		1
4) CONTROL SYSTEM						
5. OTHERS						
1) B-T INTERLOCK	3	10	5	23	12	53
2) GENERATOR BACK-UP	2					2
3) OUTSIDE TROUBLE						
TOTAL	16	19	12	36	22	105

SUMMARY RECORD OF FORCED OUTAGES

BATAAN GASTURBINE POWER PLANT UNIT No. 1

ITEMS	1986	1987	1988	1989	1990	TOTAL
1. GAS TURBINE AND AUXILIARY						
1) GAS TURBINE					1	1
2) AIR COMPRESSOR					1	1
3) COMBUSTER						
4) LOAD GEAR						
5) STARTING EQUIPMENT					3	3
6) FUEL OIL SYSTEM				1	2	3
7) CONTROL SYSTEM					2	2
2. ELECTRICAL EQUIPMENT						
1) GENERATOR & EXCITER						
2) TRANSFORMER AND SUBSTATION						
3) STATION SERVICE SYSTEM					2	2
4) CONTROL SYSTEM						
3. OTHERS						
1) GT INTERLOCK						
2) GENERATOR BACK-UP						
3) OUTSIDE TROUBLE					1	1
TOTAL				1	12	13

SUMMARY RECORD OF FORCED OUTAGES

BATAAN GASTURBINE POWER PLANT UNIT No. 2

ITEMS	1986	1987	1988	1989	1990	TOTAL
1. GAS TURBINE AND AUXILIARY						
1) GAS TURBINE				1	1	2
2) AIR COMPRESSOR					1	1
3) COMBUSTER					1	1
4) LOAD GEAR						
5) STARTING EQUIPMENT						
6) FUEL OIL SYSTEM					1	1
7) CONTROL SYSTEM						
2. ELECTRICAL EQUIPMENT						
1) GENERATOR & EXCITER				1	2	3
2) TRANSFORMER AND SUBSTATION						
3) STATION SERVICE SYSTEM					1	1
4) CONTROL SYSTEM						
3. OTHERS						
1) GT INTERLOCK						
2) GENERATOR BACK-UP						
3) OUTSIDE TROUBLE						
TOTAL				2	7	9

SUMMARY RECORD OF FORCED OUTAGES

BATAAN GASTURBINE POWER PLANT UNIT No. 3

ITEMS	1986	1987	1988	1989	1990	TOTAL
1. GAS TURBINE AND AUXILIARY						
1) GAS TURBINE					1	1
2) AIR COMPRESSOR					1	1
3) COMBUSTER					2	2
4) LOAD GEAR					1	1
5) STARTING EQUIPMENT						
6) FUEL OIL SYSTEM				1	3	4
7) CONTROL SYSTEM						
2. ELECTRICAL EQUIPMENT						
1) GENERATOR & EXCITER					2	2
2) TRANSFORMER AND SUBSTATION						
3) STATION SERVICE SYSTEM						
4) CONTROL SYSTEM						
3. OTHERS						
1) GT INTERLOCK						
2) GENERATOR BACK-UP						
3) OUTSIDE TROUBLE						
TOTAL				1	10	11

SUMMARY RECORD OF FORCED OUTAGES

BATAAN GASTURBINE POWER PLANT UNIT No. 4

ITEMS	1986	1987	1988	1989	1990	TOTAL
1. GAS TURBINE AND AUXILIARY						
1) GAS TURBINE				1	1	2
2) AIR COMPRESSOR					3	3
3) COMBUSTER						
4) LOAD GEAR					1	1
5) STARTING EQUIPMENT						
6) FUEL OIL SYSTEM					1	1
7) CONTROL SYSTEM						
2. ELECTRICAL EQUIPMENT						
1) GENERATOR & EXCITER						
2) TRANSFORMER AND SUBSTATION						
3) STATION SERVICE SYSTEM					1	1
4) CONTROL SYSTEM						
3. OTHERS						
1) GT INTERLOCK						
2) GENERATOR BACK-UP						
3) OUTSIDE TROUBLE					1	1
TOTAL				1	8	9

SUMMARY RECORD OF FORCED OUTAGES

MALAYA GASTURBINE POWER PLANT UNIT No. 1

ITEMS	1986	1987	1988	1989	1990	TOTAL
1. GAS TURBINE AND AUXILIARY						
1) GAS TURBINE				2	1	3
2) AIR COMPRESSOR				1	1	2
3) COMBUSTER						
4) LOAD GEAR						
5) STARTING EQUIPMENT						
6) FUEL OIL SYSTEM				3		3
7) CONTROL SYSTEM						
2. ELECTRICAL EQUIPMENT						
1) GENERATOR & EXCITER					1	1
2) TRANSFORMER AND SUBSTATION						
3) STATION SERVICE SYSTEM						
4) CONTROL SYSTEM						
3. OTHERS						
1) GT INTERLOCK						
2) GENERATOR BACK-UP				1	1	2
3) OUTSIDE TROUBLE						
TOTAL				7	4	11

SUMMARY RECORD OF FORCED OUTAGES

MALAYA GASTURBINE POWER PLANT UNIT No. 2

ITEMS	1986	1987	1988	1989	1990	TOTAL
1. GAS TURBINE AND AUXILIARY						
1) GAS TURBINE				2	2	4
2) AIR COMPRESSOR						
3) COMBUSTER						
4) LOAD GEAR						
5) STARTING EQUIPMENT						
6) FUEL OIL SYSTEM				1		1
7) CONTROL SYSTEM						
2. ELECTRICAL EQUIPMENT						
1) GENERATOR & EXCITER						
2) TRANSFORMER AND SUBSTATION						
3) STATION SERVICE SYSTEM						
4) CONTROL SYSTEM						
3. OTHERS						
1) GT INTERLOCK						
2) GENERATOR BACK-UP				2		2
3) OUTSIDE TROUBLE				1		1
TOTAL				6	2	8

SUMMARY RECORD OF FORCED OUTAGES

MALAYA GASTURBINE POWER PLANT UNIT No. 3

ITEMS	1986	1987	1988	1989	1990	TOTAL
1. GAS TURBINE AND AUXILIARY						
1) GAS TURBINE				1	5	6
2) AIR COMPRESSOR					1	1
3) COMBUSTER				1		1
4) LOAD GEAR						
5) STARTING EQUIPMENT						
6) FUEL OIL SYSTEM						
7) CONTROL SYSTEM				2		2
2. ELECTRICAL EQUIPMENT						
1) GENERATOR & EXCITER						
2) TRANSFORMER AND SUBSTATION						
3) STATION SERVICE SYSTEM						
4) CONTROL SYSTEM						
3. OTHERS						
1) GT INTERLOCK						
2) GENERATOR BACK-UP				2	1	3
3) OUTSIDE TROUBLE				1		1
TOTAL				7	7	14

ANNEX 3.

SUMMARY OF MAJOR REHABILITATION WORKS

SUMMARY OF MAJOR REHABILITATION WORKS

ITEM	MALAYA -1	MALAYA -2	SUCAT -1	SUCAT -4	SUCAT -2	SUCAT -3	MANILA -1	MANILA -2	BATAAN -1	BATAAN -2	BATANGAS CF-1	REMARKS
Boiler												
a. Superheater											☆ 1992	
	● ☆ Partial 1992	● ☆ Partial 1992	● Partial	●	○	○	○	○	○	○		
	● Partial			●							* ☆ 1992	*Primary SH
	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	☆ 1992	
b. Reheater											☆ 1992	
	● Partial	☆ 1992	● Partial	●	○	○	○ Partial	○ Partial	○	○	☆ 1992	
	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	☆ 1992	
c. Water Wall												
	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○		
	● Partial	● ☆ Partial 1992	●	● ☆ 1992	○	○						
d. Boiler Casing & Gas, Air Duct	● ☆ 1993	●	●	●	○	○	○	○	○	○	☆ 1992	
e. Attemperator	●		●	●	○	○	○	○	○	○		
f. Burner	●	●	●	●	○	○					* ☆ 1992	*Coal Burner
g. Bottom Hopper					○	○						
h. Safety valve			● SH-3						☆	☆		
Boiler Auxiliaries							*	*				
a. Forced Draft Fan /Gas Recircu- lation Fan	● FDF	● FDF					○ FDF	○ FDF		☆ GRF		*Transfer of FDF
b. Air Heater	● ☆ 1992	● ☆ 1992	●	●	○	○	○	○	○	○	☆ 1992	

LEGEND: ●-Implemented ○-1st Priority ○-2nd Priority ☆-To be implemented in overhaul

ITEM		MALAYA -1	MALAYA -2	SUCAT -1	SUCAT -4	SUCAT -2	SUCAT -3	MANILA -1	MANILA -2	BATAAN -1	BATAAN -2	BATANGAS CF-1	REMARKS
c. Steam Coil Air Heater	Replacement of heating elements	●		●	●	○	○	* ○	* ○	○	●		*Additional of SCAH
	Modification of SCAH drain system	●	●	●	●	○	○	○	○	○	●		
d. Fuel Oil Firing System	Replacement/repair of fuel oil heater	●	●	☆ 1993	●	○	○	○	○	○	○		
	Modification of light oil firing system	●	●	●	●	○	○						
e. Ash Handling System	Replacement of ash handling system	●	●	●	●	○	○	○	○			☆ 1992	
	Replacement/repair of dust collector	●	●	●	●	○	○	○	○			* ☆ 1992	*EP
f. Auxiliary Steam System	Repair/modification of auxiliary steam line and auxiliary boiler	● Aux. B		●	●	○	○	○	○				
g. Soot Blower	Replacement/repair of soot blower	● ☆ 1992	●	●	●	○	○	○	○	○	○	☆ 1992	
h. Piping System	Inspection and repair of pipe line	●	●	●	* ●	* ○	* ○	○	○	○	○		*Inspection of main steam pipe
i. Smoke stack	Guniting for smoke stack	☆ 1993	☆ 1992		●	○		○	○	☆			
j. Stacker and Reclaimer	Realignment of the rail											☆ 1992	
k. Cool Yard	Cement all stockpile flooring											☆	
l. Conveyor	Replacement/repair of conveyor											☆ 1992	
m. Transfer Tower	Rehabilitation of transfer tower											☆ 1993	
n. Mill	Replacement/repair of mill											☆ 1992	

ITEM		MALAYA -1	MALAYA -2	SUCAT -1	SUCAT -4	SUCAT -2	SUCAT -3	MANILA -1	MANILA -2	BATAAN -1	BATAAN -2	BATANGAS CF-1	REMARKS
<u>Turbine</u>													
a. HP Turbine	Major inspection	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙		
	Replacement of inner casing				⊙	⊙	⊙	⊙	⊙				
	Replacement of turbine rotor		☆ Blade 1992	⊙ Blade	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	* ⊙	* ⊙		*Diagnosis of remaining life
b. IP Turbine	Major inspection	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙		
	Replacement of inner casing	⊙			⊙	⊙	⊙	⊙	⊙				
	Replacement of turbine rotor	☆ 1993		⊙ Blade	⊙ Blade	⊙	⊙	⊙	⊙	* ⊙	* ⊙		*Diagnosis of remaining life
c. LP Turbine	Major inspection	⊙	⊙	⊙	⊙	* ⊙	* ⊙	⊙	⊙	⊙	⊙		
	Replacement of turbine rotor	⊙ ☆ Blade 1993	☆ Blade 1992	⊙	⊙	⊙ Blade 1990	⊙ Blade			* ⊙	* ⊙		*Diagnosis of remaining life
	Replacement of casing				☆ 1994								
d. Main Stop Valve	Replacement of turbine main valve							⊙ MSV	⊙ MSV		⊙ Parts		
e. BFP Turbine	Reblading of BFP turbine	☆ 1993											
<u>Turbine Auxiliaries</u>													
a. Condenser	Replacement of tubes	⊙ ☆ Aux 1992	⊙ 1983	⊙ Partial	⊙	⊙ 1991	⊙ Partial	* ⊙ 1986	⊙ 1991	☆ 1993	☆ 1993	☆ 1992	*Air cooling zone only
	Installation of on-line cleaning and Debris filter system							☆ 1993	☆ 1993	⊙ 1992	☆ 1993		
b. Low Pressure Feed Water Heater	Replacement of LP heater	⊙ ☆ #3 #3 1993	☆ #2,3 1992				⊙ #3		⊙ #3				
c. High Pressure Feed Water Heater	Replacement of HP heater	⊙ ☆ #5A, #5A #5B #5B 1993		☆ #6 1992	⊙ #5A, 5B #6A, 6B	⊙ #5A, 5B	⊙ #6A, #6B 1991	⊙ #5, 1983 #6, 1981	⊙ #5, #6 1983	⊙ ☆ HP#1, #2	⊙ HP#1, 2		
	Installation of HP heaters by-pass line	⊙				⊙	⊙						

ITEM		MALAYA -1	MALAYA -2	SUCAT -1	SUCAT -4	SUCAT -2	SUCAT -3	MANILA -1	MANILA -2	BATAAN -1	BATAAN -2	BATANGAS CF-1	REMARKS
d. Deaerator	Modification of deaerator		●		☆ 1994					☆ 1993			
e. Turbine Oil Pump	Replacement/repair of oil pump	● JOP		●	●								
f. Turbine Lube Oil System	Modification of lube. oil purifying system	●											
g. Air ejector	Replacement of air ejector					◎	◎						
h. Extraction Steam line	Additional non-return valve at the extraction steam to deaerator	●			●								
i. House Service Closed Cycle Heat Exchanger	Replacement of HSCC heat exchanger			☆ 1993	●	◎	●	○	○	◎ Tube			
	Additional installation of heat exchanger	● ☆ 1993								● 1991			
j. Boiler Feed Water Pump	Replacement/repair of BFP	●		●	●					◎	* ◎	☆ 1992	*BFP Outlet valve
k. Circulating Water Pump	Replacement/repair of CWP				●			☆ 1993	☆ 1993	◎ Parts	◎ Parts		
l. Condensate Water Pump	Replacement/repair of CP							☆	☆		☆ Parts 1992		
m. Piping System	Repair of damaged pipe insulation	●	●	●	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎		
n. Others	Installation of travelling crane			●									
	Replacement of passenger elevator				* ●					☆	☆		*Additional installation
	Repair/replacement of power house ventilation fans	● ☆ 1993	●	●	●	●	●	◎	◎				
o. Cooperation with manufacturer	Invitation of Manufacturers supervisor for the above checking/improvement/replacement	●	●	●	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	

ITEM		MALAYA -1	MALAYA -2	SUCAT -1	SUCAT -4	SUCAT -2	SUCAT -3	MANILA -1	MANILA -2	BATAAN -1	BATAAN -2	BATANGAS CF-1	REMARKS
Electrical Equipment a. Generator	Replacement/repair of generator stator	* ☆ 1992	☆ Bushing 1992		⊙			* ⊙	* ⊙	⊙	⊙		*Diagnosis of remaining life
	Replacement/repair of generator rotor	⊙	* ⊙	⊙	⊙			⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	*Diagnosis of remaining life
b. Exciter	Replacement/repair of exciter	⊙ ☆ 1992			⊙	⊙	⊙						
	Replacement/repair of AVR				⊙	⊙	⊙			⊙	⊙		
c. Gas and Seal oil	Replacement/repair of generator gas and seal oil equipment									⊙	⊙		
d. Batteries and CVCF/UPS	Additional/replacement of batteries	* ⊙	* ⊙					☆	☆				*Additional silicon dropper
	Additional of CVCF/UPS set				⊙	⊙	⊙			☆			
e. Emergency Diesel Generator	Automatic start and cabling of emergency diesel generator	⊙ ☆ 1993	⊙										
f. Motor	Replacement of 4,160V/480V motor		☆ CWP 1992	⊙ RWP	⊙ RWP	☆ CWP		⊙ CP, BFP CWP	⊙ CP, BFP CWP		⊙ AOP		
g. Switchgear	Replacement of 4,160V switchgear							⊙ P/C, Tr	⊙ P/C, Tr	☆ VCB			
	Additional/replacement of MCC	⊙ E				⊙ B, T, SS	⊙ B, T, SS, VF			☆ P/C			
h. Power Cable	Replacement of power cable			⊙	⊙	⊙ 4.16kV 480V	⊙ 4.16kV 480V	⊙ 4.16kV	⊙ 4.16kV	⊙ 15kV			
i. Switchyard	Replacement/repair of switchyard equipment				☆ GCH	⊙ GCB, DS	⊙ GCB, DS			⊙ GCB, LA	⊙ GCB, LA		
j. Communication Facilities	Additional communication facilities	☆	⊙			☆		☆		☆		☆	
k. Others	Replacement of fire protection system	⊙											
	Replacement of sootblower electrical control system					⊙	⊙	⊙	⊙	⊙		☆ 1992	

ITEM		MALAYA -1	MALAYA -2	SUCAT -1	SUCAT -4	SUCAT -2	SUCAT -3	MANILA -1	MANILA -2	BATAAN -1	BATAAN -2	BATANGAS CF-1	REMARKS	
Instrument and Control	Additional recorder for condensate flow, turbine speed/cam position, condenser vacuum & generator output	●	●	●	●	○	○							
	Replacement of local gauge and meter	●	●	●	●	○	○							
	Replacement of control board recorder and indicator	☆ 1993	☆ 1993	●	●	○	○	○	○	○	○			
	Replacement/modification of ABC and start-up system	● N-90	☆ N-90	● N-90	● N-90	○ N-90	○ N-90	○ N-90	○ N-90	○ N-90	○ N-90	○ N-90		
	Spare parts	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○		
	Replacement/modification of fuel oil control system		● Burner			○	○							
	Installation of furnace/smoke monitoring TV	●	●	●	●	○	○	○ Smoke	○ Smoke	☆	☆			
	Replacement of boiler metal temperature measurement	● ☆ 1992	☆ 1993	●	●	○	○							
	ABC and start up control overhaul/calibration and fine tuning	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○			
	Replacement/repair of local control	Deaerator, Heater & condensate drain control	●		●	●	○	○	○	○	○			
		Aux. steam and AH temp. control	●	● ☆ 1992	●	●	○	○	○	○	○			
		Others	● ☆ 1992	● ☆ 1992	●	●	○	○	○	○	○			
	Replacement/repair of EHG	●			●	○	○				○			
	Replacement of relay for plant interlock	●	●		●	○	○	○	○					
	Improvement of central control room air conditioner	● ☆ 1992									* ☆ 1992		*Repair	
Additional control/station service air compressor and modification of piping	● ☆ CONT CONT 1992		●	●						☆ SWYD		☆ SS 1992		

ITEM	MALAYA -1	MALAYA -2	SUCAT -1	SUCAT -4	SUCAT -2	SUCAT -3	MANILA -1	MANILA -2	BATAAN -1	BATAAN -2	BATANGAS CF-1	REMARKS
Instrument and Control	Additional first out indicator	●	●									
	Modification of alarm system	●	●									
	Additional alarm and annunciator	●	●	●	●	○	○			○		
	Modification for load run-back	● FDF, CWP	● FDF, CWP	● FDF, CWP	● FDF, CWP	○ FDF, CWP	○ FDF, CWP					
	Additional/replacement of protective relay	● GEN				○ GEN						
	Replacement of fuel oil flow meter	●	●	●	●	○	○	○	○	○	☆	
	Replacement of drum level transmitter/indicator		●	●				☆	☆	☆	☆	
	Replacement of mercury type float, temp. & press. switches	☆ 1992				○	○	○	○			
	Replacement of BFP minimum flow and control valve			●		○	○	☆	☆			
	Additional sequence of event recorder			●	●	○	○	○	○	○	○	
	Replacement of flue gas O ₂ measurement			●	●	○	○	○	○	○	○	
	Replacement of turbine supervisory instruments	● ☆ 1993			●	○	○			○	○	
	Additional generator H ₂ purity meter	●		●	●	○	○	○	○	☆	☆	
	Replacement of turbine wall stress evaluator					○	○					

ITEM	MALAYA -1	MALAYA -2	SUCAT -1	SUCAT -4	SUCAT -2	SUCAT -3	MANILA -1	MANILA -2	BATAAN -1	BATAAN -2	BATANGAS CF-1	REMARKS
<u>Demineralizer</u>												
Additional demineralizing plant	● 1986			⦿ 1984	⊙ 1993				*	⊙		* Replacement of HCl tank
Additional pre-water treatment plant	● 1986			⦿ 1991								
Overhauling and resin make-up	☆				⊙ 1992		☆		☆		☆	
Using of Laguna Lake Water	●			●			-		-		-	
Neutralizing equipment	☆ 1992			●			☆		●		●	
Replacement of demineralizer instruments							☆ PH, Conductivity		☆ PH, Conductivity Silica		☆ Silica	
<u>Condensate Polishing Plant</u>												
Replacement of control panel including instruments	●	-	-	⦿	⊙	⊙	-	-	-	-	-	
Repair/replacement of control system for automatic operation	●	-	-	⦿	⊙	⊙	-	-	-	-	-	
Using of higher quality caustic soda of rayon grade	●	-	-	⦿	●	●	-	-	-	-	-	
Overhauling, and resin make-up	☆	-	-	☆	⊙	⊙	-	-	-	-	-	
Adjustment of resin level	-	-	-	-	⊙	⊙	-	-	-	-	-	
Installation of condensate magnetic filter	-	-	-	⦿	⊙	⊙	-	-	-	-	-	
<u>Oil Water Separator</u>												
Installation of oil water separator									☆ 1992			

ITEM	MALAYA -1	MALAYA -2	SUCAT -1	SUCAT -4	SUCAT -2	SUCAT -3	MANILA -1	MANILA -2	BATAAN -1	BATAAN -2	BATANGAS CF-1	REMARKS
<u>Secondary Water Treatment</u>												
a. Chemical Feed System	⊙	☆ 1992	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙			⊙	
b. Chemical Feed Control	⊙	☆	⊙	⊙	⊙	⊙					⊙	
Automatic pH control	⊙	☆	⊙	⊙	⊙	⊙					⊙	
<u>Sampling Rack</u>												
Replacement of sampling rack	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	☆ 1992	☆ 1992	☆	
<u>Monitoring Instrument</u>												
Additional of chemical monitoring instruments	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	○	○	☆	☆	☆	
<u>Cooling Water</u>												
a. House Service Closed Cycle Heat Exchanger												
Change of water quality analysis item	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	
Injection of chemicals	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	
Check of sacrificial zinc plate	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	
b. Condenser Cooling Water												
Replacement/repair of cathodic protection equipment	⊙	⊙		⊙	⊙	⊙	○	○	○	○	⊙	
Replacement of travelling water screen				⊙			⊙ Wash P	⊙ Wash P	○	○		
Replacement of raw water pump		☆ 1992		☆ 1992								
Reinstallation of gantry crane											☆ 1992	
Replacement/repair of circulating water pipe line									* ⊙	* ⊙	* ☆ 1992	* Including marine pipe

6.2 地熱発電所

ルソン島における地熱発電は自前のエネルギー資源の乏しいフィリピンにとって貴重な国産エネルギーであり、その量はフィリピン全土で 200,000MW-Centuryといわれており、その中の1/10でも実際に有効活用できるとすれば20,000MW-Centuryと言う膨大なものとなる。

1983年に始まった経済危機以来極度の外貨不足に悩むフィリピン経済にとって、現在その燃料供給の殆どを輸入に頼っている火力発電所と異なり、外貨を必要としない国産エネルギーにより運転できる地熱発電所の重要性は年毎に高まりつつある。

したがって、NAPOCORが立案した1991年度のルソン島における電力開発計画の中でも地熱発電所の開発は石炭火力発電と並ぶ大きな柱として位置付けられている。

ルソングリッド内の地熱発電所は、アルバイ州に位置するTiwi、ラグナ州バイ・カラワンに位置するMak-Banの2発電所で、設備容量は各330MW(55MW×6)、計 660 MWであり、系統内に占める地熱発電設備容量の構成比は15%、年間発生電力量の構成比は1990年の場合24%であった。地熱発電設備概要をTable 6-2-1 に示す。

設備利用率は1990年の場合、Tiwi発電所 68%、Mak-Ban発電所88%であったが、日本の設備計画では85%が想定されている。ルソングリッド内発電設備ベスト10の平均値は55.8%であり、Tiwi、Mak-Ban発電所とも、平均値を上回っている。

Tiwi発電所の設備利用率がMak-Ban発電所に比較して著しく低いのは蒸気量が不足していることによる。もし、蒸気量が必要量確保されれば、85%以上の設備利用率が得られることは確実である。

地熱発電所が定格出力を維持しつつ、安定して電力を供給していくためには、下記4項が満足されることが不可欠である。

- 1) 地熱蒸気が必要量安定してプラントへ供給されること。
- 2) タービン入口蒸気純度が高いこと。
- 3) プラントの保守が充分に行われ、運転を阻害する要因が無いこと。
- 4) 予備品が整備されていること。

上記1)、2)は、Tiwi、Mak-Ban発電所の場合、蒸気供給事業者P G Iの所掌範囲であるので、本プロジェクトではこれらの検討を避け、蒸気供給事業者の供給計画を見直しするにとどめた。

Table 6-2-1

SUMMARY OF GEOTHERMAL POWER PLANT FACILITIES

POWER PLANT	PLANT OUTPUT kW	GEOTHERMAL WELL					PLANT CYCLE	COOLING TOWER	TURBINE								GENERATOR				COMMISSIONING	
		PRODUCTION WELL			REINJ. WELL NUMBER	TOTAL STEAM FLOW t/h			TOTAL HOT-WATER FLOW t/h	UNIT No.	TYPE	RATED OUTPUT kW	STEAM PRESSURE kg/cm ²	STEAM TEMPERATURE C	EXHAUST PRESSURE mmHg. abs	SPEED rpm	MANUFACTURER	RATED CAPACITY kVA	VOL-TAGE kV	FREQUENCY Hz		MANUFACTURER
		NUMBER	TOTAL DEPTH m	MAX. MIN DEPTHS m																		
MAK-BAN	330,000	58		MAX. 3,141 MIN. 655	21	3,249		SINGLE FLASH	CROSS FLOW INDUCED DRAFT	1	DOUBLE FLOW	55,000	5.68	162.3	101.6	3,600	M.H.I.	68,750	13.8	60	MITSUBISHI ELECTRIC	SEP 1979
								DO	DO	2	DO	55,000	5.68	162.3	101.6	3,600	DO	68,750	13.8	60	DO	NOV 1979
								DO	DO	3	DC	55,000	5.68	162.3	101.6	3,600	DO	68,750	13.8	60	DO	AUG 1980
								DO	DO	4	DC	55,000	5.68	162.3	101.6	3,600	DO	68,750	13.8	60	DO	OCT 1980
								DO	DO	5	DC	55,000	5.68	162.3	101.6	3,600	DO	68,750	13.8	60	DO	SEP 1984
								DO	DO	6	DC	55,000	5.68	162.3	101.6	3,600	DO	68,750	13.8	60	DO	DEC 1984
TIWI	330,000	77		MAX. 2,970 MIN. 457	7	2,360		SINGLE FLASH	CROSS FLOW INDUCED DRAFT	1	DOUBLE FLOW	55,000	6.10	160.6	101.6	3,600	TOSHIBA	69,000	13.8	60	TOSHIBA	JAN 1979
								DO	DO	2	DC	55,000	6.10	160.6	101.6	3,600	DO	69,000	13.8	60	DO	MAY 1979
								DO	DO	3	DC	55,000	6.10	160.6	101.6	3,600	DO	69,000	13.8	60	DO	JAN 1980
								DO	DO	4	DO	55,000	6.10	160.6	101.6	3,600	DO	69,000	13.8	60	DO	APR 1980
								DO	DO	5	DO	55,000	6.00	164.4	101.6	3,600	DO	69,000	13.8	60	DO	DEC 1981
								DO	DO	6	DO	55,000	6.00	164.4	101.6	3,600	DO	69,000	13.8	60	DO	MAR 1982

6.2.1 Tiwi地熱発電所の現状と問題点

1. Tiwi発電所の概要

Tiwi発電所はルソン島の南端アルバイ州にあり、周辺は古くから温泉リゾートとして有名な所である。当発電所は単機定格出力55MWのユニット6台で、各ユニットの運開年月は、下記の通りである。

No.1ユニット 1979年 1月

No.2ユニット 1979年 5月

No.3ユニット 1980年 1月

No.4ユニット 1980年 4月

No.5ユニット 1981年12月

No.6ユニット 1982年 3月

Tiwi発電所のNo.1~No.4ユニットは当初ダブルフラッシュ方式で設計されたが、後に還元井と還元熱水配管にスケールが付着するのを防止する対策として、シングルフラッシュ方式に変更され現在に至っている。No.5、No.6ユニットは当初からシングルフラッシュ方式として設計され運転されている。

N.C.G (Non Condensable Gas) 抽出は6ユニットとも蒸気エジェクタ方式であり、ガスコンプレッサは装備されていない。

NCG 拡散をよくし、硫化水素ガス(H_2S)の着地濃度を少なくするためには、NCG 排出高さを高くすることが不可欠であり、その手段として当発電所では蒸気エジェクタの2次蒸気の熱による上昇高さを利用することとし、アフターコンデンサを省略している。

その結果、蒸気は大気へ直接排出されることになり、その復水は周辺を濡らし、屋外の機器、配管、構築物、計測器類の腐蝕を早めている。

2. 地熱蒸気供給能力

(1) 必要蒸気量

設備容量 330MW (55MW×6 ユニット) を維持して行くのに必要な蒸気量は 3,125t/hrで蒸気消費率は9.47kg/kwhである。(Table 6-2-2 参照)

(2) 蒸気供給量

蒸気供給事業者 PGIが供給しうる蒸気量は、1991年7月末現在 2,360t/hrで 765t/hrが不足しており、それは出力80MWに相当する。

発電状況は1991年7月29日の発電日誌によると尖頭負荷 251MWで、設備利用率70%であった。(Table 6-2-3 参照)。

また、蒸気量は、過去の実績から年当り7%強の減衰が見込まれている。

(3) 地熱貯留層容量

(Fig 6-2-1 参照)

a. 地熱貯留層と蒸気井

(a) 地熱貯留層の容積は 15km^3 ($16.5\text{km}^2 \times 0.9\text{km}$)で、その中に貯留されている地熱流体の質量は $6.5 \times 10^{11}\text{kg}$ 、熱量 $2.75 \times 10^{18}\text{J}$ 又は $6.75 \times 10^{17}\text{kcal}$ と見積られ、発電所の運転期間を35年とした場合、500~800MWの開発が可能と評価された。そして1971年に掘削を開始し、現在までに134孔の井戸が掘削された。

最深2,970m、最浅457m、最高温度 300°C、蒸気井1孔当りの平均出力は7MWであった。

(b) 発電に使用中の蒸気井は、現在77孔、還元井7孔で残り50孔は現在までに使用に耐えなくなった井戸である。その主因は貯留層への冷水浸入であり、浸入の範囲は貯留層の40%に及んだ。(Fig 6-2-2 参照)

(c) 現在は主として、貯留層西域から蒸気を採取しており、貯留層容積の30%の範囲から、全蒸気量の75%を採取している。残り25%の蒸気は冷水浸入域を含む貯留層からの採取であり、蒸気井1孔当りの平均出力は、3.3MWとなっている。蒸気採取の主要地域を西域に変更した結果蒸気輸送システムは長くなり、最短4km、最長9km、配管全長は56kmに及んでいる。

b. 地熱貯留層の再評価

イタリーのELC(Electroconsult)は、Tiwi地熱貯留層の発電能力と開発規模に関する調査を近年実施し、標題を"Reservoir Assessment of Tiwi Geothermal Field, Final Report"として1990年1月 NAPOCORへ提出している。それによるとTiwi地熱貯留層内の蓄熱量は、電気エネルギーで46,000GWh、プラント容量250MW × 25年と見積っている。

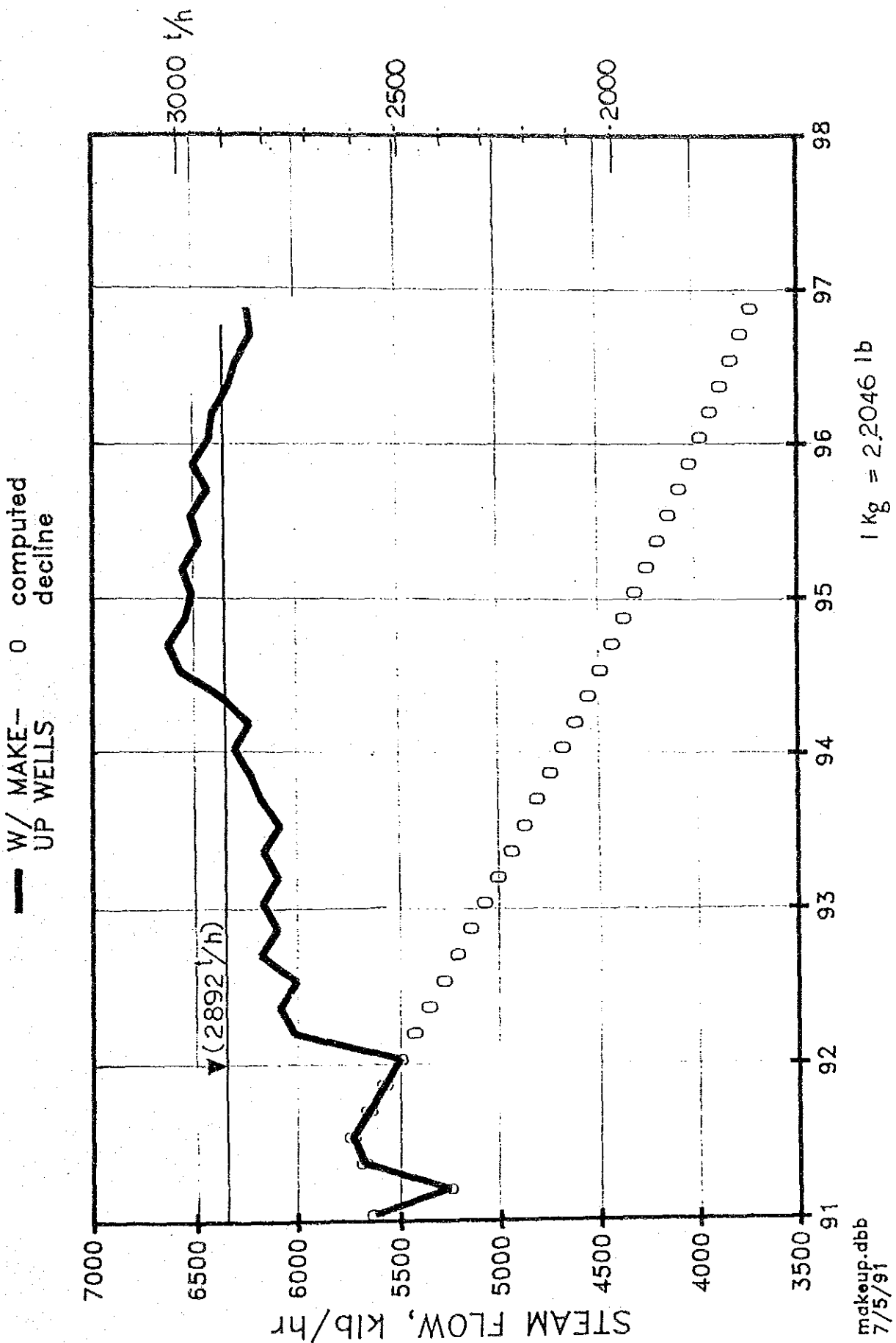
Table 6-2-2 Steam Requirement of Tiwi Geothermal Power Plant

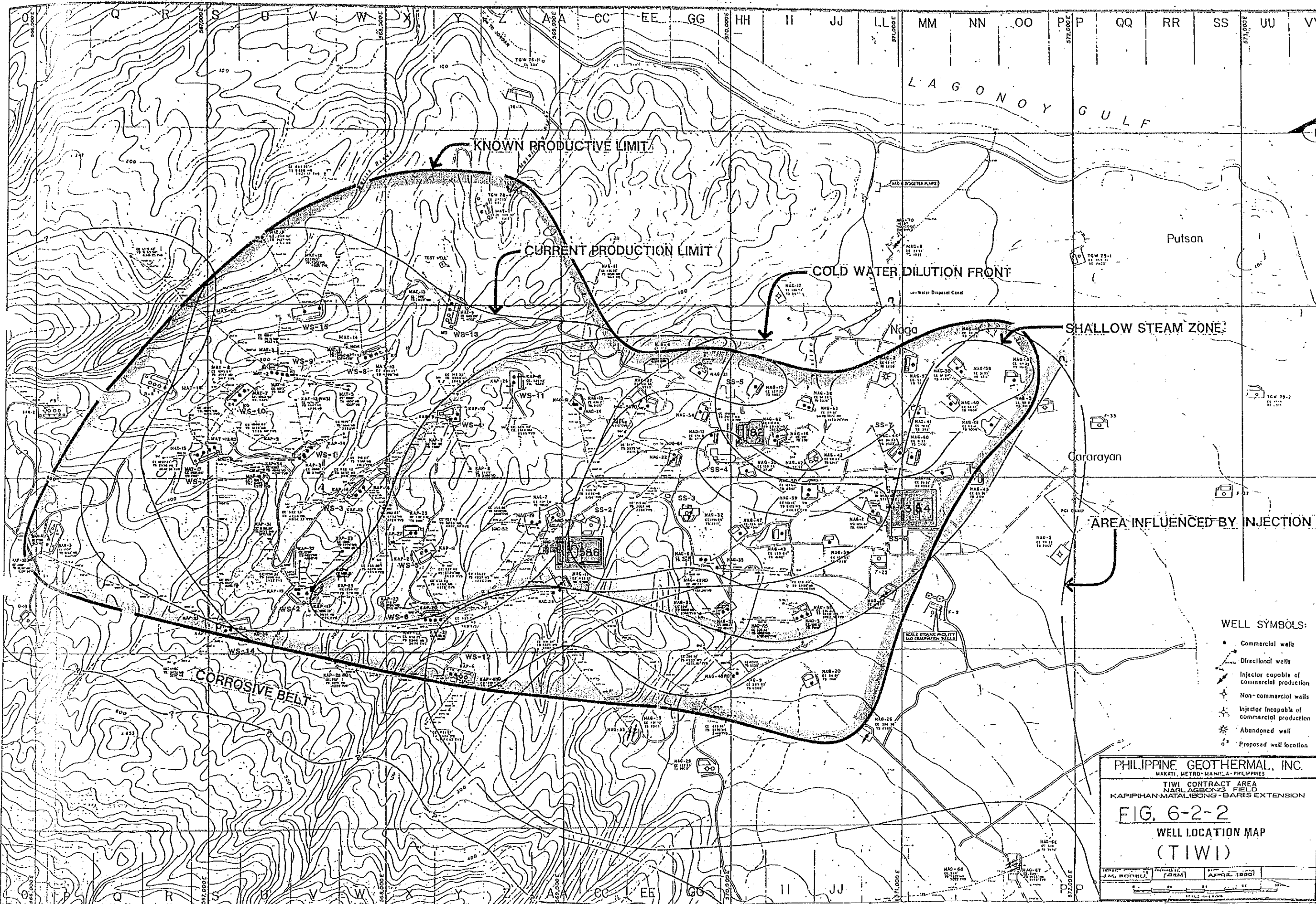
Unit No.	Turbine (t/hr)	Steam Ejector (t/hr)		Gland Steam (t/hr)	Total (t/hr)
		1st Stage	2nd Stage		
1	447.93	32.64	38.36	1.12	520.05
2	447.93	32.64	38.36	1.12	520.05
3	447.93	32.64	38.36	1.12	520.05
4	447.93	32.64	38.36	1.12	520.05
5	432.47	36.42	52.39	1.12	522.4
6	432.47	36.42	52.39	1.12	522.4
Total	2,656.66	203.4	258.22	6.72	3,125.0

Table 6-2-3 The Generation Record of Tiwi Geothermal Power Plant on July 29, 1991

Unit No.	Capability (MW)	Peak load (MW)	Condenser Vacuum (mmHg)	Bowl Press. (kg/cm ² g)	Daily Gross Generation (MWh)	Daily Net Generation (MWh)	Remarks
1	50.92	52	665	5.95	1,221.9	1,182.7	
2	49.83	51	654	5.95	1,221.5	1,182.5	
3	48.47	48	647	5.95	1,178.5	1,078.1	
4	Stop	-	-	-	-	-	
5	52.66	55	654	5.65	1,300.3	1,250.9	
6	43.70	45	663	5.65	553.6	521.3	
Total		251			5,475.8	5,216.5	

FIG. 6-2-1 TIWI STEAM SUPPLY PROJECTION





- WELL SYMBOLS:**
- Commercial wells
 - Directional wells
 - ⚡ Injector capable of commercial production
 - ⊕ Non-commercial wells
 - ⊖ Injector incapable of commercial production
 - ⊛ Abandoned well
 - ⊙ Proposed well location

PHILIPPINE GEOTHERMAL, INC.
 MAKATI, METRO-MANILA, PHILIPPINES

TIWI CONTRACT AREA
 NAGLAGBONG FIELD
 KAPIPHAN-MATALIBONG-BARRIS EXTENSION

FIG. 6-2-2
 WELL LOCATION MAP
 (TIWI)

DATE: APRIL 1981
 PREPARED BY: J.M. BOHLL (FORM)

3. 蒸気設備、発電設備の現状

(1) 一般

Tiwi発電所No.1～No.6ユニットの1986年から1990年に至る5カ年間の停止回数は325回で、プラント停止延日数は1,476日であった。(ただし、1回の事故停止で、停止期間が1日に満たないものも1日として算定した。)

停止日数は5カ年間の延日数の13.5%になる。(Table 6-2-4 参照)

停止日数の構成比を原因別にみると次の通りである。

- プラントオーバーホール／メンテナンス	57.4%
- 電力系統事故	12.4%
- PGI 蒸気供給システム故障	10.2%
- 蒸気ストレーナ掃除	7.1%
- MSV、CVのスティック及びガバナ故障	4.4%
- 温水ポンプ故障	3%
- 排気筒の故障	1.8%
- 所内電気系統事故	1.6%
- 復水器真空低下	0.7%
- 計装用空気供給装置故障	0.7%
- 冷却水配管故障	0.5%
- 発電機スリップリングブラシスパーク	0.2%

(2) 機械設備

a. プラント停止

プラントオーバーホール／メンテナンスのためのプラント停止日数は、全停止日数の57.4%を占める。オーバーホールの頻度は各ユニット毎に相違がみられ、またオーバーホール1回に要する停止日数も2週間から13週間と大きくばらつきがある。日本での実績をみると、オーバーホールの標準は2年に1回で、1回のオーバーホールに要する日数は予備ロータがある場合16日、無い場合22日となっている。(Fig 6-2-3 参照)。オーバーホールの日数は、タービンロータ／ダイアフラムの修復日数に左右される。スケール蓄積による接触事故という最悪の事態が発生した場合でも、予備ロータ／ダイアフラ

ムがあれば、これらを使用して速かにユニットを立ち上らせ、その後に損傷したロータ/ダイアフラムを修復すれば、事故による損害を最小限に食い止めることが出来る。

したがって、PGIが将来についてもTiwi発電所の6ユニット全部の運転に必要な蒸気の供給を保証できれば、タービンの予備ロータ/ダイアフラム一組を購入することが望ましい。

蒸気中のSiO₂、Clの合計量が1~2ppmの場合、2年に1回のオーバーホールでプラントの安全性は維持出来ると言われているので、オーバーホールの頻度を半減し、プラントの設備稼働率を高めるためには更に蒸気質の改善と必要蒸気量の確保が不可欠である。

No. 1、2、4、5、6の5ユニットでは、1990年以来、第1段ドレンスクラバー蒸気出口管に蒸気スクラバー装置を設置し、蒸気中のスケール生成成分を除去する試験を実施中である。

蒸気スクラバー装置の効果については、まだ経験年数が浅いので明確なことは言えないが、プラントの年当り減衰率が従来25~27%であったものが、現在ではその半分程度にとどまる見込みである。

b. PGIの蒸気供給システム故障

蒸気輸送システムの耐圧容器の保安装置として設置してあるラプチャーディスクが噴破した場合、ディスクを取り替えるためにプラントを停止する必要があった。しかし、現在では、プラントを停止しなくても取り替えられる構造に改造されている。

c. 蒸気質

蒸気質が改善されれば、タービン入口蒸気ストレーナの目づまり、MSV及びCVの作動不良などの故障は解決される。また、MSV、CVの摺動部は給油装置を設置することでスティックが予防出来る。

d. 復水器真空低下及び冷却水管故障

Uシール管、冷却水管は、炭素鋼管(SM-41A)である。

冷却水のpH調整を常時行えば、冷却水管に炭素鋼管を使用しても充分使用

に耐えるとの判断であったが、時々pH調整用薬品が不足して、水質調整が出来ず、冷却水のpHが3以下になることがあり、冷却水管が腐蝕して孔があき、真空低下、漏水などの故障が起きている。

Uシール管は、現在スーパーコート（ゴム系ペイント）をライニングした炭素鋼管を使用しており、この種の問題は起きていない。冷却水管、温水管の腐蝕は著しく管肉厚の40%以上、所によっては74%以上が減肉しており、このまま腐蝕が進めば、土圧による圧壊が心配される。（Fig 6-2-4 参照）

(3) 電気設備

発電所の電気設備は大きく分けて発電所内電気設備とスイッチヤード用電気設備があるが、両方に共通な問題として前述のN. C. G. 中に含まれる硫化水素ガス(H_2S)により、各機器・設備の導体、端子、絶縁物、支持台、架空地線、その他が腐蝕し、リレーの誤動作、機器の動作不良、ケーブルの断線、碍子の絶縁破壊等の問題を生じている。

又、Tiwi発電所はルソン島の南端に位置しているため、主たる需要地であるマニラ首都圏まで341 kmの非常に長い送電線によって接続され、その分事故のチャンスも多く、各プラントとも年平均4～5回の系統事故によるプラントトリップを経験している。

その他種々の電気関係の問題点とその対策については、4項に述べることにする。

尚、各原因別のプラントトリップ事故の回数及び日数については、Table 6-2-4 "Summary of Plant Shutdowns"の通りである。

Table 6-2-4 Summary of Plant Shutdowns

(1/5)

		Tiwi Power Plant															
Cause of Shutdown	Year	Unit 1		Unit 2		Unit 3		Unit 4		Unit 5		Unit 6		Total	Times	Days	
		Times	Days	Times	Days	Times	Days	Times	Days	Times	Days	Times	Days				
Troubles of PGI Steam Supply System	1986	2	2	2	2	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	
	1987	3	4	2	4	3	17	5	59	2	14	0	0	0	0	0	
	1988	1	1	1	1	1	5	3	3	3	6	2	2	2	2	2	
	1989	2	11	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1990	0	0	3	4	4	10	0	0	0	0	1	1	1	1	1	
Sub-total	8	18	11	14	8	32	8	62	6	21	4	4	4	45	151	(10.2%)	
Plant Overhaul/Maintenance	1986	0	0	0	0	2	9	1	25	0	0	0	0	0	0	0	
	1987	3	4	3	97	1	26	1	31	1	61	0	0	0	0	0	
	1988	1	1	2	46	1	88	1	35	2	39	0	0	0	0	0	
	1989	2	11	2	27	1	0	1	15	0	0	1	6	6	6	6	
	1990	0	0	1	74	1	54	1	4	0	0	2	48	48	48	48	
Sub-total	8	18	8	244	4	177	5	110	3	100	3	54	28	846	(57.4%)		
Power System Faults	1986	1	1	1	1	1	1	5	19	1	31	1	1	1	1	1	
	1987	13	13	13	13	7	7	12	12	16	16	15	15	15	15	15	
	1988	3	3	6	8	7	9	2	2	3	7	2	7	7	7	7	
	1989	2	5	1	2	2	3	2	3	1	2	1	2	2	2	2	
	1990	19	22	21	24	17	20	21	36	21	56	19	25	118	183	(12.4%)	
Sub-total	19	22	21	24	17	20	21	36	21	56	19	25	118	183	(12.4%)		

Table 6-2-4 Summary of Plant Shutdowns

(2/5)

		Tiwi Power Plant															
Cause of Shutdown	Year	Unit 1		Unit 2		Unit 3		Unit 4		Unit 5		Unit 6		Total	Times	Days	
		Times	Days	Times	Days	Times	Days	Times	Days	Times	Days	Times	Days				
Cleaning of Steam Strainers																	
	1986	2	34	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1987	4	9	1	1	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0
	1988	4	4	5	8	1	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
	1989	13	19	3	4	1	1	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2
	1990	1	2	4	5	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0
	Sub-total	24	68	14	20	2	2	3	5	2	4	2	3	47	47	105	105
	total													(14.4%)	(7.1%)	(7.1%)	(7.1%)
Sticking of MSV & CV																	
	1986	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1987	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1988	0	0	1	3	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
	1989	1	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	7	7	7	7
	1990	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	6	6	6
	Sub-total	2	2	2	6	2	2	0	0	1	1	2	13	8	8	24	24
	total													(2.5%)	(1.6%)	(1.6%)	(1.6%)
Governor Troubles																	
	1986	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1987	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1988	6	9	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	1989	6	11	2	2	3	4	1	2	0	10	0	0	0	0	0	0
	1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sub-total	12	20	2	2	5	6	2	3	1	10	0	0	22	22	41	41
	total													(6.8%)	(2.8%)	(2.8%)	(2.8%)

Table 6-2-4 Summary of Plant Shutdowns

(3/5)

Tiwi Power Plant														
Cause of Shutdown	Year	Unit 1		Unit 2		Unit 3		Unit 4		Unit 5		Unit 6		Total
		Times	Days	Times	Days	Times	Days	Times	Days	Times	Days	Times	Days	
Hot Water Pump Troubles	1986	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
	1987	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	
	1988	0	0	1	1	2	1	4	1	1	0	0	0	
	1989	0	0	0	0	1	17	1	1	0	0	0	0	
	1990	0	0	1	1	0	1	14	0	0	0	0	0	
	Sub-total	0	0	3	3	3	21	3	19	2	2	0	0	11
														(3.4%) (3.0%)
Condenser Vacuum Low	1986	0	0	1	2	0	0	0	0	1	1	0	0	
	1987	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	
	1988	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1989	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1990	0	0	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	
	Sub-total	1	3	2	3	1	2	1	1	2	2	0	0	7
														(2.2%) (0.7%)
Plant Electrical System Faults	1986	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1987	0	0	1	1	1	1	0	0	2	2	2	2	
	1988	1	1	2	3	0	1	1	1	3	2	2	2	
	1989	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	
	1990	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	2	
	Sub-total	2	2	4	5	2	2	3	3	3	5	5	6	19
														(5.8%) (1.6%)

Table 6-2-4 Summary of Plant Shutdowns

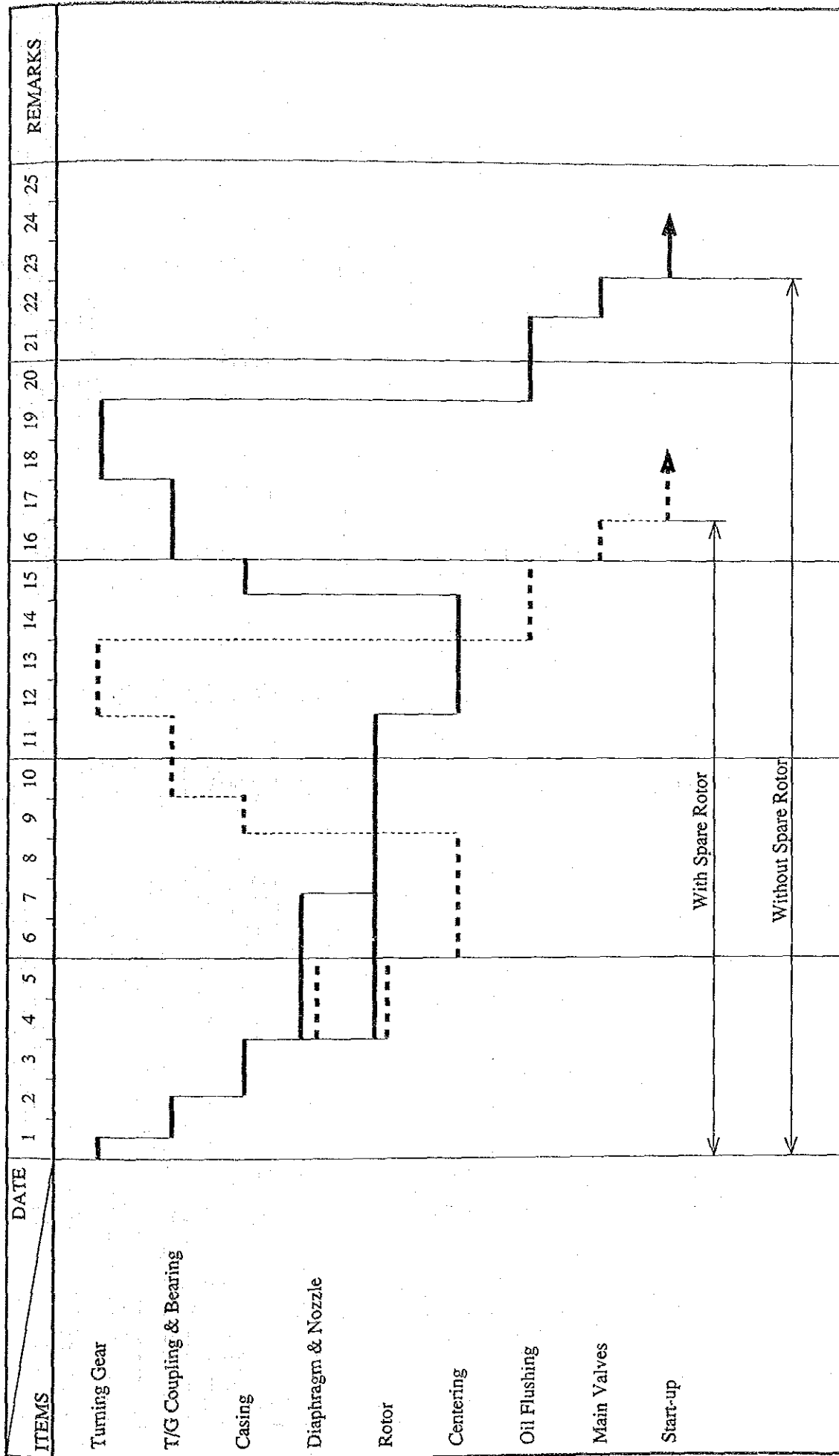
(4/5)

Tiwi Power Plant														
Cause of Shutdown	Year	Unit 1		Unit 2		Unit 3		Unit 4		Unit 5		Unit 6		Total
		Times	Days	Times	Days	Times	Days	Times	Days	Times	Days	Times	Days	
Instrument Air Supply System Troubles	1986	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	1987	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
	1988	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1989	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	1	2	0
	1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sub-total		0	0	1	1	1	1	0	0	3	5	2	3	7
														10
														(0.7%)
Cooling Water Pipeline Troubles	1986	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1987	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0
	1988	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
	1989	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sub-total		1	3	0	0	2	4	0	0	1	1	0	0	4
														8
														(0.5%)
Spark of Generator Slipring Carbon Brushes	1986	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1987	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1988	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
	1989	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0
	1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sub-total		0	0	0	0	2	2	1	1	0	0	0	0	3
														3
														(0.2%)

Table 6-2-4 Summary of Plant Shutdowns

(5/5)

		Tiwi Power Plant													
Cause of Shutdown	Year	Unit 1		Unit 2		Unit 3		Unit 4		Unit 5		Unit 6		Total	
		Times	Days	Times	Days	Times	Days	Times	Days	Times	Days	Times	Days		
Troubles of Exhaust Stack	1986	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1987	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	
	1988	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	
	1989	0	0	2	21	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
	1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sub-total		0	0	2	21	0	0	0	0	3	3	1	2	6	
														26	
														(1.8%) (1.8%)	
Grand Total		77	382	66	260	49	274	47	240	48	210	38	110	325	1,476

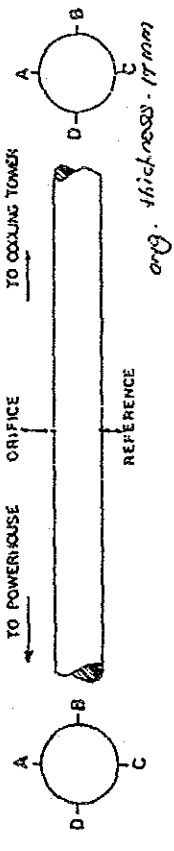


- - - - - With Spare Rotor
 _____ Without Spare Rotor

Fig. 6-2-3 Rehabilitation Work Schedule on 55MW x 1 unit Geothermal Power Plant (Actual Results)

HOT WATER PIPE THICKNESS RECORD
(EMBEDDED PIPE)

Equipment -



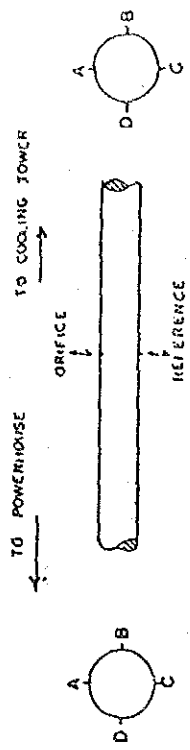
orig. thickness - 17 mm

NOTE: 1m interval

METERS	TO POWERHOUSE				TO COOLING TOWER			
	A	B	C	D	A	B	C	D
1	12.6	13.8	12.1	13.3	11.1	11.6	6.5	9.7
2	12.7	14.6	9.9	12.7	10.6	11.5	6.0	10.6
3	12.5	10.8	10.2	12.4	12.1	11.7	7.6	10.2
4	11.5	11.4	10.1	10.6	11.2	12.0	6.7	9.4
5	11.5	12.8	10.3	11.7	12.14	13.6	10.2	11.0
6	11.5	10.8	11.2	10.9	13.9	14.9	10	13.7
7	11.1	11.6	9.6	11.1	10.1	13.1	10.2	12.5
8	12.1	12.7	10.1	11.7	13.8	7.8	6.74	9.34
9	12.7	12.1	9.8	12.1	4.3	9.2	5.6	
10	13.2	14.5	9.4	12.9	7.2	12.7	11.5	9.0
11	12.5	12.1	10.7	12.7	9.3	12.2	12.3	10.3
12	10.6	13.1	11.6	14.6	11.1	9.8	9.9	11.3
13	12.3	11.4	10.5	13.08	12.2	11.6	12.1	10.4
14	12.4	12.1	10.6	14.4	12.2	11.0	9.7	11.6
15	11.7	12.4	10.4	12.4	11.8	12.0	12.4	12.4
16					12.7	14.5	12.1	14.3
17					13.6	14.8	11.52	12.3
18					14.7	13.6	11.08	13.6
19					13.1	13.7	11.6	13.6
20					9.5	12.0	11.2	12.3
					6.5	7.1	10.9	8.2
							4.7	5.4
Average	12.06	12.41	10.43	12.44	11.44	11.51	9.72	10.67
Total Average	11.74							

COLD WATER THICKNESS RECORD
(EMBEDDED PIPE) UNIT # 1

Equipment -



orig. thickness - 15 mm

NOTE: 1m interval

METERS	TO POWERHOUSE				TO COOLING TOWER			
	A	B	C	D	A	B	C	D
16					13.1	9.7	8.5	11.60
17					13.68	13.10	4.30	10.0
18						8.96	6.90	
19							6.22	9.80
20					13.22	10.88	6.29	11.72
21						12.9	8.10	12.74
22						8.5	2.2	11.15
23						5.2	8.48	4.3
24						7.2	6.9	
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								

FIG. 6-2-4

PLANT EQUIPT.	MB GEOTHERMAL HOT & COLD PIPELINE	PLANT UNIT No. 1
TYPE		
PREP'D BY	<i>[Signature]</i>	DATE
CHECK'D BY		DATE

PLANT EQUIPT.	MB GEOTHERMAL HOT & COLD PIPELINE	PLANT UNIT No. 1
TYPE		
PREP'D BY	<i>[Signature]</i>	DATE
CHECK'D BY		DATE

4. 蒸気設備、発電設備の問題点と対策

(1) 機械設備

a. オーバーホール

Tiwi地熱発電所は、運開以来蒸気質の改善が進み、更に1990年には蒸気スクラバー装置を設置し、好結果が得られており、現在までの運転実績からみて、年に1回又は2回のオーバーホールでプラントの安全性は維持出来ると判断されている。

しかし、現実には蒸気中の不純物に原因するとみられるタービン入口蒸気ストレーナーの目づまり、MSVやCVなどのスティックが頻発しているのも、更に蒸気質の改善が必要であると判断される。

b. 蒸気質の改善

Tiwi、Mak-Ban両発電所の一部のユニットで蒸気質改善の手段として蒸気スクラバー装置が設置され試験中である。既に1カ年を経過しているので各ユニット毎の試験結果を整理し、他ユニットへの採用の是非を検討したい。

現在までの試験結果では、蒸気スクラバー装置を採用してもスケール付着による出力低下があっている。

蒸気質の改善と維持は、蒸気供給事業者PGIの責任で実施されるべきであろう。近年蒸気水洗装置が開発され、発電中にプラントを停止することなく、ノズル、タービンブレードに蓄積したスケールを除去することが可能となった。

プラントの保護手段として、蒸気水洗装置を各ユニットに設置し、連続運転時間の延長、出力低下の防止、接触事故の予防を行う。

c. 主冷却水管のライニング

主冷却水管、温水管は腐蝕が著しく、最大腐蝕量は管肉厚の75%にも及んでいる。これらの配管は埋設管で、上部にハイブリッド型ガスコンプレッサも設置されているので、このまま腐蝕が進行すれば、配管は土圧や重量物により圧壊することも心配される。

腐蝕量に相当する肉厚のステンレス管(SUS 304)でライニングし、圧壊と腐蝕の進行を予防する。

d. 補助冷却水管の取替

既設管は、エポキシライニング炭素鋼管であったが、ライニング材が剝離し、腐蝕を受けた。

スーパーコートライニングした炭素鋼管は、Tiwi発電所の冷却水で安定した性質を示し、且つ耐蝕性も高い。よって、冷却水管はスーパーコートライニングした炭素鋼管又はSUS、FRPなどの材料と取替える。

e. 藻の発生の抑制

発電機水素ガスクーラのチューブ内に藻が発生し、また泥土が蓄積して、熱貫流率が低下する。これを回復するため、出力制限やプラントを停止し、チューブの内面掃除を行っている。

チューブの熱貫流率低下防止策として次の2案が考えられるが、経済性と信頼性を考慮して選定したい。

・第1案

水素ガスクーラ、潤滑油クーラへの冷却水システムを現在のオープンサイクルからクロズドサイクルに改造し、太陽光線を遮蔽することにより藻の発生を抑制する。

・第2案

水素ガスクーラにチューブ洗浄用ブラシを設置し、チューブ内を常時自動的にブラッシングすることにより内面を清掃する。

f. ラビリンスパッキング材質の改善

タービン主軸のラビリンスパッキングの腐蝕が著しかったが、ステンレスに取り替えて以来、この部分の故障は解消された。

g. 硫化水素ガスの拡散システムを含むハイブリッド型ガス抽出装置の設置

No. 1, 2, 5, 6ユニットには、ハイブリッド型ガス抽出装置を設置中であり、発電所の出力増加（約29MW）と硫化水素ガス着地濃度の低下、蒸気飛散による腐蝕防止などが期待されている。

No. 3, 4ユニットは、蒸気エジェクタのみであり、NCG抽出に多量の蒸気が消費され、その復水は、周辺機器を濡らし、腐蝕を促進している。

これらの問題を解決するため、No 3,4ユニット共用のハイブリッド型ガス抽出装置1台を設置し、これを常用とすることでプラントの出力向上（約11MW増）を図る。

また、蒸気エジェクタを予備とすることで蒸気の飛散による腐蝕の進行を抑制する。（Fig 6-2-5(1)、(2)参照）

h. 冷却塔の一部改造

押込ファン、ハブなどの回転体は、ドレンアタックを受け、またフィーラは長年月使用による損傷が著しく、補修の時期に来ている。

冷却塔の骨組は木造で、天井板、側板、ルーバなどは飛沫水の他、蒸気エジェクタから飛散する強酸性水滴により腐蝕が著しく進行している。

台風常襲地に位置しているため側板、ルーバ、手摺、階段などは脱落、破損又は変形し、冷却塔の性能が損われ且つ安全性にも不安がある。

冷却塔の性能を元に戻し、発電機出力を回復するために、損傷の激しい全てのファン、ハブ、フィーラ、側板、ルーバ、天井板、手摺、階段などを取り替える。

また、冷却塔の骨組の上部の3分の1、ファン駆動モータの3分の1を新しいものと取り替える。

i. 自動車の購入

Tiwi発電所従業員は、255名でその内訳は、運転員123名、保守員70名、その他62名である。

発電所専用車として現在配置されている車は、プラントA、B、Cで計1台であり、運転員は朝夕の通常勤務者用の車に便乗して交替勤務についている。

運転員の勤務形態は、4直編成、3交替勤務であるが、交通手段が不備のため交替勤務が時間通りに行われ難く、場合によっては、2直連続勤務の止むなきに至る場合もある。これは発電所の運転維持上極めて重大な問題である。

地熱発電所と社宅は山間僻地にあるので、公共の交通機関はない。発電所に現在配置されている車の数は不足しており、何れも老朽化し、取り替えの時期にある。

交替勤務者の円滑なる輸送、事故発生時の保守員、保安員の速やかな輸送、緊急時に速やかに対応するため、小型バス（29人乗り）1台、ウインチ積載型ジープ（7人乗り）1台を購入したい。

(2) 電気設備

a. 発電所内電気設備

(a) 発電機関係

発電機本体については、固定子、回転子とも現在の所、特に問題は認められないが、運開以来10年以上を経過しているNo.1～No.4ユニットについては固定子コイル用ウェッジ取り替え、回転子コイルの巻替えの検討及びリテイニングリングの詳細点検が必要と考えられる。励磁回路については、スリップリングがスパークのため磨滅消耗し、ブラシホルダーも腐蝕のため損傷しており、スリップリングの修理、ブラシホルダー及びブラシの取り替えが必要である。又、水素ガスの消費が多いとの発電所側の意見があるため、発電機固定子温度センサ端子板の水素ガスシールを詳細点検する必要がある。

又、AVRも部品の腐蝕のため一部取り替えが必要である。

(b) 4.16kV、480Vスイッチギヤ及び480Vモータコントロールセンタ

これらの設備は発電所パワーハウス内の電気室に設置されているが、この部屋は通常他の区画とは仕切られ、空調によって外気より若干の正圧に保持されているため、外気が侵入しない様になっている。しかし、集中式空気装置が現在故障中のため、電気室扉が常時開放され、パワーハウス内の空気が電気室に侵入し、これに含まれる硫化水素ガスが電気機器、リレー類、計器等に腐蝕、劣化等の悪影響を与えている。現在の所、まだ深刻な影響が出ているわけではないが、空調設備の復旧が急務である。

(c) 発電機用遮断器の設置

系統事故によるプラントトリップが多いため、所内単独運転を容易にし発電所運用の柔軟性を高めるために発電機用遮断器の設置が望ましい。

b. スイッチヤード電気設備

前述の如く蒸気エジェクタ排気中の蒸気及び硫化水素ガスによりスイッチヤードの電気設備、特に導体露出部、碍子、断路器、架空地線、遮断器、制御装置等に腐蝕や絶縁低下、動作不良などが発生している。

特に運開後しばらくの間に碍子に付着した蒸気中の不純物及び蒸気ミストにより碍子の絶縁耐力が低下し、フラッシュオーバー事故が多数発生しており、現在はこの対策として高圧絶縁コンパウンドを碍子表面に塗布している。

根本的な対策として蒸気エジェクタ排気の効果的な拡散装置を早急に設置する必要がある。

(3) 計装・制御設備

コンデンサより排出されるNCGに含まれる硫化水素ガスの拡散が充分でないため、種々の問題を計装・制御設備にも生じているが、特に中央制御室はプラントA、B、Cとも空調が故障しており、風を入れるため窓を開けたまま運転している。このため外気中の硫化水素ガスが中央制御室内部へ侵入し、室内に設置してある計装・制御機器に対し腐蝕、絶縁劣化等の悪影響が出つつあり、空調設備の修復を急ぐ必要がある。主な計装・制御設備の問題点の詳細は下記の通りである。

a. ホットウエル・レベルコントロール

自動レベルコントロールが制御空気の質が悪いため、時々動作不良を起しており、制御空気系統の詳細点検が必要である。

b. 制御盤の記録計

数台の記録計は既にサーボモータその他が故障し動作していない。取り替えが必要と考えられる。

c. 制御盤の指示計及びトランスミッタ

数台の制御盤指示計は劣化、腐蝕のため動作不良となっているものがあり、これらは修理又は取り替える必要がある。

d. 制御用空気供給装置

制御用空気の質に問題があり、供給装置の詳細点検、フィルタの取り替え、

ドライヤの点検等が必要である。

又、バックアップシステムについても空気フィルタ及びドレンシステムについて検討する必要がある。

現在各プラントの制御用コンプレッサは、常時2台運転され、予備機がないのでプラントA、B、Cそれぞれに1台ずつ増設する必要がある。

e. 薬品注入装置

現在自動回路は故障中で手動で運転されており、その状態で特に問題は起っていないが、点検修理する必要がある。

以上の問題点と対策の総括表を、Table 6-2-5 及びTable 6-2-6 に示す。

Table 6-2-5 Problems and Basic Countermeasures (Mechanical)

Power Plant: Tiwi (1/2)

No.	Problem	Basic Countermeasure	Unit No.						Reh	OH	Remarks
			1	2	3	4	5	6			
M-1	Frequent and long overhaul/maintenance shutdowns	(1) Procurement of turbine spare rotor, nozzle and diaphragms (2) Installation of water washing system with demineralizers (3) Procurement of honing machine	-	-	-	-	0	-	0	-	
M-2	Corroded cooling water pipe and vacuum low and water leakage, entailing burst pipe in the future	(1) Internal lining of main cooling water pipe with stainless steel (2) Additional installation of electrolytic protection system (3) Replacement of aux. cooling water pipeline including the headers	0	0	0	0	0	0	0	-	
M-3	Decreased performance of H ₂ gas cooler by algae growth	(1) Installation of automatic tube cleaner or modification of cooling water system from open cycle to closed cycle	0	0	0	0	0	0	0	-	

Note: Reh = Rehabilitation OH = Overhaul

Table 6-2-5 Problems and Basic Countermeasures (Mechanical)

Power Plant: Tiwi (2/2)

No.	Problem	Basic Countermeasure						Reh	OH	Remarks
		1	2	3	4	5	6			
M-4	Decreased performance of cooling tower resulting in high cooling water temperature	0	0	0	0	0	0	-		
M-5	Corroded surrounding equipment by steam splutter from steam ejector	-	-	0	-	-	0	-	Common use with unit No.4	
M-6	Difficult operator shift change because of car shortage	0	-	-	-	-	0	-		
M-7	Steam supplier trouble									
	1) Geothermal steam short by 80 MW equivalent of output power	0	0	0	0	0	0	-	By PGI, steam supplier	
	2) Low steam quality	-	-	0	-	-	-	-	-Ditto-	
	3) Steam supply system trouble	0	0	0	0	0	0	-	-Ditto-	

Table 6-2-6 Problems and Basic Countermeasures (Electrical and I&C)

Power Plant: Tiwi (1/2)

No.	Problem	Unit No.						Reh	OH	Remarks
		1	2	3	4	5	6			
E-1	Yearly deterioration of generator	0	0	0	0	0	0	0	-	
	(1) Rewedging of generator stator windings	0	0	0	0	0	0	0	-	
	(2) Detail inspection of generator rotor winding	0	0	0	0	0	0	0	-	
E-2	Leakage of H ₂ gas	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Replacement of generator stator temp. sensor terminal board, etc.	0	0	0	0	0	0	0	-	
E-3	Generator rotor slip ring spark and brush and brush holder corrosion	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Repair and machining of the slip ring, and replacement of brushes and brush holders	0	0	0	0	0	0	0	-	
E-4	Generator exciter AVR malfunction	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Replacement of corroded parts	0	0	0	0	0	0	0	-	
E-5	4.15 kV & 480 V switchgears and 480 V M.C.C. corrosion	0	0	0	0	0	0	0	0	
	(1) Replacement of corroded parts and servicing of contactors, relays, etc.	0	0	0	0	0	0	0	-	
	(2) Replacement of air conditioner	0	0	0	0	0	0	0	-	
E-6	Switchyard equipment corrosion	0	0	0	0	0	0	0	0	
	(1) Corroded disconnecting switches	0	0	0	0	0	0	0	-	
	(2) Circuit breaker malfunction	0	0	0	0	0	0	0	0	6sets of SF6 CB for PlantaA
	(3) Installation of N.C.G. abatement system	0	0	0	0	0	0	0	-	
E-7	Inflexible Generator Operation	0	0	0	0	0	0	0	0	Under planning
	Installation of SF6 generator circuit breaker	0	0	0	0	0	0	0	-	

Table 6-2-6 Problems and Basic Countermeasures (Electrical and I&C)

Power Plant: Tiwi (2/2)

No.	Problems	Basic Countermeasure	Unit No.						Reh	OH	Remarks
			1	2	3	4	5	6			
IC-1	Malfunction of hotwell level control	(1) Overhaul of hotwell level control system (2) Servicing and repair of instrument/control air system including piping (3) Rehabilitation of existing control air compressors (4) Additional installation of control air compressor	0	0	0	0	0	0	-	0	
IC-2	Deterioration/corrosion of control board recorders	(1) Replacement/repair of recorders (2) Repair of air conditioners	0	0	0	0	0	0	0	-	Detailed investigation is needed.
IC-3	Deterioration/corrosion of control board indicators/transmitters	Replacement/repair of indicators/transmitters	0	0	0	0	0	0	0	-	-Ditto-
IC-4	Malfunction of TSI	Replacement of TSI	0	0	0	0	0	0	0	-	
IC-5	Malfunction of turbine governor system	(1) Overhaul/servicing of turbine governor system (2) Training of I&C personnel of the plant	0	0	0	0	0	0	0	0	-Ditto-
IC-6	Malfunction of chemical dosing system	Replacement of automatic dosing system(PH control)	0	0	0	0	0	0	0	-	

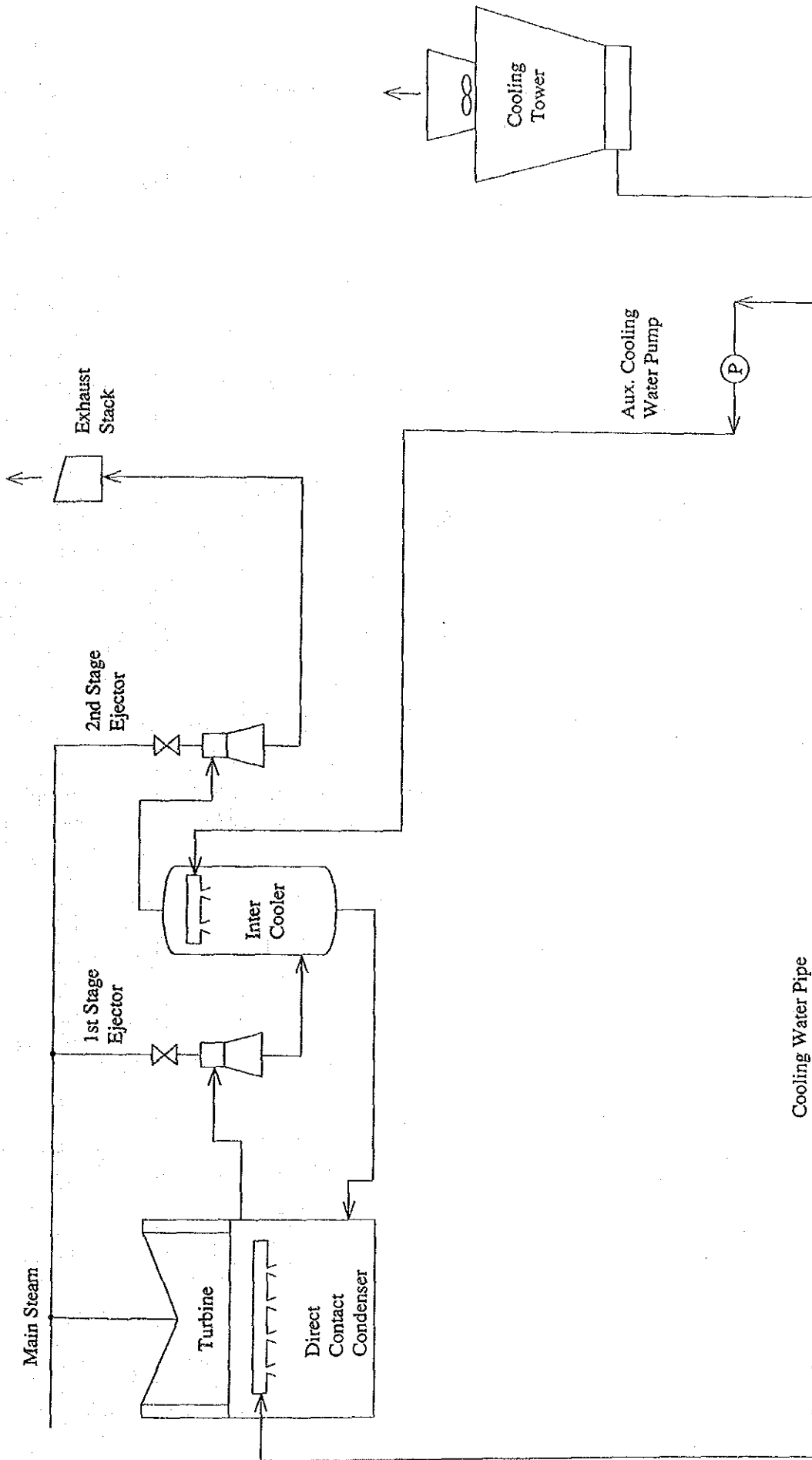


Fig. 6-2-5 (1) Tiwi Geothermal Power Plant Gas Extraction System Diagram (Existing)
(No.1 ~ No.6 Unit)

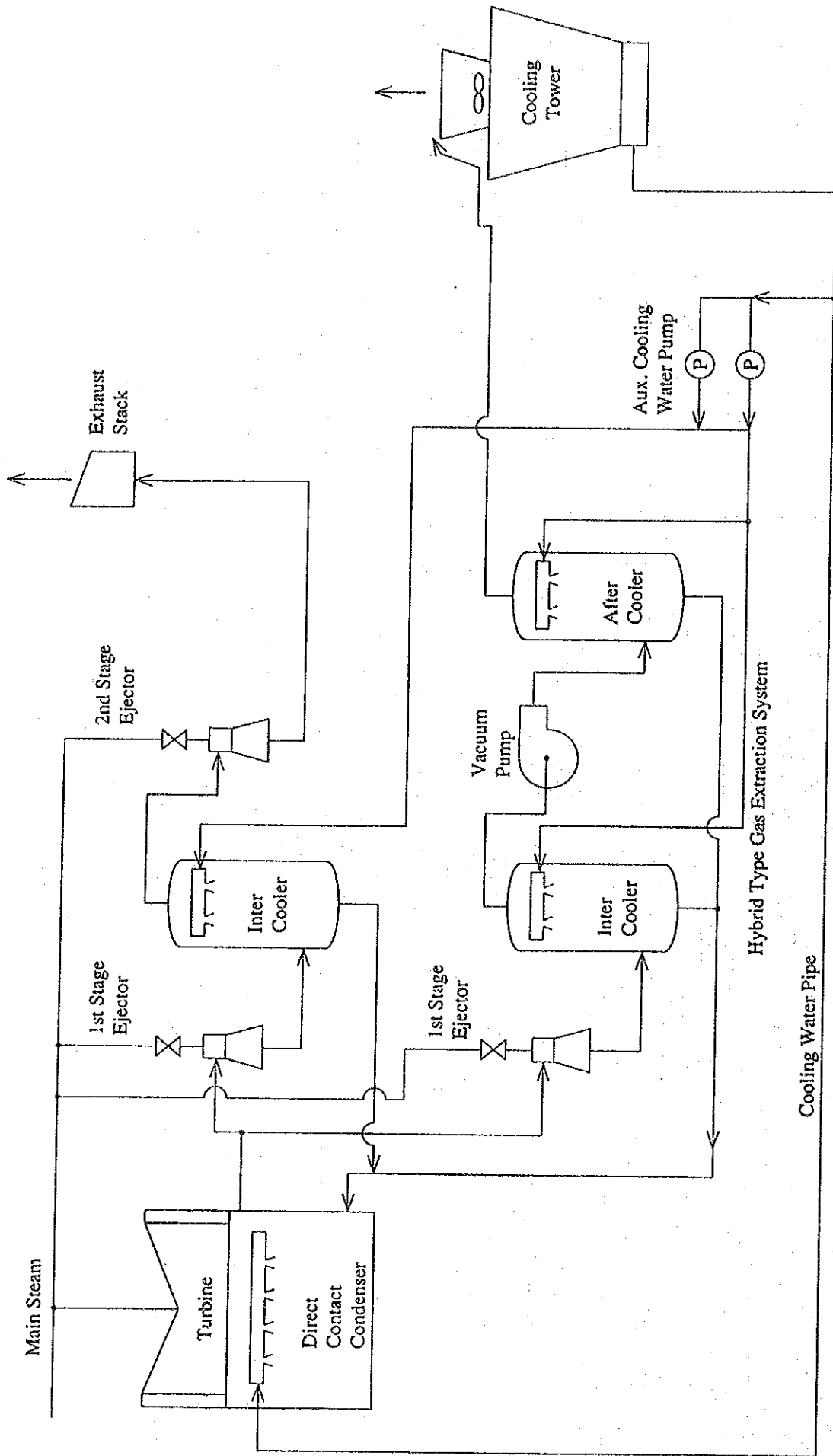


Fig. 6-2-5 (2) Tiwi Geothermal Power Plant Gas Extraction System Diagram (Improvement Plan)
 (No.1, 2, 5, 6 Unit : Under Construction)
 (No.3 Unit : Planning) (Common use with No. 4 Unit)

6.2.2 Mak-Ban 地熱発電所の現状と問題点

1. Mak-Ban 発電所の概要

Mak-Ban 発電所はルソン島ラグナ州バイ・カラワンにあり、マニラ首都圏南方約70kmに位置している。

当発電所は、単機定格出力55MW×2 ユニット毎に3箇所（プラントA、B、C）に分かれて設備されている。

各ユニットの運開年月は下記の通りである。

No.1ユニット	1979年 9月
No.2ユニット	1979年11月
No.3ユニット	1980年 8月
No.4ユニット	1980年10月
No.5ユニット	1984年 9月
No.6ユニット	1984年12月

Mak-Ban 発電所のプラント A (No.1及びNo.2ユニット)、プラント B (No.3及びNo.4ユニット) は同型のプラントで当初ダブルフラッシュ方式で設計、設備されたが、後にTiwi発電所と同じ理由でシングルフラッシュ方式に変更され現在に至っている。プラントC (No.5、及びNo.6ユニット) は当初からシングルフラッシュ方式で設計され運転されている。

プラントA、Bには、NCG 抽出用ガスコンプレッサが、ユニット当り 3台（第1段～第3段）設備されているが、各コンプレッサ間でサージングを起こし、運転が不安定となることがあるので、蒸気エジェクタが常用となっている。

蒸気エジェクタはN.C.G の拡散をよくし、硫化水素ガスの着地濃度を低くする手段として、第2段抽出蒸気は直接大気へ排出されており、その復水は周辺を濡らし、屋外の機器、配管、構築物、計測器類の腐蝕を早めている。

プラント C (No.5及びNo.6ユニット) は、パッケージ型ガスコンプレッサを常用としているので、プラントA、Bにみられるような問題はない。

NCG の排気口は、冷却塔の強制通風口に設置されているため、硫化水素ガスの拡散もうまくいっている。

2. 蒸気供給量

蒸気供給量が不足している兆候は現在の所はない。(Fig 6-2-6(1)、(2)、(3)参照)

地熱貯留層の範囲、及び井戸の位置は、Fig 6-2-7 に示す通りである。

FIG. 6-2-6(1) BULALO PLANT A
 STEAM SUPPLY PROJECTION

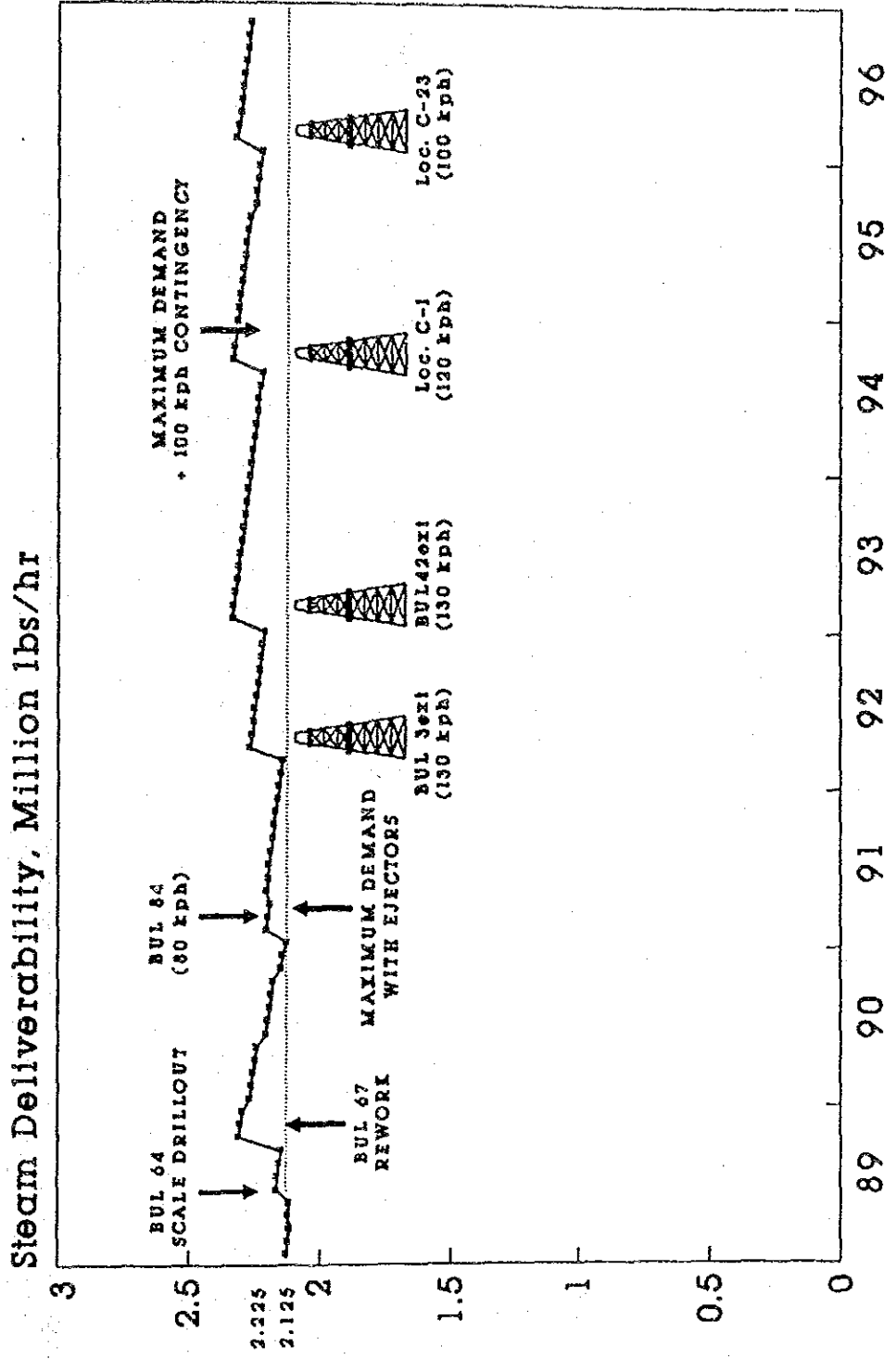


FIG. 6-2-6 (2) BULALO PLANT B
STEAM SUPPLY PROJECTION

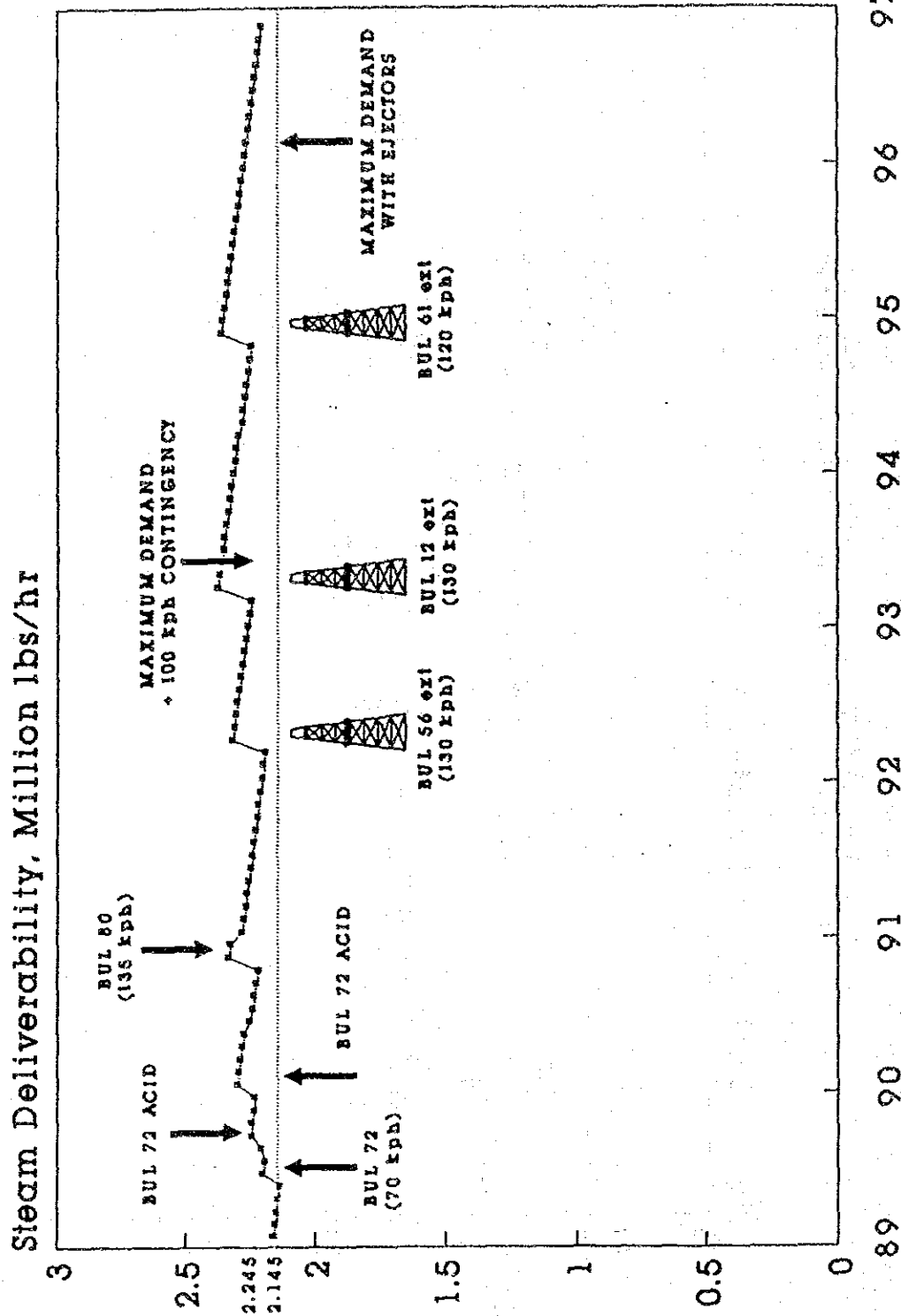
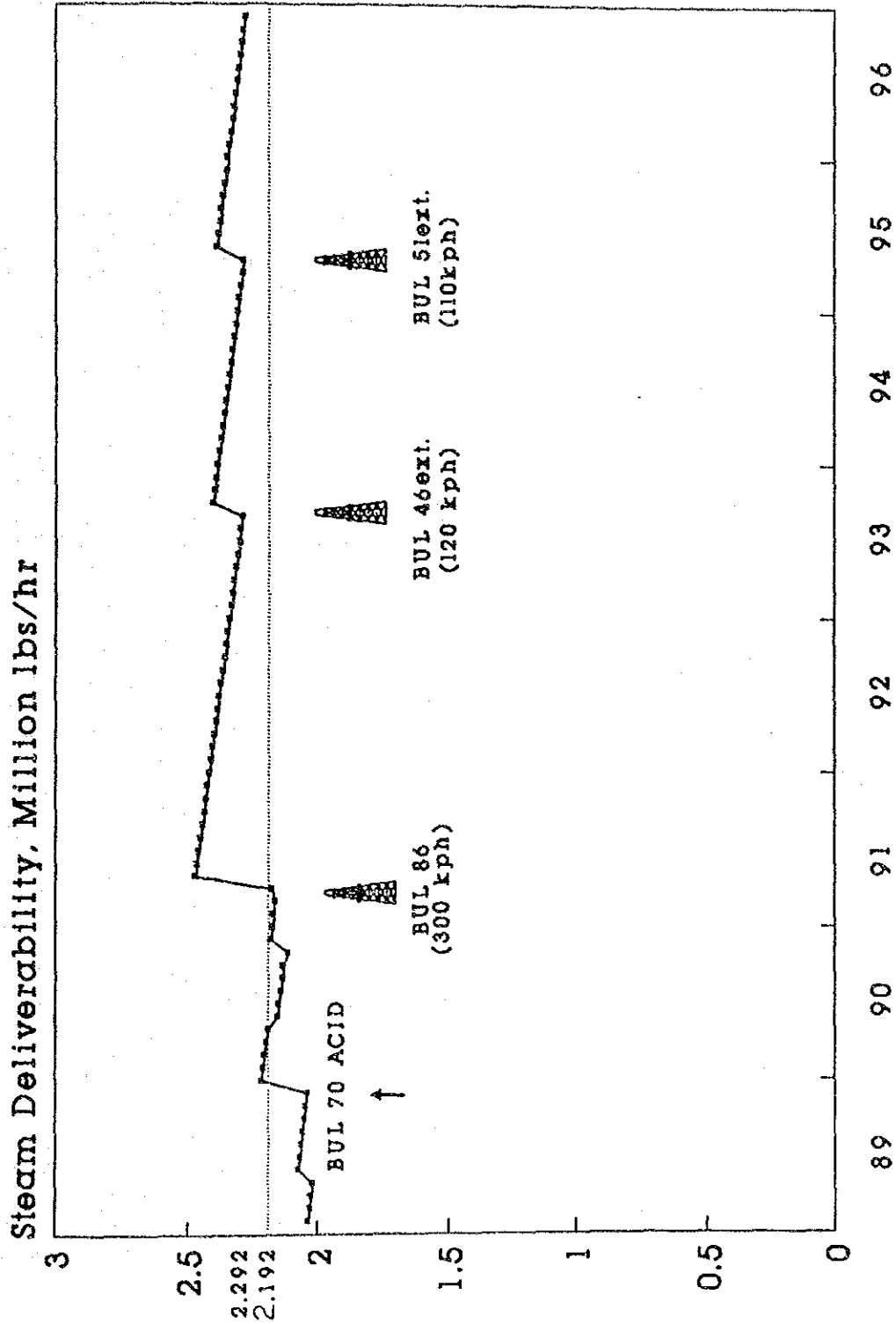
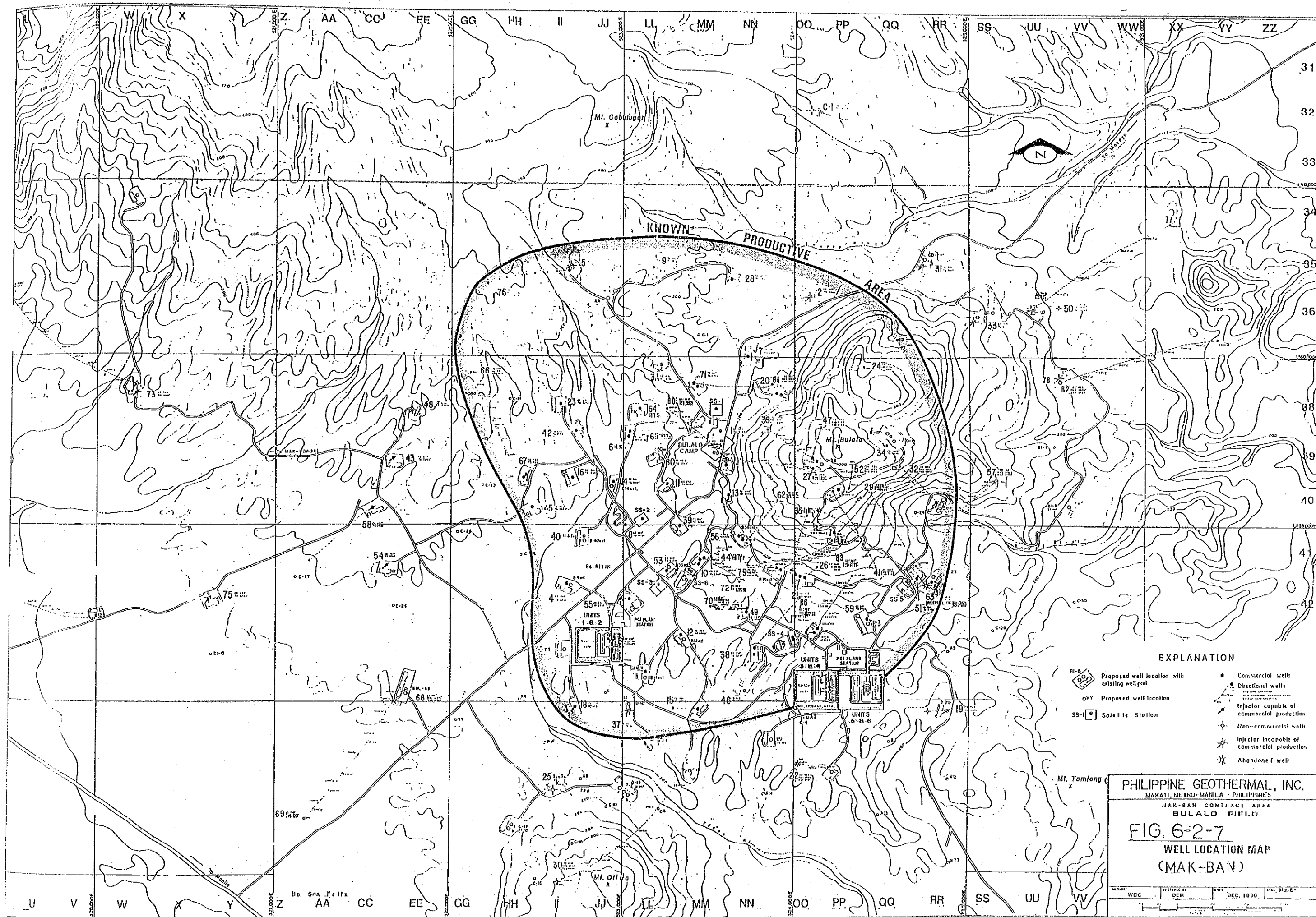


















FIG. 6-2-6 (3) BULALO FIELD PLANT C
STEAM SUPPLY PROJECTION





EXPLANATION

-  Proposed well location with existing well pad
-  Proposed well location
-  Well location
-  Well location
-  Well location
-  Well location
-  Well location
-  Well location
-  Well location
-  Well location
-  Commercial wells
-  Directional wells
-  Injector capable of commercial production
-  Non-commercial wells
-  Injector incapable of commercial production
-  Abandoned well

PHILIPPINE GEOTHERMAL, INC.
 MAKATI, METRO-MANILA - PHILIPPINES
 MAK-BAN CONTRACT AREA
 BULALO FIELD
FIG. 6-2-7
 WELL LOCATION MAP
 (MAK-BAN)

SCALE	DATE	BY	APP'D
1:50,000	DEC. 1980	DEM	WCC

