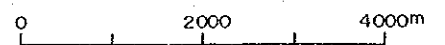
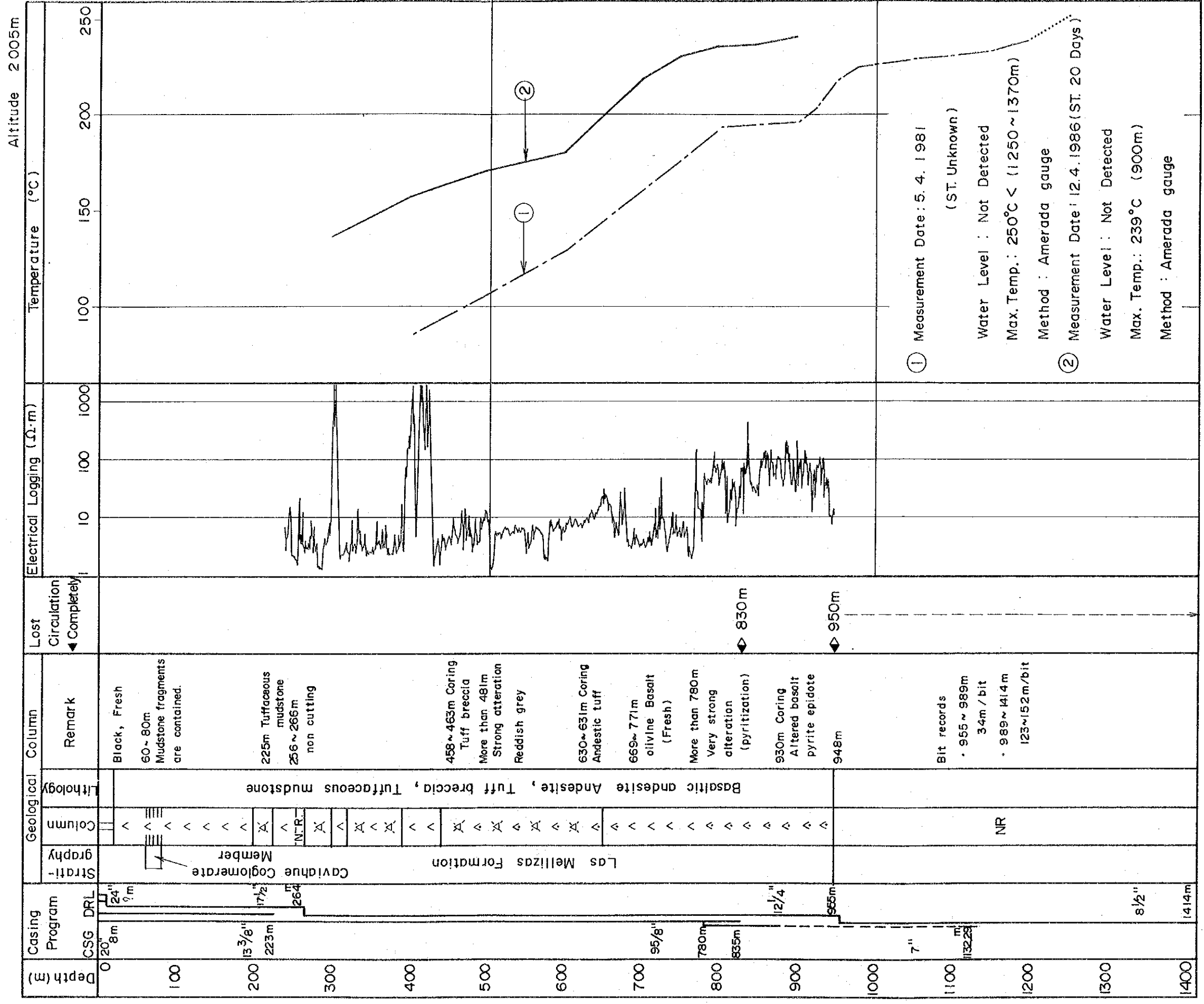


LEGEND

- (22) Exploratory Well
Inferred Temperature (°C)
- (24.9) Thermal Gradient Hole
Measurement Temperature (°C)
- 20°C Isotherms



CENTRO REGIONAL DE ENERGIA GEOTERMICA DEL NEUQUEN REPUBLICA ARGENTINA	
FEASIBILITY STUDY OF COPAHUE GEOTHERMAL DEVELOPMENT PROJECT	
ISOTHERMS AT 50M DEPTH	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	
DATE ;	Fig. 5-24



▷ : Main Feed Zone

Fig. 5-25 Integrated Columnar Section of COP-1

① Measurement Date: 5. 4. 1981
(ST. Unknown)
Water Level: Not Detected
Max. Temp.: 250°C < (1250~1370m)
Method: Amerada gauge

② Measurement Date: 12.4.1986 (ST. 20 Days)
Water Level: Not Detected
Max. Temp.: 239°C (900m)
Method: Amerada gauge

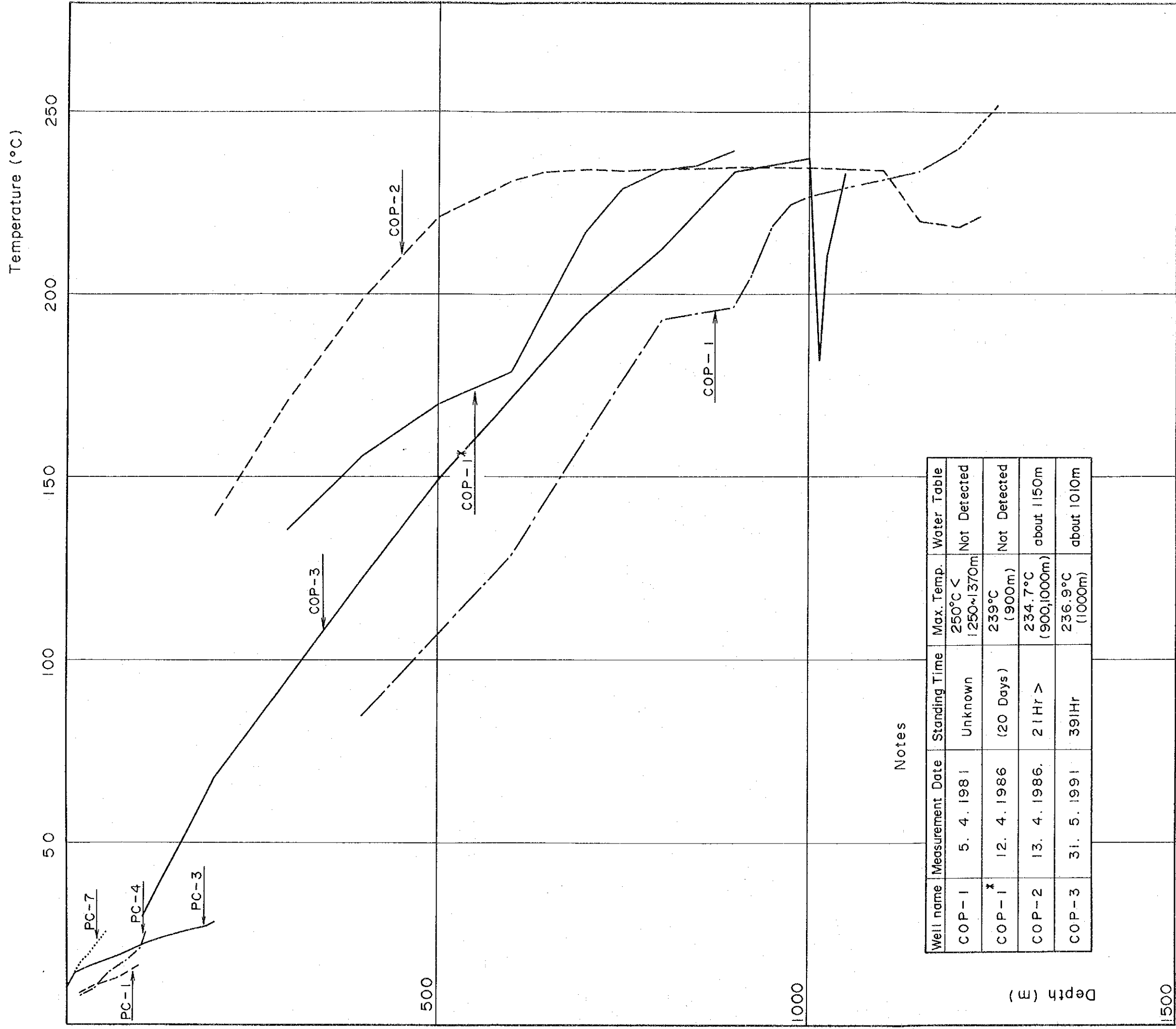


Fig. 5-26 Temperature vs Depth Diagram of Exploratory Wells

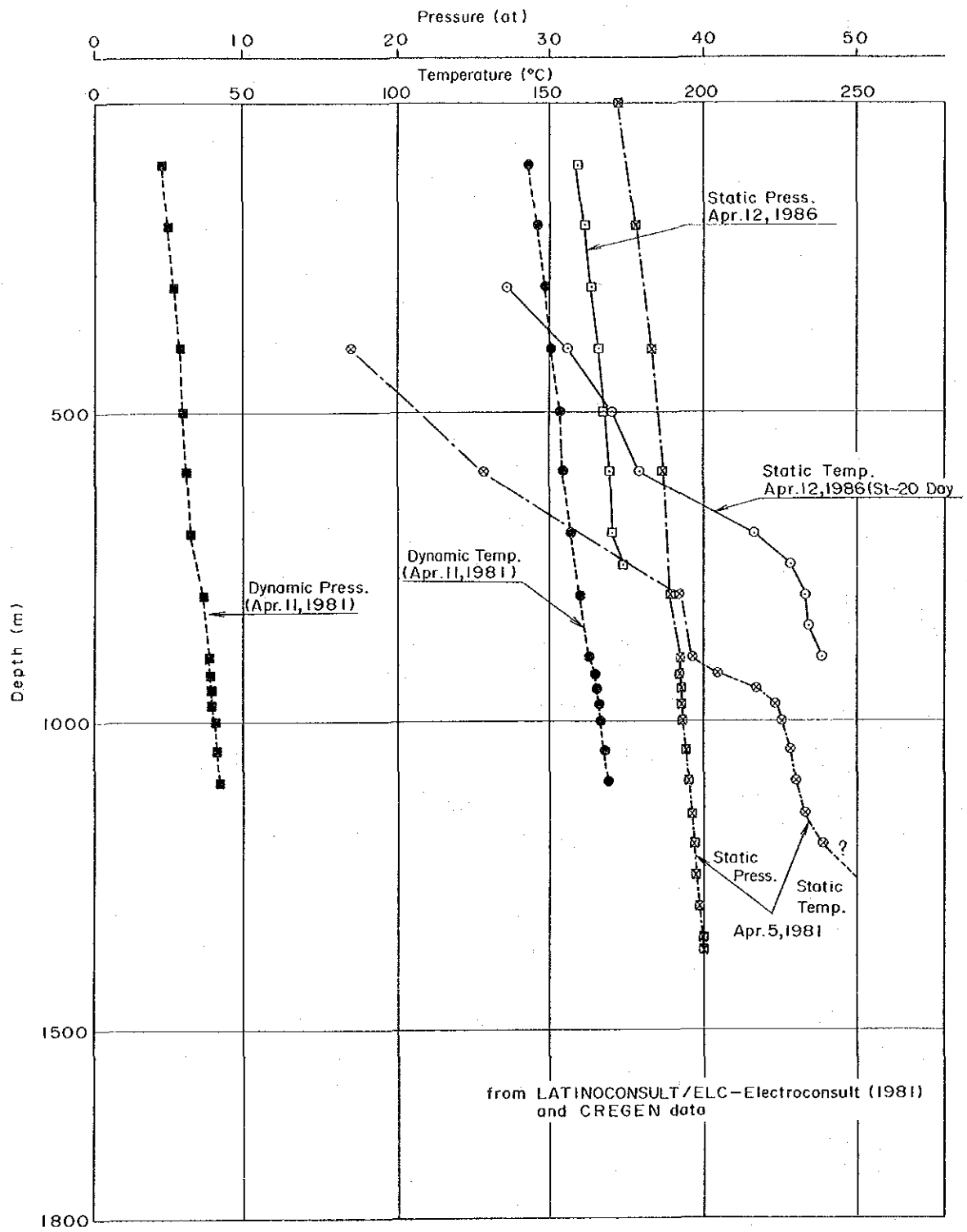


Fig. 5-27 Pressure and Temperature Profiles for COP-1

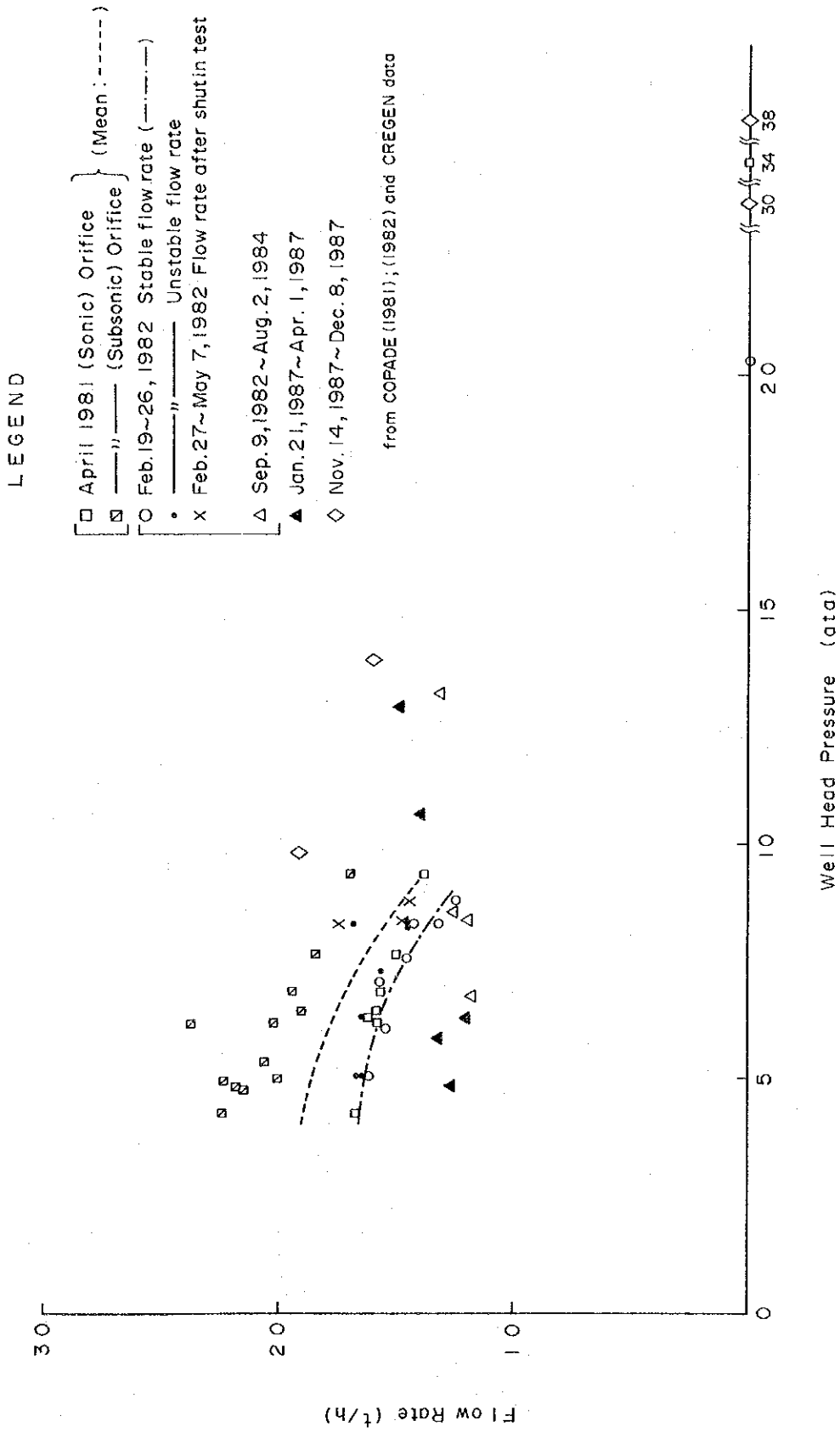


Fig. 5-28 COP-1 Well Characteristic Curve

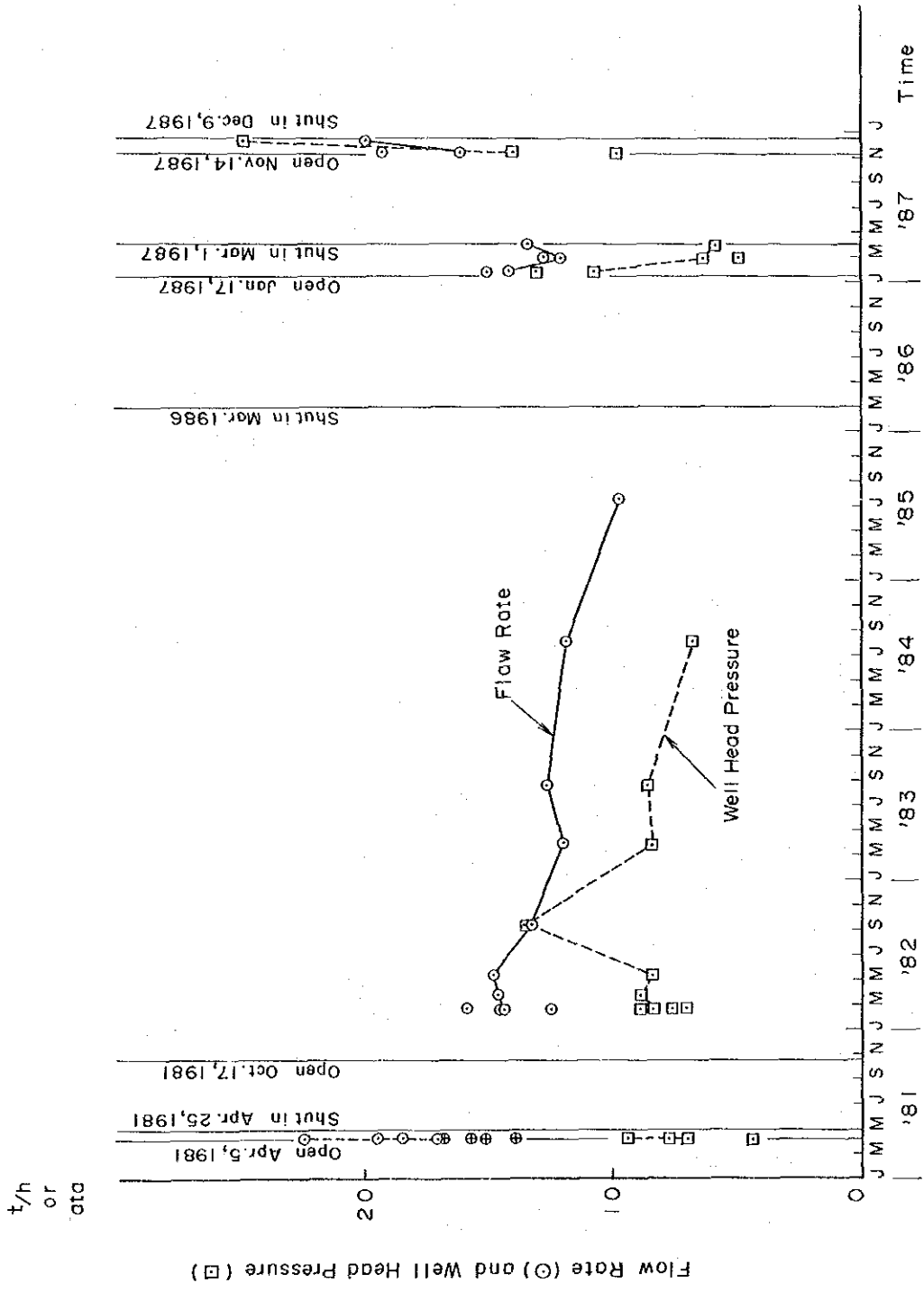


Fig. 5-29 COP-1 Production History

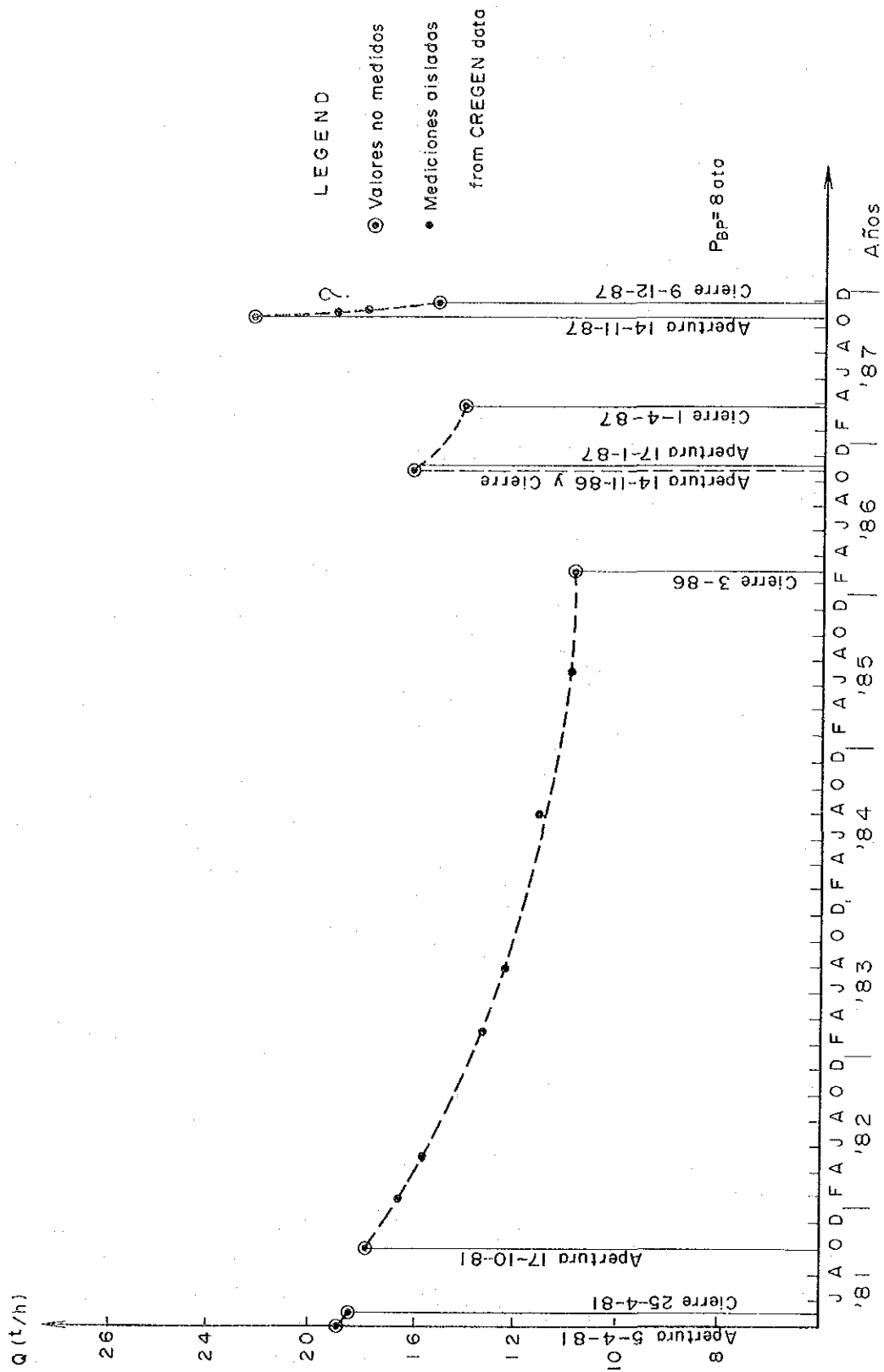


Fig. 5-30 COP-1 Schematic Production Curve

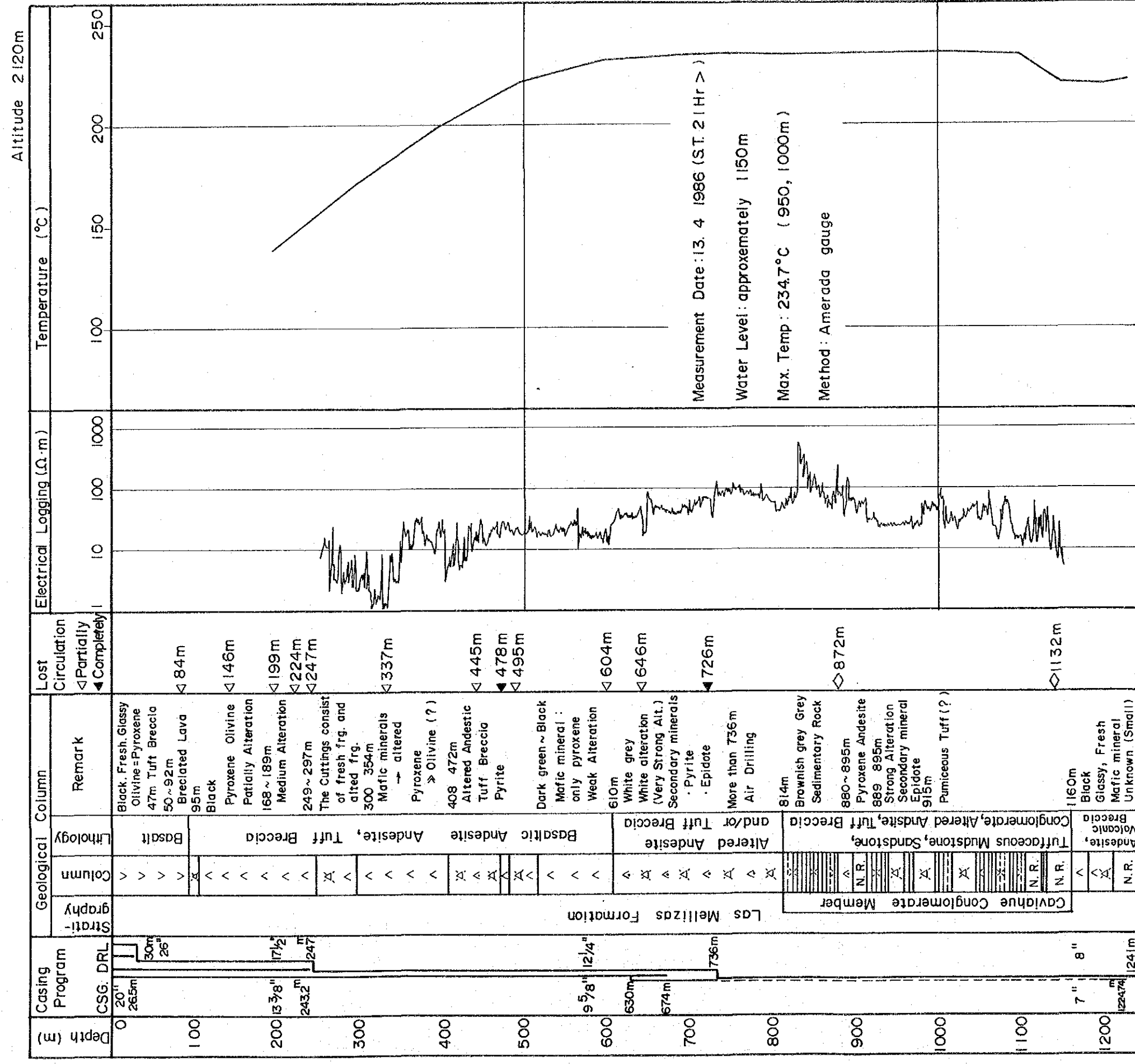


Fig. 5-31 Integrated Columnar Section of COP-2

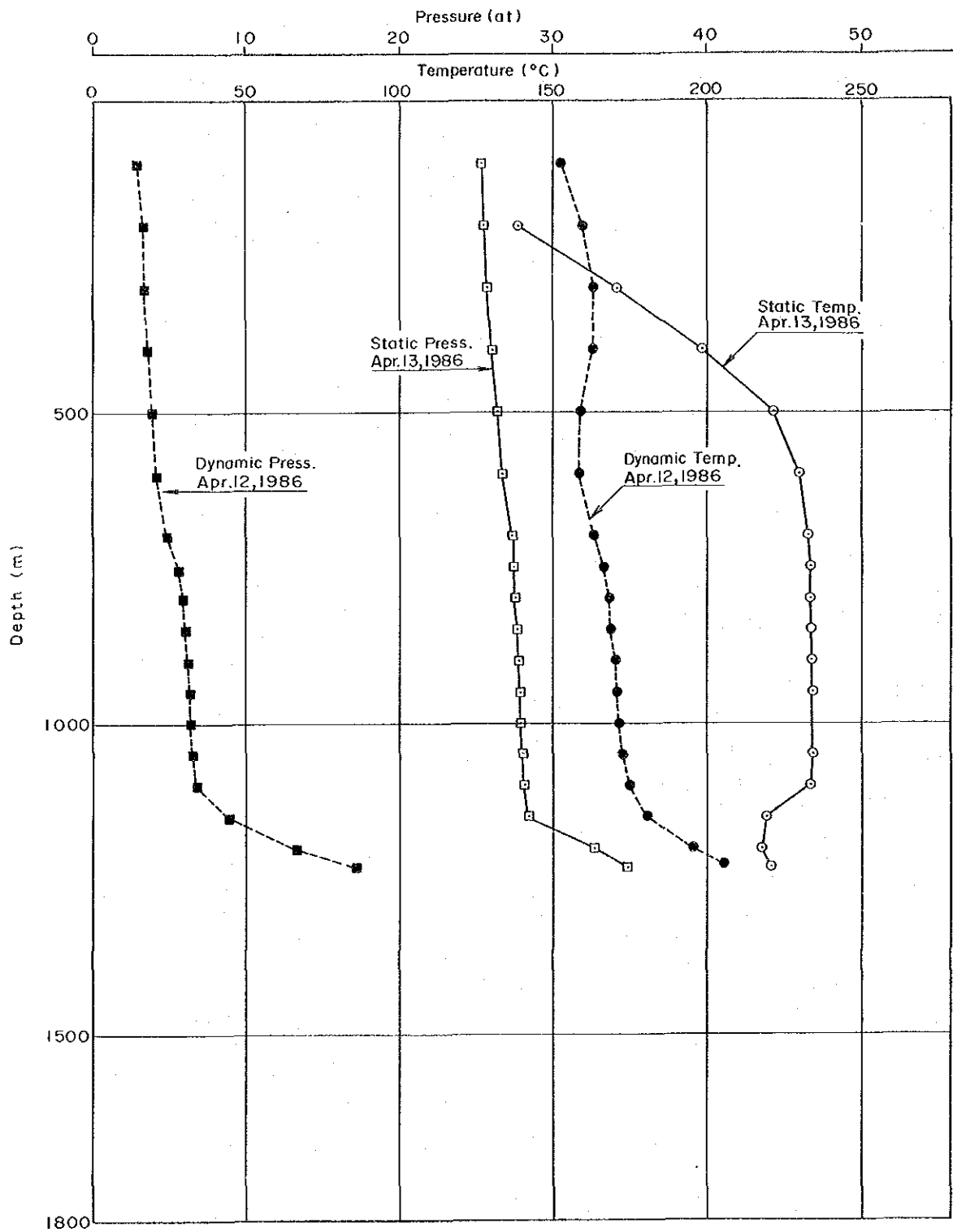


Fig. 5-32 Pressure and Temperature Profiles for COP-2

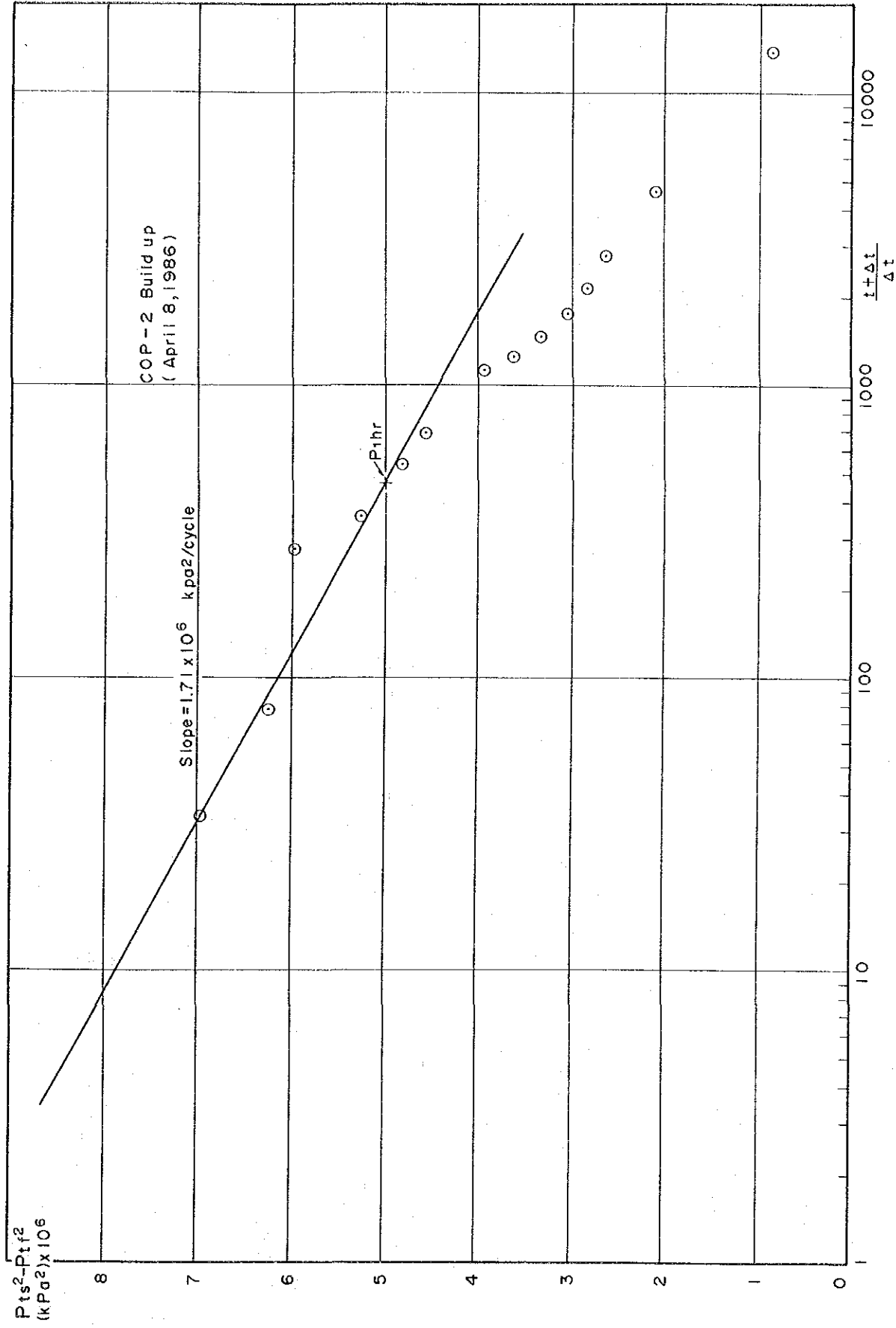


Fig. 5-33 Horner Buildup Graph for COP-2

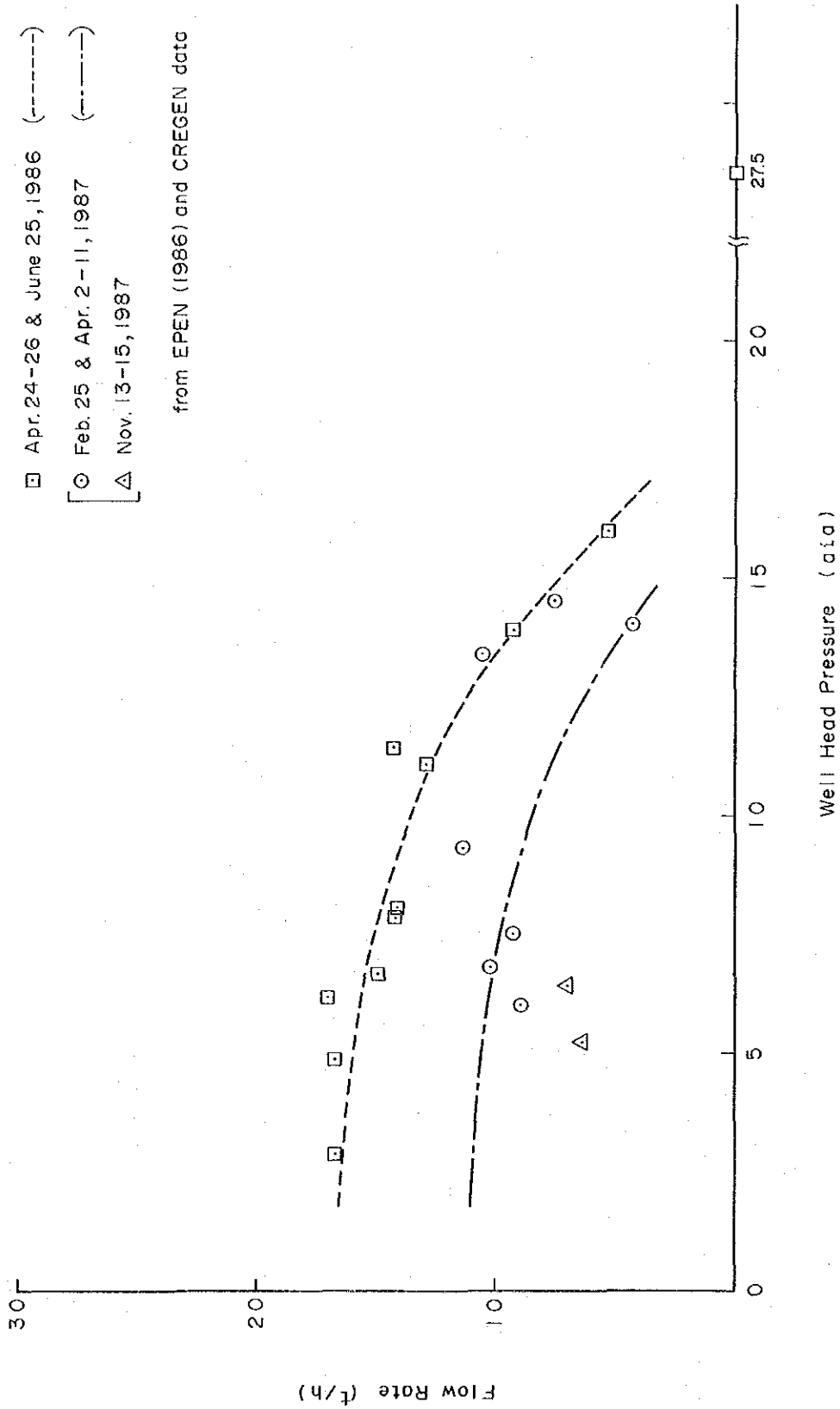


Fig. 5-34 COP-2 Well Characteristic Curve

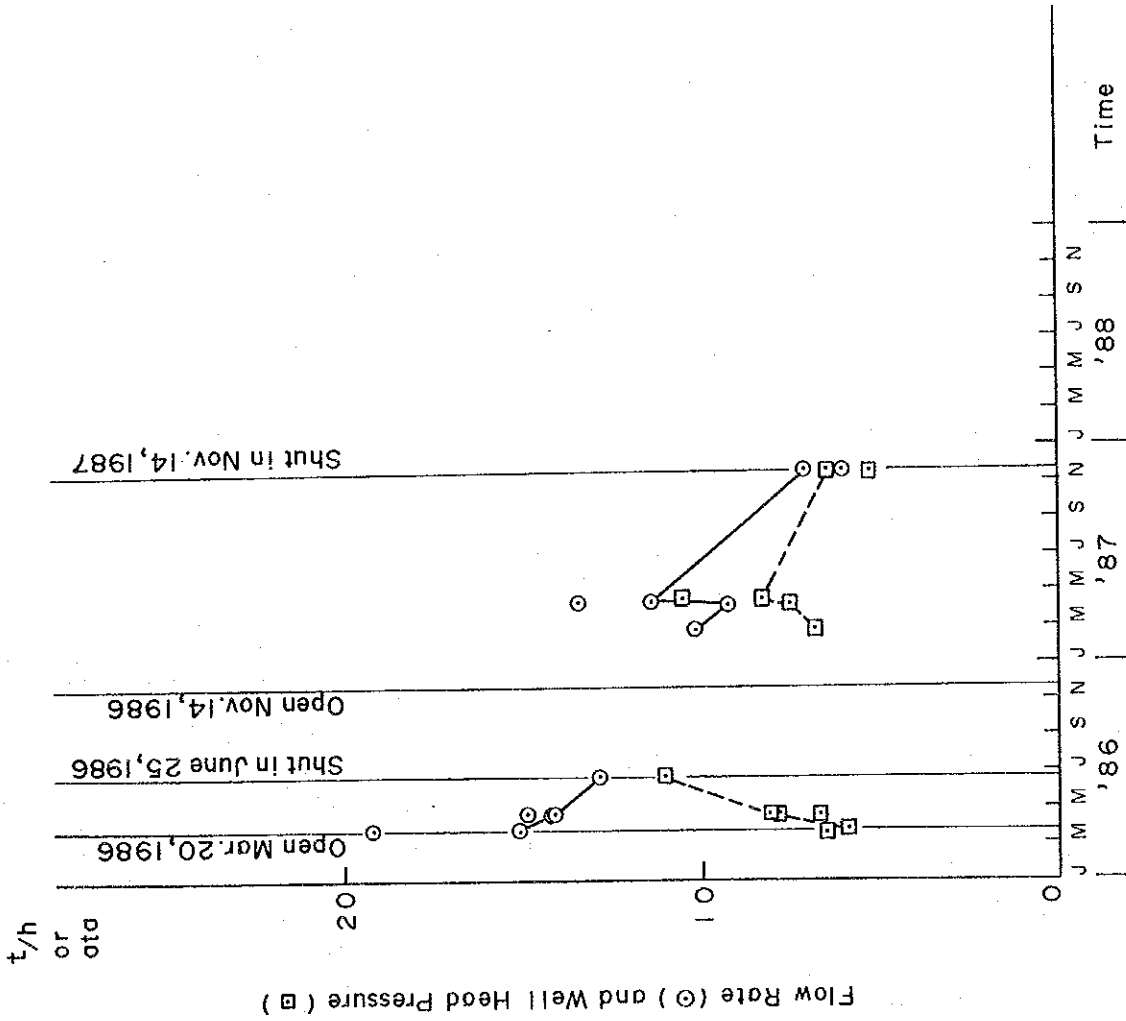


Fig. 5-35 COP-2 Production History

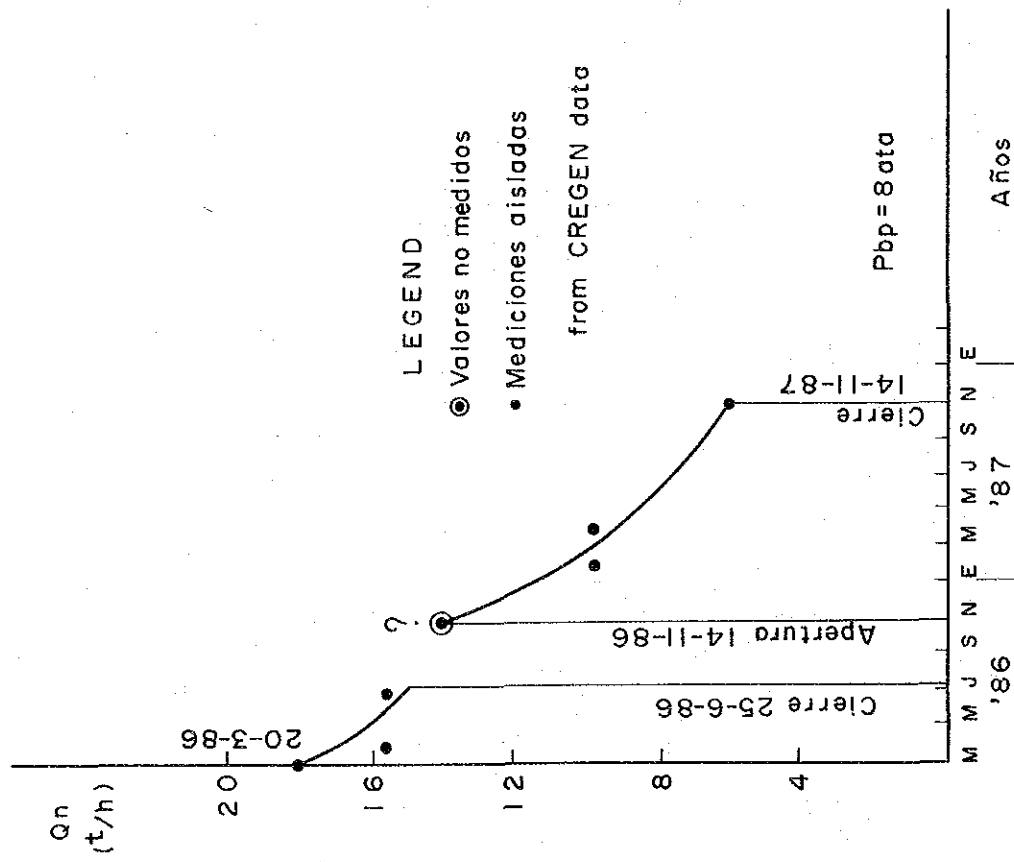
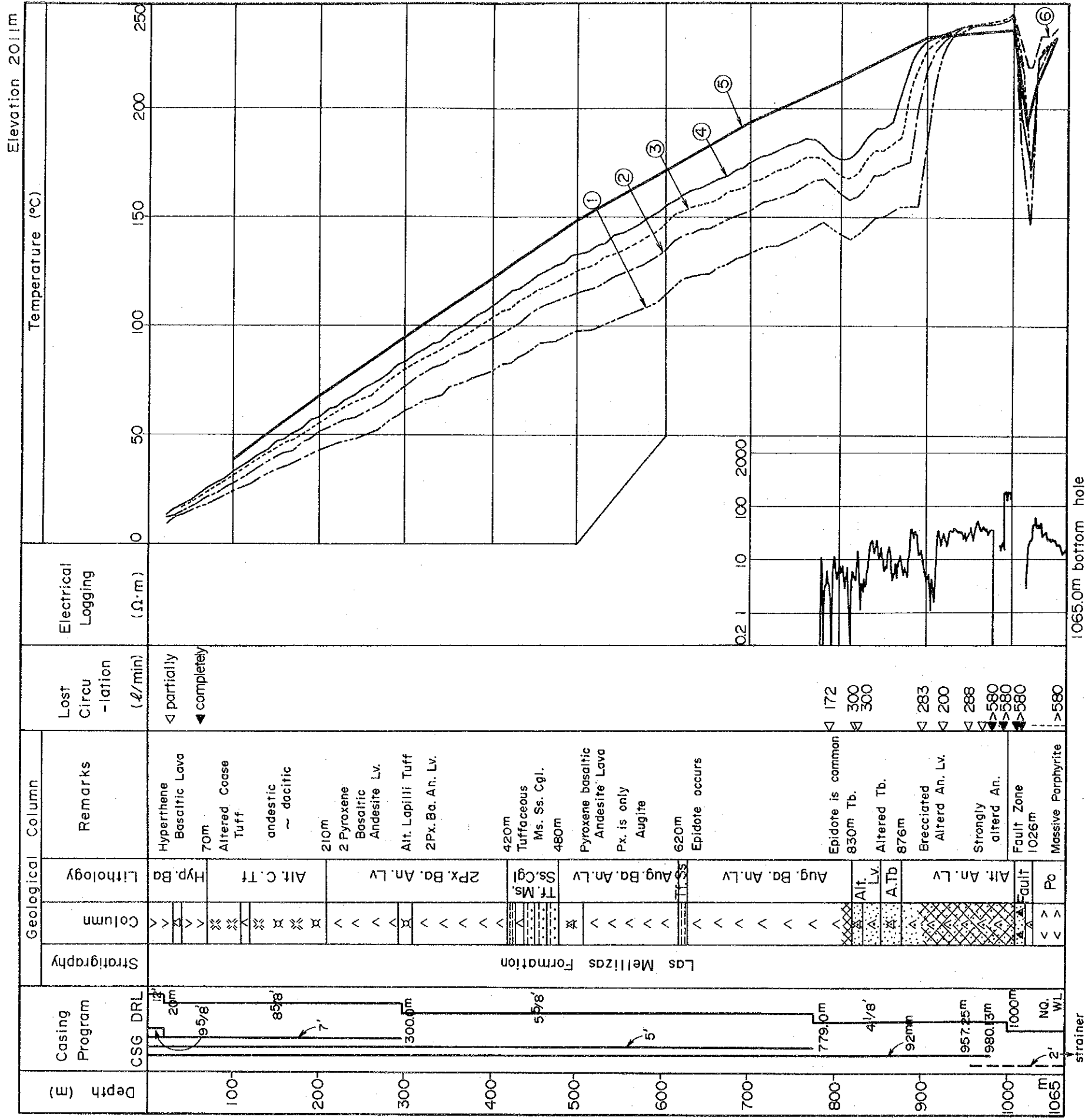


Fig. 5-36 COP-2 Schematic Production Curve

Depth(m)	Drilling	Casing
0		
100	12 ¹ / ₄ " Tricone bit (311.2mm) 21.00m	9 ⁵ / ₈ " API N-80(400b) (OD:244.5mm, ID:226.6mm) Full hole cementing 20.00m
200	8 ⁵ / ₈ " Tricone bit (219.1mm)	7" API N-80(290b) (OD:177.8mm, ID:157.1mm) Full hole cementing
300	301.00m	300.00m
400		
500	6" Tricone bit (151.1mm)	5" API N-80(180b) (OD:127.0mm, ID:112.0mm) Full hole cementing
600		
700		
800	782.00m	779.00m
900	4 ¹ / ₈ " Tricone bit(104.8mm) (782.00~882.90m :HQ-WL Coring)	92mm NX-NU R-70 Full hole cementing
		957.25m
1,000	1,000.00m	986.13m
		2" ASTM Sch-40 (OD:60.3mm, ID:52.5mm) (786.93~1,053.17m :Strainer)
1,100	NQ-WL(78.2mm) Coring 1,065.00m	1,065.00m

Fig. 5-37 Casing Program of COP-3



- ① Measurement Date : May 15, 1991 (ST. 8hr)
Water Level : 900m
Max Temp : 240 $^{\circ}C$ (1.002m)
- ② Measurement Date : May 16, 1991 (ST. 24hr)
Water Level : 887m
Max Temp : 241 $^{\circ}C$ (1.002m)
- ③ Measurement Date : May 17, 1991 (ST. 48hr)
Water Level : 875m
Max Temp : 242 $^{\circ}C$ (1.002m)
- ④ Measurement Date : May 9, 1991 (ST. 96hr)
Water Level : 870m
Max Temp : 242 $^{\circ}C$ (1.002m)
- ⑤ Measurement Date : May 31, 1991 (ST. 390hr 50m)
Water Level : about 1.010m
Max Temp : 236.9 $^{\circ}C$ (1.000m)
- ⑥ Equilibrium Temperature Calculated by
①, ②, and ③ (1.000m ~ 1.065m)

Fig. 5-38 Columnar Section of COP-3

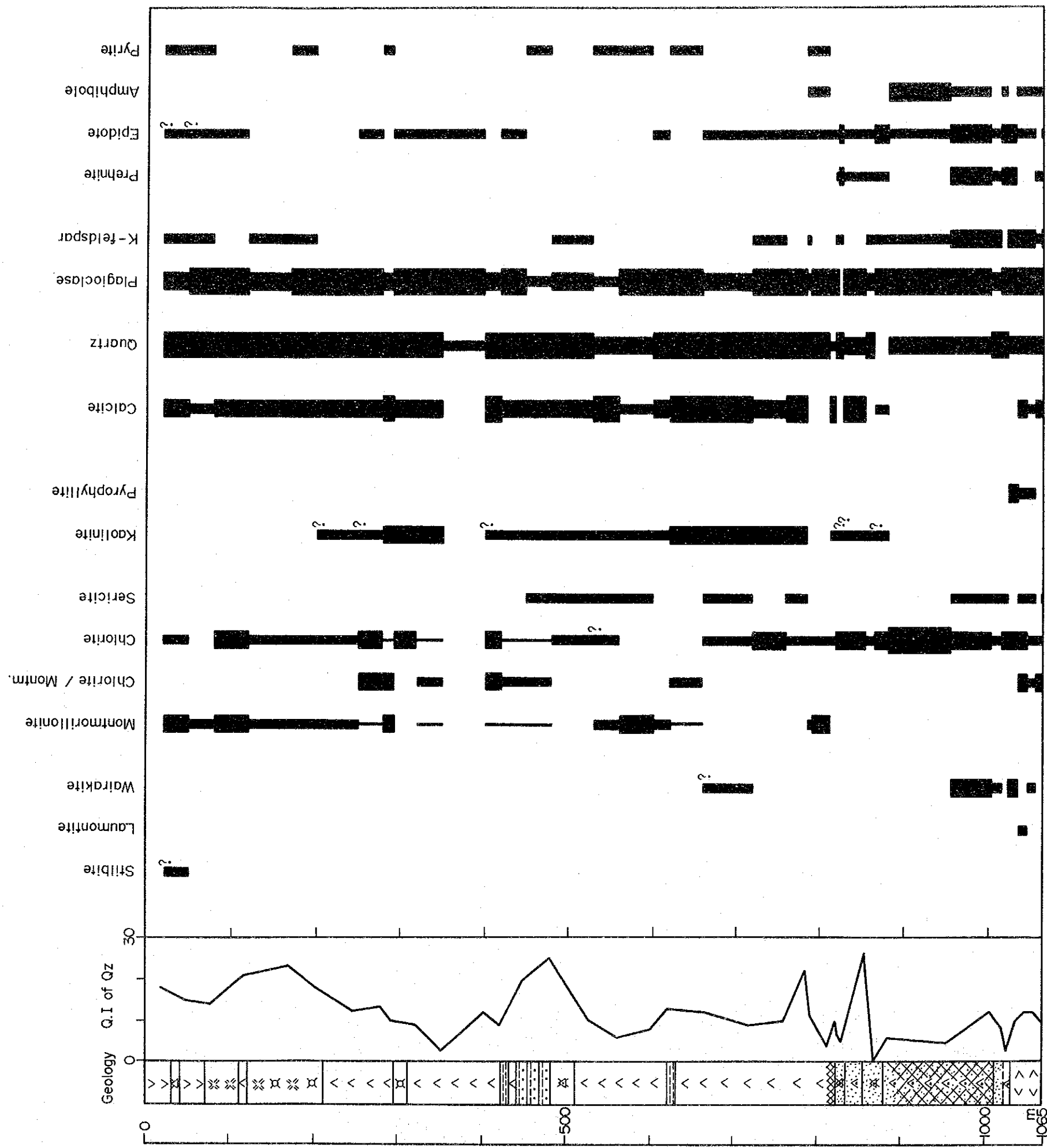


Fig. 5-39 Distribution of Alteration Minerals from COP-3, Detected by X-ray Diffractometer

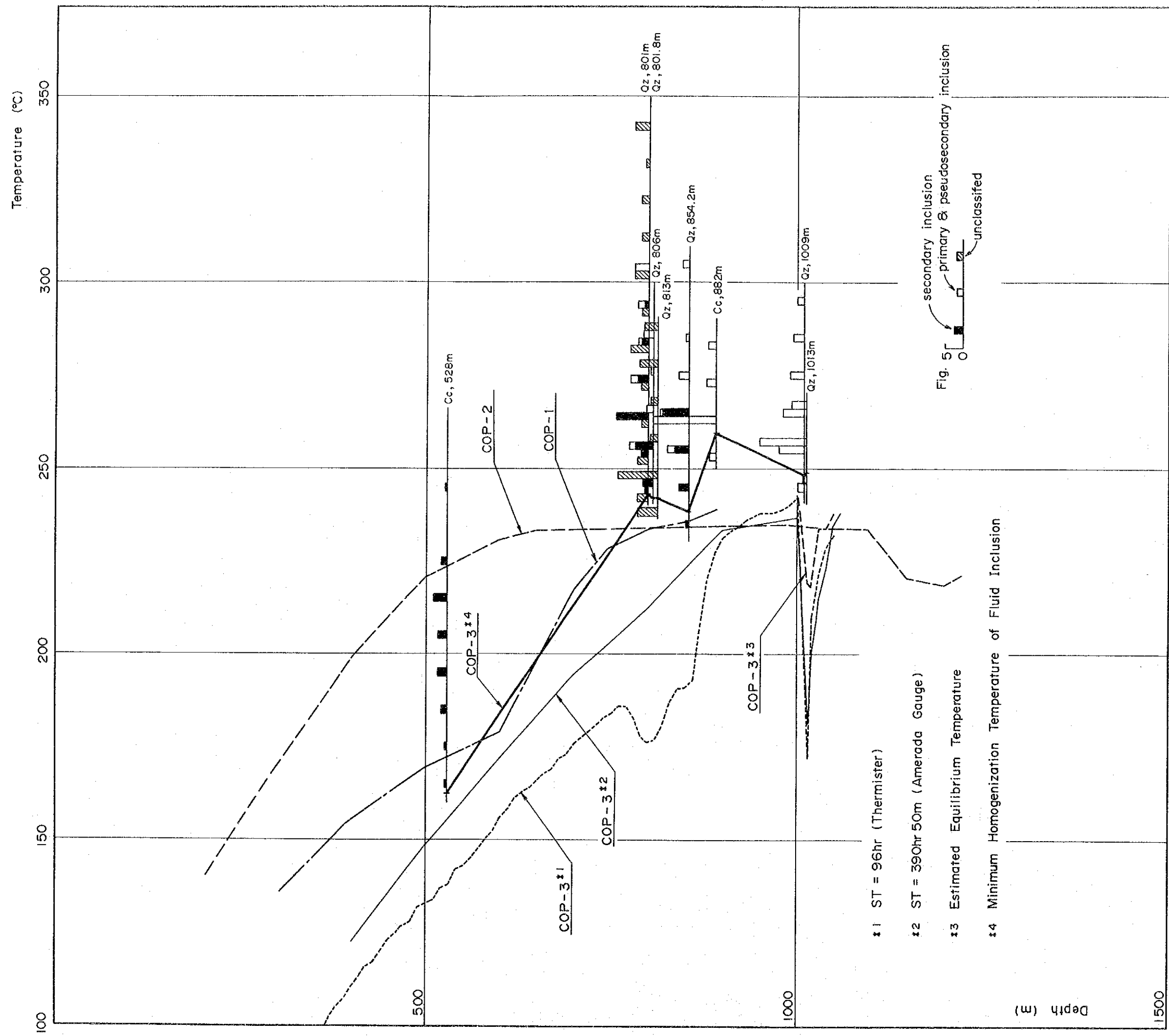
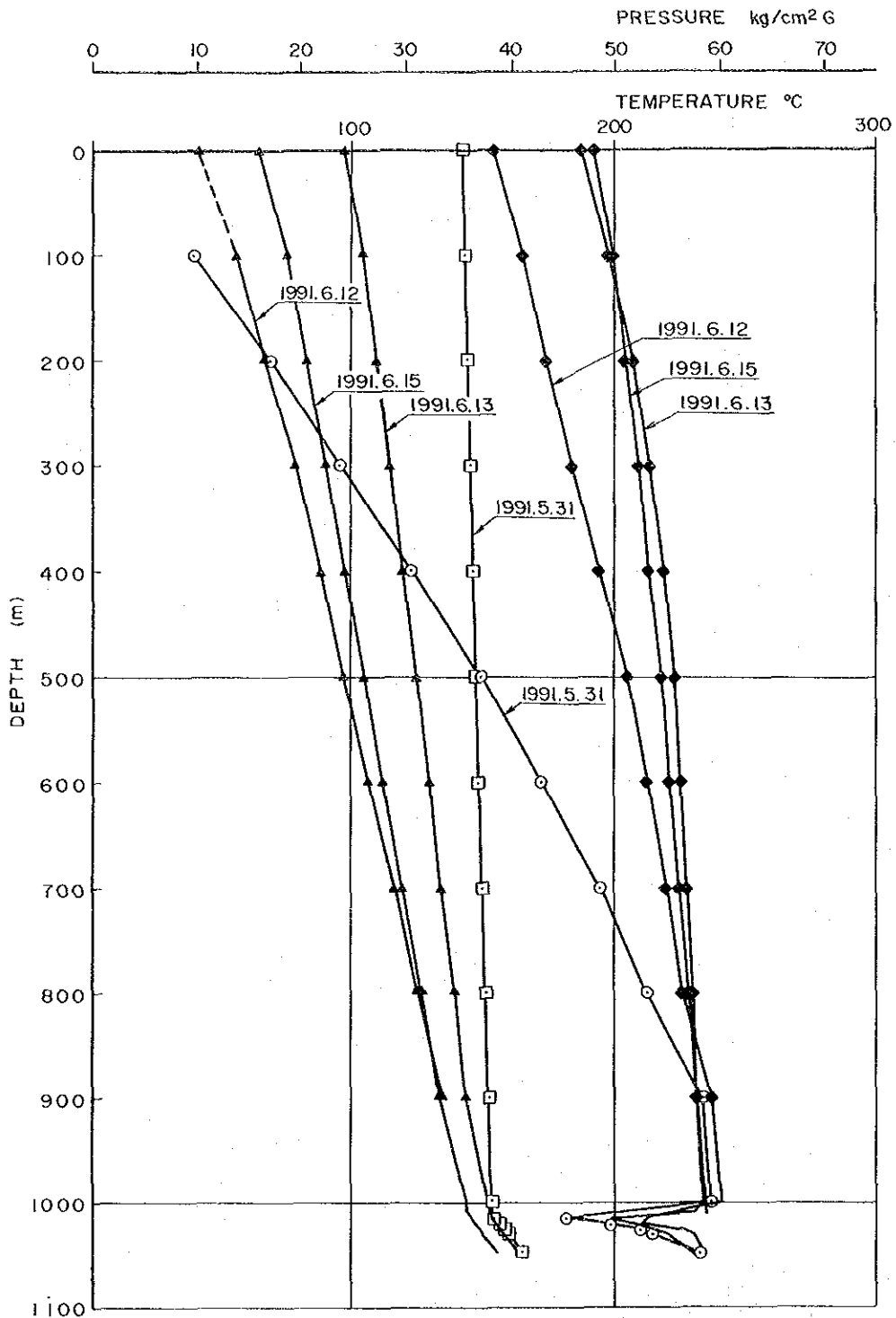


Fig. 5-40 Homogenization Temperature of Fluid Inclusion of COP-3



○ : STATIC TEMPERATURE	} 1991. 5. 31 15:50 (ST = 390h50m ; 900~1049m) 19:00 (ST = 394h ; 500 ~ 800m and 1015m)	
□ : STATIC PRESSURE		1991. 6. 1 10:00 (ST = 409h ; 0 ~ 400m)
◆ : FLOWING TEMPERATURE	} 1991.6.12 Steam Flowrate 7.9t/h (0 ~ 900m) 5.4 " (1000~1046m)	
▲ : FLOWING PRESSURE		6.13 " " " 5.7 "
		6.15 " " " 6.9 "

Fig. 5-41 Pressure and Temperature Profiles for COP-3

(May 7, 1991)
 Depth of AMERADA gauge : 986m

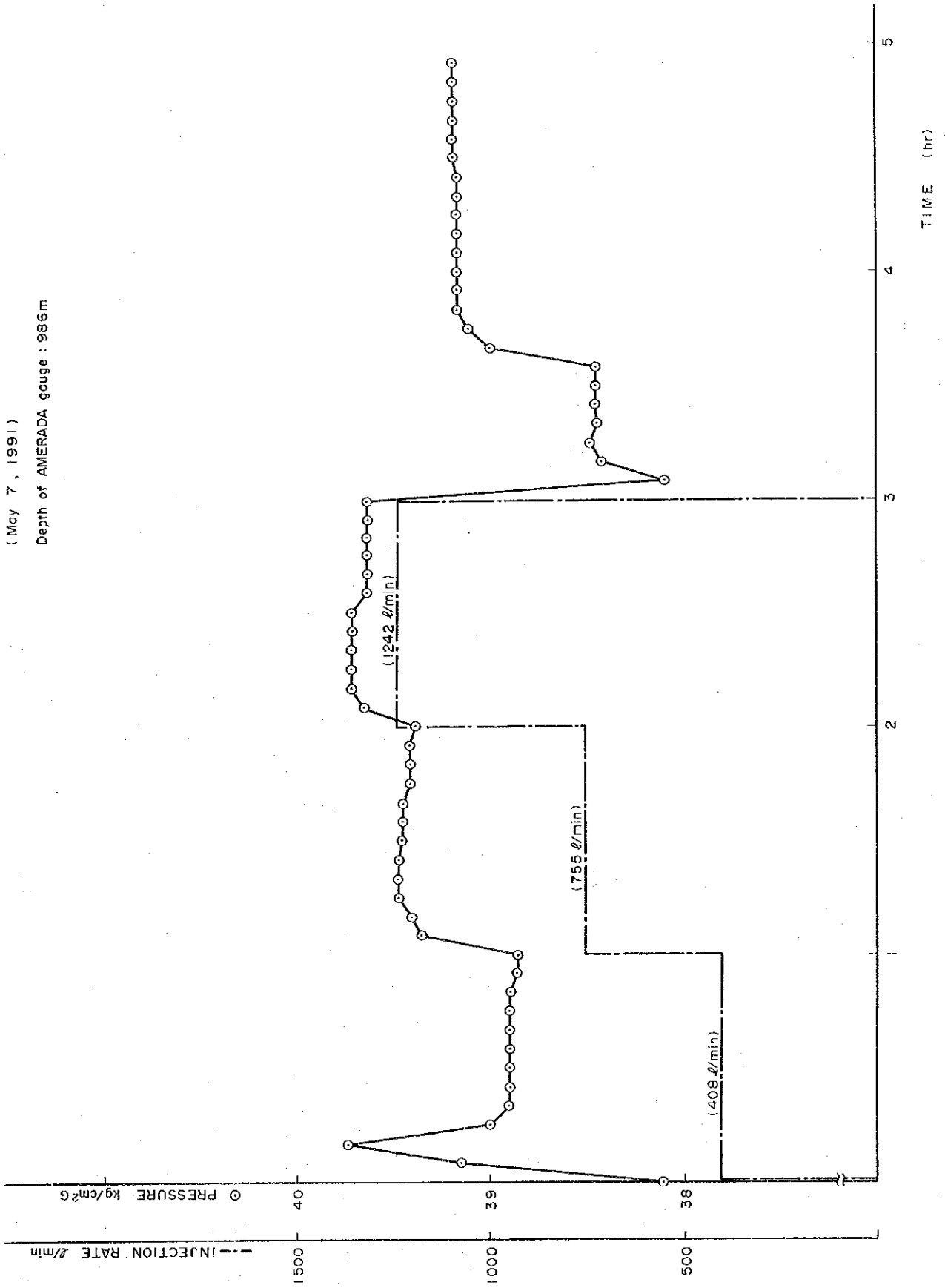
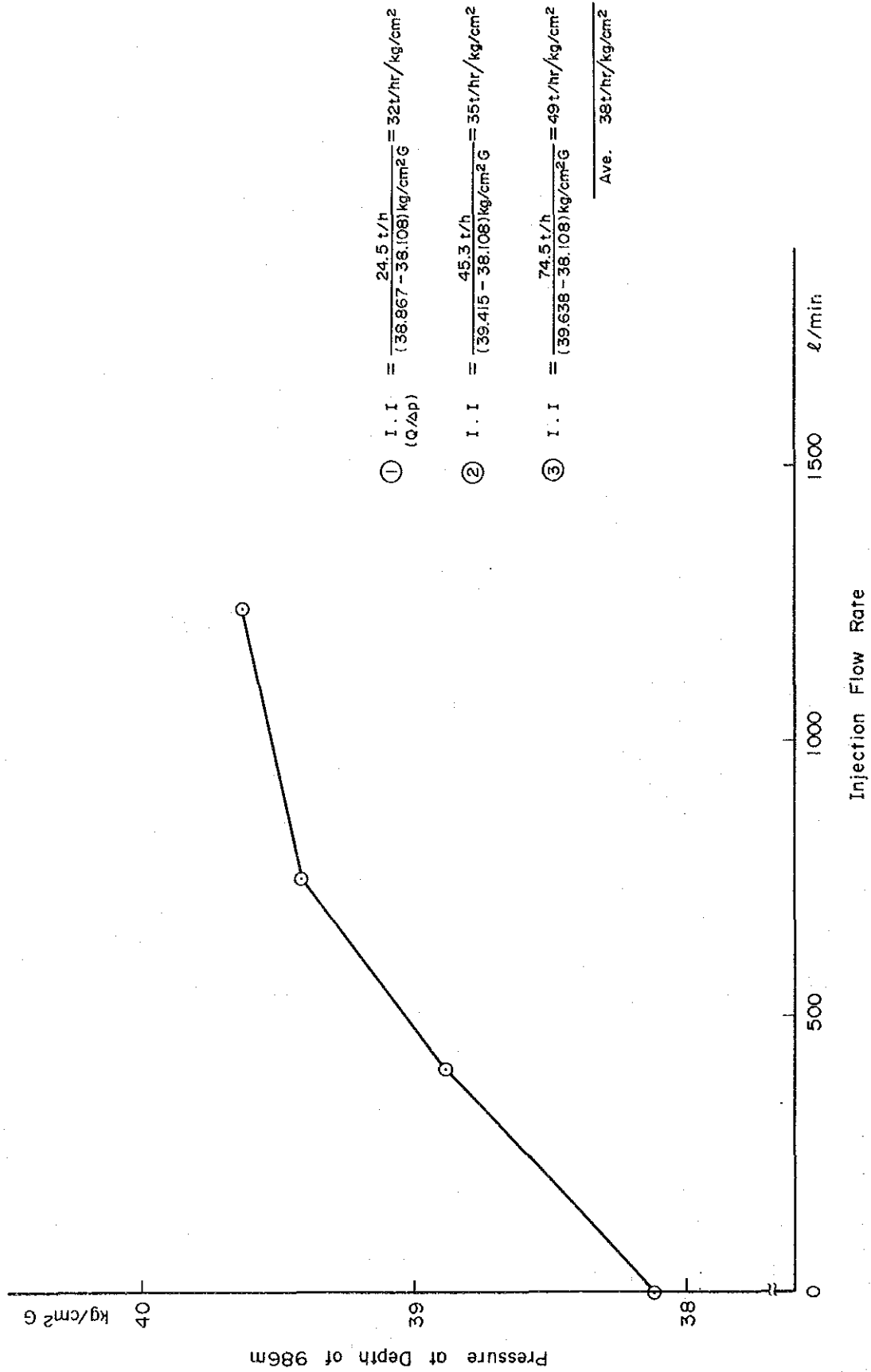


Fig. 5-42 Pressure Transient during Injection on COP-3



① $I.I = \frac{24.5 \text{ t/h}}{(38.867 - 38.108) \text{ kg/cm}^2 \text{ G}} = 32 \text{ t/hr/kg/cm}^2$
(Q/Δp)

② $I.I = \frac{45.3 \text{ t/h}}{(39.415 - 38.108) \text{ kg/cm}^2 \text{ G}} = 35 \text{ t/hr/kg/cm}^2$

③ $I.I = \frac{74.5 \text{ t/h}}{(39.638 - 38.108) \text{ kg/cm}^2 \text{ G}} = 49 \text{ t/hr/kg/cm}^2$

Ave. 38 t/hr/kg/cm^2

Fig. 5-43 Injectivity of COP-3

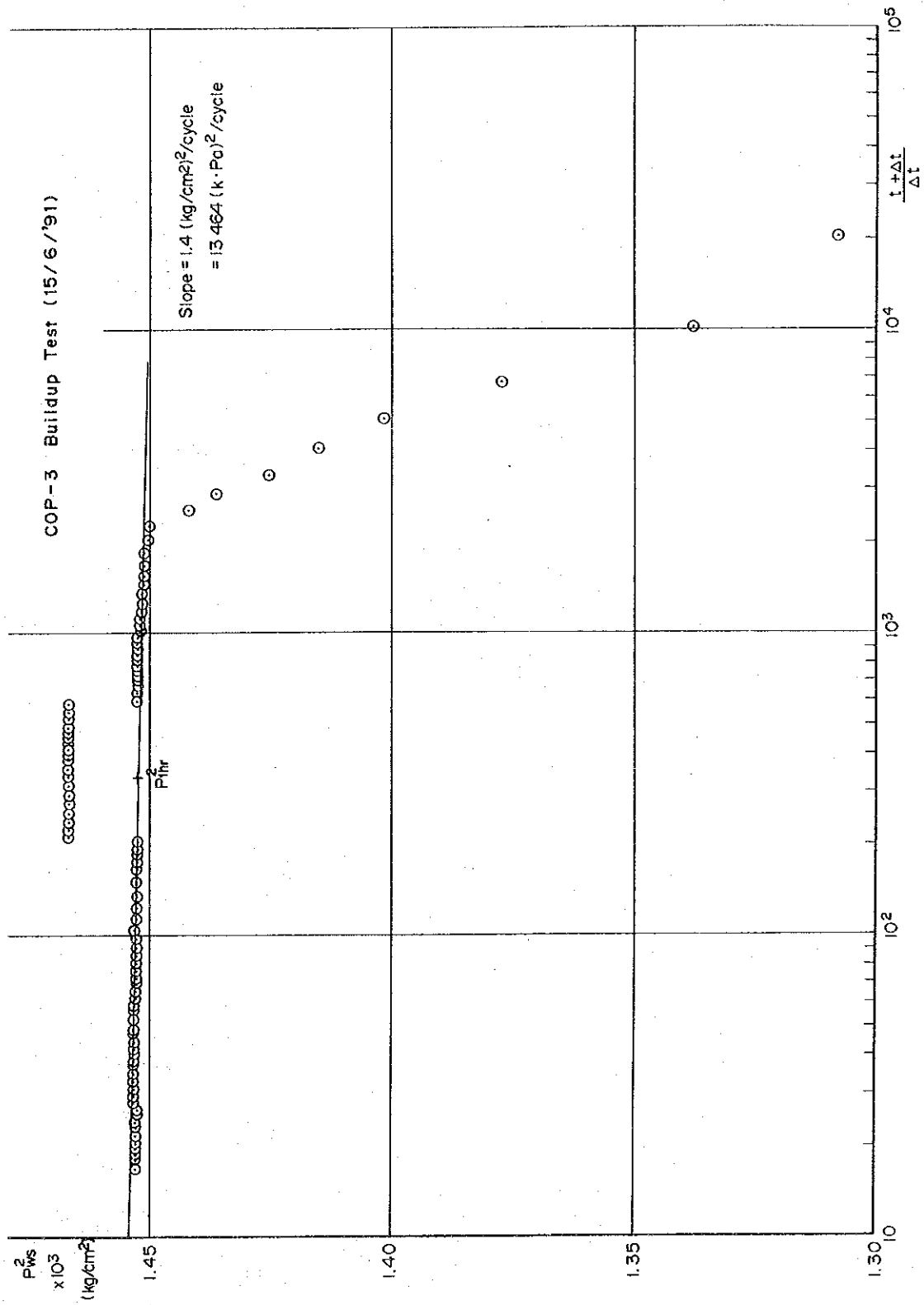


Fig. 5-44 Horner Buildup Graph for COP-3

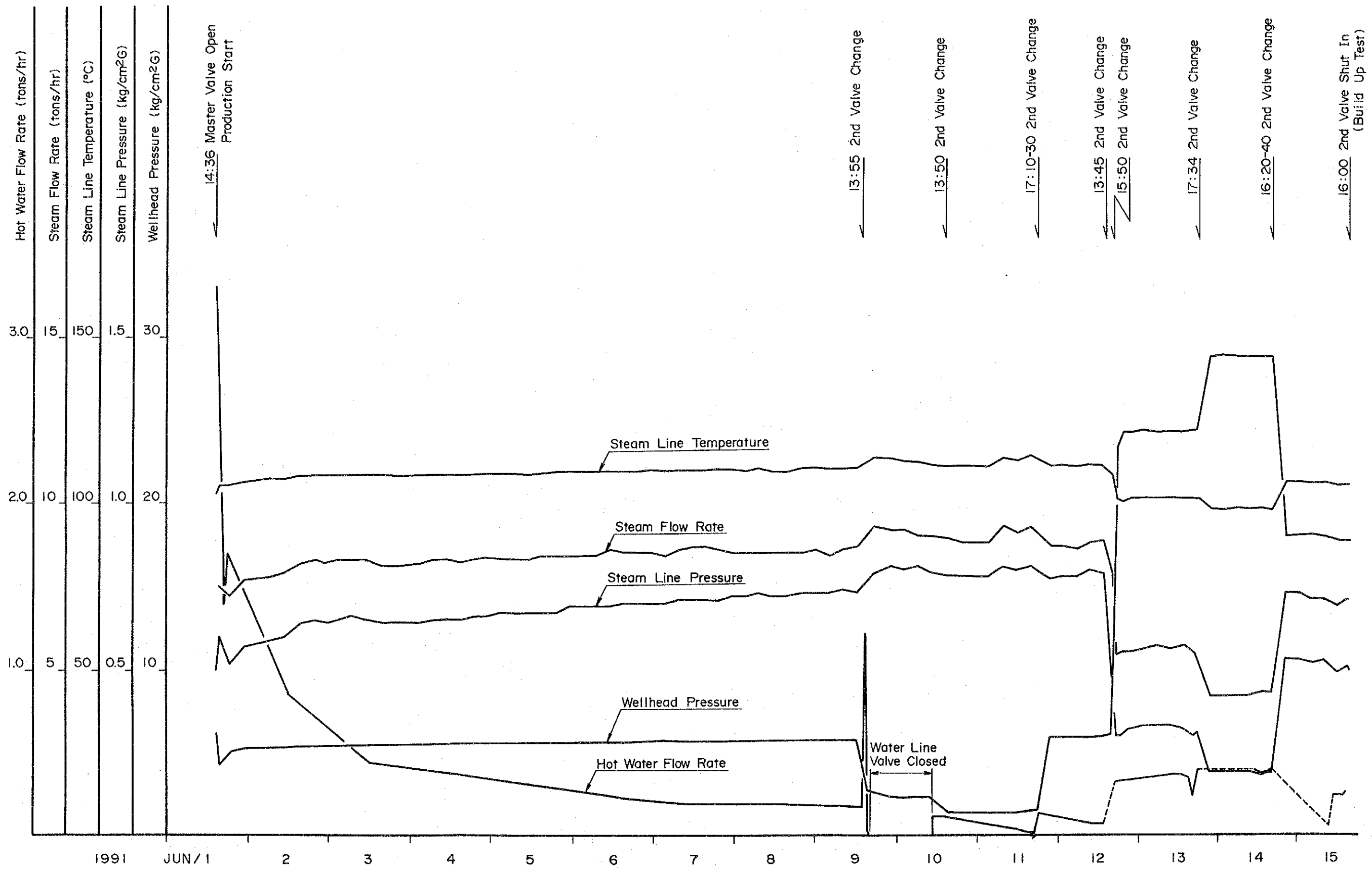


Fig. 5-45 COP-3 Production History

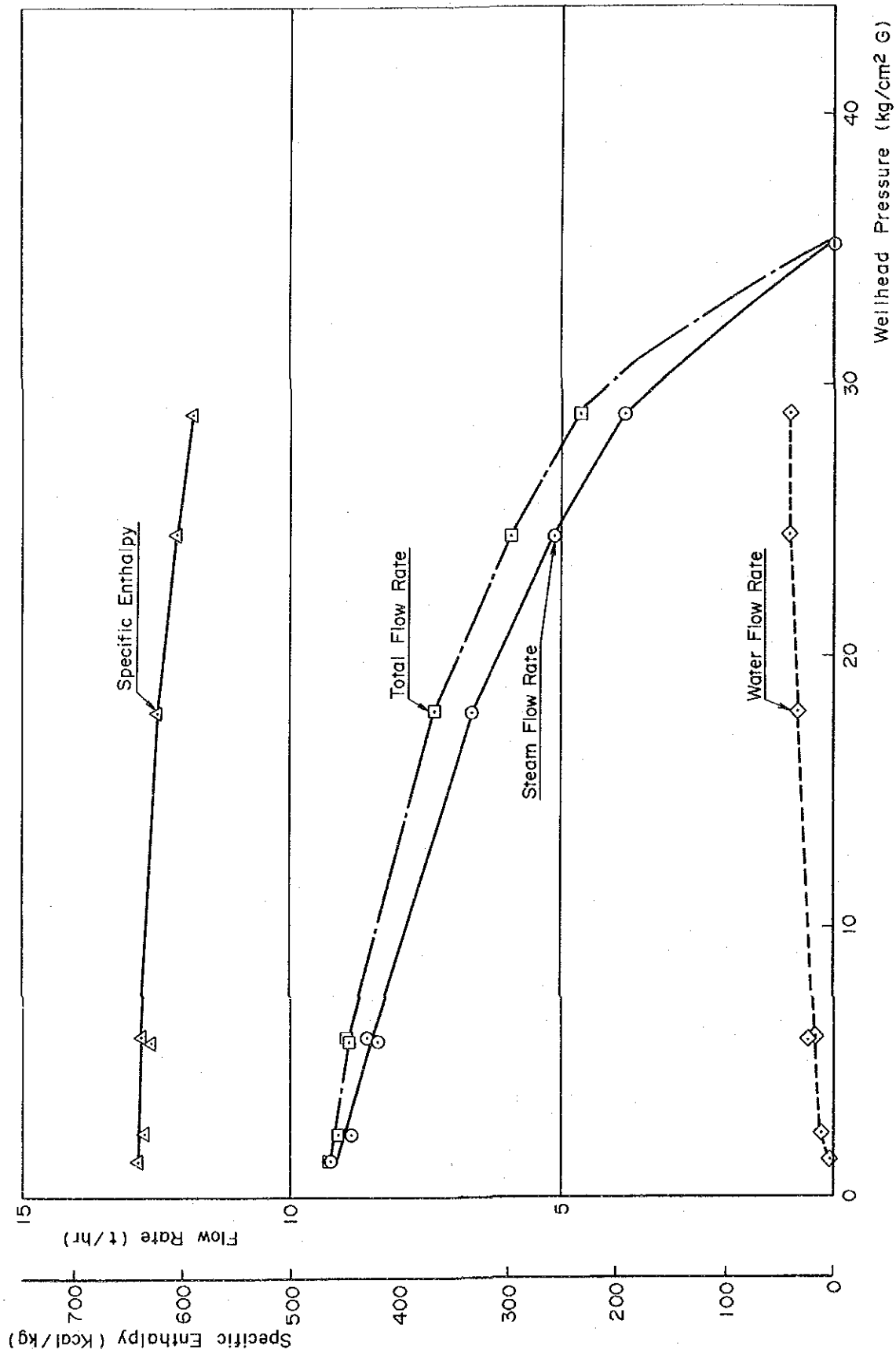
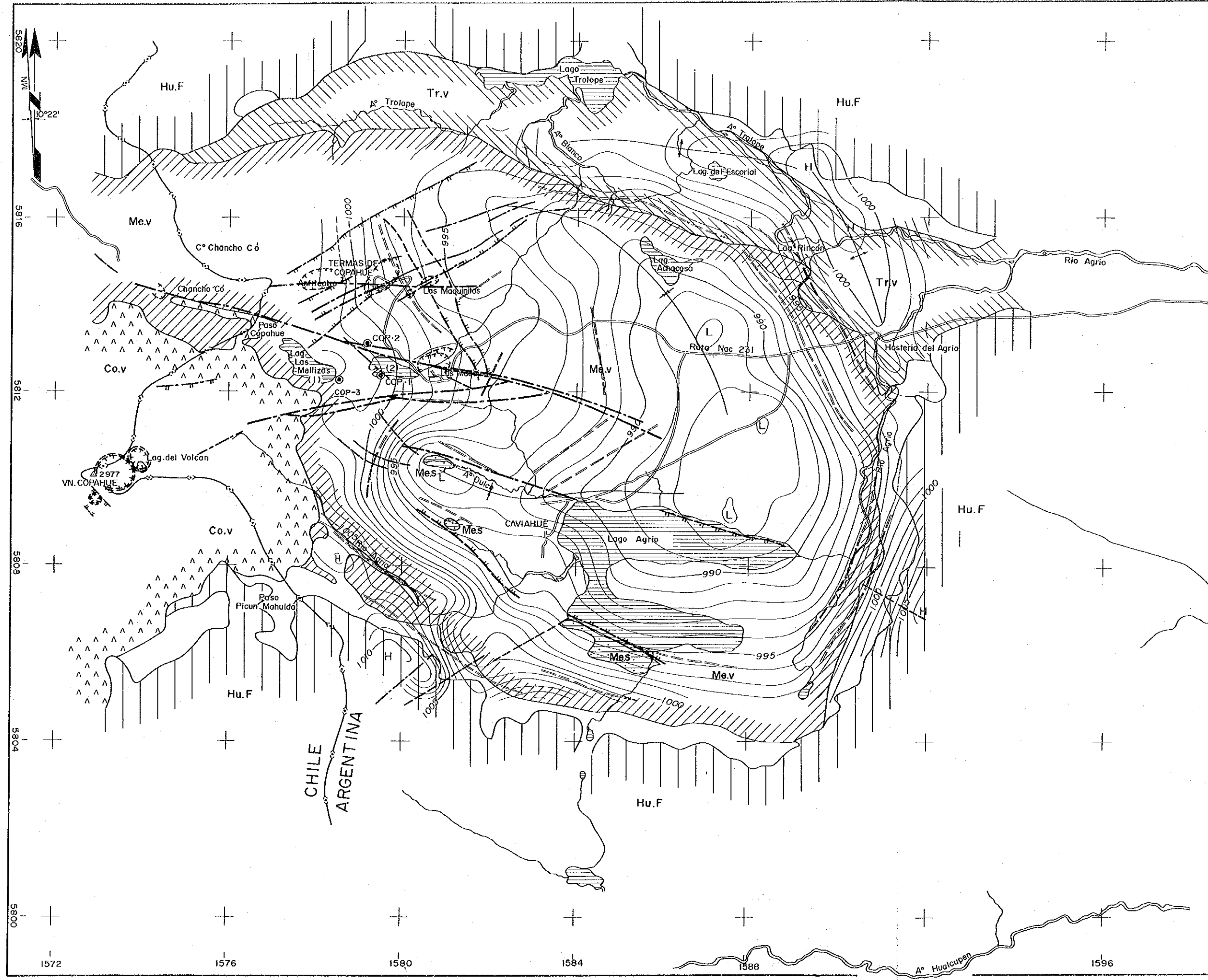


Fig. 5-46 COP-3 Well Characteristic Curve



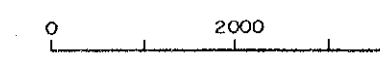
LEGEND

[Geology]

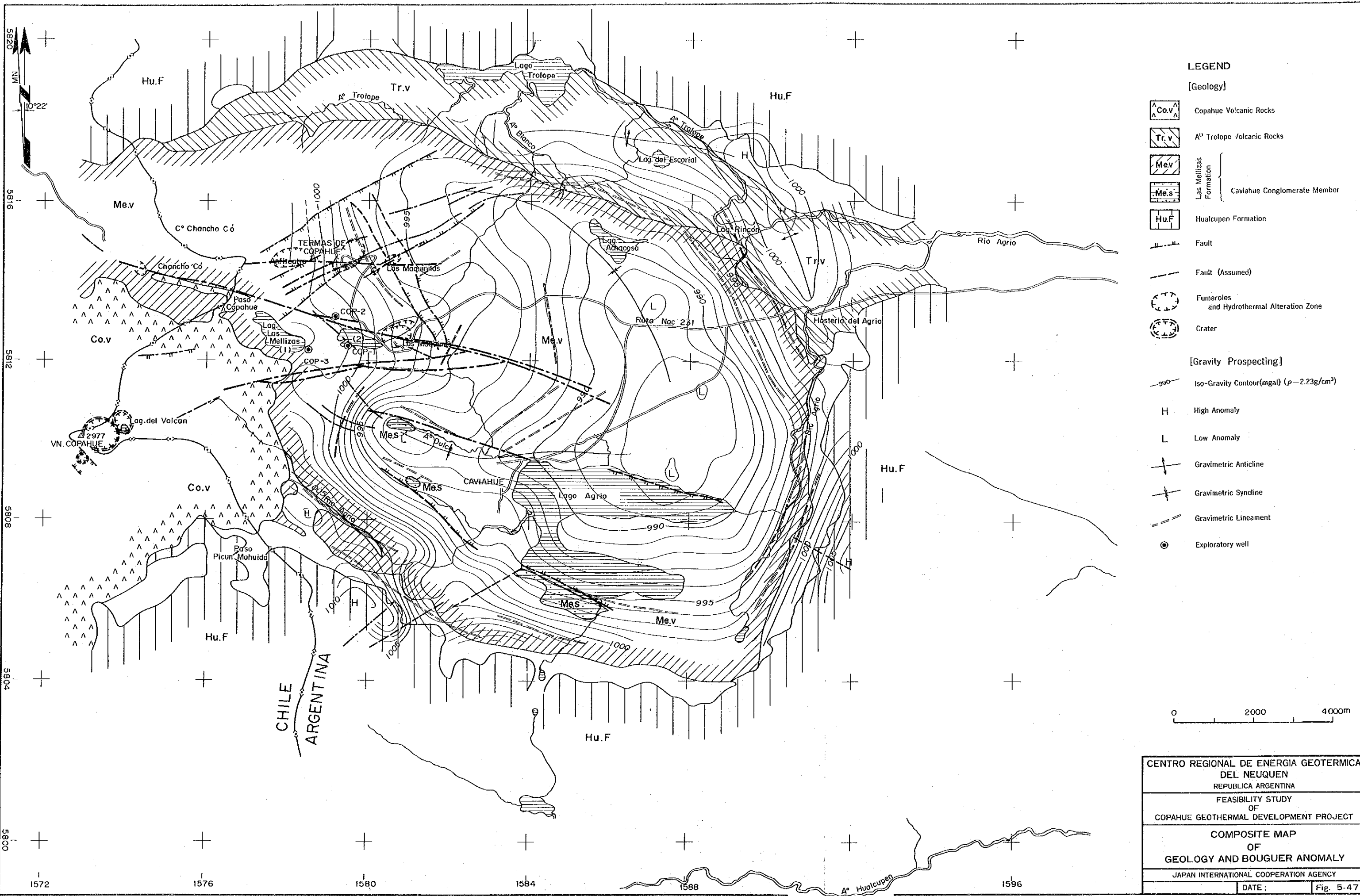
- Co.v Copahue Volcanic Rocks
- Tr.v A° Trollope Volcanic Rocks
- Me.v Las Mellizas Formation
- Me.s Las Mellizas Formation
- Hu.F Hualcupen Formation
- Fault
- Fault (Assumed)
- Fumaroles and Hydrothermal Alteration Zone
- Crater

[Gravity Prospecting]

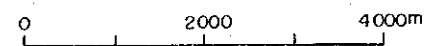
- Iso-Gravity Contour(mgal) ($\rho=2.23g/cm^3$)
- H High Anomaly
- L Low Anomaly
- Gravimetric Anticline
- Gravimetric Syncline
- Gravimetric Lineament
- Exploratory well



CENTRO REGIONAL DE ENERGIA GEO
DEL NEUQUEN
REPUBLICA ARGENTINA
FEASIBILITY STUDY
OF
COPAHUE GEOTHERMAL DEVELOPMENT P
**COMPOSITE MAP
OF
GEOLOGY AND BOUGUER ANOM**
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGE
DATE: F



- LEGEND**
- [Geology]
- Copahue Volcanic Rocks
 - A⁰ Trollope Volcanic Rocks
 - Las Mellizas Formation
 - Caviahue Conglomerate Member
 - Hualcupen Formation
 - Fault
 - Fault (Assumed)
 - Fumaroles and Hydrothermal Alteration Zone
 - Crater
- [Gravity Prospecting]
- Iso-Gravity Contour(mgal) ($\rho=2.23g/cm^3$)
 - High Anomaly
 - Low Anomaly
 - Gravimetric Anticline
 - Gravimetric Syncline
 - Gravimetric Lineament
 - Exploratory well



CENTRO REGIONAL DE ENERGIA GEOTERMICA
 DEL NEUQUEN
 REPUBLICA ARGENTINA

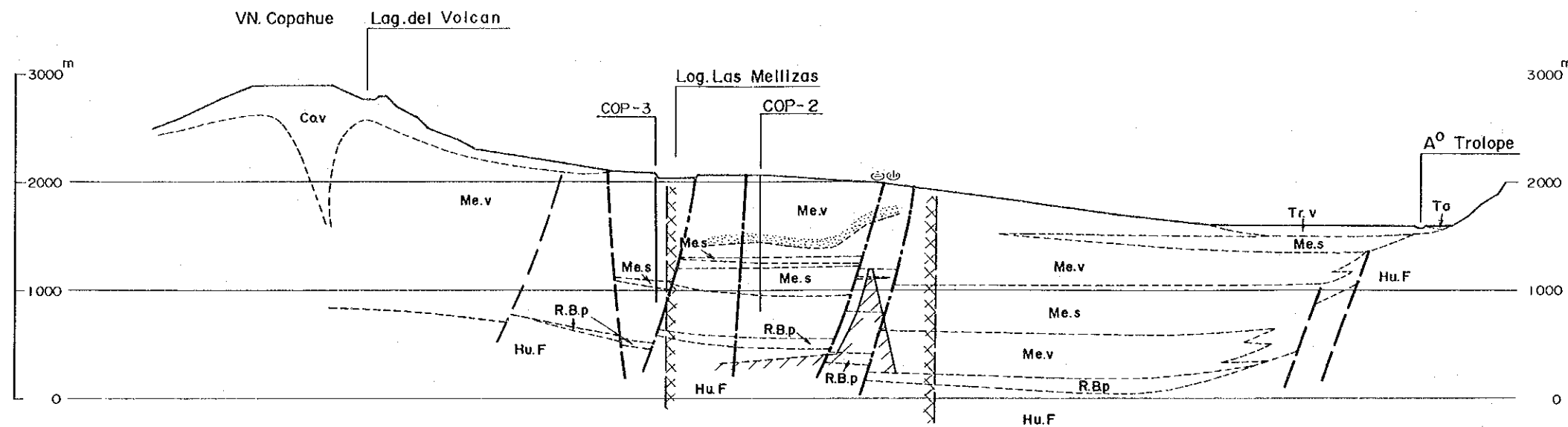
FEASIBILITY STUDY
 OF
 COPAHUE GEOTHERMAL DEVELOPMENT PROJECT

COMPOSITE MAP
 OF
 GEOLOGY AND BOUGUER ANOMALY

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

DATE: _____ Fig. 5-47

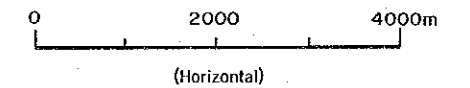
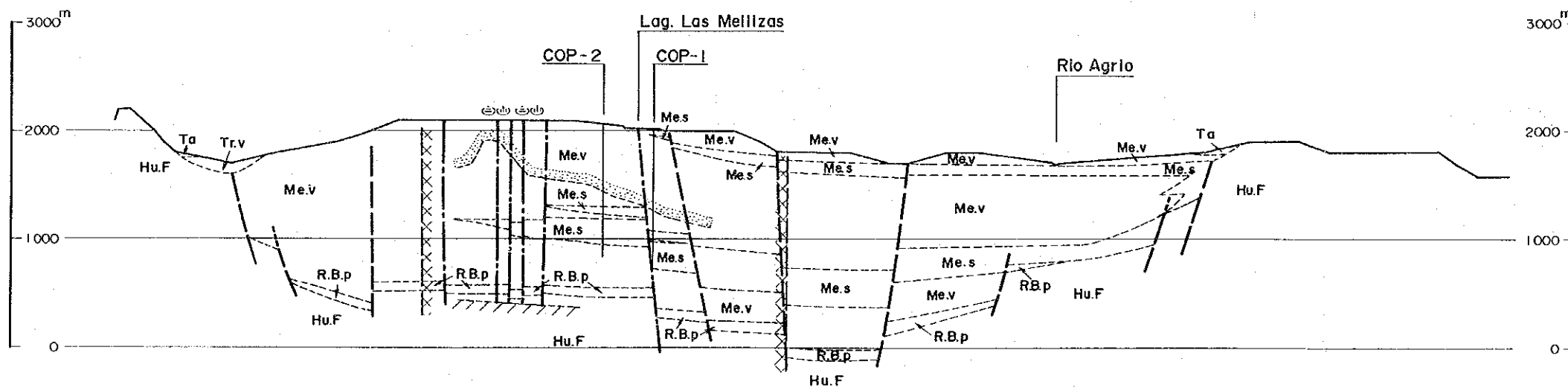
Profile A - A'



LEGEND

- Ta Talus
- Ca.v Copahue Volcanic Rocks
- Tr.v A° Trolope Volcanic Rocks
- Me.v Las Mellizas Formation
- Me.s Las Mellizas Formation
- R.B.p Riscos Bayos Pyroclastic Flow Deposits
- Hu.F Huatcupen Formation
- Geologic Boundary
- Fault
- Fault (Assumed)
- Fumarole and Hot Spring
- Base of Shallow Low Resistivity Layer
- Top of Deep Low Resistivity Layer
- Upheaval Zone of High Resistivity Basement


Profile B - B'




CENTRO REGIONAL DE ENERGIA GEOTERMICA DEL NEUQUEN REPUBLICA ARGENTINA	
FEASIBILITY STUDY OF COPAHUE GEOTHERMAL DEVELOPMENT PROJECT	
GEOLOGY AND RESISTIVITY PROFILE	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	
DATE :	Fig. 5-48


LEGEND


[Geology]


 Copahue Volcanic Rocks

 Hualcupen Formation


 Fault

 Fault(Assumed)

 Fumarotes and Hydrothermal Alteration

 Crater


[Gravity Survey]

 Iso-Gravity Contour(m gal., $\rho = 2.2$)

H High Anomaly


L Low Anomaly

[Resistivity Survey]


 Apparent Resistivity Contour(Ω -m, Resistivity(Ω -m))


 < 10

 10~15

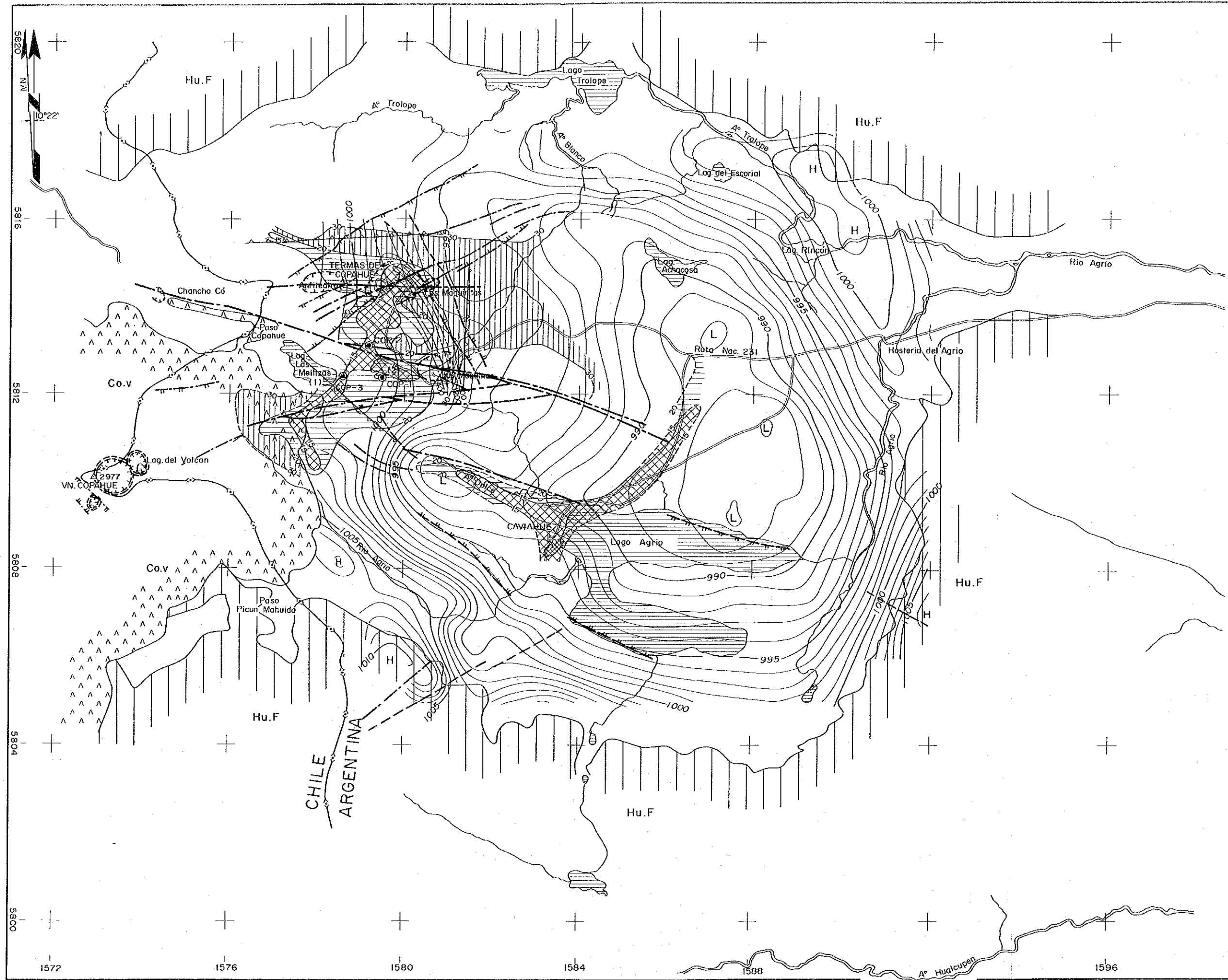
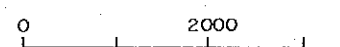
 15~20

 20~30

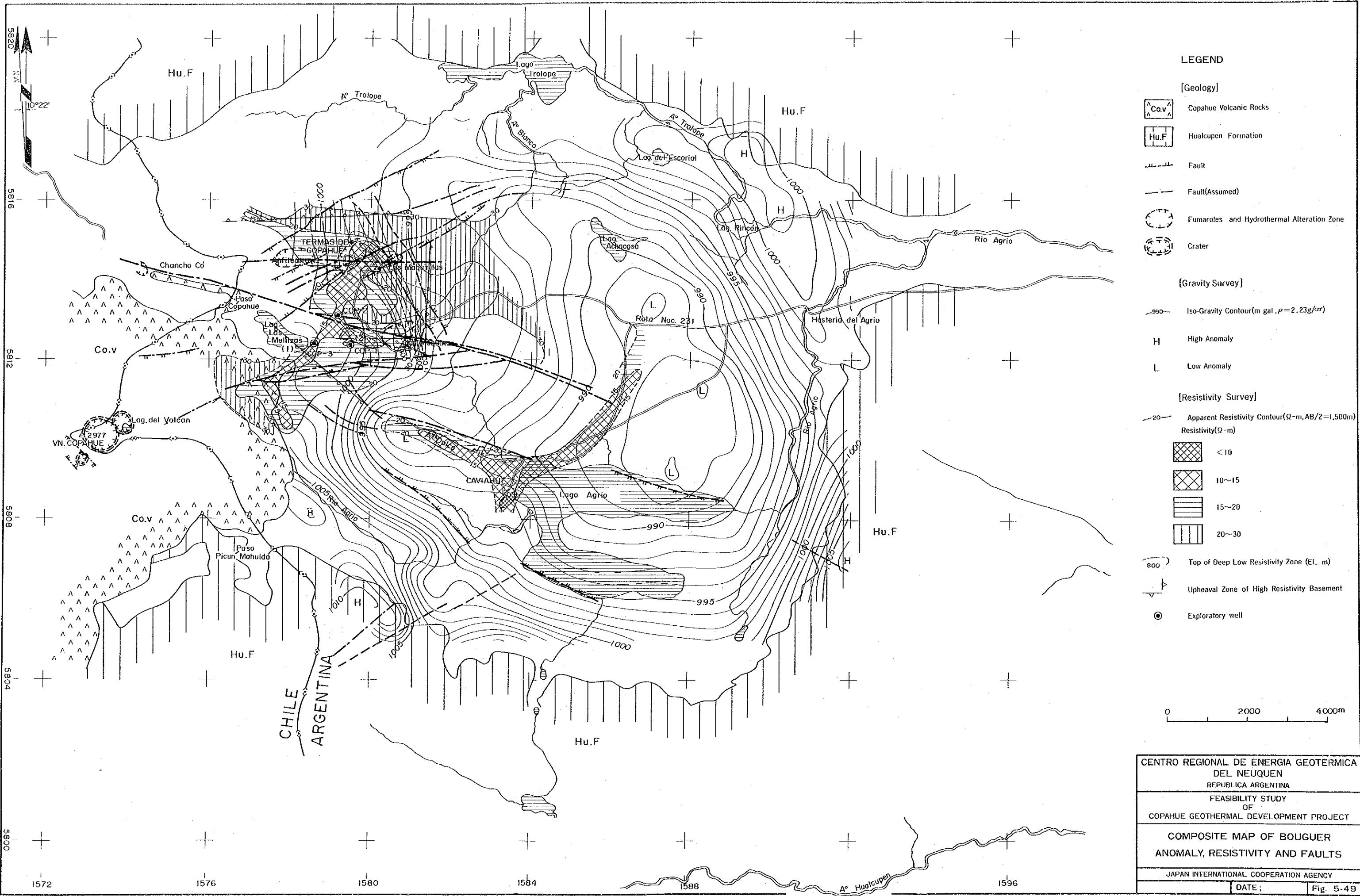
 Top of Deep Low Resistivity Zone

 Upheaval Zone of High Resistivity

 Exploratory well



CENTRO REGIONAL DE ENERGIA GEOTERMICA DEL NEUQUEN
 REPUBLICA ARGENTINA
 FEASIBILITY STUDY OF COPAHUE GEOTHERMAL DEVELOPMENT
 COMPOSITE MAP OF BOUGUER ANOMALY, RESISTIVITY AND GEOLOGY
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION CENTER
 DATE: _____



LEGEND

[Geology]

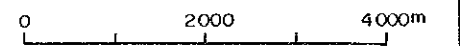
- Copahue Volcanic Rocks
- Huacupen Formation
- Fault
- Fault (Assumed)
- Fumaroles and Hydrothermal Alteration Zone
- Crater

[Gravity Survey]

- Iso-Gravity Contour (m gal, $\rho=2.23g/cm^3$)
- High Anomaly
- Low Anomaly

[Resistivity Survey]

- Apparent Resistivity Contour ($\Omega\text{-m}$, $AB/2=1,500m$)
- Resistivity ($\Omega\text{-m}$)
- < 10
- 10~15
- 15~20
- 20~30
- Top of Deep Low Resistivity Zone (EL. m)
- Upheaval Zone of High Resistivity Basement
- Exploratory well



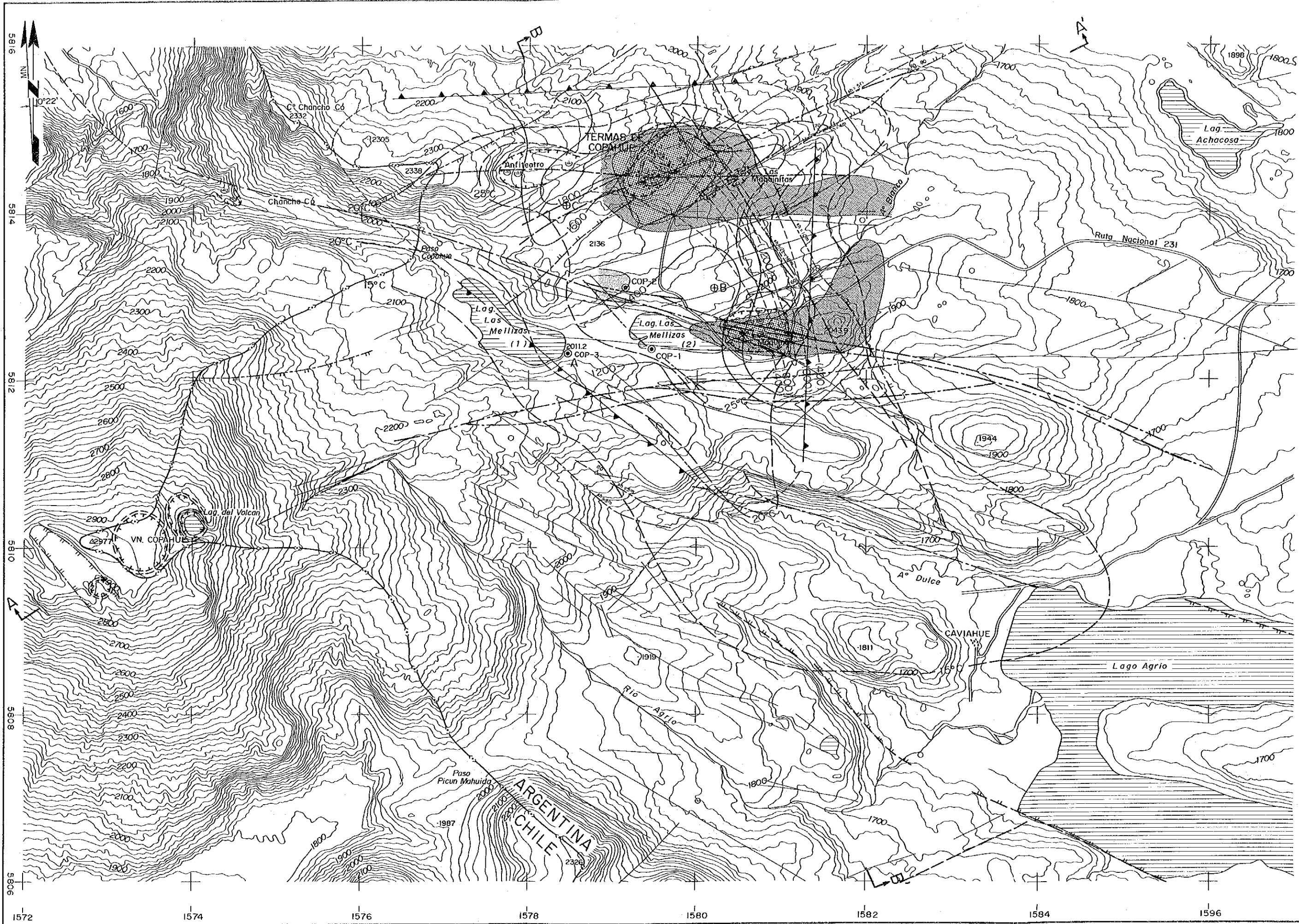
CENTRO REGIONAL DE ENERGIA GEOTERMICA
 DEL NEUQUEN
 REPUBLICA ARGENTINA

FEASIBILITY STUDY
 OF
 COPAHUE GEOTHERMAL DEVELOPMENT PROJECT

COMPOSITE MAP OF BOUGUER
 ANOMALY, RESISTIVITY AND FAULTS

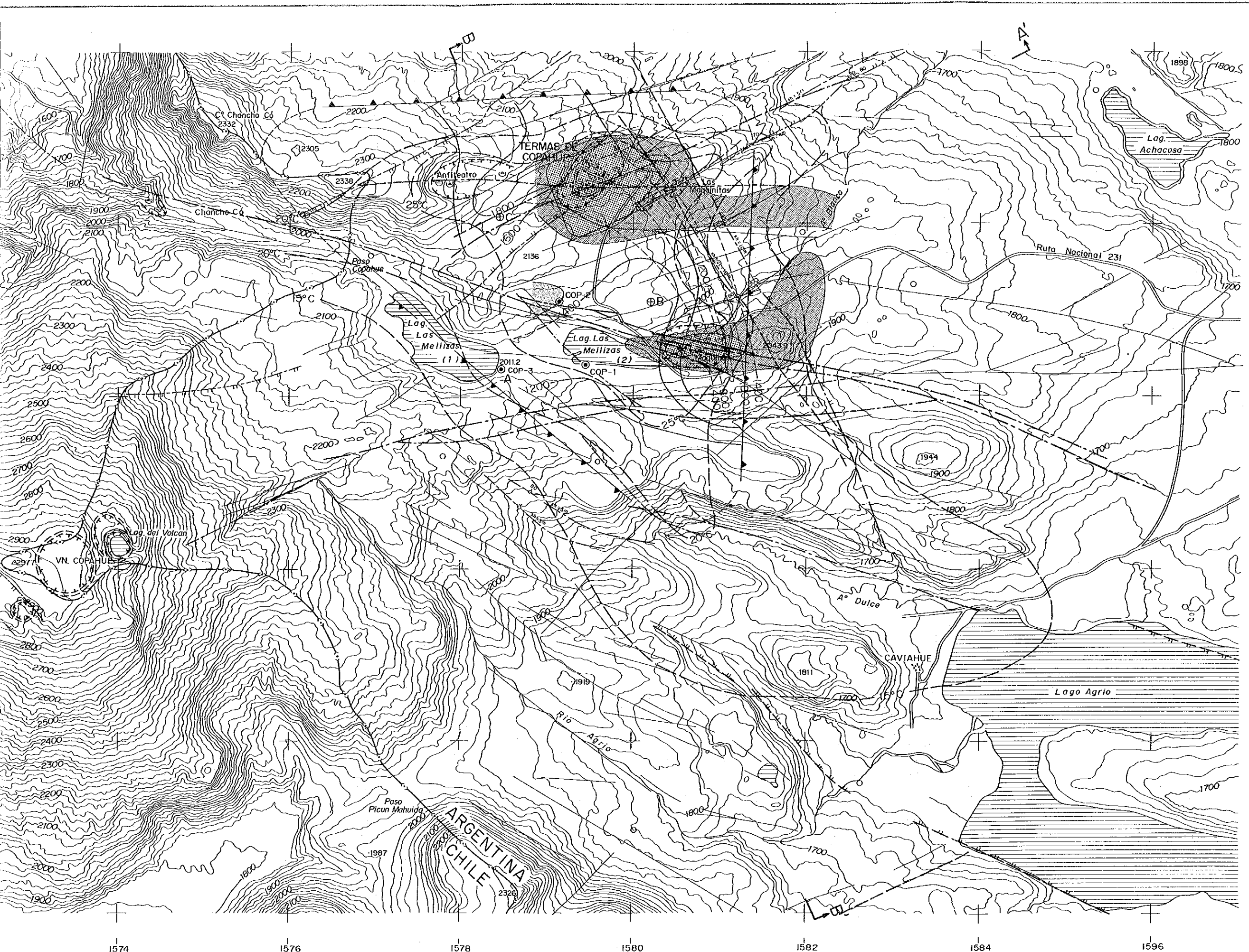
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

DATE: _____ Fig. 5-49



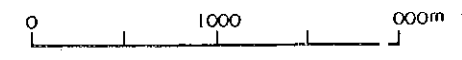
- LEGE
- Fault
 - Fault
 - Striki
 - Striki
 - Linea
 - Hydr
 - Crat
 - Fuma
 - Cont
 - Resis
 - Cont
 - Resis
 - Isoth
 - Anon
 - Ther
 - Expl
 - Alter
 - Uphe
 - Resis
 - Loca

CENTRO REG
 COPAHUE GE
 RESU
 JAPAN INT



LEGEND

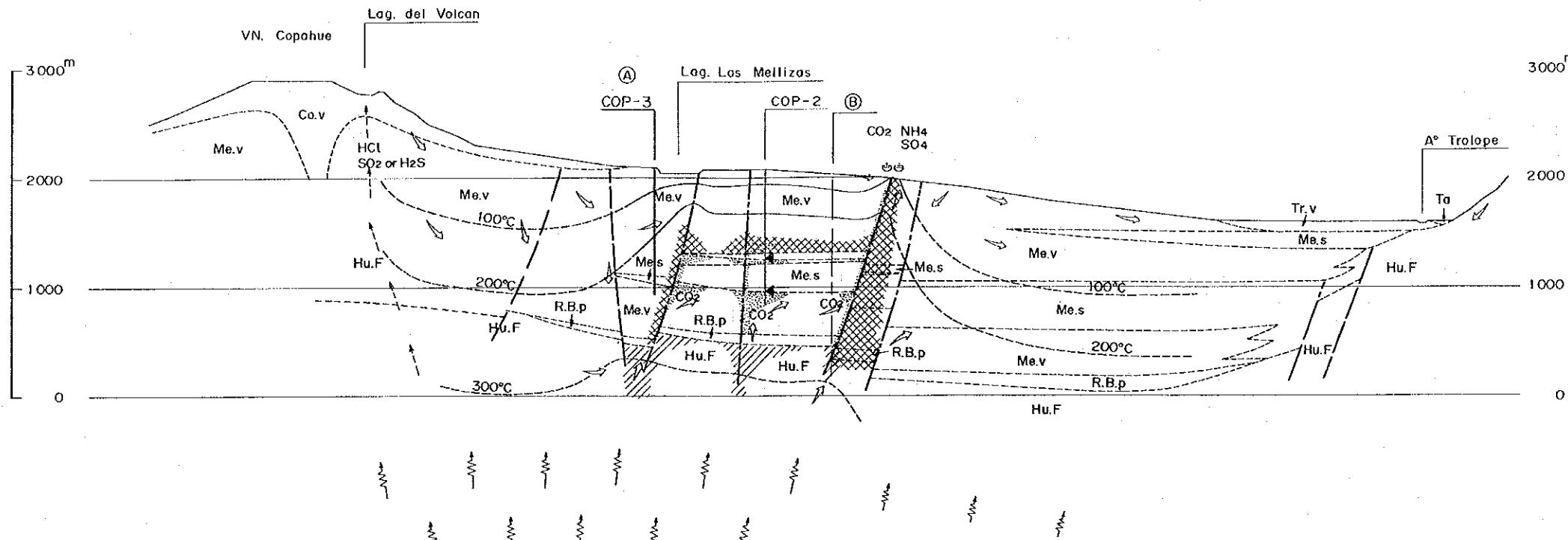
- Fault sh; Shear Zone(m)
- Fault cl; Fault Clay(m)
- Fault (Assumed)
- Strike and Dip of Normal Fault
- Strike and Dip of Reverse Fault
- Lineament (from Aerial Photographs)
- Hydrothermal Alteration Zone
- Crater
- Fumaroles
- Contour of Top of Intermediate Depth High Resistivity Layer (EL. m)
- Contour of Detected Depth of Deep Low Resistivity Layer (EL. m)
- Isotherm (°C) of 50m Depth
- Anomaly of soil Mercury (ppb)
- Thermal Gradient Hole
- Exploratory well
- Alternative Location of COP-3
- Upheaval Zone of High Resistivity Basement
- Location of Section



CENTRO REGIONAL DE ENERGIA GEOTERMICA DEL NEUQUEN REPUBLICA ARGENTINA	
FEASIBILITY STUDY OF COPAHUE GEOTHERMAL DEVELOPMENT PROJECT	
COMPILED MAP SHOWING RESULT OF EACH SURVEY	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	
DATE :	Fig. 5-50

1574 1576 1578 1580 1582 1584 1596

Profile A - A'

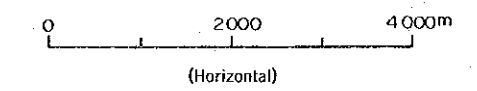
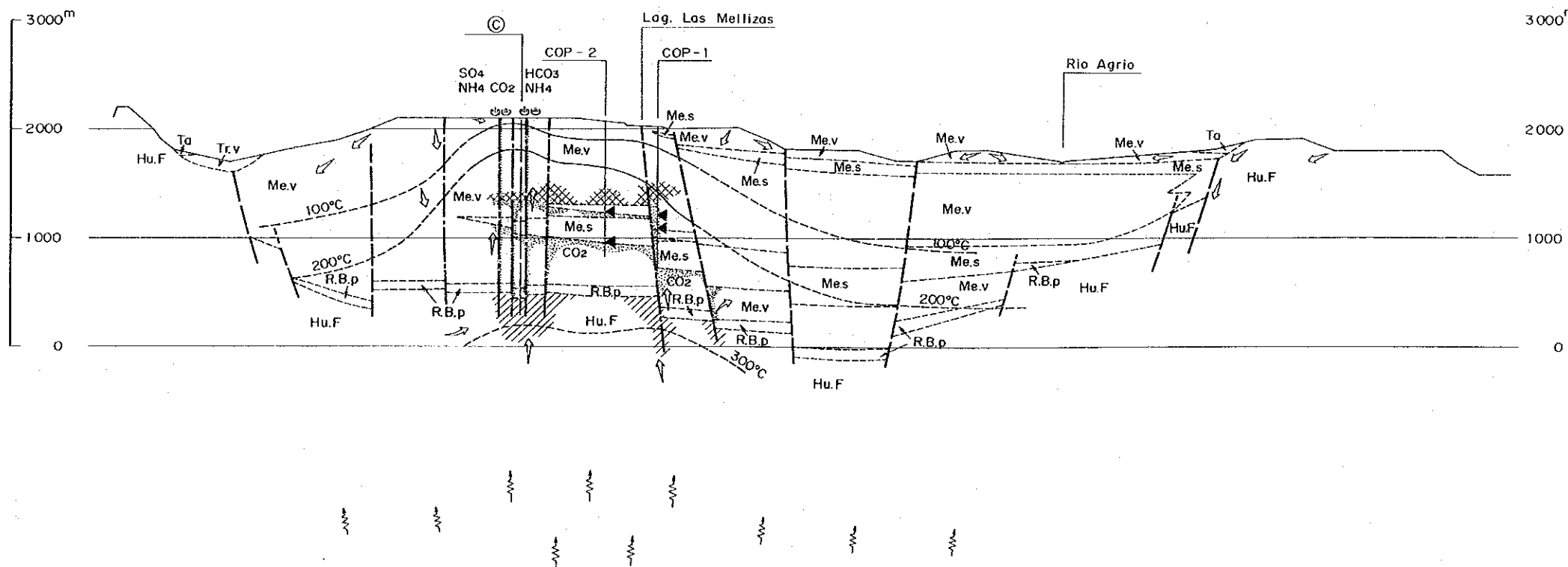


LEGEND

- Ta Talus
Gravel, Sand and Mud
- Co.v Copahue Volcanic Rocks
Pyroxene Olivine Basalt, Liparite and
Pyroclastic Rocks
- Tr.v A° Trolope Volcanic Rocks
Pyroxene-bearing Plagioclase Andesite
- Me.v } Las Mellizas Formation
Olivine Pyroxene Basaltic Andesite,
Pyroxene Andesite and Agglomerate etc.
- Me.s } Lake Sediments and Glacial Deposits
Conglomerate, Sandstone and Mudstone
- R.B.p Riscos Bayos Pyroclastic Flow Deposits
- Hu.F Hualcupen Formation
Fine Pyroxene Andesite, Agglomerate,
Tuff Breccia, Tuff etc.
- Geologic Boundary
- Fault
- Fault (Assumed)
- Fumarole and Hot Spring
- Isotherms
- Heat Conduction
- Meteoric Water Flow
- Hydrothermal Fluid Flow
- Volcanic Gas
- Vapor dominated Reservoir
- Hot Water Reservoir
- Alteration Zone
- Production Zone
- Alternative Location of COP-3

Fig. 2-1

Profile B - B'



CENTRO REGIONAL DE ENERGIA GEOTERMICA DEL NEUQUEN REPUBLICA ARGENTINA		
FEASIBILITY STUDY OF COPAHUE GEOTHERMAL DEVELOPMENT PROJECT		
MODEL OF GEOTHERMAL SYSTEM		
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		
DATE :	Fig. 5-5 I	

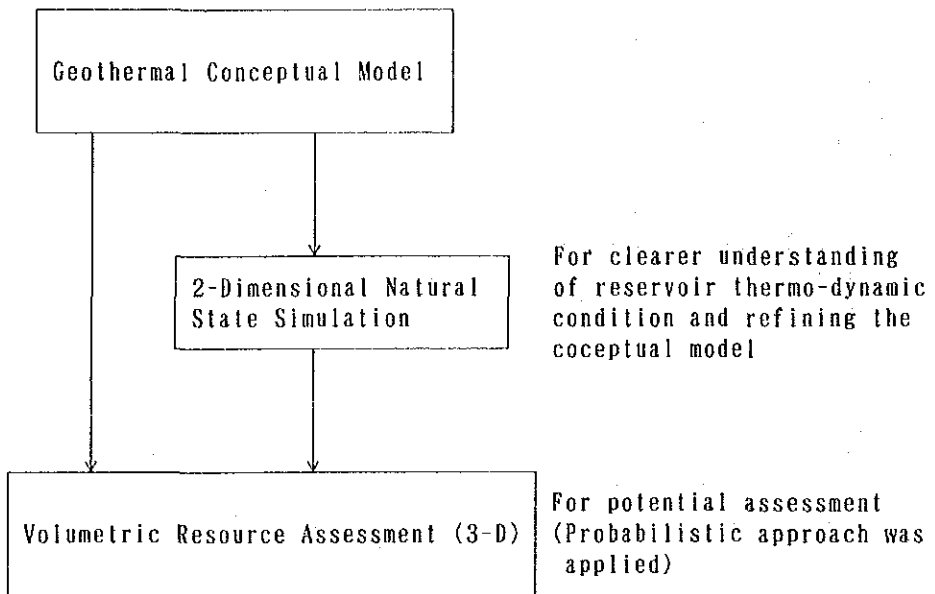
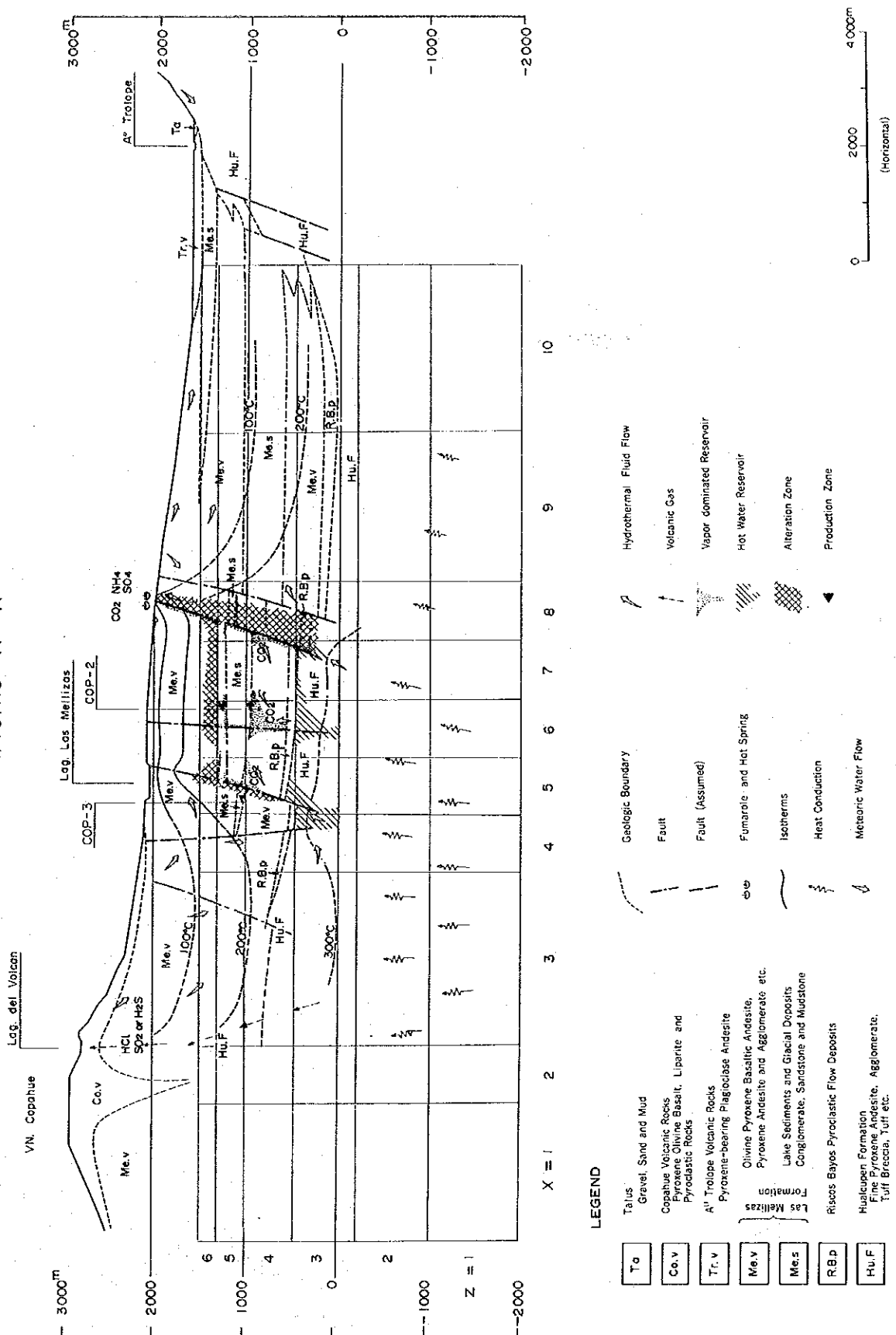


Fig. 5-52 Conceptual flow of resource assessment in Copahue Study

Profile A - A'



3000m
2000
1000
0
-1000
-2000

3000m
2000
1000
0
-1000
-2000

0 2000 4000m
(Horizontal)

X = 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Z = 1

LEGEND

- Ta** Talus
- Co.v** Copahue Volcanic Rocks
- Tr.v** A' Trollope Volcanic Rocks
- Me.v** Olivine Pyroxene Basaltic Andesite, Pyroxene Andesite and Agglomerate etc.
- Me.s** Pyroxene-bearing Plagioclase Andesite
- R.B.p** Riscos Bayos Pyroclastic Flow Deposits
- Hu.F** Hualcupen Formation

- Gravel, Sand and Mud
- Pyroxene Olivine Basalt, Liparite and Pyroclastic Rocks
- Pyroxene-bearing Plagioclase Andesite
- Olivine Pyroxene Basaltic Andesite, Pyroxene Andesite and Agglomerate etc.
- Lake Sediments and Glacial Deposits
- Conglomerate, Sandstone and Mudstone
- Riscos Bayos Pyroclastic Flow Deposits
- Hualcupen Formation
- Fine Pyroxene Andesite, Agglomerate, Tuff Breccia, Tuff etc.

- Geologic Boundary
- Fault
- Fault (Assumed)
- Fumarole and Hot Spring
- Isotherms
- Heat Conduction
- Meteoric Water Flow
- Hydrothermal Fluid Flow
- Volcanic Gas
- Vapor dominated Reservoir
- Hot Water Reservoir
- Alteration Zone
- Production Zone

Fig. 5-53 Simulation Model

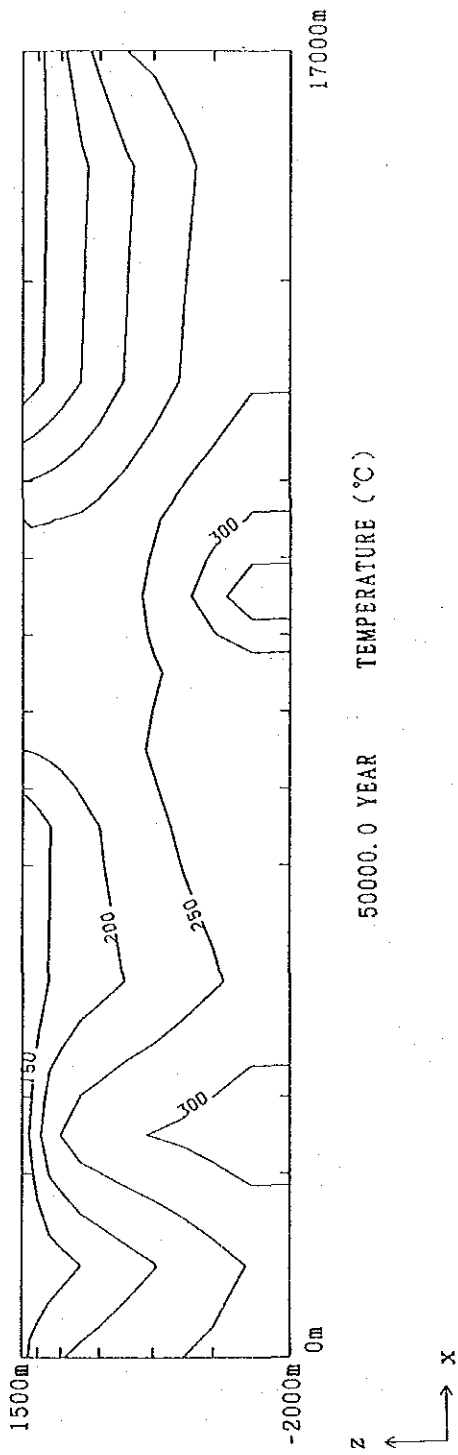


Fig. 5-54 Computed Temperature Distribution

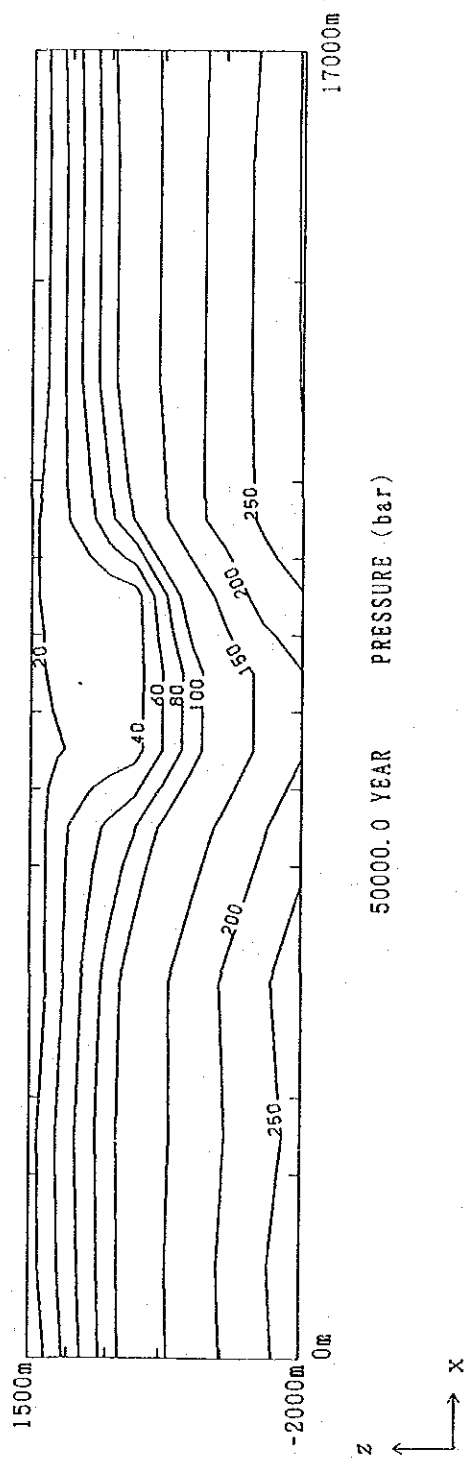


Fig. 5-55 Computed Pressure Distribution

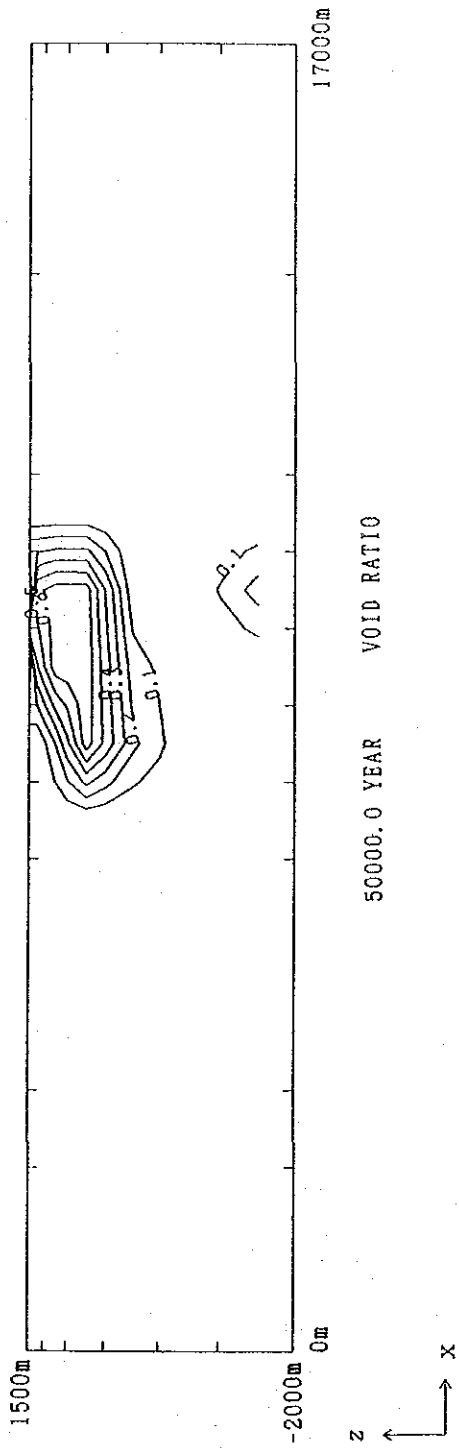


Fig. 5-56 Computed Steam Saturation Distribution

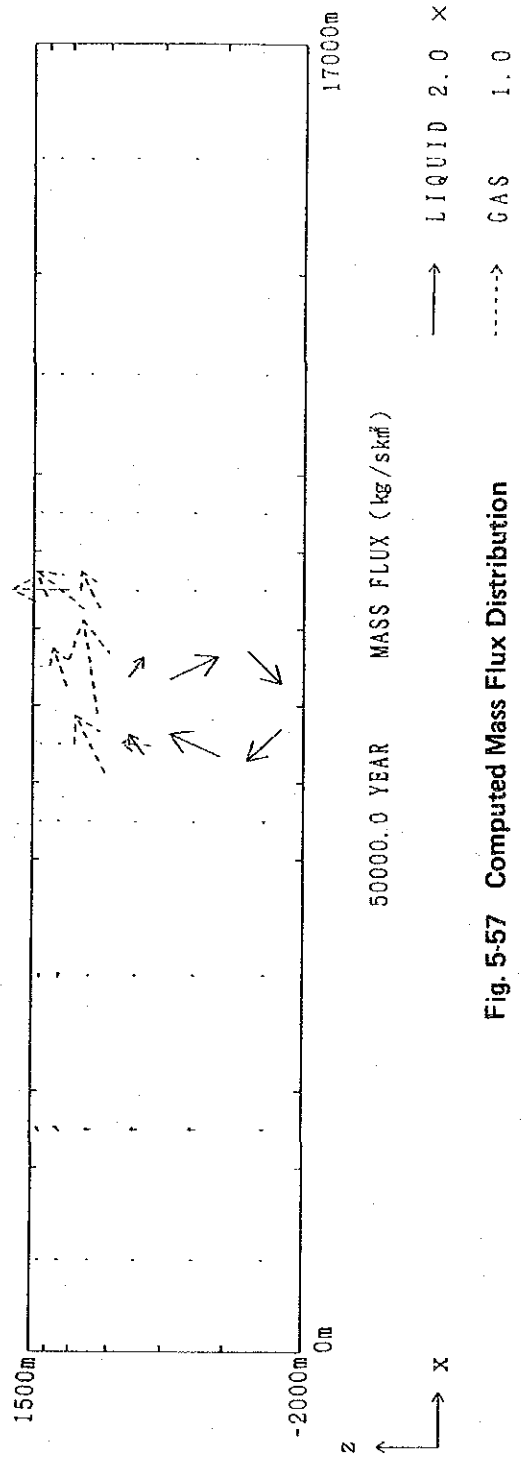


Fig. 5-57 Computed Mass Flux Distribution

Z = 6	0.1	5.0	1.0	1.0	0.001	0.001	0.5	0.001	0.1	0.1
5	0.1	5.0	1.0	1.0	0.001	50.0	50.0	0.001	0.1	0.1
4	0.1	5.0	0.1	0.1	50.0	50.0	50.0	0.001	0.1	0.1
3	0.1	5.0	0.1	0.1	50.0	50.0	50.0	0.001	0.1	0.1
2	0.1	5.0	0.1	0.1	50.0	50.0	0.001	0.1	0.1	0.1
1	0.1	5.0	0.1	0.1	50.0	50.0	0.001	0.1	0.1	0.1
X = 1										

permeability (10^{-15} m²)

Fig. 5-58 Permeability Distribution

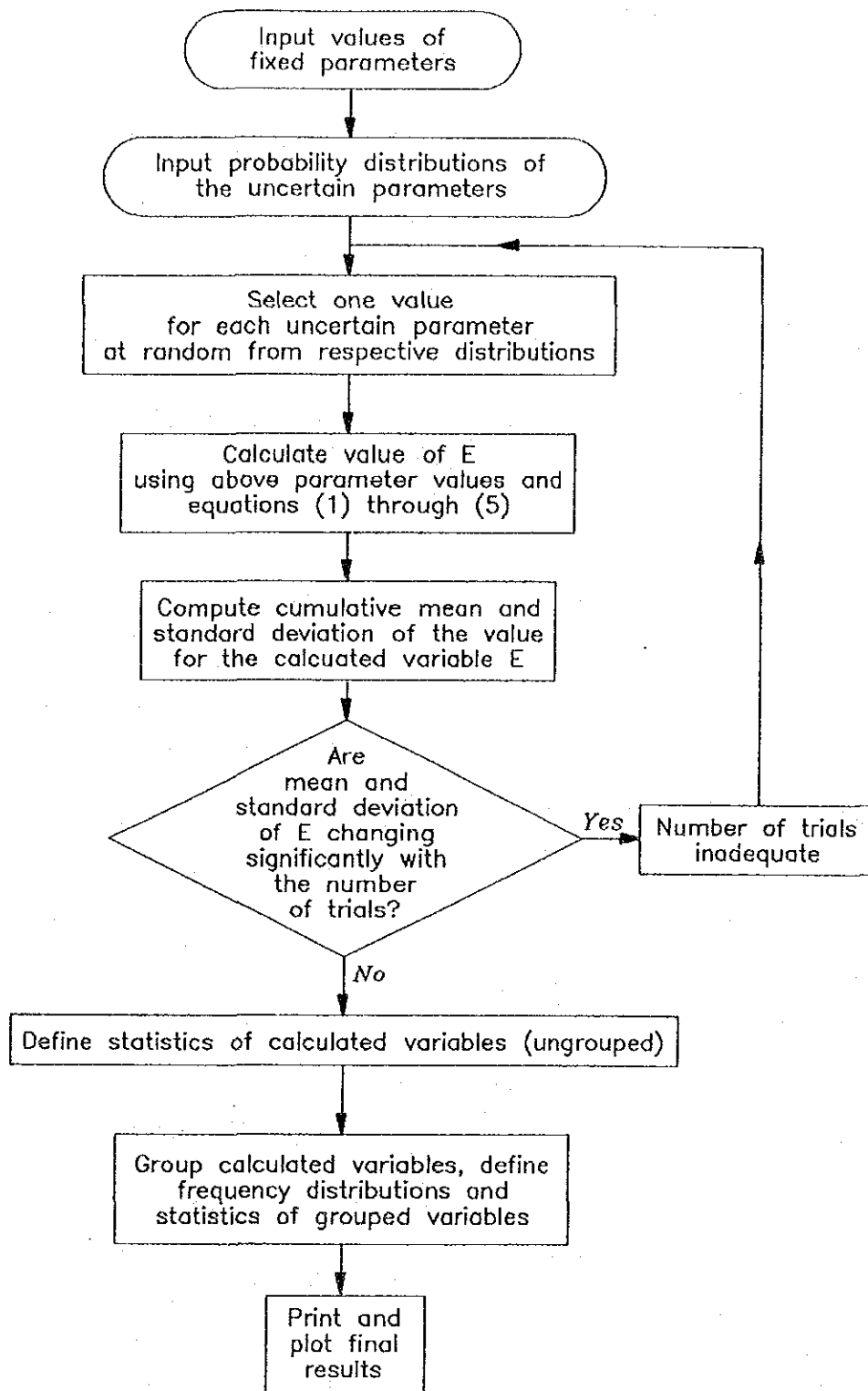


Fig. 5-59 Schematic Representation of the Monte Carlo Simulation Process

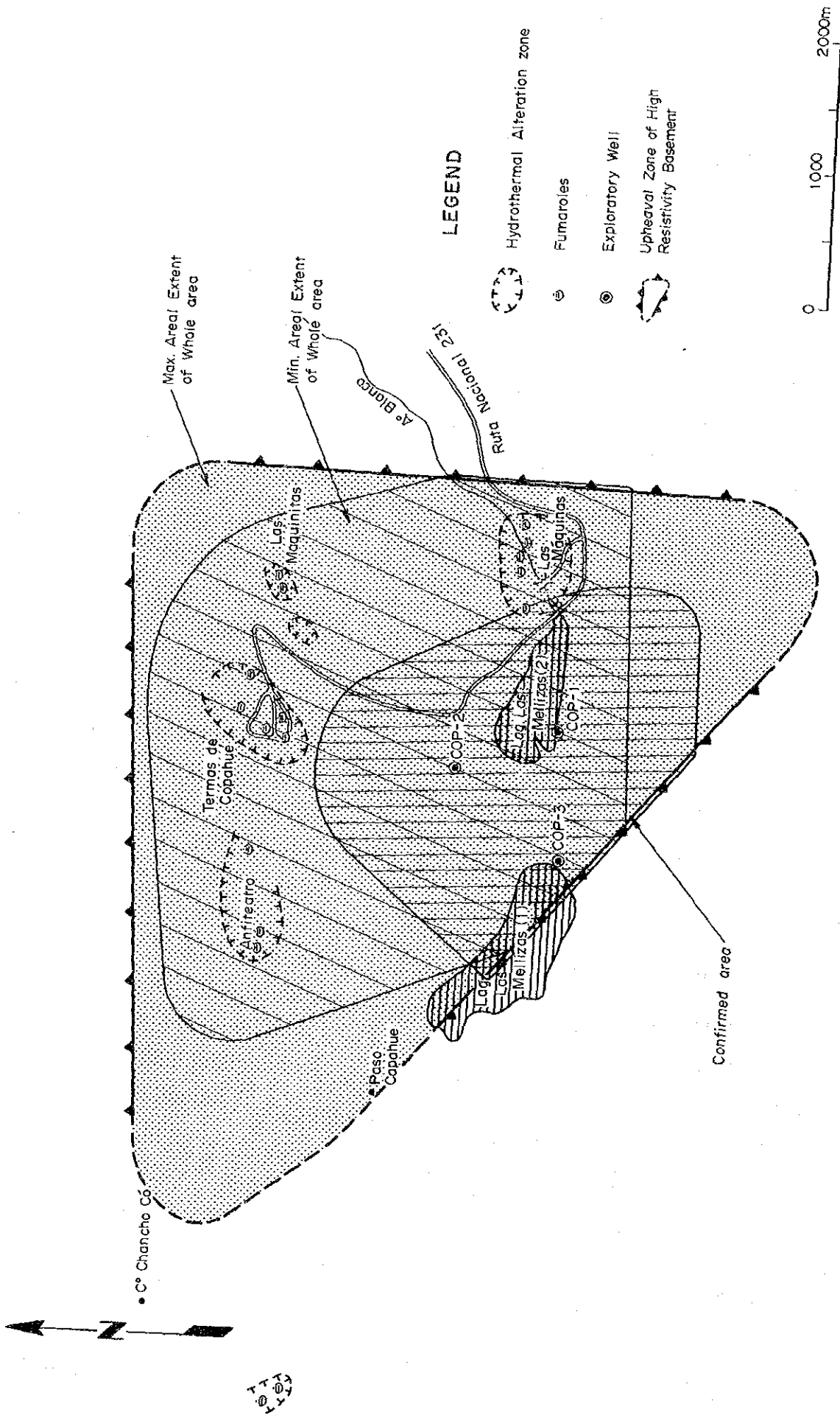


Fig. 5-60 Map of confirmed and whole areas

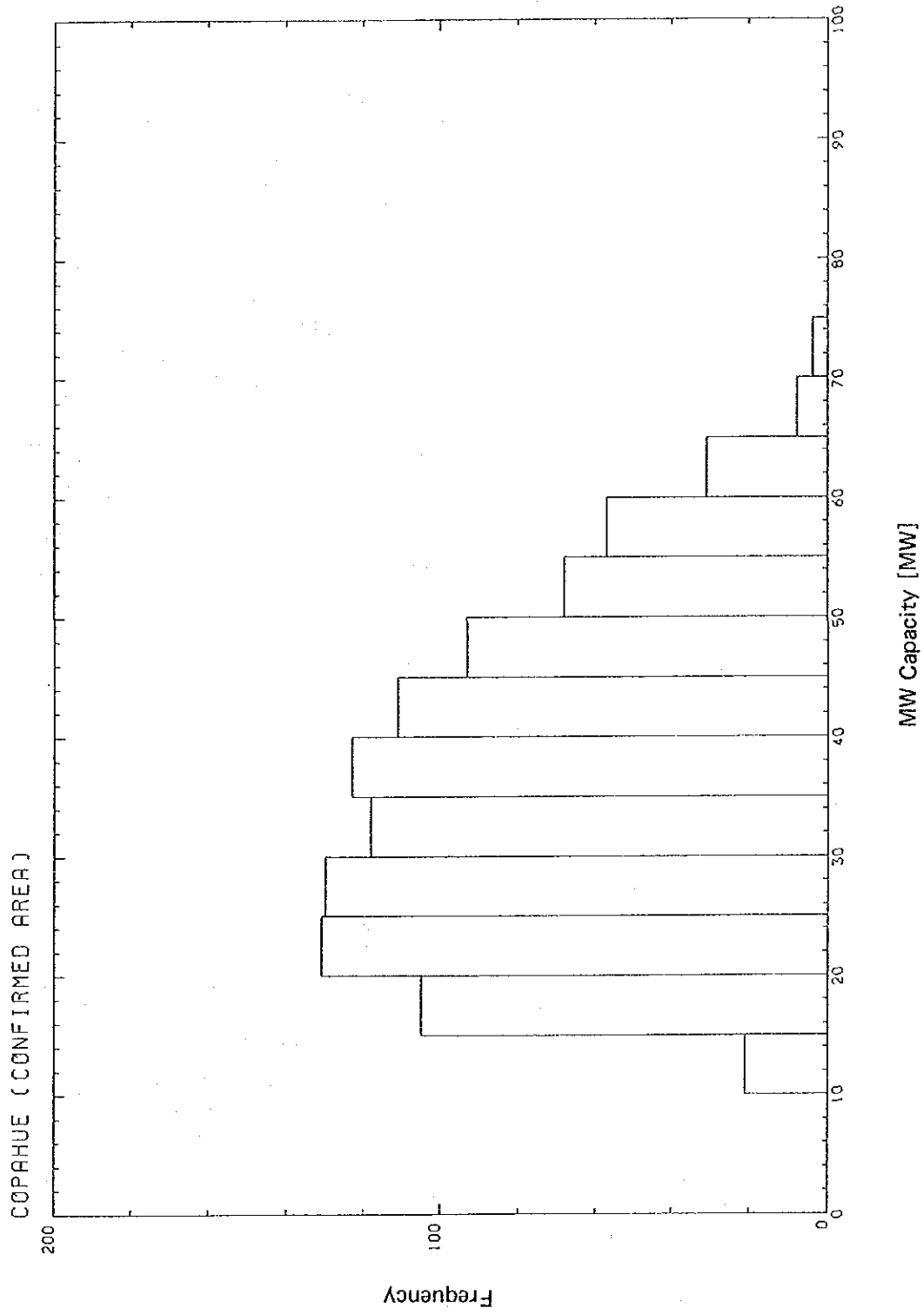


Fig. 5-61 Histogram of MW Capacity, Confirmed Area

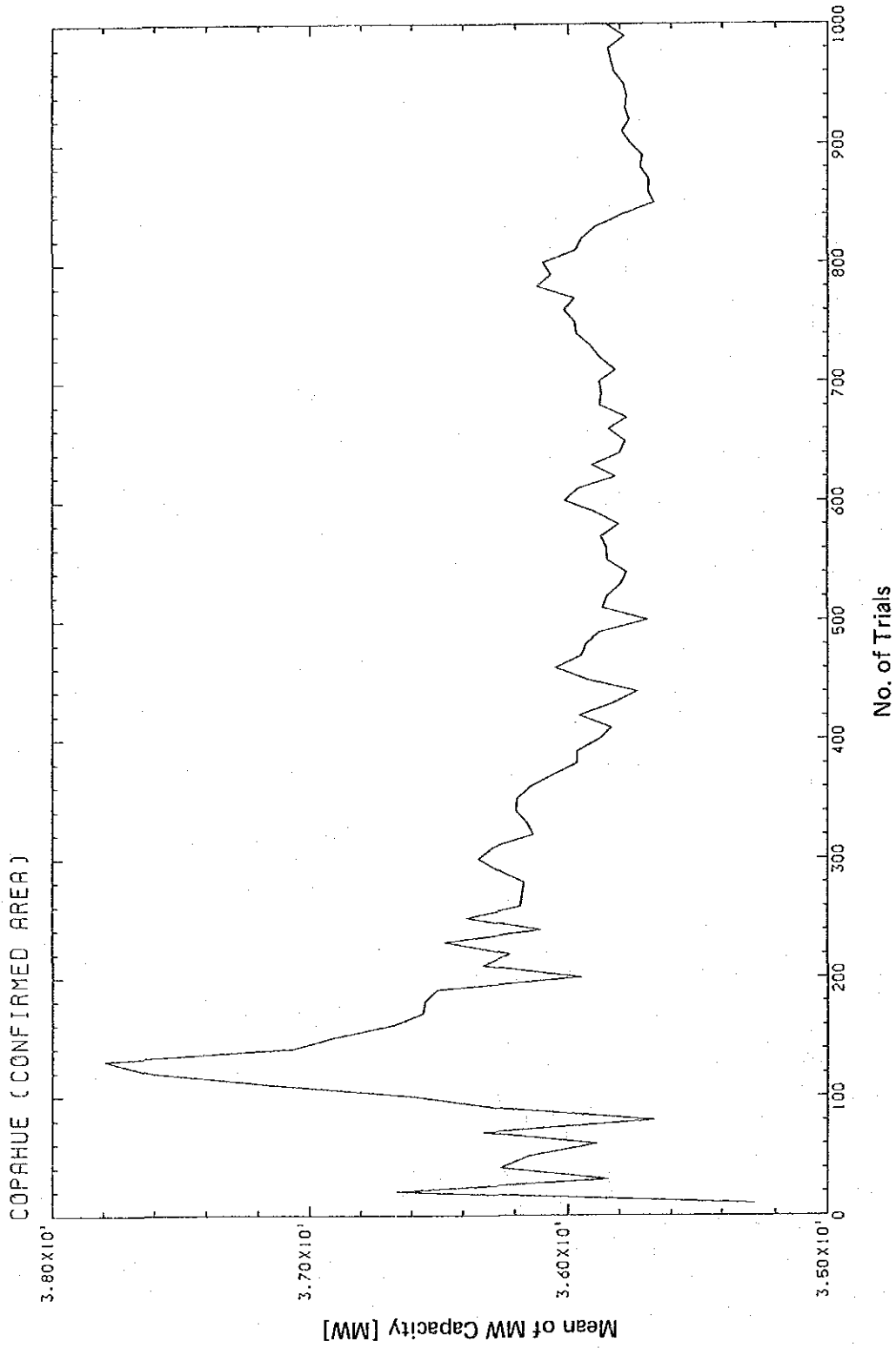


Fig. 5-62 Mean of MW Capacity vs. No. of Trials, Confirmed Area

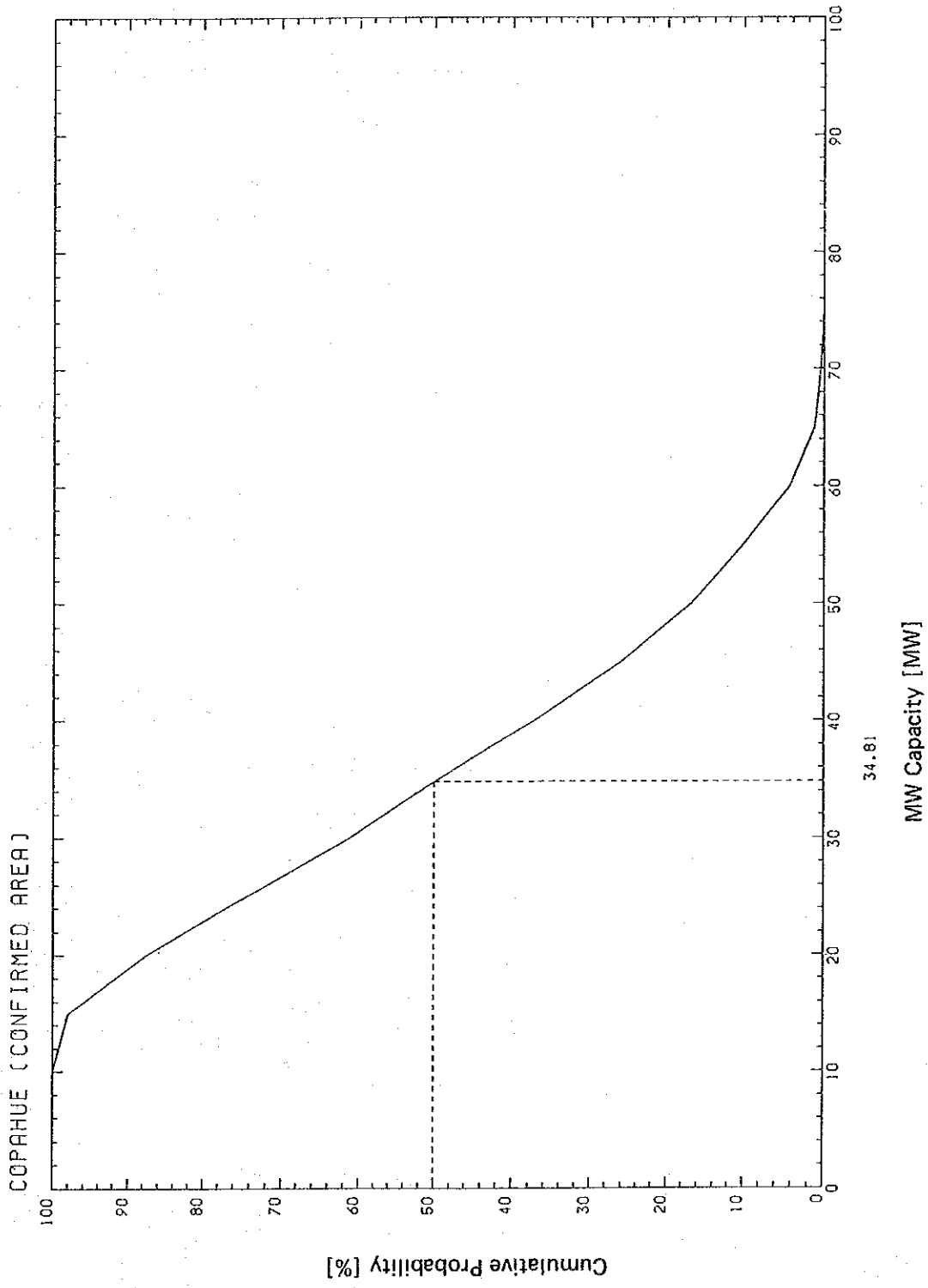


Fig. 5-63 Cumulative Probability of MW Capacity, Confirmed Area

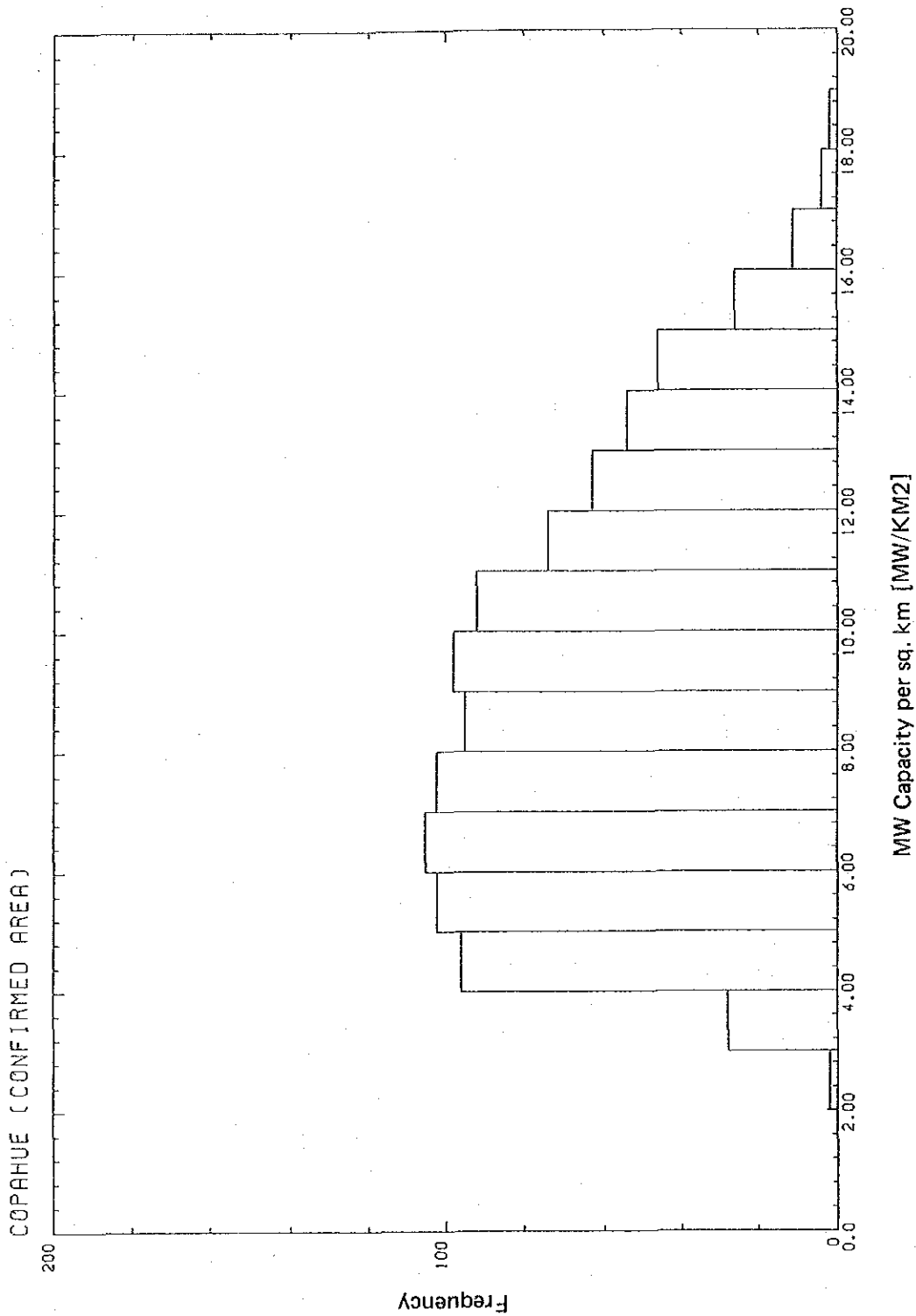


Fig. 5-64 Histogram of MW per Square Kilometer, Confirmed Area

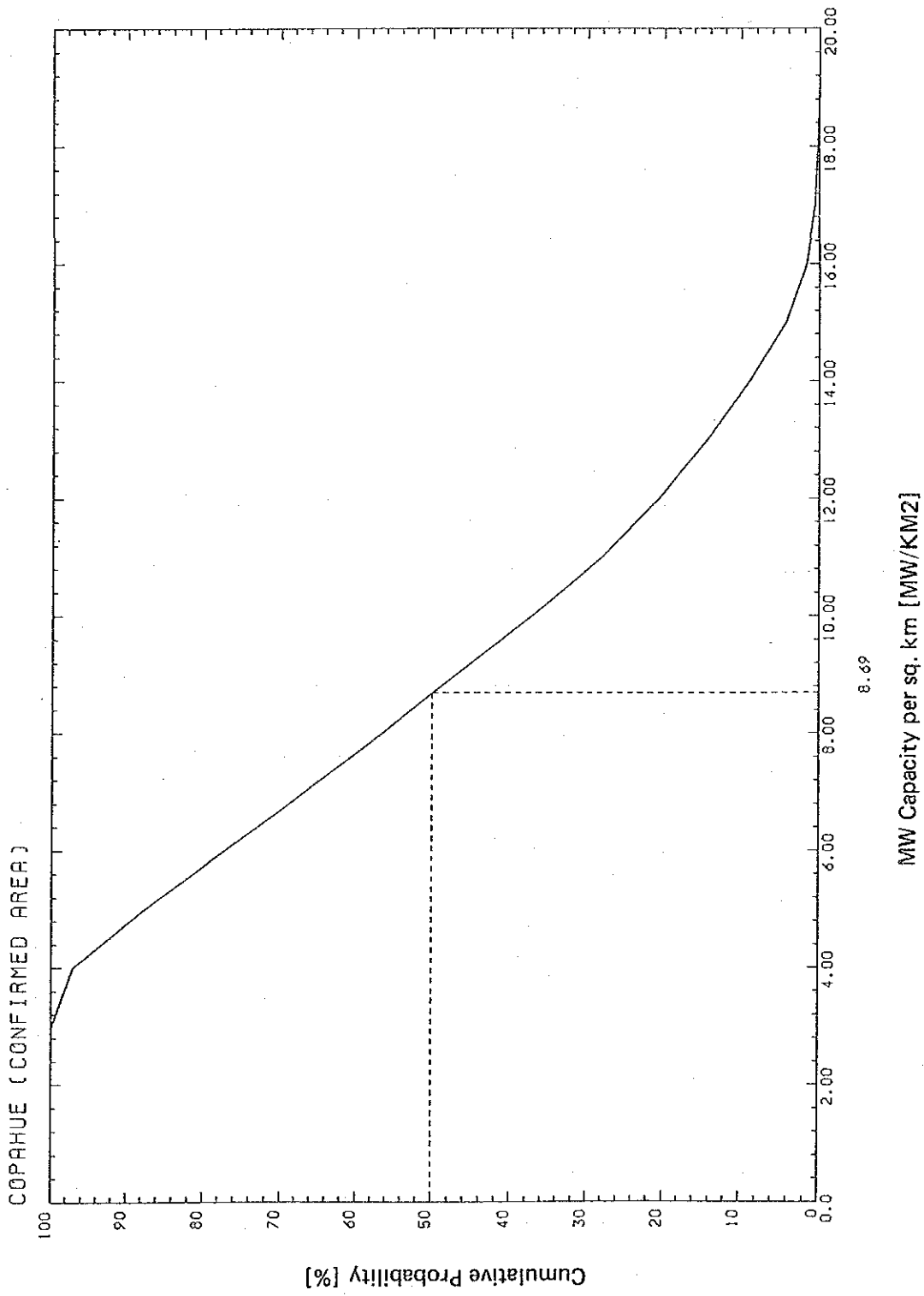


Fig. 5-65 Cumulative Probability of MW per Square Kilometer, Confirmed Area

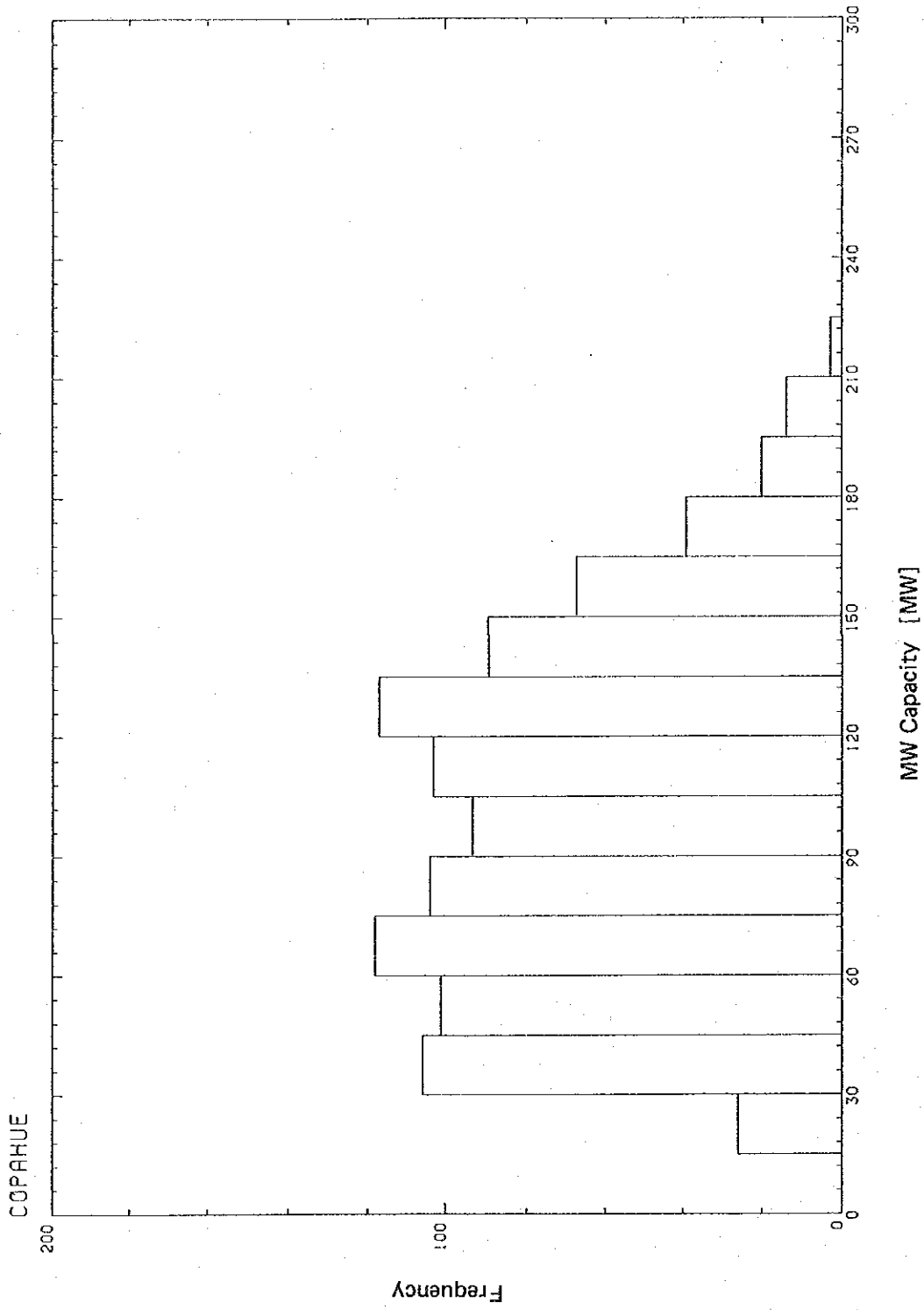


Fig. 5-66 Histogram of MW Capacity, Whole Area

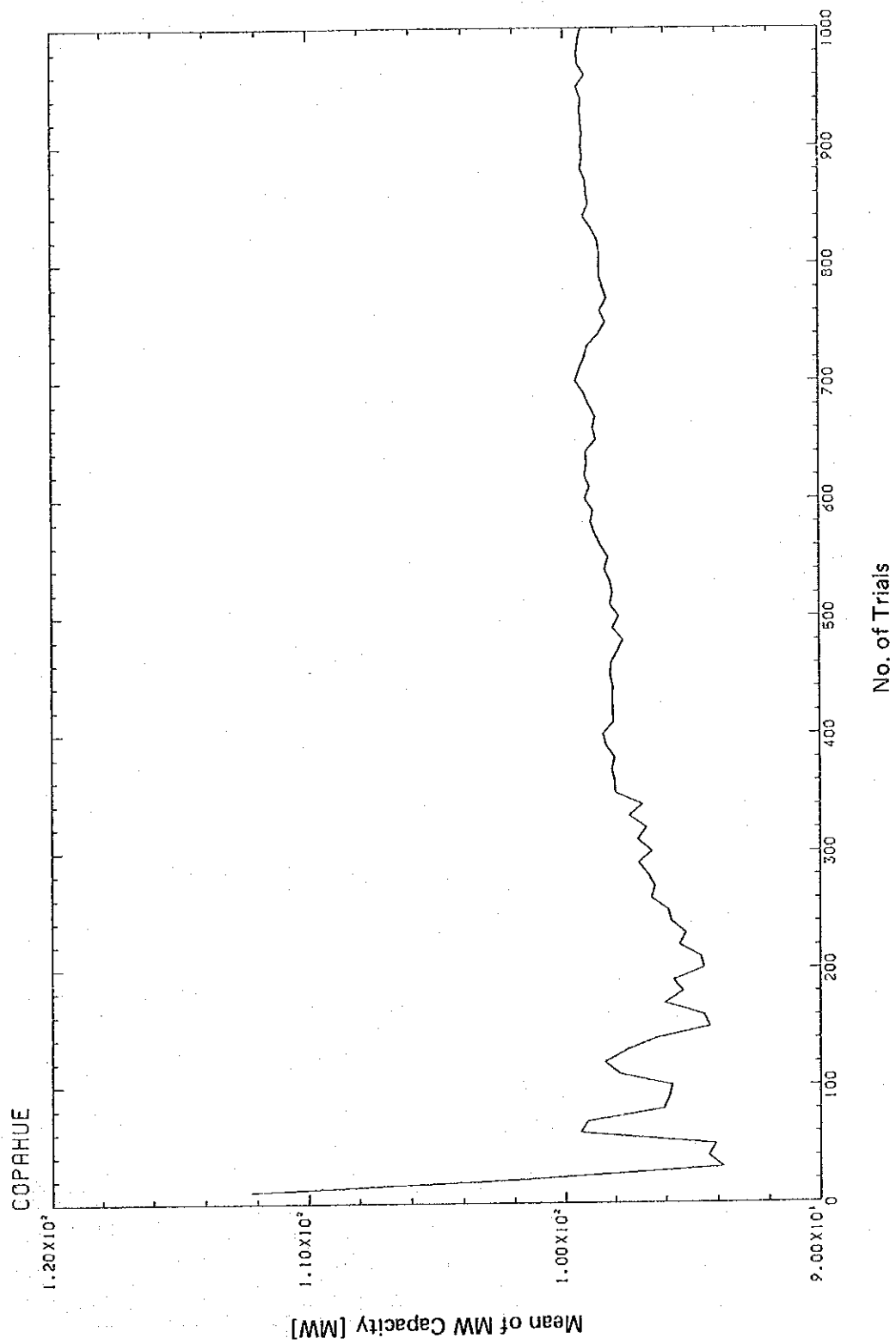


Fig. 5-67 Mean of MW Capacity vs. No. of Trials, Whole Area

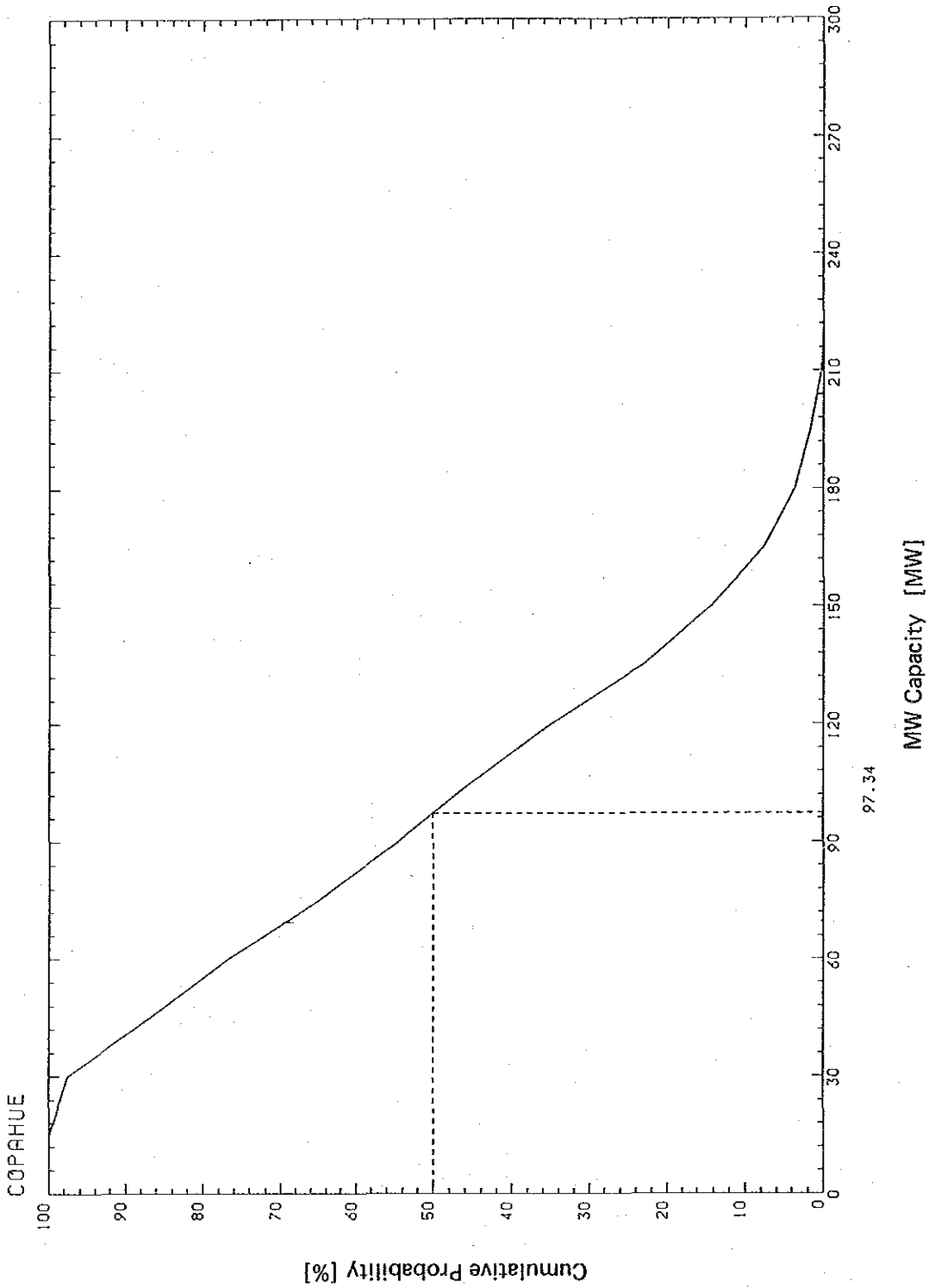


Fig. 5-68 Cumulative Probability of MW Capacity, Whole Area

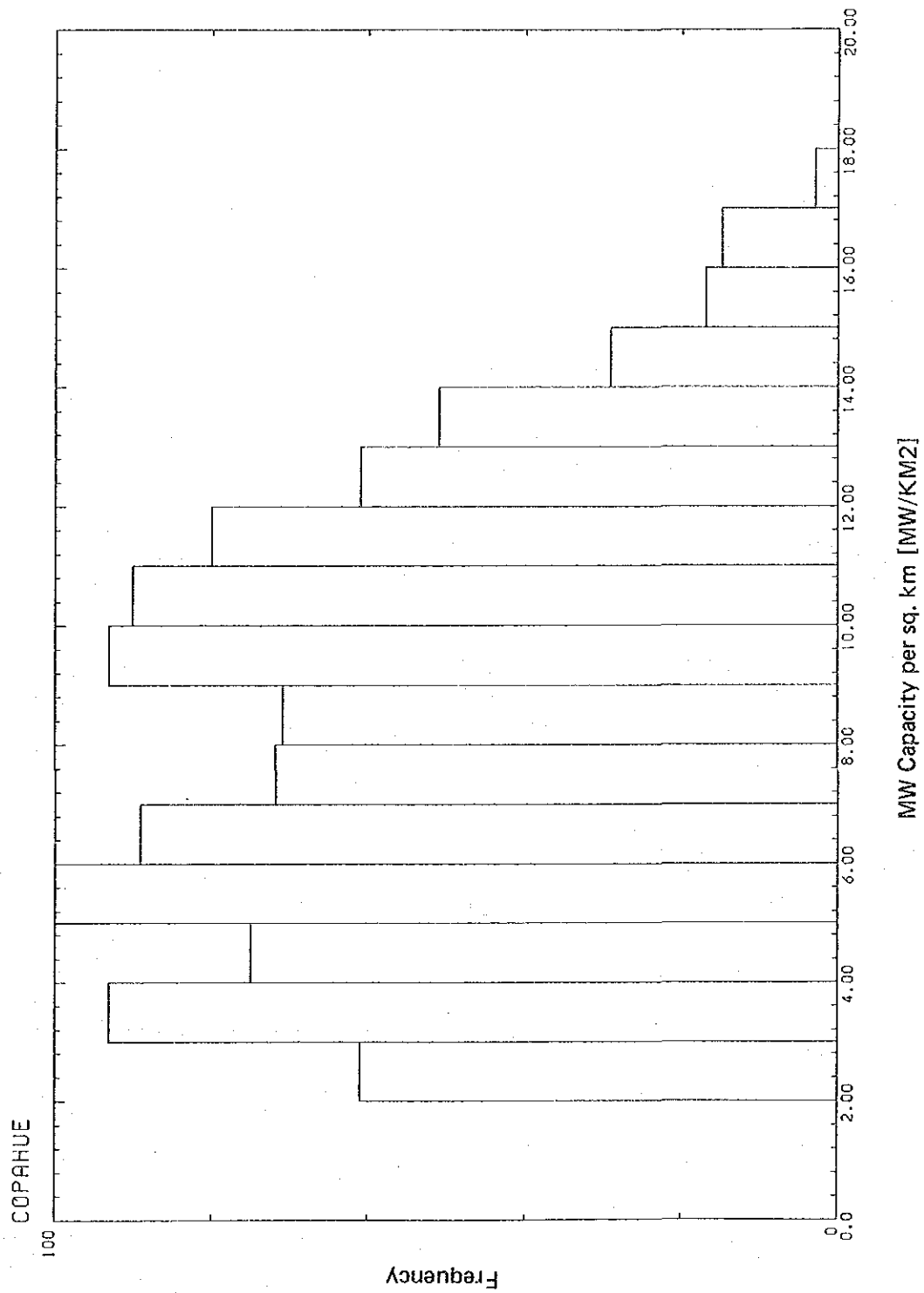


Fig. 5-69 Histogram of MW per Square Kilometer, Whole Area

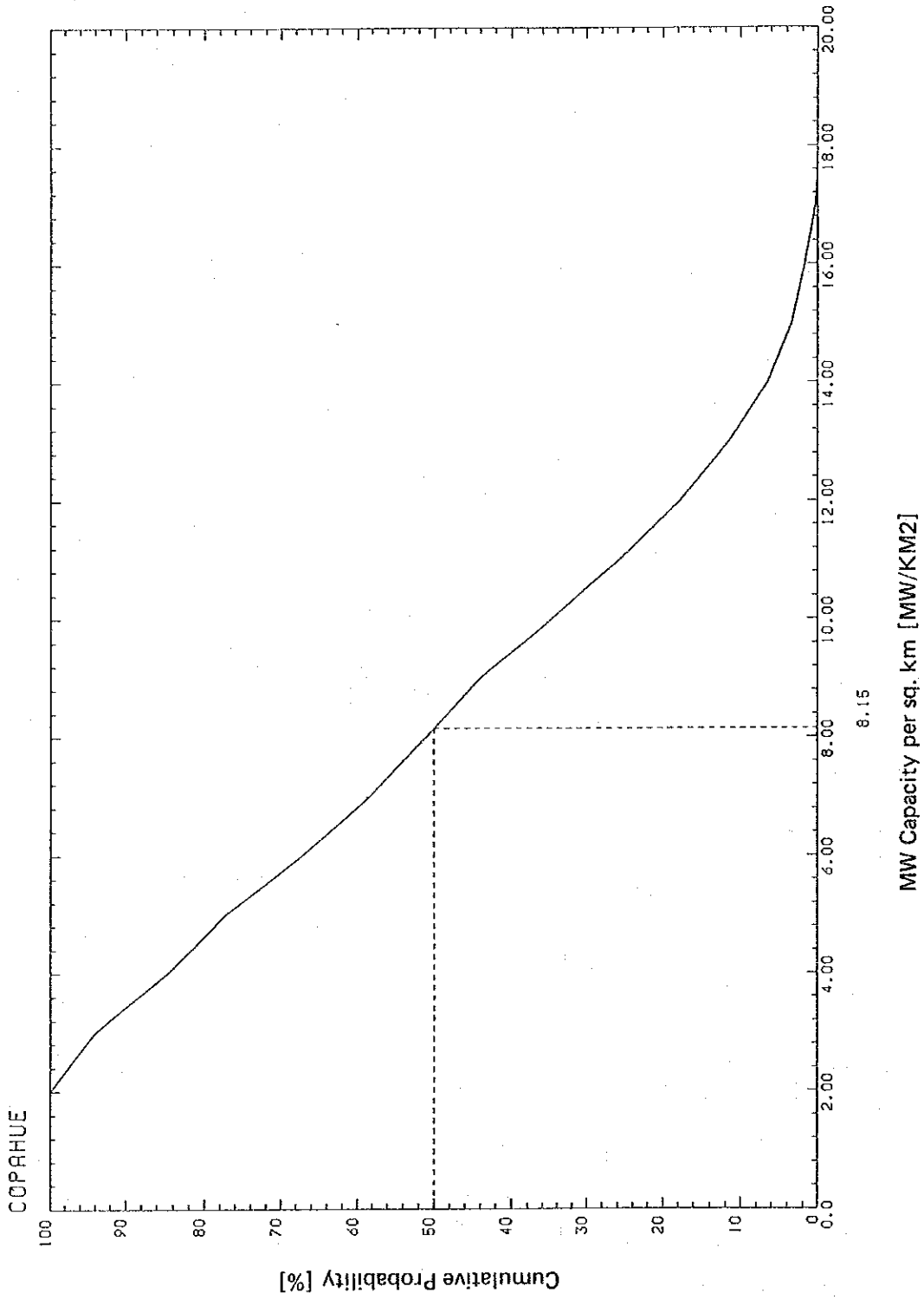


Fig. 5-70 Cumulative Probability of MW per Square Kilometer, Whole Area

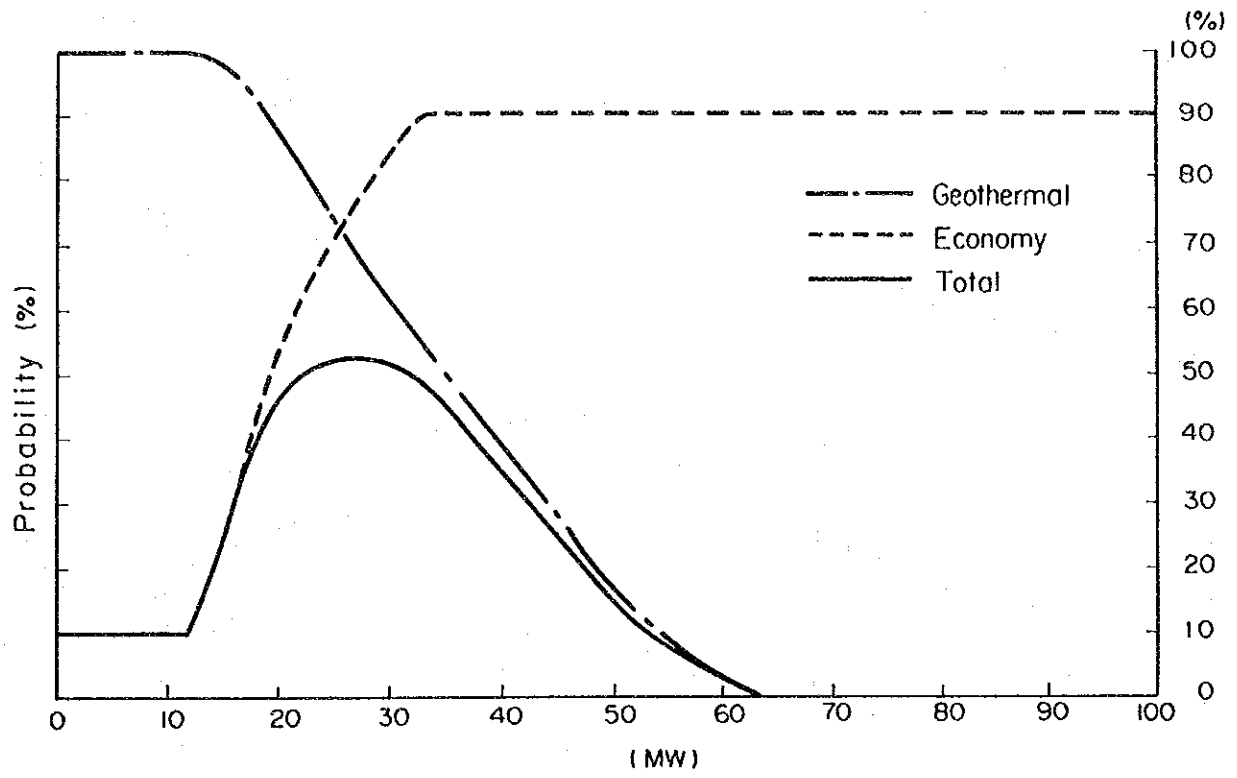


Fig. 5-71 Evaluation Curve of Plant Capacity

Table 5-1 List of Geothermal Investigation Works in Copahue Area

Investigation Works	Year	Admini- stra- tion *1	Exe- cuter	Scope of Investigation Works	No. of Data *2
Geological survey	1974 1980 1987	CNEG COPADE	YPF L-ELC A. H. Pesce	regional survey detailed survey volcano-tectonics	- C1, 13 C6
Geophysical prospecting					
Gravity prospecting	1975	CNEG	YPF	180 km ² , 285 points	C26-27
Electrical prospecting	1980	COPADE	L-ELC	AB/2=2000m, 56 points 69 lines	C1
	1981	"	"	AB/2=5000m, 7 points 15 lines	C3
	1987	CREGEN	CREGEN	AB/2=1500m, 11 points	
Geochemical survey	1974	CNEG	YPF		-
Soil geochemistry	1986	CREGEN	CREGEN	Hg, CO ₂ , 1m depth temperature	C7
Fluid geochemistry	1980-87	COPADE CREGEN	L-ELC CREGEN	10km ² , 70 points + 8 km ² , 50 points surface water, fluids of fumarole, well fluid, analysis of chemical composition and isotope	C1,18-23
Well survey					
Thermal gradient hole	1975-76	CNEG	YPF	11-200m, 17 wells	C28,29
Exploratory well COP-1	1976	CNEG	YPF	954m, logging	C2,4,31,
"	1981	COPADE	YPF	deepen to 1414m	32,34
Exploratory well COP-2	1986	CREGEN	CREGEN	1241m, logging	C5,33, 34,35
Well test (COP-1, 2)	1981-87	COPADE CREGEN	L-ELC CREGEN	production test, hole temperature. pressure	C2,4,5, 31,36,37 38

*1 Administration

CNEG : Comision Nacional de Estudios Geotermicos

COPADE: Consejo de Planificacion para el Desarrollo

CREGEN: Centro Regional de Energia Geotermica del Neuquen

L-ELC : Latinoconsult/ELC-Electroconsult

*2 List of Collected Dates

Table 5-2 Stratigraphic Correlation between this Report and Other Reports

Age	LATINOCONSULT/ELC-Electroconsult (1980)	Pesce (1987)	This report
Quaternary	Holocene Pleistocene Formación Palao-Co	Centro Efusivo Copahue	Copahue Volcanic Rocks
		Efusiones de Fondo de Valle	A° Trollope Volcanic Rocks
Tertiary	Formación Palao-Co Formación Hualcupen	Centro Efusivo Las Mellizas	Las Mellizas Formation Caviahue Conglomerate Member
		Depositos Fondo de Caldera	Riscos Bayos Pyroclastic Flow Deposits
		Formación Hualcupen	Hualcupen Formation
Pre-Tertiary	Sedimentos de la Cuenca Neuquina	Formación Trapa Trapa Formación Epulauquén	?
		?	?

Table 5-3 Chemical Composition of Ground Surface Water and Hot Spring Water

No.	Sample No.	Date	Temp.	pH	Conduc-	Na	K	Ca	Mg	NH ₄	HCO ₃	SO ₄	Cl	SiO ₂	No. of colle. data	
			°C		tivity μS/cm	mg/l meq/l				mg/l meq/l			mg/l			
1	Agrio 1	7.'80	12.3	5.25	260	6.7	0.8	9.2	1.5		20.0	60.0	20.0	3.0	C.1	
2	Agrio 2	"	10.4	4.97	1,520	0.29	0.02	0.46	0.12		0.33	1.25	0.56			
3	Agrio 3	"	11.2	4.48	4,400	48.9	17.4	113.6	186.0		20.0	690.0	190.0	4.0	"	
4	CAV 1	"	13.5	1.80	11,500	2.13	0.45	5.67	15.31		0.33	14.35	5.36			
5	CAV 2	"	14.6	2.60	1,520	141.0	36.5	393.0	765.0		0	2,360.0	5,040.0	27.0	"	
6	CAV 5	"	12.6	5.42	260	6.13	0.93	19.61	62.96		0	49.09	142.13			
7	CAV 6	"	11.0	5.52	260	25.2	14.9	7.8	45.0		0	2,100.0	520.0	12.0	"	
8	CAV 7	"	11.1	6.98	350	1.10	0.38	0.39	3.70		0	43.68	14.66			
9	ARA 2	"	12.1	7.25	24	0.32	0.03	0.14	1.04		0	5.20	1.41			
10	ARA 4	"	9.0	6.00	390	8.9	1.2	21.1	15.0		30.0	90.0	20.0	10.0	"	
11	ARA 6	"	14.0	0.75	20,000	0.39	0.03	1.05	1.23		0.49	1.87	0.56			
12	HU 5	"		6.36	18	9.6	2.3	11.4	16.0		0	100.0	50.0	6.0	"	
13	HAC 3	"	10.1	6.30	250	0.42	0.06	0.57	1.32		0	2.08	1.41			
14	IT	"	12.3	6.75	20	7.4	0.3	18.5	21.0		30.0	80.0	20.0	7.0	"	
15	3T	"	12.4	6.47	28	0.32	0.02	0.92	1.73		0.49	1.66	0.56			
16	CO 1	"	7.6	6.05	20	2.8	0.3	1.4	1.2		40.0	10.0	10.0	8.0	"	
17	CO 2	"	8.0	6.10	3	0.12	0.02	0.07	0.10		0.66	0.21	0.28			
18	CO 4	"	8.9	6.35	12	11.9	1.2	12.8	33.0		30.0	120.0	20.0	12.0	"	
19	CO 5	"	12.0	6.20	8	0.52	0.03	0.64	2.72		0.49	2.50	0.56			
20	CO 7	"	10.1	6.31	16	95.0	99.6	14.2	87.0		0	9,140.0	4,870.0	38.0	"	
21	CO 8	"	9.5	6.20	9	4.20	25.5	0.71	7.16		0	190.11	137.33			
22	CO 10	"	10.2	6.35	116	0.6	0.4	1.1	0.9		40.0	10.0	10.0	3.0	"	
23	CO 11	"	11.2	6.10	114	0.03	0.01	0.05	0.07		0.66	0.21	0.28			
24	CO 12	"	10.5	5.04	230	8.9	1.2	11.1	15.0		20.0	30.0	20.0	5.0	"	
25	CO 15	"	10.4	4.20	26	0.39	0.03	0.55	1.23		0.33	1.66	0.56			
26	RHCP 3	"	12.1	6.55	34	0.7	0.4	0.7	0.9		50.0	10.0	10.0	12.0	"	
27	HA 3	"	11.2	7.48	55	0.03	0.01	0.03	0.07		0.82	0.21	0.28			
28	MA 2	"	84.6	5.82	1,720	0.7	0.4	0.7	0.9		30.0	10.0	4.6	6.0	"	
29	MA 3	"	91.2	6.55	1,980	0.03	0.01	0.03	0.07		0.49	0.21	0.13			
30	MA 5	"	17.4	4.24	68	0.7	0.4	0.7	0.3		30.0	10.0	10.0	12.0	"	
31	MA 7	"	84.0	4.32	1,640	0.02	0.01	0.03	0.02		0	0.42	0.56			
32	MA 9	"	91.8	6.95	380	0.4	0.4	0.7	0.3		30.0	10.0	10.0	9.0	"	
33	MAT 4	"	80.5	4.01	2,800	0.02	0.01	0.03	0.02		0	170.0	20.0	8.0	"	
34	MAT 6	"	87.0	2.45	4,220	0.02	0.01	0.03	0.02		0	3.54	0.56			
35	ANF 3	"	82.6	5.72	1,480	0.4	0.4	0.7	0.3		30.0	10.0	10.0	7.0	"	
36	ANF 5	"	36.4	6.30	660	0.02	0.01	0.03	0.02		0.49	0.21	0.28			
37	ANF 6	"	11.2	5.36	31	0.03	0.01	0.03	0.02		0.49	0.21	0.56			
38	COPA 5	2.'85	61	6.6		0.5	0.4	0.7	0.3		0	170.0	20.0	8.0	"	
39	COPA 6	"	51.5	5.9		0.02	0.01	0.03	0.02		0	10.0	10.0	7.0	"	
40	COPA 7	"	34	5.9		0.02	0.01	0.03	0.02		0	3.54	0.56			
						53	23	51	30		206.0	146.4	350.0	20.0	18.0	"
						2.30	0.59	2.55	2.50		11.45	2.40	7.28	0.56		
						38	19	39	13		227.0	194.0	374.0	23.0	24.0	"
						1.65	0.49	1.95	1.08		12.62	3.18	7.78	0.65		
						19	6.2	61	9.5		0	14.6	12.0	16.0	7.0	"
						0.83	0.16	3.05	0.79		0	0.24	0.25	0.45		
											0	0	0	0		
											189.0	0	342.0	13.0	11.0	"
											10.51	0	7.11	0.37		
											0	230.0	52.0	16.0	19.0	"
											0	3.77	1.08	0.45		
											276.0	0	530.0	40.0	21.0	"
											15.35	0	11.02	1.13		
											147.0	0	636.0	23.0	6.0	"
											8.17	0	13.23	0.65		
											0	0	330.0	21.0	9.0	"
											10.51	0	8.68	0.59		
											0	256.0	97.0	16.0	15.0	"
											0	4.20	2.18	0.45		
											0	13.4	10.0	18.0	18.0	"
											0	0.22	0.21	0.51		
											474	13	2	90	C.18	
											7.90	0.27	0.06			
											282	23	1	100	"	
											4.70	0.48	0.03			
											287	12	2	80	"	
											4.78	0.25	0.06			

Note: No. 1 - No. 27: Ground surface water
 No. 28 - No. 40: Hot spring water

Table 5-4 Gas Composition and Geochemical Temperature

Sample No.	Date	Gas Composition (Vol %)					Geochemical Temperature			No. of Collected data
		CO ₂	H ₂ S	H ₂	N ₂	CH ₄	α	β	T (°C)	
Chancho C6	'77	66.93	16.75	16.22		0.06	-0.60	-7	{598}*	C.20
"	"	75.69	10.75	13.25		0.31	2.31	0	{373}*	"
Anfiteatro	'77	95.04	0.32	2.06		2.65	14.72	0	215*	C.20
"	7.'80	93.14	n.d.	3.72	0.50	2.62	12.69	0	235	C.1
"	"	"	"	1.31	"	"	15.37	0	209	"
" 2	6.'82	95.36	0.1	1.34	0.51	2.68	17.00	0	194	C.4
Rio Blanco	11.'86	92.66	0.52	1.86	2.55	2.41	13.77	0	224*	C.22
"	"	92.24	0.41	1.91	2.85	2.62	14.07	0	221*	"
B° de Copahue	'77	96.30	0.003	2.29		1.41	19.59	0	172*	C.20
"	"	95.59	0.04	2.45		1.93	16.29	0	200*	"
"	"	96.55	0.46	1.14		1.85	15.10	0	211*	"
"	"	96.34	0.26	2.10		1.26	13.91	0	223*	"
Termas de Copahue 2	7.'80	89.63	n.d.	5.89	2.19	2.32	12.78	0	234	C.1
" 2	"	"	"	3.24	"	"	14.34	0	218	"
" 6	"	93.81	n.d.	4.59	tr	1.61	13.25	0	229	"
" 6	"	"	"	2.25	"	"	15.11	0	211	"
Copahue (COT 6)	6.'82	95.94	0.1	2.30	tr	1.64	15.13	0	211	C.4
" (COT 2)	"	91.94	0.1	3.32	2.24	2.37	14.36	0	218	"
Termas de Copahue	11.'86	94.56	0.62	1.62	2.15	1.02	13.18	0	230*	C.22
"	"	94.19	0.56	1.57	2.57	1.11	13.49	0	227*	"
Aqua de Lemon	11.'86	91.73	0.64	1.54	4.92	1.17	13.33	0	229*	"
Las Maquinitas	'77	96.13	0.50	1.74		1.63	13.76	0	224	C.1
"	"	94.69	0.17	2.60		2.74	14.53	0	217	"
" 1	7.'80	94.80	n.d.	3.50	0.23	1.42	13.88	0	223	"
" 1	"	"	"	1.85	"	"	15.53	0	207	"
"	'81	94.8	n.d.	1.8	0.2	1.4	15.60	0	206	C.2
" 1	6.'82	96.39	0.1	1.83	0.23	1.44	15.63	0	206	C.4
"	11.'86	95.4	0.53	1.45	1.32	1.3	13.94	0	222*	C.22
"	"	95.6	0.44	1.7	1.96	1.3	13.74	0	224*	"
Las Maquinas	'77	93.46	0.15	2.7		3.65	14.50	0	217	C.1
"	"	93.95	0.65	2.34		3.05	13.12	0	230	"
" 1	7.'80	92.68	n.d.	2.57	3.08	2.45	15.09	0	211	"
" 1	"	"	"	2.08	"	"	15.04	0	206	"
" 4	"	91.85	n.d.	3.00	2.57	2.77	14.75	0	214	"
" 4	"	"	"	2.35	"	"	15.39	0	208	"
"	'81	92.7	n.d.	2.1	3.1	2.5	15.63	0	206	C.2
" 1	6.'82	92.68	0.1	2.08	3.08	2.45	15.63	0	206	C.4
" 4	"	91.87	0.1	2.35	2.57	2.77	15.39	0	208	"
"	11.'86	93.29	0.62	1.68	2.23	2.18	13.74	0	224*	C.22
COP-I	'81	94.0	0.3	2.0	1.2	2.5	14.37	0	218	C.2
" (No. 1)	6.'82	94.02	0.24	1.89	1.03	2.53	14.81	0	214	C.4
" (No. 2)	"	93.62	0.15	1.92	1.53	2.43	15.34	0	209	"
" (No. 3)	"	93.35	0.17	1.87	1.30	3.01	15.42	0	208	"
" (No. 4)	"	93.72	0.16	2.01	0.9	2.96	15.31	0	209	"
" (No. 5)	"	92.31	0.15	1.89	2.5	2.76	15.45	0	208	"
" (No. 6)	"	91.97	0.14	1.92	2.81	2.55	15.42	0	208	"
" (No. 7)	"	93.63	0.28	2.62	1.81	1.63	13.37	0	228	"
Pozo Copahue 1	11.'86	93.7	0.51	1.6	2.45	1.7	13.92	0	223*	C.22
" 2	"	94.2	0.80	1.2	2.6	1.2	13.79	0	224*	C.22
COP-I steam	6.'91	90.49	0.76	2.98	2.44	3.27	12.24	0	240*	JICA
COP-3 steam	"	95.79	0.39	0.93	2.35	0.52	14.72	0	215*	JICA
"	"	0.45								CREGEN

* : Calculated by JICA

Table 5-5 Isotope Analysis of Meteoric Water and Geothermal Fluid

No.	Sample No.	Date	Temp °C	Type of Sample	EL. of Sampling Point m	$\delta^{18}\text{O}$ ‰	δD ‰	^3H TU	No. of Collected Data
I-1	COP-I	2.82		Vapor (COP-I)	2,000	-10.5	-84.0		C 18
I-2	COPA-2	2.85	242	"	"	-9.6	-82.7	0.6 ± 0.7	"
I-3	COP-I	11.86		"	"	-8.2	-74 -76		"
I-4	COP-II	2.85		Vapor (COP-II)		-10.8	-85		
I-5	COP-II	11.86		"		-7.7	-80 -83		
I-6	COPA-1	2.85	130	Vapor (MAT)		-10.8	-84.2	0.8 ± 0.7	C 18
I-7	COPA-3	"	85	Vapor (MA)		-10.6	-85.1	0.0 ± 0.6	"
I-8	COPA-20	"		Vapor (COP)	2,010	-12.8	-90.2		"
I-9	COPA-5	"	61	Hot spring	2,020	-11.9	-84.2	2.5 ± 0.7	"
I-10	COPA-6	"	51.5	"	2,020	-11.9	-84.3		"
I-11	COPA-4	"	51	"	2,020	-11.9	-84.7	1.7 ± 0.7	"
I-12	COPA-7	"	34	"	2,010	-12.0	-84.3	3.3 ± 0.7	"
I-13	COPA-9	"	26	"		-12.2	-83.3		"
I-14	CAVI-4	"	12	River	1,670	-11.3	-81.9	3.6 ± 0.5	"
I-15	COPA-8	"		"	2,040	-11.8	-84.3	2.4 ± 0.7	"
I-16	COPA-12	"		Spring	2,310	-11.9	-84.6	3.6 ± 0.7	"
I-17	CAVI-1	"	13	Spring water for drinking		-11.5	-81.7	3.9 ± 0.4	"
I-18	VAF-1	4.85	8	Spring	2,050	-12.5	-90.1	4.8 ± 0.7	"
I-19	CAVI-3	2.85	10	River	1,420	-12.9	-92.5	4.5 ± 0.4	"
I-20	VAF-2	4.85	7	Spring	1,820	-13.5	-97.2	1.8 ± 0.4	"
I-21	CAVI-2	2.85	10	"	1,660	-12.9	-93.5	3.2 ± 0.7	"
I-22	VAF-3	4.85	11	"	1,674	-13.6	-94.5	1.8 ± 0.7	"
I-23		6.91		Vapor (COP-1)	2,000	-11.5	-100.1		JICA
I-24		6.91		Vapor (COP-3)	2,011	-9.4	-85.3	< 0.3	"
I-25		6.91		Hot water (")	2,011	-4.3	-62.4		"

Table 5-6 Quantity of Geochemical Survey in Wells

Well name	Analysis Item	Sampling Date
COP-1	Gas Vapor Ratio	13 JUNE 1991
	Chemical Composition of Gas	13 JUNE 1991
	Chemical Composition of Condensate Water	13 JUNE 1991
COP-3	Gas Vapor Ratio	11 & 15 JUNE 1991
	Chemical Composition of Gas	11 JUNE 1991
	Chemical Composition of Condensate	9-14 JUNE 1991
	Chemical Composition of Hot Water	15 JUNE 1991

Table 5-7 Chemical Analysis of Geothermal Fluid from COP-1 and COP-3 Wells

Well	Sampling Date	Gas Vapor Ratio (Volume%)	Chemical Composition						
			Gas (Volume%)		Vapor (mg/l)				
COP-1	June 1991	Gas 5.28	Gas 91.25	CO ₂ 90.49	H ₂ S 0.76				
			Residual Gas 8.75	Ar 0.05 *	CH ₄ 3.27	H ₂ 2.98	He 0.00	N ₂ 2.44	
		Vapor 94.72	pH 5.6	EC 470 (μs/cm)	TSM 24 (mg/l)				
			Na ⁺ 0.23	K ⁺ 0.1	Ca ²⁺ 0.58	Mg ²⁺ 0.05	B <0.1	NH ₄ ⁺ <0.1	Cl ⁻ 11	SO_{4}^{2-} 13	HCO_{3}^{3-} 90	CO_{3}^{2-} 0
COP-3	June 1991	Gas 5.0 **	Gas 96.18	CO ₂ 95.79	H ₂ S 0.39 ***				
			Residual Gas 3.82	Ar 0.02	CH ₄ 0.52	H ₂ 0.93	He 0.00	N ₂ 2.35	
		Vapor 95.0 **	pH 5.8	EC 830 (μs/cm)	TSM 17 (mg/l)				
			Na ⁺ 0.31	K ⁺ 0.1	Ca ²⁺ 0.21	Mg ²⁺ 0.01	B 1	NH ₄ ⁺ 21	Cl ⁻ 18	SO_{4}^{2-} 11	HCO_{3}^{3-} 83	CO_{3}^{2-} 0

* Air contamination is high percentage.
 ** Average of 10times mesuring.
 *** CREGEN's value is 0.45%.

Table 5-8 Chemical Analysis of Hot Water from COP-3 Well

Sampling Date	Chemical Composition (mg/l)					
June, 1991	pH	7.7				
	EC	300 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)				
	TSM	150 (mg/ℓ)				
	Na ⁺	3.1	T-Fe	0.81	F ⁻	1.0
	K ⁺	0.9			T-Hg	0.02
	Ca ²⁺	2.1	Cl ⁻	2.2	H ₂ S	<1
	Mg ²⁺	0.16	SO ₄ ²⁻	11	As ³⁺	0.15
	B	40	HCO ₃ ³⁻	178		
	NH ₄ ⁺	<0.8	CO ₃ ²⁻	0.5		
	Mn ²⁺	<0.2	Br ⁻	<0.5		
	Li	<0.1	I ⁻	<0.1		

Table 5-9 Isotope Analysis of Geothermal Fluid from COP-1 and COP-3

Loc.		δD (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ in H ₂ O (‰)	$^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ in CO ₂ (‰)	$^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ (‰)	^3H (TU)
COP-1	Condensate	-100.1	-11.5	-8.9	+ 3.6	—
COP-3	Condensate	- 85.3	- 9.4	-9.3	- 3.6	<0.3
COP-3	Hot Water	- 62.4	- 4.3 *	-14.1	+12.3	—

* $\delta^{18}\text{O}$ value in SO₄ is not measured for it's low content .

Table 5-10 Results of X-ray Analysis on COP-1 and -2

Well No.	Depth	Lm	Wa	Mo	Ch/Mo	Se/Mo	Ch	Se	Ka	Cc	Qz	Pl	K-f	Pr	Ep	Hem	Remarks	
COP-1	130m			1								3	1			1	Cuttings	
	230m			1								3				1	"	
	360m			1						1		3					"	
	458-463m			1	1	1	1			1	3	3				1	Core	
	541m			1	1		1				3	3				1	Cuttings	
	630-631m	1			1	1				1	2	3				1	Core	
	720m			1	1						1	3					Cuttings	
	801m		?	1			1	1		1	3	3						"
	930m		?				1			1	1	3	2	1				Core
COP-2	415m			1	1		2			1	3	3						Cuttings
	602m			1	1		1			1	3	3						"
	643m		2	1			1	1	1		3	3		1	1			"
	844m						2				3	3		?	1			"
	883m						2				3	3		?	1			"
	970m						1				3	3			3			"
	1030m						2				3	3		2	2			"
	1160m			1			2			?	3	3			1			"
	1205m			1			1				3	3		?	1			"

Abbreviation Lm: Laumontite, Wa: Wairakite, Mo: Montmorillonite
 Ch/Mo: Chlorite/Montmorillonite mixed-layer mineral, Se/Mo:
 Sericite/Montmorillonite mixed-layer mineral, Ch: Chlorite, Se:
 Sericite, Ka: Kaorinite, Cc: Calcite, Qz: Quartz, Pl: Plagioclase,
 K-f: K-feldspar, Pr: Prehnite, Ep: Epidote, Hem: Hematite

Number in this table means a relative intensity of detected
 minerals (3 > 2 > 1).

Specimens of COP-2 between 844 m and 1205 m were not able to be
 analyzed by the oriented X-ray analysis because of the scarcity of
 specimens.

Table 5-11 Characteristics of Alternative Location of COP-3

Item	Site A	Site B	Site C
<p>1. Geology</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Structure ◦ Formation ◦ Fault and Lineament <p>2. Gravity Prospecting</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Bouguer Anomaly ◦ Depth of Gravity Basement <p>3. Temperature Gradient of Shallow Zone</p> <p>4. Electrical Prospecting</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Depth to Top of High Resistivity Basement ◦ Deep Low Resistivity Layer and Depth ◦ Electrical Fault <p>5. Geochemical Survey</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Temperature from Geothermometer <p>6. Topography</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Accessibility ◦ Altitude <p>7. Distance from the Site to Manifestation</p>	<p>Graben/Horst Las Mellizas F./Hualcupen F. WNW-ESE; Predominant continuous fault NW-SE ; Lineament</p> <p>High anomaly area About 1,600 m</p> <p>High</p> <p>About 650 m</p> <p>Detect (Measurement Point D-I) About 1,800 m Between No. 65/66 and No. 39 (concordant with geology)</p> <p>205 - 230°C</p> <p>Good About 2,010 m</p> <p>2.2 km (to Copahue) 2.2 km (to Maquinas)</p>	<p>Horst Las Mellizas F./Hualcupen F. NW-SE ; Reverse fault ENE-WSW; Lineament</p> <p>High anomaly area About 1,600 m</p> <p>High</p> <p>About 750 m</p> <p>Detect (Measurement Point D-II) About 1,800 m None</p> <p>205 - 230°C</p> <p>Good About 2,040 m</p> <p>0.6 km (to Maquinas) 1.8 km (to Copahue)</p>	<p>Horst Las Mellizas F./Hualcupen F. NE-SW; Concentrated Parallel fault system</p> <p>High anomaly area About 1,600 m</p> <p>High</p> <p>About 400 m</p> <p>No detect (Measurement Point D-14) None</p> <p>205 - 230°C</p> <p>Bad About 2,090 m</p> <p>1.2 km (to Copahue)</p>

Table 5-12 Result of Microscopic Observation for COP-3

(Observation : Lic. Ana María Casé)

PROF.No	GRADO DE ALTER.	ROCA	TEXTURA	MINERALES FORMADORES DE ROCA							MINERALES DE ALTERACION														
				Qz	Pl	Bi	Au	Hy	Ho	Qz	M	Ch	Se	Ch/M	Ka	Cc	Bp	Pr	Ap	Ga	Ze	Wa	Ac	Le	Py
* 10 ^m	2	LAVA ANDESITICA			4		1	1			1		1						1		1			2	1
* 50	3	LAVA ANDESITICA			4		1	1			1		1	3		1			1						2
* 80	4	TOBA ANDESITICA		1	4						1		4		1									2	
* 110	4	LAVA BRECHADA			3								4		1	1							1	2	1
* 160	4	TOBA		2	3						1		3		1		1			1				3	1
* 210	3	ANDESITA		1	3		1						2		2		2			1					2
* 290	3	ANDESITA			3		2						3	1		1	2							2	2
293.3	5	LAVA BRECHADA	IRRECONOCIBLE								3		2		1-2		2			1				3	1
* 350	1	ANDESITA			3	1	2						1			1				1					1
* 430	1 - 2	ANDESITA			3		2				1			1											
* 490	4	TOBA										4	2		2	2	2								2
* 528	1	BASALTO			3	1		2									1								1
* 560	2	ANDESITA			3		1	1	2		1	1	2	2	2	1				1				1	1
* 670	4	TOBA		2	2								2	1		3	2	1						2	
* 710	3	ANDESITA			3						1		3				2							2	2
* 740	4	TOBA ANDESITICA		1	3								3				2	2						2	2
801.7	3	ANDESITA			3						1		3				1	2	1					2	1
* 811	3	ANDESITA			3						2		3			2		2	2					2	1
* 819	4	ANDESITA			3						2		3				2	2	1			1		2	
824.7	3	LAVA ANDESITICA		3	3								3				2							2	
* 838	4	ANDESITA									2	3	3				2	1					1	2	1
862.2	4	ANDESITA			4								2				2	3	1				1	3	2
882.1	3	ANDESITA			4						1		2		3		2	1						3	
956.8	3	ANDESITA	PORF. PASTA: INTERSERTAL		4						1		2				2							2	
1002.9	3	BRECHA		4	1						3		1				2	1					2	3	2
1015.0	3	ANDESITA	PORFIRICA		4						1		3		1		2	2				1		1	
1022.2	3	AND. QZOSA	PORF. PASTA: HIPIDIOM GRANU	1	4						1		2				2	1		?			1	2	
1035.0	2	AND. QZOSA	INTERSERTAL	1	4	1	1						2				2						1	1	
1045.86	2 - 3	AND. QZOSA	INTERSERTAL	1	4		1						2				1			1			1	1	
1055.35	1 - 2	AND. QZOSA	INTERSERTAL	1	4	1	1						2				2							1	
1064.26	2 - 3	AND. QZOSA	INTERSERTAL	1	4		1						2				2							1	

* : CUTTING

Table 5-13 Result of X-ray Analysis of COP-3

Depth	Sample	Stilbite	Laumontite	Weirakite	Montmorillonite	Chlorite Mont.	Chlorite	Sericite Mont.	Sericite	Kaolinite	Pyrophyllite	Calcite	Quartz	Plagioclase	K-feldspar	Prehnite	Epidote	Garnet	Pyrite	Pyroxene	Amphibole	
20 m	BULK	2?			4	2						9	18	4	3		2?		3			
	ORIENT	?			○							⊙	⊙	⊙	•				○			
	E. G.	?			○																	
	HCL																					
50 m	BULK				2							3	15	21	3		3?		3			
	ORIENT				•							○	⊙	⊙	○		•					
	E. G.				•																	
	HCL				•																	
80 m	BULK				4	4						5	14	18			3?					
	ORIENT				•	•						○	⊙	⊙								
	E. G.				•	•																
	HCL				•																	
120 m	BULK				3	3						6	21	7	3							
	ORIENT				•	•						○	⊙	○	•							
	E. G.				•	•																
	HCL				•																	
170 m	BULK				2	3						5	23	22	3				2			
	ORIENT				•	•						○	⊙	⊙	•				•			
	E. G.				•	•																
	HCL				•																	
200 m	BULK				3	3				3?		6	18	15								
	ORIENT				•	•						○	○	⊙								
	E. G.				•	•																
	HCL				•																	
250 m	BULK				3	3				3?		5	12	10			2?					
	ORIENT				○	○						○	⊙	⊙								
	E. G.				•	•																
	HCL																					
280 m	BULK				3	○	3			3		10	13	5					2			
	ORIENT				○	○				•		⊙	⊙	○					•			
	E. G.				○	•				•												
	HCL				○					•												
291.2 m	BULK					3				4		5	10	9			•					
	ORIENT					○				○		○	⊙	⊙								
	E. G.					○				○												
	HCL					•				○												

Figure of Bulk : Quartz Index

- ⊙ : Large Volume
- : Medium Volume
- : Small Volume

Analyzed by Dra. Graciela Mas

Table 5-13 Result of X-ray Analysis of COP-3 (continued)

Depth	Sample	Stibite	Lamontite	Wairakite	Montmorillonite	Chlorite-Mont	Chlorite	Sericite-Mont	Sericite		Kaolinite	Pyrophyllite	Calcite	Quartz	Plagioclase	K-feldspar	Prehnite	Epidote	Garnet	Pyrite		Pyroxene	Amphibole	
320 m	BULK					3					3		5	9	12			2?						
	ORIENT					.					.		○	⊙	⊙									
	E. G.				.	.					.													
	HCL				.	.					.													
350 m	BULK												4	3	15			.						
	ORIENT													○	⊙			○						
	E. G.																							
	HCL																							
400 m	BULK					3	3				?		8	12	6									
	ORIENT					○	○						⊙	⊙	⊙									
	E. G.				.	.	.																	
	HCL				.	.	.																	
420 m	BULK					3	3				?		4	9	11			2?						
	ORIENT					.	.						.	○	⊙									
	E. G.				.	.	.																	
	HCL				.	.	.																	
450 m	BULK					3		2		3		10	20	4							2			
	ORIENT					.		.		.		○	⊙	.							.			
	E. G.				.	.	.			.											.
	HCL				.	.	.			.											.
480 m	BULK					3		2		3		10	25	9	3									
	ORIENT					.		.		.		○	⊙	○										
	E. G.					.		.		○														
	HCL					.		.		○														
528 m	BULK				3	?		2		3		39	10	2							4			
	ORIENT				.	.		.		.		⊙	○	.							.
	E. G.				.	.		.		.											.
	HCL				.	.		.		.											.
560 m	BULK				3			2		3		3	6	17							2			
	ORIENT				.			.		.		.	○	⊙							.
	E. G.				.			.		.											.
	HCL				.			.		.											.
600 m	BULK				3					2		6	8	12							2			
	ORIENT				.			.		.		○	○	⊙							.			
	E. G.				.			.		.											.
	HCL				.			.		.											.

Figure of Bulk : Quartz Index

- ⊙ : Large Volume
- : Medium Volume
- : Small Volume

Analyzed by Dra. Graciela Mas

Table 5-13 Result of X-ray Analysis of COP-3 (continued)

Depth	Sample	Stibite	Laumontite	Wairakite	Montmorillonite	Chlorite/Mont	Chlorite	Sericite/Mont	Sericite	Kaolinite	Pyrophyllite	Calcite	Quartz	Plagioclase	K-feldspar	Prehnite	Epidote	Garnet	Pyrite	Pyroxene	Amphibole
620 m	BULK					3		2	4			9	13	8					2		
	ORIENT					•			○			⊙	⊙	⊙					•		
	E. G.				•	•			•												
	HCL				•	?			•												
660 m	BULK			2?		2	2	4				9	12	7			2				
	ORIENT			?		•	•	○				⊙	⊙	○			•				
	E. G.					•	•	○													
	HCL					?		○													
720 m	BULK					4		3				6	9	10	3		2				
	ORIENT					○		○				⊙	⊙	⊙							
	E. G.					○		○													
	HCL					•		○													
760 m	BULK					3	2	4				9	10	9			3				
	ORIENT					•		○				⊙	⊙	⊙			•				
	E. G.					•		○													
	HCL					•		○													
785 m	BULK				3	3							22	8	3		3	3		2	
	ORIENT				•	•							⊙	○	•		•	•	•	•	
	E. G.				•	•															
	HCL				•	•															
789.4 m	BULK				4	3						3	11	8			3	3		2	
	ORIENT				○	•						•	○	⊙				•	•	•	
	E. G.				○	•															
	HCL				•																
812 m	BULK					3		5				15	4	20			3				
	ORIENT					•		•				○	•	⊙			•				
	E. G.					•		•													
	HCL					•		•													
819.8 m	BULK					6		5					10	7	4		3	3			
	ORIENT					○		•					⊙	○	•		•				
	E. G.					○		•													
	HCL					•		•													
822 m	BULK					5		?					7	3		5	4				
	ORIENT					⊙							⊙	•		⊙	○				
	E. G.					⊙															
	HCL					○															

Figure of Bulk : Quartz Index

- ⊙ : Large Volume
- : Medium Volume
- : Small Volume

Analyzed by Dra. Graciela Mas

Table 5-13 Result of X-ray Analysis of COP-3 (continued)

Depth	Sample	Stibolite	Laumontite	Wairakite	Montmorillonite	Chlorite-Mont	Chlorite	Sericite-Mont	Sericite	Kaolinite	Pyrophyllite	Calcite	Quartz	Plagioclase	K-feldspar	Prehnite	Epidote	Garnet	Pyrite	Pyroxene	Amphibole	
m 827.8	BULK					4				?		11	5	13		2	3					
	ORIENT											⊙	○	⊙		•						
	E. G.																					
	HCL																					
m 854.5	BULK					4				3			26	12	3	2	2					
	ORIENT					○				•			⊙	⊙		•						
	E. G.					○				•												
	HCL					?				•												
m 866	BULK					5				4?		3		14	3	3	5					
	ORIENT					•				•		•		⊙	•	○						
	E. G.					•				•												
	HCL					•				•												
m 882	BULK					8							6	10	4		5					5
	ORIENT					○							○	⊙	•		•					•
	E. G.					○																
	HCL																					
m 956	BULK		2			4	1						5	8	3	2	3					1
	ORIENT					○							○	⊙	○	○	○					
	E. G.					○																
	HCL																					
m 1002	BULK		2			2	1						12	6	3	2	2					
	ORIENT		•			•							⊙	○	○	•	•					
	E. G.					•																
	HCL																					
m 1015	BULK					2	1						9	7		3	8					1
	ORIENT					○							⊙	⊙			○					•
	E. G.					○																
	HCL																					
m 1022	BULK		2			4				2?			3	6	2	3	4					
	ORIENT		○			○				?			○	⊙	○	○	○					
	E. G.					○																
	HCL									?												
m 1034	BULK	1			2	2	2			2?		2	5	9	2	2	2					2
	ORIENT				•	•						•	○	⊙	•		•					•
	E. G.				•	•																
	HCL																					

Figure of Bulk : Quartz Index

- ⊙ : Large Volume
- : Medium Volume
- : Small Volume

Analyzed by Dra. Graciela Mas

Table 5-13 Result of X-ray Analysis of COP-3 (continued)

Depth	Sample	Stibite	Laumontite	Weirakite	Montmorillonite	Chlorite/Mont	Chlorite	Sericite/Mont	Sericite	Kaolinite	Pyrophyllite	Calcite	Quartz	Plagioclase	K-feldspar	Prehnite	Epidote	Corren	Pyrite	Pyroxene	Amphibole
1045 m	BULK			2		2	2		1		1?	2	7	14	4		3				2
	ORIENT					.	.					.	○	○			.				.
	E.G.					.	.														
	HCL																				
1055 m	BULK					2	2					2	7	11		2	2				1
	ORIENT					.	.					.	○	○							.
	E.G.					.	.														
	HCL																				
1061 m	BULK					2	2		1			2	5	12	4	2	2				2
	ORIENT					.	.					.	○	○			.				.
	E.G.					○	.														
	HCL																				
m	BULK																				
	ORIENT																				
	E.G.																				
	HCL																				
m	BULK																				
	ORIENT																				
	E.G.																				
	HCL																				
m	BULK																				
	ORIENT																				
	E.G.																				
	HCL																				
m	BULK																				
	ORIENT																				
	E.G.																				
	HCL																				

Figure of Bulk : Quartz Index

- ◎ : Large Volume
- : Medium volume
- : Small Volume

Analyzed by Dra. Graciela Mas

Table 5-13 Result of X-ray Analysis of COP-3 (continued)

Depth	Sample	Stibite	Lawsonite	Wairakite	Montmorillonite	Chlorite/Mont	Chlorite	Sericite/Mont	Sericite	Kaolinite	Pyrophyllite	Calcite	Quartz	Plagioclase	K-feldspar	Premite	Epidote	Carnet	Pyrite	Pyroxene	Amphibole
293.2	BULK				2	4	?			2		22	27	4					1		
	ORIENT				⊙	⊙	•			⊙		•	•	•							
	E. G.				○	○	•			○											
	HCL				⊙		•			○											
529.2	BULK				?	8						3	25	10					<1	1?	
	ORIENT				•	⊙						•	•	•							
	E. G.				•	○															
	HCL																				
866.0	BULK				?	?	9						11			3	1		<1	?	?
	ORIENT				•	•	⊙													?	?
	E. G.				•	•	⊙													?	?
	HCL				•															?	?
1005.9	BULK		<1			1							8	8					<1		<1
	ORIENT					○							•	•							
	E. G.					○															
	HCL																				
1020.6	BULK					<1							12	8	3	1			<1		?
	ORIENT					○							•	•	•						•
	E. G.					•															•
	HCL																				•
1027.7	BULK					2							7	9	2				<1		?
	ORIENT					○							•	•							•
	E. G.					○															•
	HCL																				•
1030.6	BULK				1	2							8	15					<1		1
	ORIENT				•	⊙							•	•							•
	E. G.				•	○															•
	HCL																				•
1040.5	BULK												5	14					<1		1
	ORIENT					○	○						•	•							•
	E. G.					•	•														•
	HCL																				•
1053.1	BULK				<1	<1							5	15					<1		1
	ORIENT				○	•							•	•							•
	E. G.				•	•															•
	HCL																				•

Figure of Bulk : Quartz Index

- ⊙ : Large Volume
- : Medium volume
- : Small Volume

Analyzed by JICA

Table 5-13 Result of X-ray Analysis of COP-3 (continued)

Depth	Sample	Stibnite	Limonite	Wairakite	Montmorillonite	Chlorite, Mont	Chlorite	Sericite, Mont	Sericite	Kaolinite	Pyrophyllite	Calcite	Quartz	Plagioclase	K-feldspar	Prehnite	Epidote	Carnet	Pyrite	Pyroxene	Amphibole		
1064.3 m	BULK					1	<1						5	14				<1			1	<1	
	ORIENT					⊙	○						•	•								•	•
	E. G.					○	•															•	•
	HCL																					•	•
m	BULK																						
	ORIENT																						
	E. G.																						
	HCL																						
m	BULK																						
	ORIENT																						
	E. G.																						
	HCL																						
m	BULK																						
	ORIENT																						
	E. G.																						
	HCL																						
m	BULK																						
	ORIENT																						
	E. G.																						
	HCL																						
m	BULK																						
	ORIENT																						
	E. G.																						
	HCL																						
m	BULK																						
	ORIENT																						
	E. G.																						
	HCL																						

Figure of Bulk : Quartz Index

- ⊙ : Large Volume
- : Medium volume
- : Small Volume

Analyzed by JICA

Table 5-14 Physical Properties of Cores of COP-3

Depth	γ_s	γ_d	Gs	ϕ	Rock Type
293.1m	2.40	2.237	2.674	16.35%	Altered Lapilli Tuff
293.2m	2.387	2.212	2.608	17.46%	Altered Lapilli Tuff
528.7m	2.778	2.772	2.788	0.60%	Basaltic Andesite
528.8m	2.770	2.746	2.813	2.40%	Basaltic Andesite
794.4m	2.735	2.697	2.803	3.76%	Basaltic Andesite
810.6m	1.976	1.815	2.164	16.11%	Basaltic Andesite (Fractured Zone)
821.7m	2.701	2.653	2.786	4.76%	Altered Lava
848.7m	2.521	2.425	2.684	9.66%	Altered Tuff Breccir
848.8m	2.524	2.387	2.766	13.69%	Altered Tuff Breccir
882.0m	2.525	2.446	2.655	7.85%	Altered Lava
1011.6m	2.68	2.64	2.76	4.3 %	Andesite Lava
1059.8m	3.50	3.45	3.62	4.8 %	Porphyrite

γ_s : Bulk specific gravity (saturated-surface-dry) = $B/(B-C)$
 γ_d : Bulk specific gravity (Dry) = $A/(B-C)$
 G_s : Apparent specific gravity (Particle density) = $A/(A-C)$
 ϕ : Effective porosity = $(B-A)/(B-C) \times 100$

Here A: Weight of oven-dry sample in air (g)
 B: Weight of saturated-surface-dry sample in air (g)
 C: Weight of saturated sample in water (g)

Table 5-15 Homogenization Temperature of Fluid Inclusion of COP-3

Depth	Homogenization Temperature (°C) by Dra. G. MAS							
180 ^m Quartz	251.6P	282.5P	311.5P	369.9P	367.8P	328.5P	303.0P	382.5G
	213.9S	229.1S	207.0S	320.3P	209.0S	217.4S	223.2S	216.8S
	237.4S	238.8S	238.0S	272.7P	225.3S	226.7S		
210 Quartz	226.6S	216.7S	212.1S	224.7S	287.9P	247.4P	210.7S	212.5S
	216.7S	283.9P	282.3P	228.6S	271.6P	212.8S	207.1S	209.3S
	208.5S	239.3S	230.5S	260.7P	219.3S	218.9S	213.0S	210.6S
	220.8S	230.0S	280.7P	216.7S	213.2S	215.4S	209.5S	211.8S
320 Quartz	265.7P	222.9S	237.5S	233.4S	253.4S	254.1S	252.4S	236.6S
	317.5P	228.7S	246.6S	318.3P	315.2P	339.2P	325.1P	326.0P
	259.4S	238.4S	244.3S	221.6S	245.0S	242.1S	220.7S	227.0S
	238.4S	239.3S	238.2S					
528 Calcite	209.1S	192.4S	216.8S	212.5S	219.0S	209.6S	227.3S	201.4S
	215.6S	178.2S	192.4S	187.7S	181.3S	196.4S	223.6S	213.8S
	246.3S	162.6S						
801 Quartz	257.0S	276.9S	278.9S	280.4S	294.5C	274.4C	276.0C	303.0P
	264.0S	261.2S	265.1S	266.7S	264.9S	291.4S	287.0S	277.3S
	301.5P	285.7P	260.1S	261.5S	265.4S	245.4S	252.9S	260.5S
	308.5P	301.9P	296.9S					
806 * Quartz	252.9S	285.9P	289.1P	251.3S	251.5S	246.3S	248.4S	252.1C
	260.8C	254.1C	274.9P	287.1P	241.8S	252.3S	259.9S	260.9S
854.2 Quartz	307.1P	245.6S	238.5S	242.4S	245.3S	273.6C	263.5C	259.5C
	260.8C	279.8P	258.9C	261.3C	263.4C	262.2C	303.4P	261.0S
	258.8S	257.6S	287.2C	271.5P	251.8C	260.7C	258.4C	261.1C
882 Calcite	269.0T	275.4T	264.9T	270.9T	268.4T	269.6T	274.5T	269.1T
	283.1T	259.6T	268.9T	263.8T	260.2T	262.0T	260.4T	265.9T
	265.3T	266.1T	282.3T	262.1T	269.6T	259.7T	268.3T	265.4T

P : Primary Inclusion C : Cluster
S : Secondary Inclusion T : Trail or Cluster
G : Gaseous Inclusion
* : Gaseous inclusions in the sample are available.

Table 5-15 Homogenization Temperature of Fluid Inclusion of COP-3 (continued)

Depth	Homogenization Temperature (°C) by Dra. G. MAS							
1009 m Quartz	258.9	268.5	248.0	266.7	270.7	286.2	278.1	258.4
	266.4	257.8	254.1	262.0	268.8	271.3	253.0	268.3
	287.3	285.6	279.5	297.7	299.5	248.9	253.5	256.8
1013 * Quartz	251.3	252.4	256.5	261.3	257.1	259.5	255.1	252.3
	260.2	254.5	255.7	248.5	254.1	262.3	256.4	251.6
	256.5	262.5						
Depth	Homogenization Temperature (°C) by JICA							
801.8 m Quartz	283.0	281.0	243.0	270.0	243.0	244.0	304.0	275.0
	311.0	329.0	339.0	304.0	296.0	342.0	343.0	344.0
	349.0	330.0	263.0	251.0	281.0	283.0	259.0	276.0
	309.0	312.0	282.0	309.0	257.0	293.0		
813.0 m Quartz	243.0	243.0	242.0	265.0	252.0	252.0	262.0	237.0
	273.0	279.0	240.0	239.0	246.0	242.0	238.0	241.0
	242.0	239.0	243.0	273.0	266.0	272.0	243.0	274.0
	243.0	281.0	281.0	244.0	280.0			

All inclusions in the samples of 1.009 and 1.013 m are primary or pseudosecondary.

* : Gaseous inclusions in the sample are available.

Table 5-16 Pressure and Temperature Values Measured at Feed Zone for COP-3

Depth of Feed Zone	Pressure (Measured Depth)	Temperature	Remarks
1010m	kg/cm ² G 38.13 (at 1000m)	236.9°C (at 1000m)	Measured Date 31/05/91 (ST=391hr)
	38.156* (at 1010m)	241.7°C (at 1000m)	12/06/91 (flowing temp.) 31/05/91 (ST=391hr)

*: Estimated pressure calculated by pressure gradient between 900m and 1000m

Table 5-17 Parameters in calculation of reserve for confirmed area

<u>Parameter</u>	<u>Unit</u>	<u>Type of Probability (or fixed)</u>	<u>Minimum Value</u>	<u>Maximum Value</u>	<u>Most Likely Value</u>
areal extent	km ²	fixed	—	—	4
thickness	m	triangular	6 0 0	1 2 0 0	9 0 0
temperature	°C	triangular	2 3 0	2 5 0	2 4 0
porosity		uniform	0 . 0 4	0 . 1	—
water saturation		uniform	0 . 3	0 . 5	—
recovery factor		uniform	0 . 0 4	0 . 1 5	—
volumetric specific heat of rock	kJ/m ³ °C	fixed	—	—	2 3 6 0
rejection temperature	°C	fixed	—	—	1 0
utilization factor		fixed	—	—	0 . 6
power plant load factor		fixed	—	—	0 . 8 5
power plant life	years	fixed	—	—	3 0

Table 5-18 Parameters in calculation of reserve for whole area

<u>Parameter</u>	<u>Unit</u>	<u>Type of Probability (or fixed)</u>	<u>Minimum Value</u>	<u>Maximum Value</u>	<u>Most Likely Value</u>
areal extent	km ²	uniform	1 1	1 3	—
thickness	m	triangular	6 0 0	1 2 0 0	9 0 0
temperature	°C	uniform	2 3 0	2 5 0	—
porosity		uniform	0 . 0 4	0 . 1	—
water saturation		uniform	0 . 3	0 . 5	—
recovery factor		uniform	0 . 0 4	0 . 1 5	—
volumetric specific heat of rock	kJ/m ³ °C	fixed	—	—	2 3 6 0
rejection temperature	°C	fixed	—	—	1 0
utilization factor		fixed	—	—	0 . 6
power plant load factor		fixed	—	—	0 . 8 5
power plant life	years	fixed	—	—	3 0

第 6 章 発電設備の予備設計

第 6 章 発電設備の予備設計

目 次

	頁
6.1 予備設計条件	6-1
6.1.1 サイト状況	6-1
6.1.2 発電所位置の選定	6-1
6.1.3 設計条件および基本特性	6-5
6.1.4 発電プラントの運転条件	6-5
6.1.5 発電プラントの基本特性	6-5
6.2 発電所の基本設計	6-7
6.2.1 基本的レイアウト	6-7
6.2.2 進入道路および敷地造成	6-7
6.2.3 蒸気生産井の掘削	6-7
6.2.4 淡水取水設備	6-8
6.2.5 蒸気パイプラインおよび関連設備	6-8
6.2.6 タービンおよび関連設備	6-10
6.2.7 電気設備	6-12
6.2.8 発電所建屋および関連建物	6-12

List of Table

Table 6-1 Comparison Study of Power Plant Site

List of Figures

- Fig. 6-1 Site Selection of Power Plant
- Fig. 6-2 Well Characteristic
- Fig. 6-3 Location Map of Power Plant
- Fig. 6-4 (1) Plot Plan of Power Plant
- Fig. 6-4 (2) Cross Section of Powerhouse
- Fig. 6-4 (3) General Arrangement of 1st Floor
- Fig. 6-4 (4) General Arrangement of 2nd Floor
- Fig. 6-4 (5) General Arrangement of 3rd Floor
- Fig. 6-5 Heat Balance

第6章 発電設備の予備設計

6.1 予備設計条件

6.1.1 サイト状況

サイトはNeuquén州西部、Chile国境近くのAndes山脈中の標高2,000m付近に在る。周辺は岩石が露出した緩傾斜地形であり、人家はなく植生は高原性の乾燥に強い草が点在するのみである。

サイトより最も近い集落は北方約2 kmに在るCopahueであるが、ここは夏期のリゾート地であり冬期は殆ど無人である。

人が常住する集落で最も近い処は東南約5 kmに在るCaviahueである。

気温は夏期20℃、冬期-10℃程度で年間平均気温は7℃の寒冷地である。

本地点の特徴としては年間を通して西風が20~30m/sと極めて強いことが挙げられる。

サイト近くには湖があり、発電所用水の取水は容易である。

年間降水量は1,200mm程度であり、冬期の積雪は3~4 mである。

6.1.2 発電所位置の選定

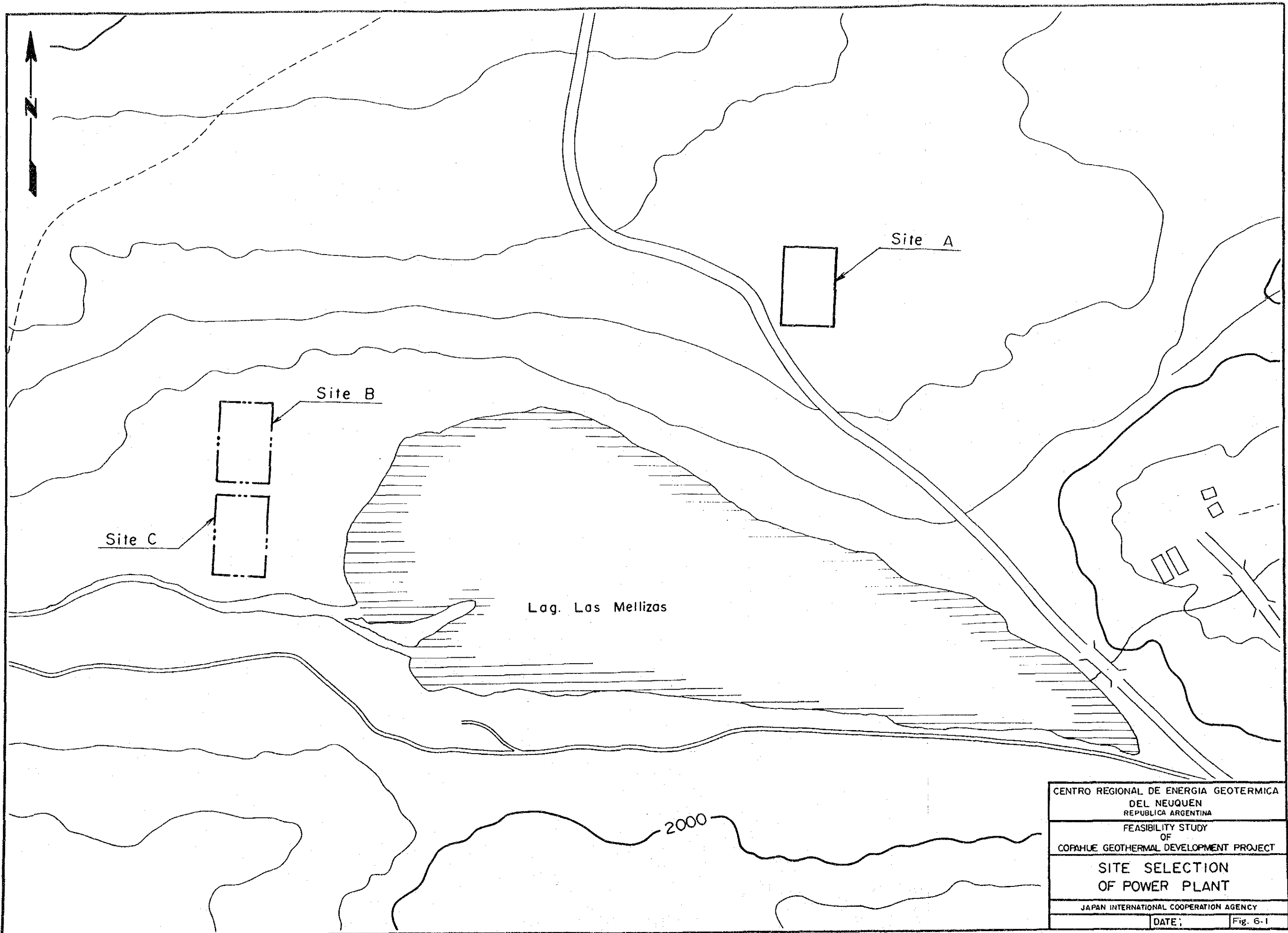
発電所の位置の選定に当たっては、下記のような条件を満足する位置を選定する必要がある。

- (1)プロジェクトサイト周辺は一般に岩盤が露出している所が多いので、発電所敷地造成の掘削を最小限にするために、なるべく平坦な地形のサイトを選定する必要がある。
- (2)坑井基地であるA及びB基地になるべく近い位置に発電所を設け、パイプラインの延長を極力少なくする必要がある。
- (3)発電所用水はLago Las Mellizas(2)から取水するので、この湖になるべく近く、かつポンプアップ揚程が少ない所を選ぶ必要がある。

上記の条件を考慮して、Fig. 6-1 に示すような3 地点を発電所候補地点として現地を選定し、比較検討を行った結果は；Table 6-1 の通りであるが、Ⅲ案が最も有力な発電所候補地点と判断され、次にⅡ案、Ⅰ案の順に総合評価としては悪くなると評価される。

Table 6-1 COMPARISON STUDY OF POWER PLANT SITES

項目	I 案	II 案	III 案
位置	坑井基地Aの東側(サイトC)	坑井基地Aの北東側(サイトB)	坑井基地Bの南西側(サイトA)
進入道路	Lago Mellizaz(2)の南側を通り南側より発電所に入る	Lago Mellizaz(2)の南側を通り南側より発電所に入る	Copahue 村への道路より南側から入る
送電線	南側より引き出す	北側より引き出す	南側より引き出す
レシーバ位置	本館西側	本館西側	本館西側
本館、冷却塔	本館は南向き、冷却塔は北向き	本館は北向き、冷却塔は南向き	本館は南向き、冷却塔は北向き
長さ	・取水はLago Mellizaz(2)から近く高低差が少ない	・取水はLago Mellizaz(2)から近く高低差が少ない	・進入道路が最も短い ・送電線が短い ・A, B 基地からの蒸気送水管が道路と交差しない
短所	・南側斜面の麓に当たり雪の吹き溜まりに位置する ・西風の通り道に当たり風が強い ・Lago Mellizaz 間の小川の増水対策が必要である ・進入道路が長くLago Mellizaz 間は小川を渡る	・南側斜面の麓に当たり雪の吹き溜まりに位置する ・西風の通り道に当たり風が強い ・進入道路が長くLago Mellizaz 間は小川を渡る	・Copahue に通じる既設の橋梁の最大許容荷重をチエックする必要がある ・取水地点がLago Mellizaz(2)から幾らか遠く、約50m のポンプアップが必要である



CENTRO REGIONAL DE ENERGIA GEOTERMICA DEL NEUQUEN REPUBLICA ARGENTINA	
FEASIBILITY STUDY OF COPAHUE GEOTHERMAL DEVELOPMENT PROJECT	
SITE SELECTION OF POWER PLANT	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	
DATE:	Fig. 6-1

6.1.3 設計条件および基本特性

出力規模	:	30MW×1 Unit
坑井	:	1,200m×7本(傾斜掘り 坑井長 1,340m)
坑井基地数	:	2
坑井先端間隔	:	500m以上
坑径	:	最終 8 in. 坑口 12 in.
蒸気性状	:	蒸気卓越型(飽和蒸気)
蒸気中ガス含有量	:	6%wt (as CO ₂)
坑井特性	:	Fig.6-2
坑井減衰率	:	初期2年間 15% 3～5年 8% 6年以降 3%

6.1.4 発電プラントの運転条件

地熱発電プラントはベースロード運転するものとし、その利用率は85%とする。また発電所所内率は6%とする。従って年間発電電力量は 2.1×10^8 kWhとなる。

プラントの運転は常時監視とし中央制御室より行うものとする。運転員は2名×4直の3交代制とする。常時運転中の運転員は2名であるが、起動・停止時には日勤者が応援するものとする。

発電所全人員は運転員8人、補修・管理12人の計20人を想定する。

6.1.5 発電プラントの基本特性

本発電プラントは蒸気卓越型地熱井よりの飽和蒸気を直接、復水型蒸気タービンに使用する。

復水器は直接接触式とし、その冷却用水は、冷却塔により冷却した復水、冷却水の混合水を循環して使用する。

冷却水システムの余剰水は還元井により地層に還元する。

復水器よりの不凝縮性ガス(主としてCO₂)は真空ポンプにより復水器より抽出し、拡散を図るため冷却塔ファンスタックより大気に放出する。

発生電力は132kVに昇圧後EPENの電力系統に併入する。

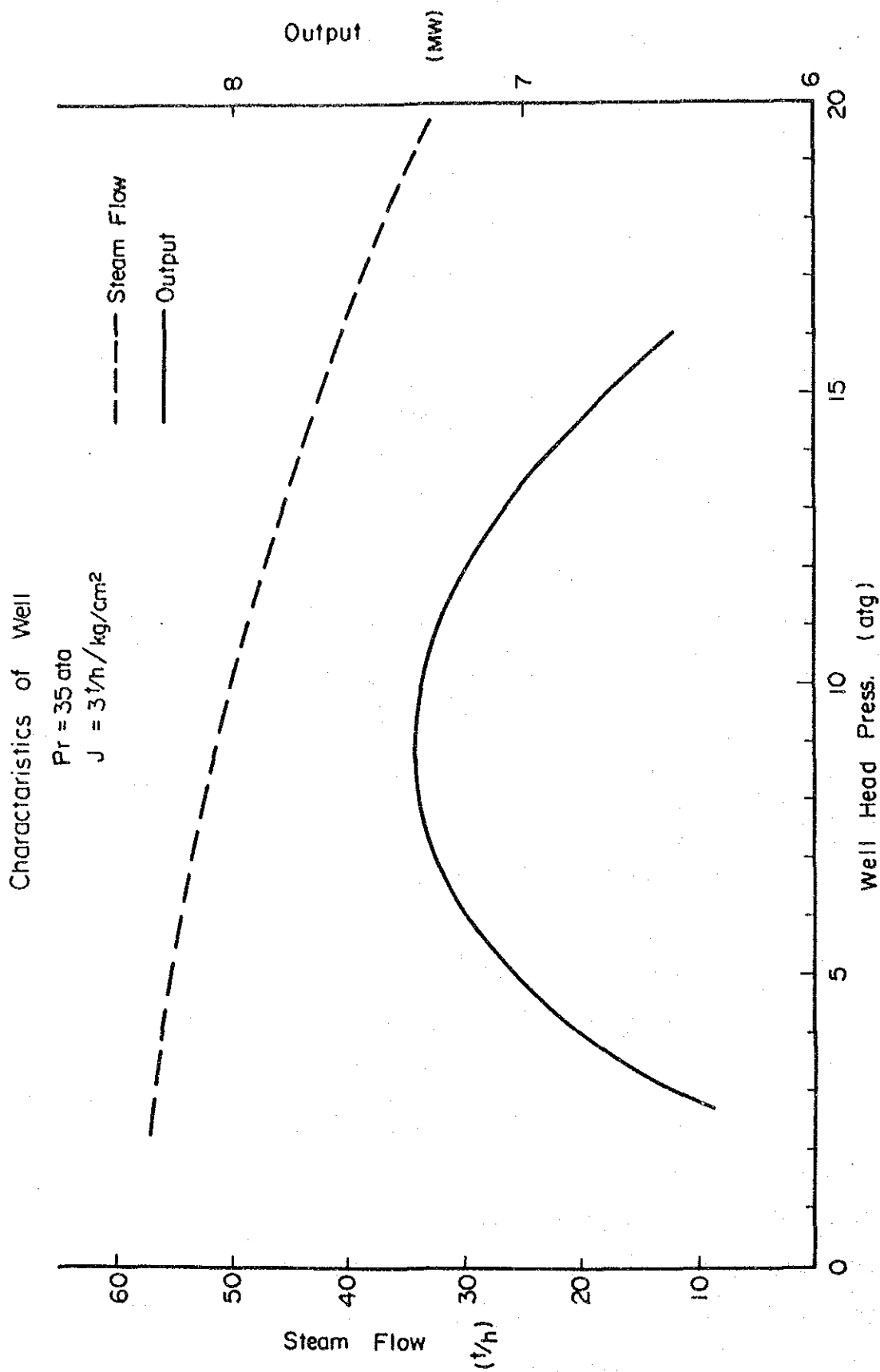


Fig. 6-2 Well Characteristics

6.2 発電所の基本設計

6.2.1 基本的レイアウト

本発電所全体のレイアウトはFig. 6-3 に示す通り、発電所本館、冷却塔、開閉所、生産井基地A、Bとこれらより発電所へつながる蒸気パイプラインおよび淡水取送水設備からなっている。発電所の位置及び構内の構造物ならびに機器の配置については、計画地域の地形・気象条件を考慮して定めている。

発電所敷地は縦120m、横80mであり、構内の主要設備のレイアウトは Fig. 6-4 に示す通りである。即ち、構内中央に発電所本館を配置し、冷却塔は卓越風向を考慮し本館北側に平行して配置する。

本館南側には開閉所を設け132kVの送電線でLoncopue変電所へ送電する。また、構内には駐車場および倉庫を設けている。

6.2.2 進入道路および敷地造成

発電所は州道の東側に接して設ける計画であるので、進入道路はこの州道から直接発電所構内に接続している。

蒸気生産基地Aの近くまでは既設の道路が通っているのでこれを改修して利用する。基地Bへの進入道路は州道から分岐して新設する。

蒸気パイプラインに沿って幅4m程度の保守・点検用道路を設ける。

発電所計画地点は、転石が散在する平坦な地形をなしているので、構造物及び機器の基礎の支持力を十分に確保するため掘削を主体として敷地造成を行うこととする。主要な構造物及び機器が配置される位置は掘削となるので、掘削と盛土が出来るだけバランスするように敷地造成を行う。

6.2.3 蒸気生産井の掘削

蒸気生産井の掘削は、第11章で述べる調査工事の結果を踏まえ、坑井の位置、深度、傾斜および方向、ケーシングプログラム等を決定して掘削する。

掘削は基地方式で行うものとし、A、B2基地より7本の掘削を行う。平均深度は1,200m、平均掘削長は1,340m、最大偏距は500m、坑井先端間隔は500m以上とする。

6.2.4 淡水取水設備

発電所用水はLago Mellizas(2)の北岸にポンプ設備を設け取水し、パイプラインで発電所に送水する。用水は主として冷却水の補給水として使用されるが一部は飲料水および雑用水としても使用される。

発電所計画地点は、最大4mの積雪が見込まれるので建屋、開閉所、駐車場、進入道路等の設備には散水融雪設備を設けることとする。

6.2.5 蒸気パイプラインおよび関連設備

坑井掘削基地をA,B 2地点想定し、発電所南西約1,200mの基地をA、東北東約400mの基地をBとして、A基地に4坑井、B基地に3坑井を掘削するものとする。

各坑井の蒸気流量は平均値(30t/h)を最小とし、これの1.2倍(36t/h)を最大値と想定して計画する。

A基地よりのパイプラインは2井をまとめ1本とし、計2本のパイプラインとする。B基地よりのパイプラインは3井をまとめ1本とする。従って各パイプラインの容量はAライン60~72t/h(×2)、Bライン92~110t/hとなる。

坑井特性より最大出力が得られる坑口圧力は9ata付近になるため、この付近の圧力レベルで設計を行う。

パイプライン口径をいずれも400mmとすると、流速は各々Aライン32~38m/s、Bライン50~60m/sとなり、その圧力損失は各々Aライン1~1.4kg/cm²、Bライン0.9~1.2kg/cm²となる。従ってタービン入口圧力を8ataとすると、坑口圧力は8.9~9.4ataとなる。

蒸気コストを50,000US\$/t/hとしてパイプライン口径の最適化チェックを行うと次のようになる。

口径を1ランク上げ450mmとすると、圧力損失が下がり蒸気量は増えるがそのメリットよりパイプライン建設費の増分の方が大きく不利である。

口径を1ランク下げ350mmとすると、パイプライン建設費は下がるが圧力損失が増え蒸気量が減り、そのデメリットの方が大きく不利である。

すなわち400mmが最適点である事が判る。

A line (1,200m)						
D mm	Cost 1 1000\$	P. loss kg/cmf	W. H. P. ata	Product t/h	Cost 2 1000\$	Total 1000\$
350	-59	2.1	10.1	61.0	+75	+16
400	Base	1.1	9.1	62.5	Base	Base
450	+61	0.7	8.7	62.8	-15	+46
B line (400m)						
350	-20	1.7	9.7	90.6	+70	+50
400	Base	0.9	8.9	92.0	Base	Base
450	+20	0.6	8.6	92.3	-15	+5

各坑井の坑口には若干の水分混入ならびに岩粉等固形物の噴出に備えサイクロン式セパレータを設置する。

管および機器の最高使用圧力および最高使用温度は、幾らかの余裕を見て各々12kg/cmf、190°Cとする。

各坑井の主蒸気ライン合流点前には坑井の運用管理のため各々流量計を設置するとともに切替弁を2個設置し、主蒸気ラインと大気放出の切り替えが可能とする。

大気放出管には必要に応じて簡易サイレンサーを設置し、蒸気の大気放出時の騒音を低減させるものとする。

蒸気パイプラインおよび関連設備の主要仕様は次のとおりである。

ル ー ト	A基地～発電所	B基地～発電所	計
坑 井 数	4	3	7
系 列 数	2	1	3
容 量 (t/h)	60~72 (×2)	92~110	220~260
流 速 (m/s)	32~38	54~64	
圧 力 損 失 (kg/cmf)	1~1.4	0.9~1.2	
坑 口 圧 力 (ata)	9.0~9.4	8.9~9.2	
管 口 径 (mm)	400	400	
管 延 長 (m)	1,200×2	400	2,800
セパレータ (基)	4	3	7
サイレンサー (基)	4	3	7
概 略 重 量 (t)	302	63	365

6.2.6 タービンおよび関連設備

基本設計構想としては、現時点で得られたデータに基づき将来の想定される若干の変化を勘案して最適点を選定した。

•タービン入口蒸気圧力

COP-3の坑井特性よりシミュレーションを行い、このシミュレーションにおいて口径を生産井規模に変更し、更に貯留層圧力の低下を10%見込み、産出指数を1/2とした場合の坑井特性を想定すると坑口圧力9 ata付近が最大出力点となる。

従ってパイプラインの圧力損失を1 kg/cm²程度考慮してタービン入口圧力は8 ataとした。

•タービン出口蒸気圧力

COP-1、-2のデータより蒸気中のガス含有量は6%wt付近に落ちつくものとして最適排気圧力を求めると0.1ata付近になるためタービン出口蒸気圧力は0.1ataとした。

- 最適化手法はタービングロス出力を30,000kWとして所要蒸気量、真空ポンプ設備費、所内動力を変動要素として各々の建設費換算レートを50,000US\$/t/h、500US\$/kW、1,500US\$/kWとしてコストミニマムを求めた。

なお、背圧タービンについてもその経済性を検討してみたが、ガス含有量は13%wt以上でないとその経済面での優位性が復水式を越えないことが判った。

•復水器型式

サイト近くに湖水があるため、表面復水器を採用し湖水の水を直接利用することも考えられるが、ポンプ動力および冷却水管、ならびにコンデンサーチューブのコストが高くなり、冷却塔設置の直接接触式復水器の方が有利という結果となった。

なお表面復水器は技術面でもチューブ表面のスケール清掃に問題が残る。

•冷却塔設計大気温度

年間平均気温は7℃であるが、夏期(1月・2月)2ヵ月は20℃となるため夏期の出力低下を5%以下に抑えるものとして、設計温度は10℃とした。

•冷却塔型式

冷却塔型式は風速が大きい事を考慮して機械通風式向流型とした。セル数は気温の変動に対応してファン運転台数を調整し易いように4セルとした。

•冷却水温度および流量

冷却塔出口水温はアプローチを6℃として16℃とした。冷却塔入口水温の過冷却度

を2.5℃として42.9℃とした。冷却水流量は復水器交換熱量と冷却水温度差より3.916t/hとなる。

●ガス抽出器型式

ガス抽出器型式としては蒸気式エジェクターも考えられるが、効率が悪く蒸気を大量に必要とする事から電動式真空ポンプとした。台数はガス量の変動に対応し易いように3台とした。

以上の検討結果、現時点で想定したタービンおよび関連設備の主要仕様は次の通りである。

(1) タービン

型 式	単流復水式蒸気タービン
定 格 出 力	30,000 kW
台 数	1 台
入口蒸気圧力	8 ata
入口蒸気温度	飽和
出口蒸気圧力	0.1 ata
蒸 気 流 量	214.3 t/h

(2) 復水器

型 式	直接接触式ローレベル型
台 数	1 基
器 内 圧 力	0.1 ata
冷却水温度（入口／出口）	16℃/42.9℃
冷 却 水 量	3.916 t/h
交 換 熱 量	1.055×10^8 kcal/h

(3) 冷却塔

型 式	両吸込誘引通風式向流型
セ ル 数	4 セル
フ ァ ン	85 kW×4
概 略 寸 法	11m×44m×10mH
冷 却 水 量	4,000 t/h
入 口 水 温	42.9℃
出 口 水 温	16℃
設計大気温度	10℃wb

(4) ガス抽出器

型 式	電動式真空ポンプ
台 数	3 台
容 量	73kg/min
電 動 機	340 kW

(5) 循環水ポンプ

型 式	立置単段渦巻式
台 数	2 台
容 量	2,000 t/h
揚 程	35m
電 動 機	250 kW

6.2.7 電気設備

主要電気設備は次のとおりとする。

(1) 発電機

型	式	横軸回転界磁三相交流型空気冷却式
容	量	33,400 kVA
力	率	90%
電	圧	11 kV
台	数	1台

(2) 主変圧器

型	式	屋外型油入風冷式
台	数	1台
容	量	33,400 kVA

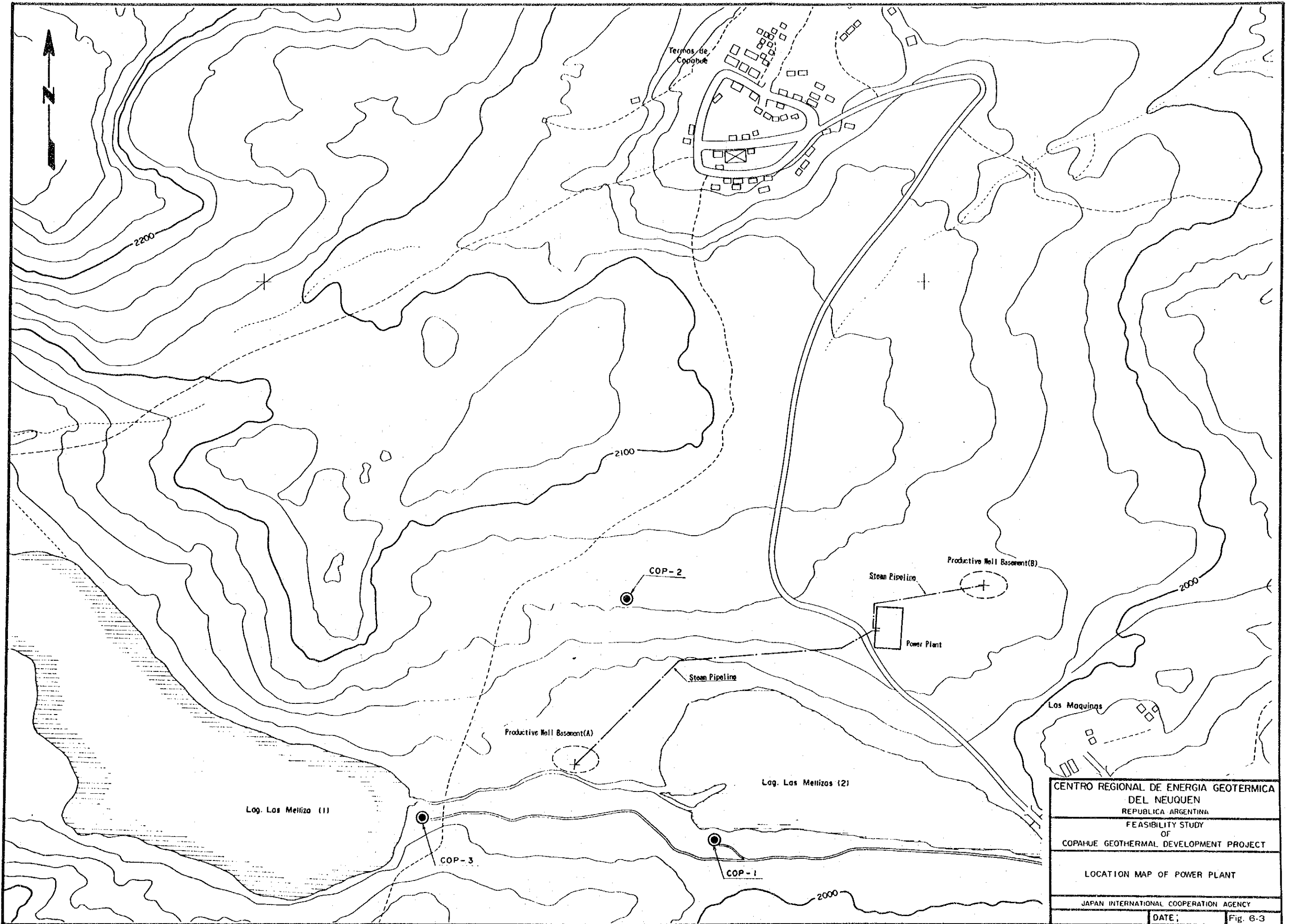
6.2.8 発電所建屋及び関連建物

発電所建屋は幅20.8m×長さ32.4m×高さ21.5mの3階建てとして計画している。1階はポンプ室（真空ポンプ、冷却水循環ポンプ）、タンク室、電気室等からなっている。2階はバッテリー室、リレー室及び事務室を配置する。3階はメインフロアであって、タービン発電機室及び中央制御室からなっている。

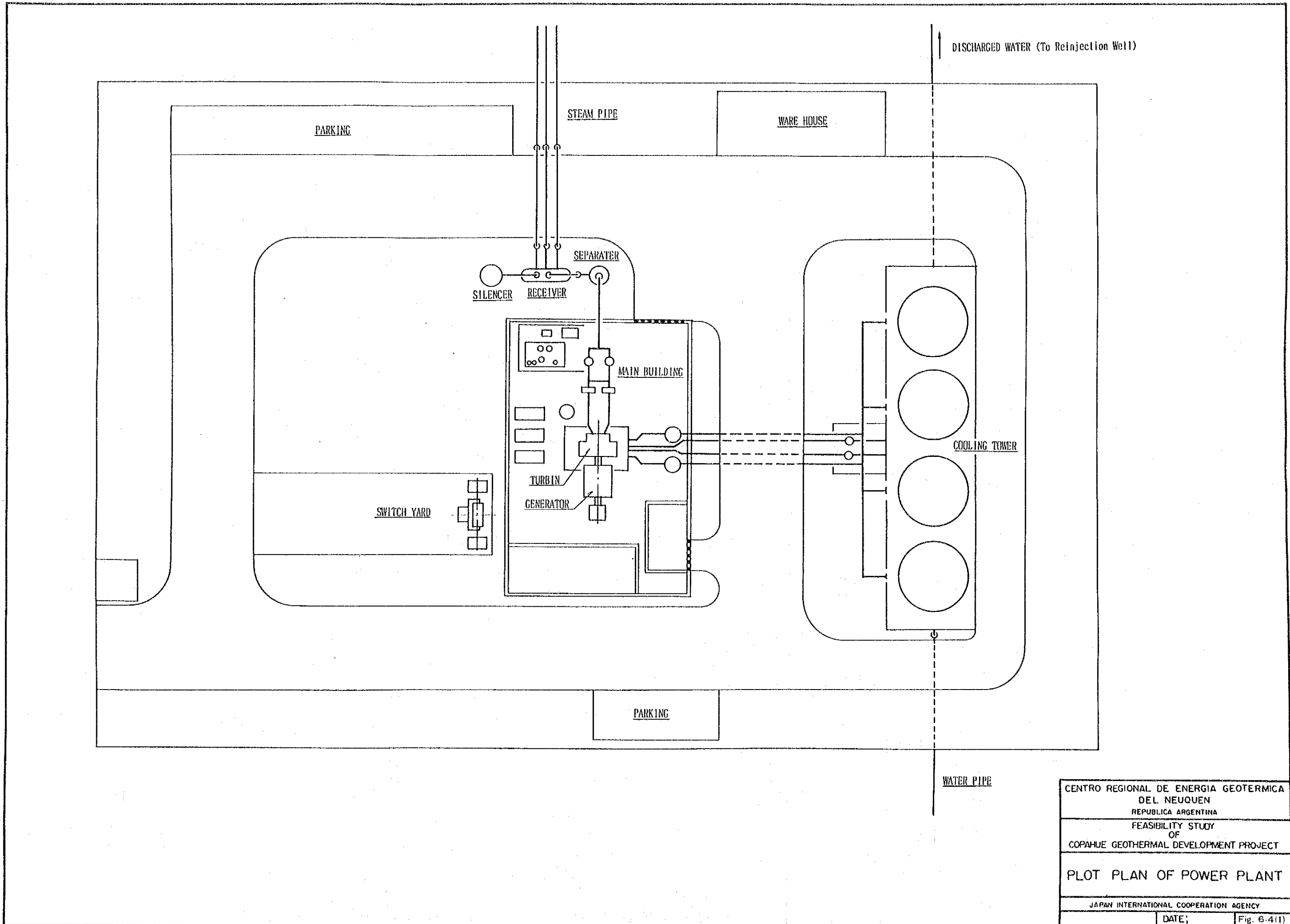
機器搬入口は本館の南西角に設け1階から3階まで吹き抜けとする。

建屋の構造は梁が長いこと、風荷重及び積雪荷重が大きいこと等を考慮して、鉄骨構造と、鋼板製の壁の組み合わせによる構造として設計している。

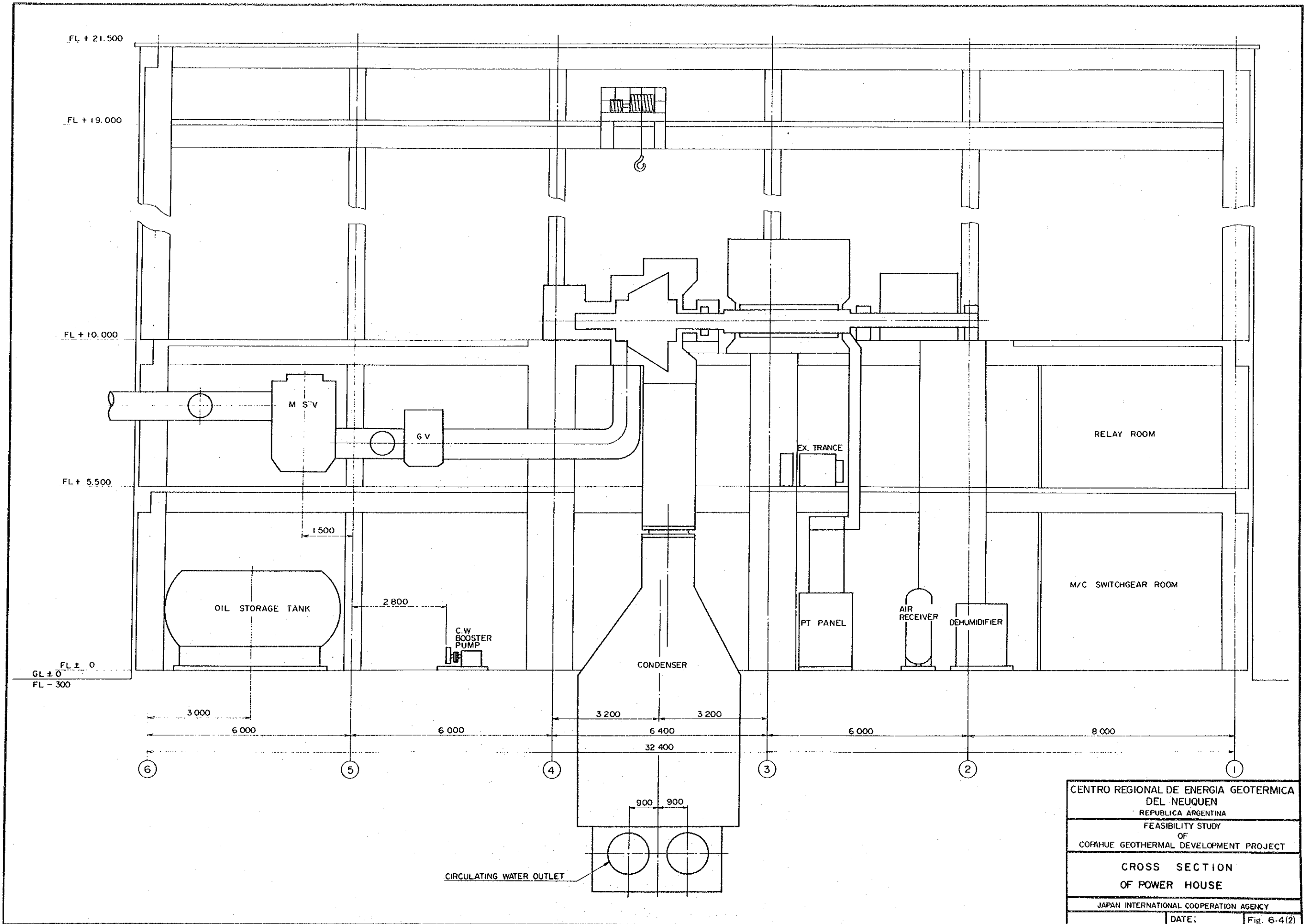
構内の関連建物としては、駐車場、倉庫等があるがこれらの建物も鉄骨、鋼板製の構造として設計している。



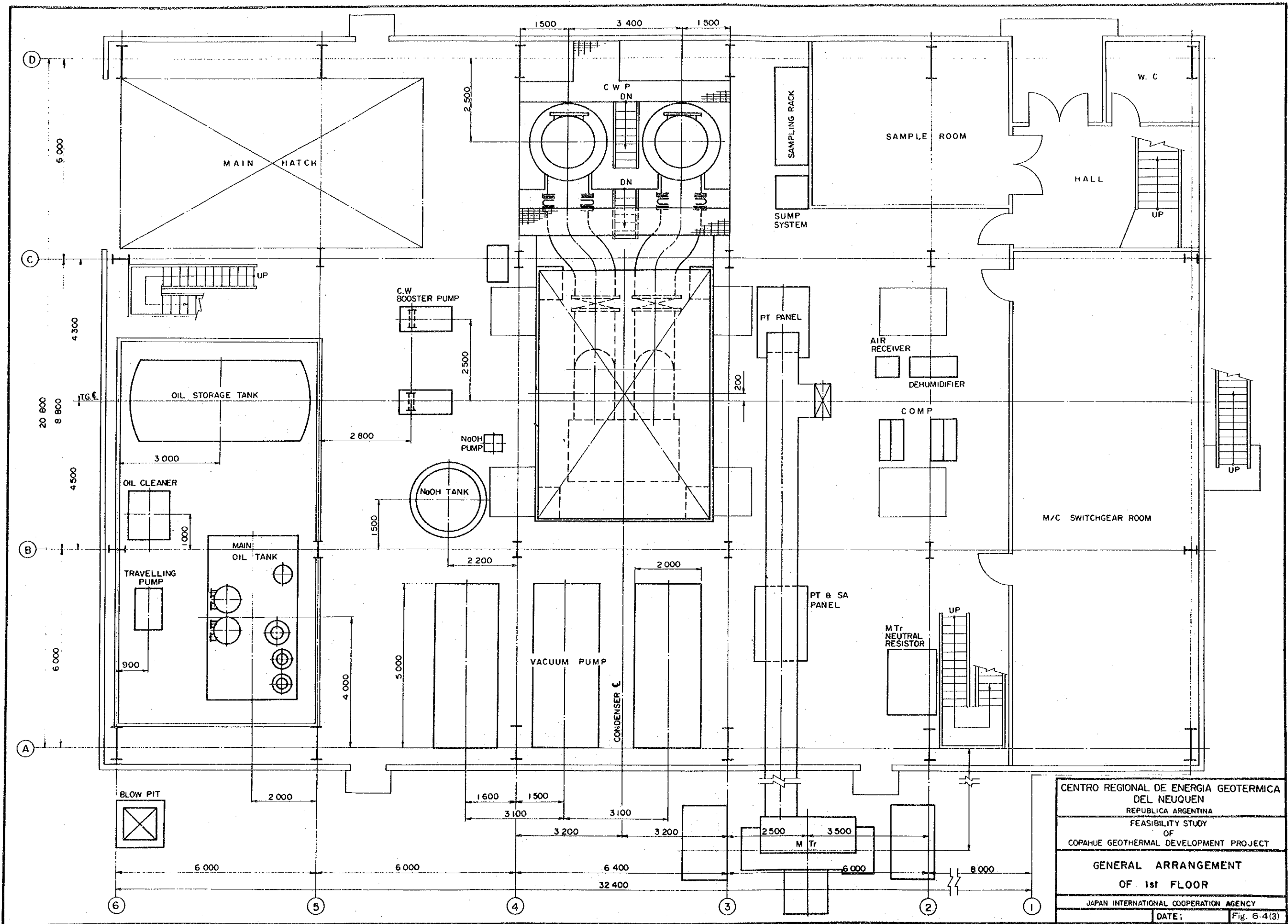
CENTRO REGIONAL DE ENERGIA GEOTERMICA DEL NEUQUEN REPUBLICA ARGENTINA	
FEASIBILITY STUDY OF COPAHUE GEOTHERMAL DEVELOPMENT PROJECT	
LOCATION MAP OF POWER PLANT	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	
DATE:	Fig. 6-3



CENTRO REGIONAL DE ENERGIA GEOTERMICA DEL NEUQUEN REPUBLICA ARGENTINA	
FEASIBILITY STUDY OF COPAHUE GEOTHERMAL DEVELOPMENT PROJECT	
PLOT PLAN OF POWER PLANT	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	
DATE;	Fig. 6-4(1)



CENTRO REGIONAL DE ENERGIA GEOTERMICA DEL NEUQUEN	
REPUBLICA ARGENTINA	
FEASIBILITY STUDY OF COPAHUE GEOTHERMAL DEVELOPMENT PROJECT	
CROSS SECTION OF POWER HOUSE	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	
DATE:	Fig. 6-4(2)



CENTRO REGIONAL DE ENERGIA GEOTERMICA
 DEL NEUQUEN
 REPUBLICA ARGENTINA
 FEASIBILITY STUDY
 OF
 COPAHUE GEOTHERMAL DEVELOPMENT PROJECT
**GENERAL ARRANGEMENT
 OF 1st FLOOR**
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
 DATE: _____ Fig. 6-4(3)