

Fig. 5-60 Map of confirmed and whole areas

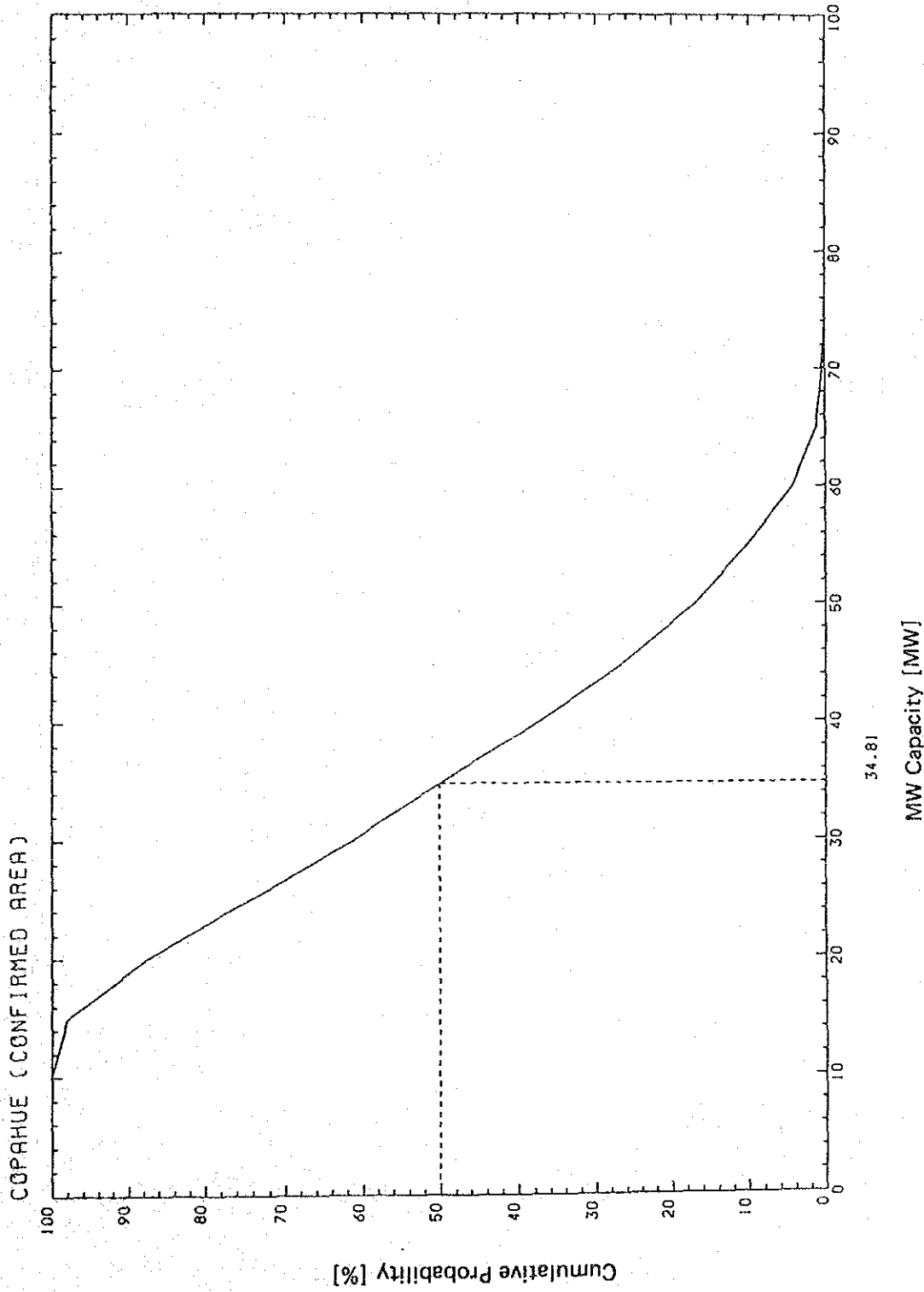


Fig. 5-63 Cumulative Probability of MW Capacity, Confirmed Area

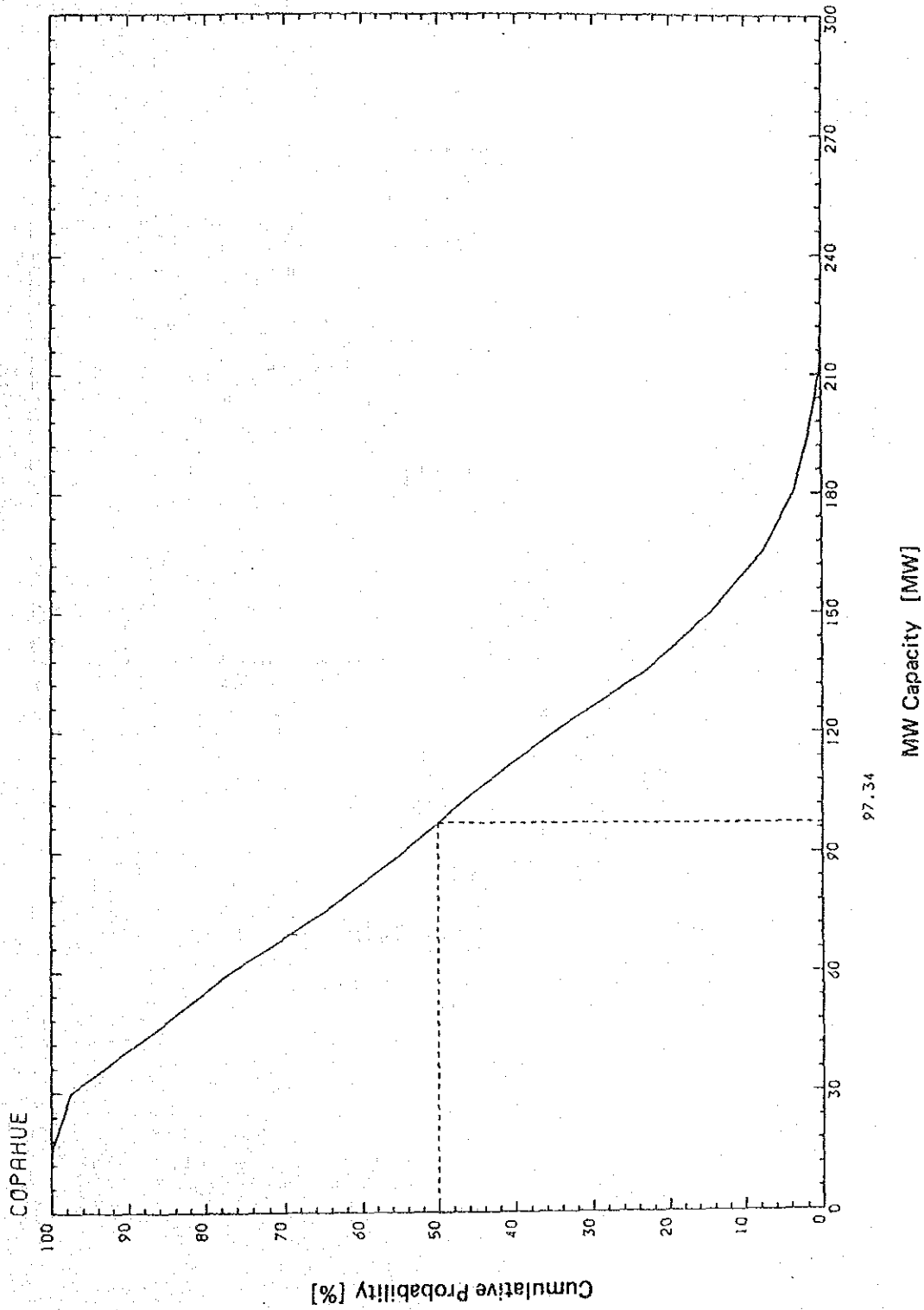


Fig. 5-68 Cumulative Probability of MW Capacity, Whole Area

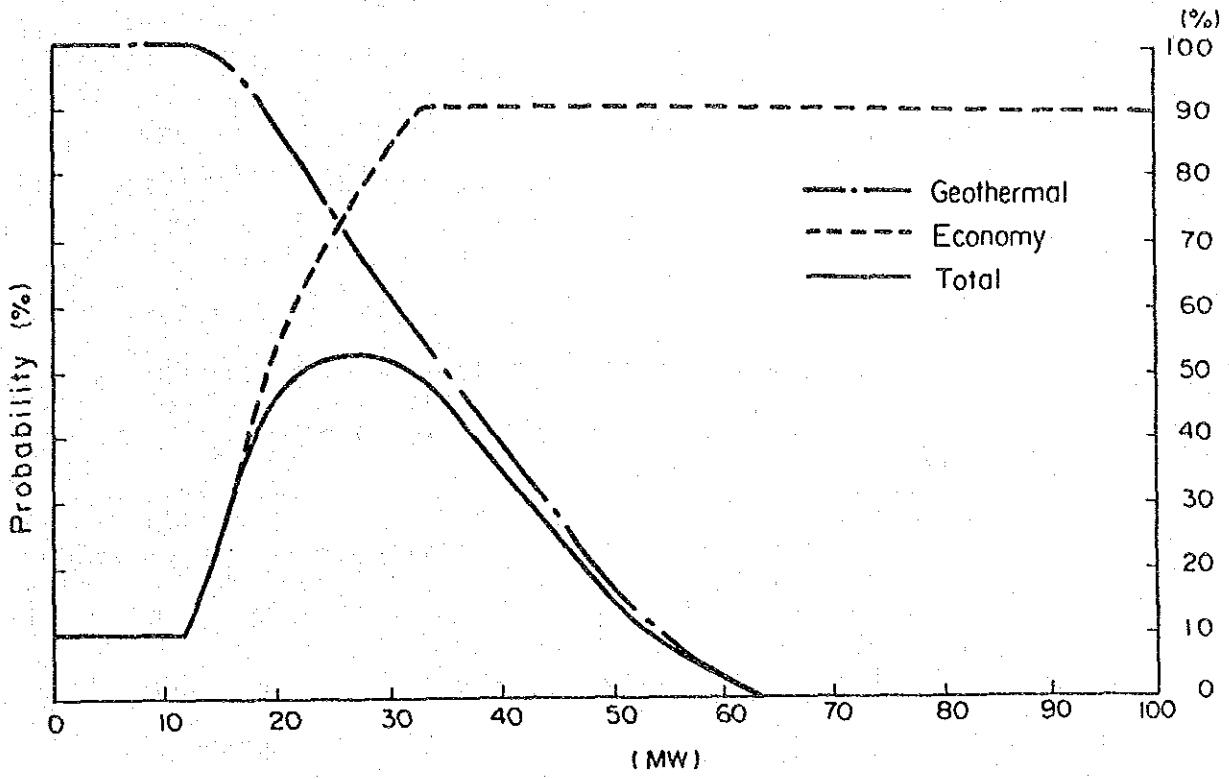


Fig. 5-71 Evaluation Curve of Plant Capacity

第6章 発電設備の予備設計

6.1 予備設計条件

(1) サイト条件

サイトはNeuquén州西部、Chile国境近くのAndes山脈中の標高2,000m付近にあり、周囲2 km以内には人家はない。サイトは年間平均気温7℃の寒冷地であり、年間を通して西風が強い。降水量は年間1,200mm程度で、積雪は3～4 mである。サイト近くに湖があり、用水の取水は容易である。

(2) 発電所位置の選定

発電所位置は蒸気井に近く、冬期に雪が吹き溜まらない平坦地で湖水の取水が容易であり、かつ既設道路に接した地点を選定した。

(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)
坑井減衰率	初期2年間 15% 3～5年 8% 6年以降 3%

(4) プラントの運転条件

運転条件はベースロードとし、利用率85%、所内率6%、年間発電量2.1億kWhとする。

(5) プラントの基本特性

プラントの基本特性は地熱蒸気直接利用復水タービンで、復水器冷却は冷却塔使用の直接冷却方式とする。発生電力は132kVでEPENの電力系統に併入する。

6.2 発電プラントの基本設計

(1) 道路

道路は既設の州道があり、新設道路は坑井掘削基地までの僅かな部分である。

(2) 整地

選定したプラント地点は平坦であり、整地は極めて容易である。

(3) 生産井の掘削

生産井の掘削は、基地方式とし、二箇所の基地より7本の傾斜掘りを行う。生産井の平均深度は1,200mとし、掘削長は平均1,340m、偏距は500m以下とする。生産井相互間隔は先端で500m以上とする。

(4) 取水設備

取水は近くの湖水(Lago Las Mellizas)よりポンプアップして行う。

(5) 蒸気パイプラインおよび関連設備

発電所南西約1,200mのA基地(4坑井)より2本、東北東約400mのB基地(3坑井)より1本、計3本のパイプラインにより蒸気輸送をおこなう。容量はAライン60~72t/h(×2)、Bライン100~120t/h(×1)となり、パイプ口径はA、Bとも400mmとする。各坑口にはセパレータ、サイレンサー、流量計等を設ける。

(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、将来想定される若干の変化を勘案して最適点を選定した。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とおりである。

(a) タービン		
型式		単流復水式蒸気タービン
出力		30,000kW×1
入口蒸気圧力/温度		8 ata/飽和
出口圧力		0.1 ata
蒸気流量		214.3 t/h
(b) 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
冷却水量		3,916 t/h
(c) 冷却塔		
型式		両吸収誘引通風式向流型
ファン		85kW×4
概略寸法		11m×44m×10mH
冷却水量		4,000 t/h
入口/出口水温		42.9/16℃
設計大気温度		10℃wb
(d) ガス抽出器		
型式		電動式真空ポンプ
容量		73kg/min×3
電動機		340kW×3
(e) 循環水ポンプ		
型式		立置単段渦巻式
容量		2,000t/h×2
揚程		35m
電動機		250kW×2

(7) 電気設備

主要電気設備は次のとおりである。

(a) 発電機		
型式		横軸回転界磁三相交流型空気冷却式
容量		33,400kVA×1
力率		90%
電圧		11kV

(b) 主変圧器

型式

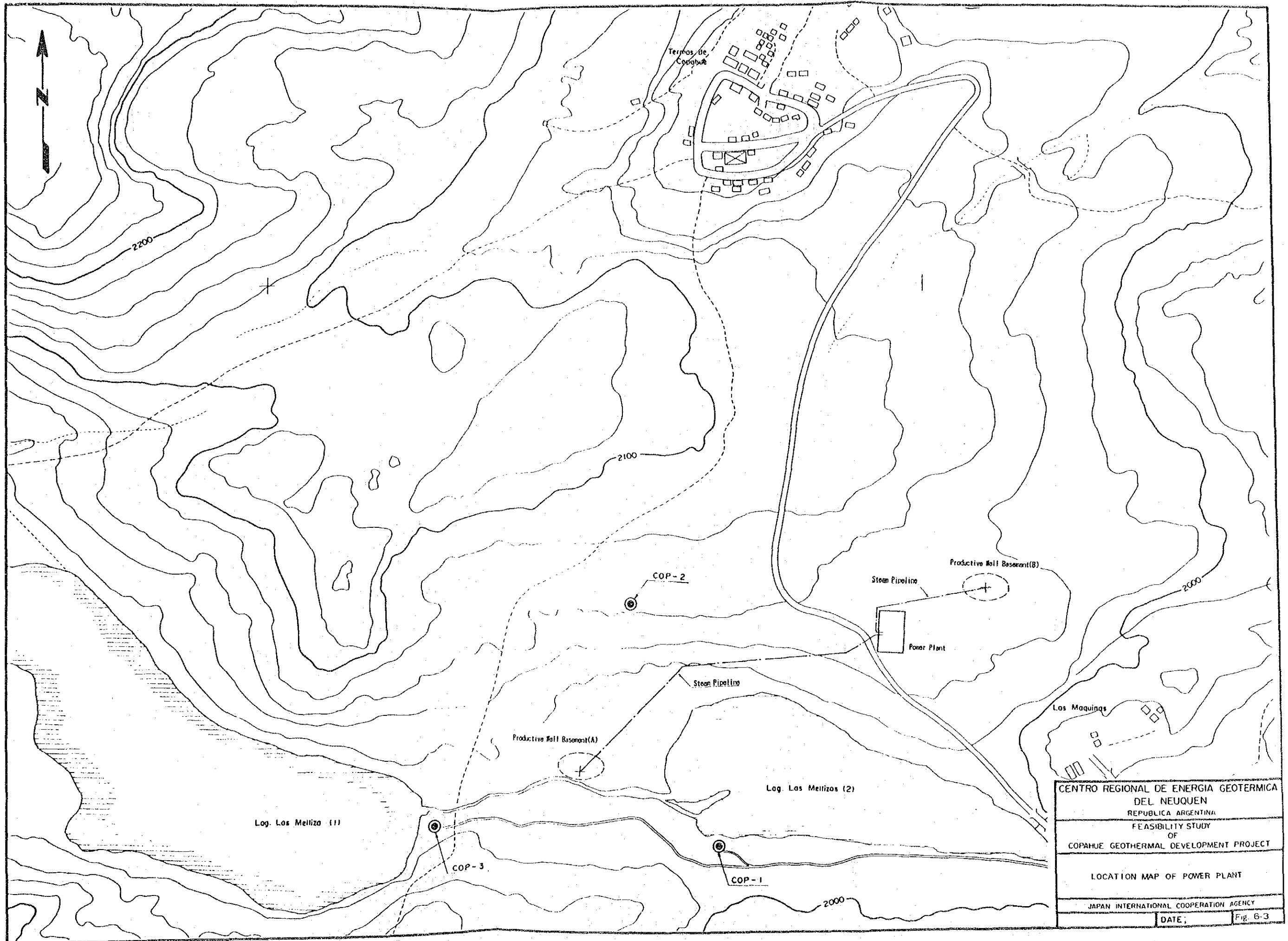
屋外型油入風冷式

容量

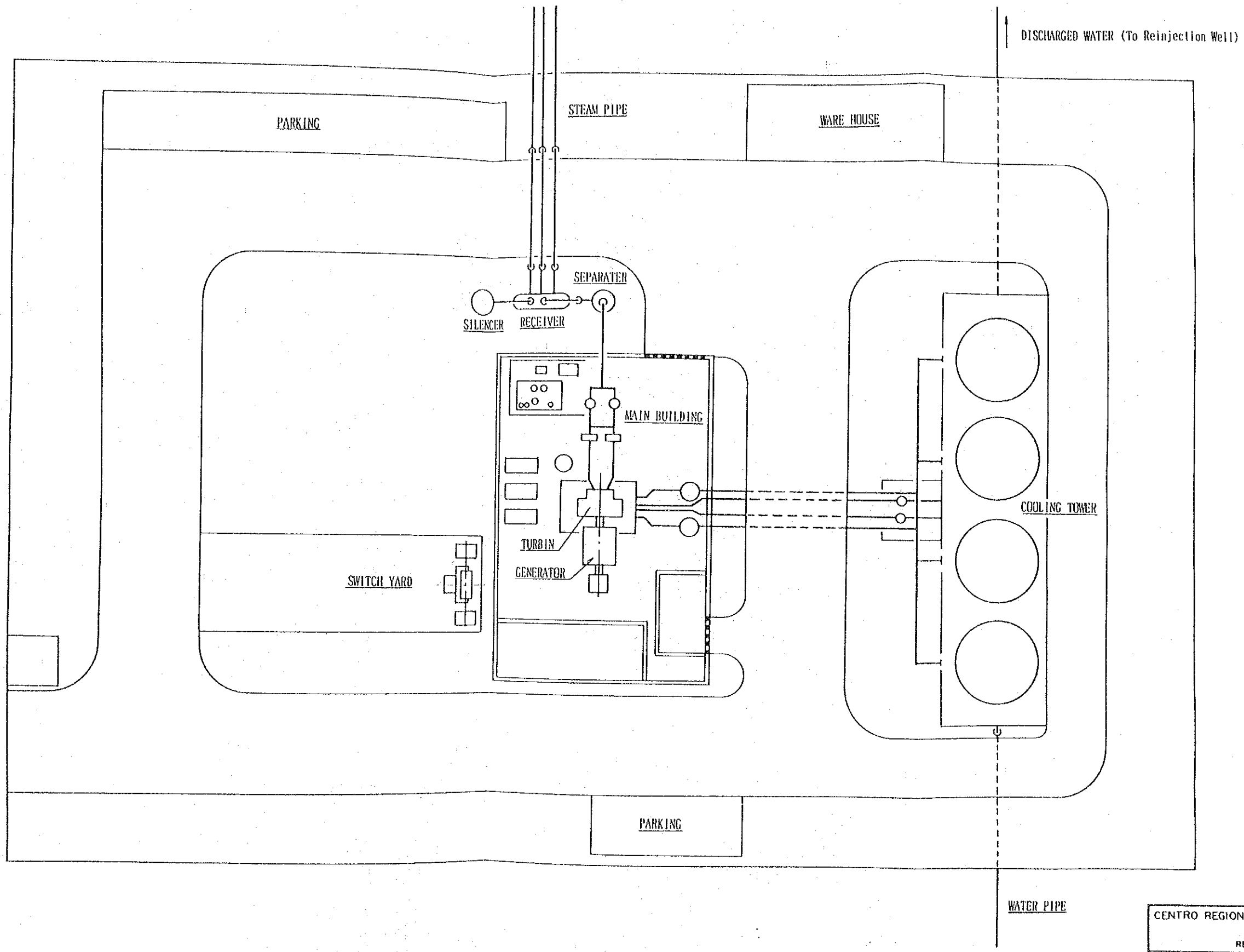
33,400kVA×1

(8) 発電所建屋

発電所建屋はスチールストラクチャー 3階建て32m×20m、延べ床面積約2,000㎡である。



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)

7.1 基本計画

本計画に基づく地熱発電所は当面30MWを開発し、将来、蒸気条件、電力需要などを勘案しながら規模の拡大を行う。以下に基本計画を示す。

(1) 発電機設置台数

システムの末端であること、十分なバックアップ電源があることから発電設備は30MW 1基として工事費の経済化と、運転・保守の簡易化を図る。

(2) 開閉所の融雪対策

現地は冬期3m程度の積雪があるので開閉所は融雪池とし、融雪用水を流す。用水は冷却塔の補充水から分岐する。このようにすると、屋外開閉所の132kV機器に標準架台の採用が可能となる。

(3) 13.2kV回線の引き出し

CopahueおよびCaviahueへの電力供給のために主変圧器3次から13.2kV回線が引き出される。この回線は15kV電力ケーブルによって屋内の13.2kVキュービクルに引き込まれ、改めて15kV電力ケーブルにて屋外に引き出し、送電柱上にて架空電線に接続する。このようにすれば13.2kV系統は雪害をうけない。

(4) 132kV系統のループ化

本計画による30MW発電設備の有効活用のためには、EPEN北系統、中央系統はループ化することが是非共必要である。この措置はEPENによって実施されるものとする。

7.2 系統解析

30MW地熱発電所がLoncopueにて132kVループ系統に接続されるものとして電力系統解析を実施した。線路定数等はEPENの設定値をそのまま使用した。

電力潮流解析結果は30MWの投入により、系統各部の電圧分布、電流分布が検証され、支障なく送電が行えることがわかった。本計画の関連箇所の電力潮流につき説明を加えると以下の通りである。

- ① Copahue地熱発電所とLoncopue SS.を結ぶ132kV送電線(80km)の電圧降下はCopahue PS.定格出力の場合1.5%で許容範囲内にある。
- ② Loncopue～Norquin～Chos MalalおよびLoncopue～Zapalaの132kV送電線は亘長が長く潮流が軽いため、線路のもつ静電容量により系統電圧を上昇させる。このためLoncopue SS.付近の系統電圧は定格電圧に近い値を維持する。
- ③ Copahue PS.の発生電力の殆どはZapala SS.およびCutral Co SS.で消費される。短絡電流計算により、系統各部の遮断容量を決定し、実施設計時の遮断器設定の指針とした。本計画で新設されるCopahue PS.およびLoncopue SS.新設部分の短絡電流は以下の通りである。

	Copahue PS.	Loncopue SS.
132kV 母線	1.2 kA	1.6 kA
13.2kV発電機端	12.0 kA	—
35MVA 主変圧器 3次	4.9 kA	—
Loncopue 主変圧器 3次	—	1.5 kA

7.3 発電所単線接続図および所内回路

詳細実施設計の指標とするために発電所単線接続図を設定した。主な点は下記の通りである。

(1) 発電機励磁方式

交流励磁方式を採用し、保守の省力化を図った。

(2) メタル・グラッド・キュービクル収納の真空遮断器の採用

発電機並列用遮断器、配電用遮断器などは真空遮断器を採用し、保守の省略化と安全性に配慮する。

(3) 所内変圧器

乾式、屋内キュービクル収納型として保守の省力化と安全性に配慮する。所内主変圧器容量は別途に計画した発電所400V/220V回路の電動機容量などから、2,500kVA、13.2kV/400V、3φとする。

(4) 400V所内回路主遮断器の遮断容量の計算

遮断容量50kAとなることを検証した。

(5) 直流回路設計

発電所の制御用電源

非常灯用電力供給

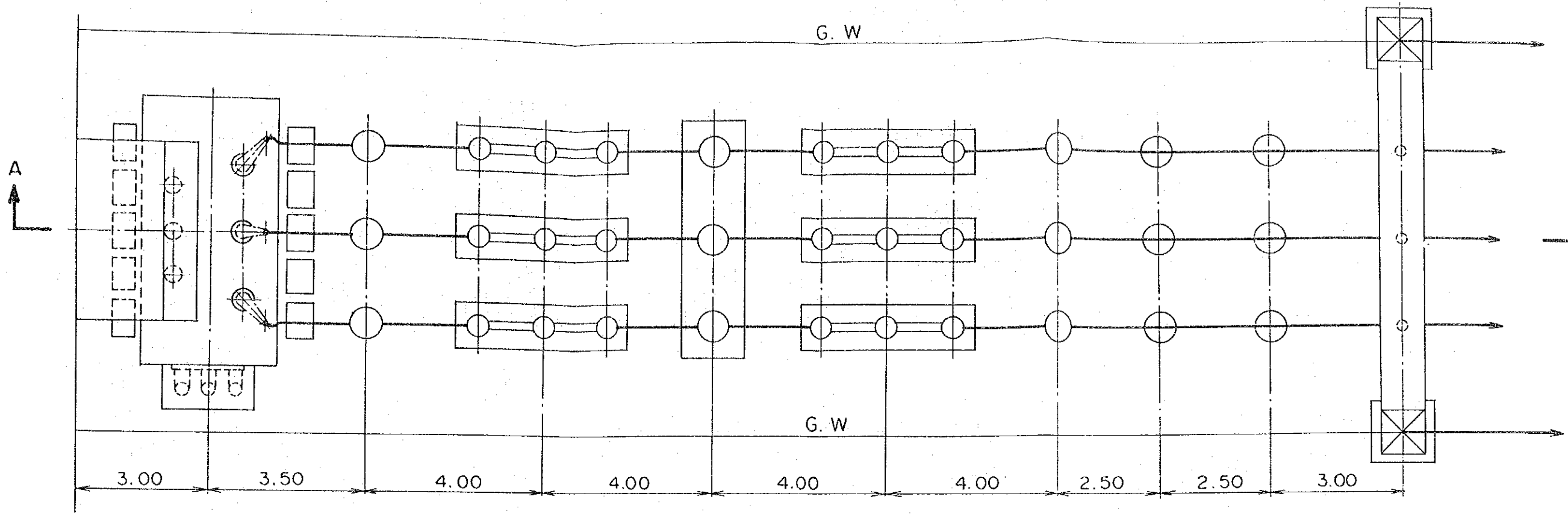
非常用タービン潤滑ポンプ電流

通信用電源

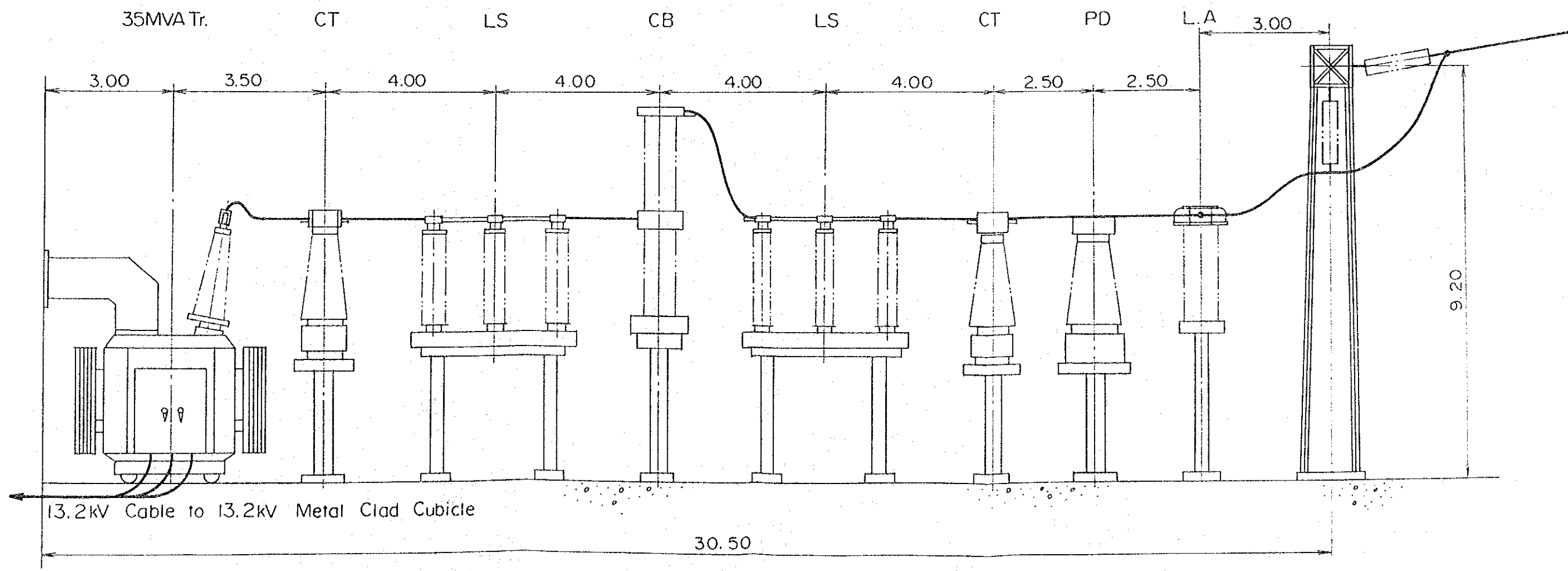
などで直流電源が必要となる。検討の結果、10時間率で1,200AH DC100Vの蓄電池を設置することにし、充電装置は20kWを採用し、常時はフローティング方式で使用する。

通信用電源は別に通信用蓄電池は使用せず、DC100V回路にDC/DCインバータを接続し、これから所要の通信用直流電力を供給することを提案する。

いずれにしても詳細設計時に更に十分な検討が必要である。

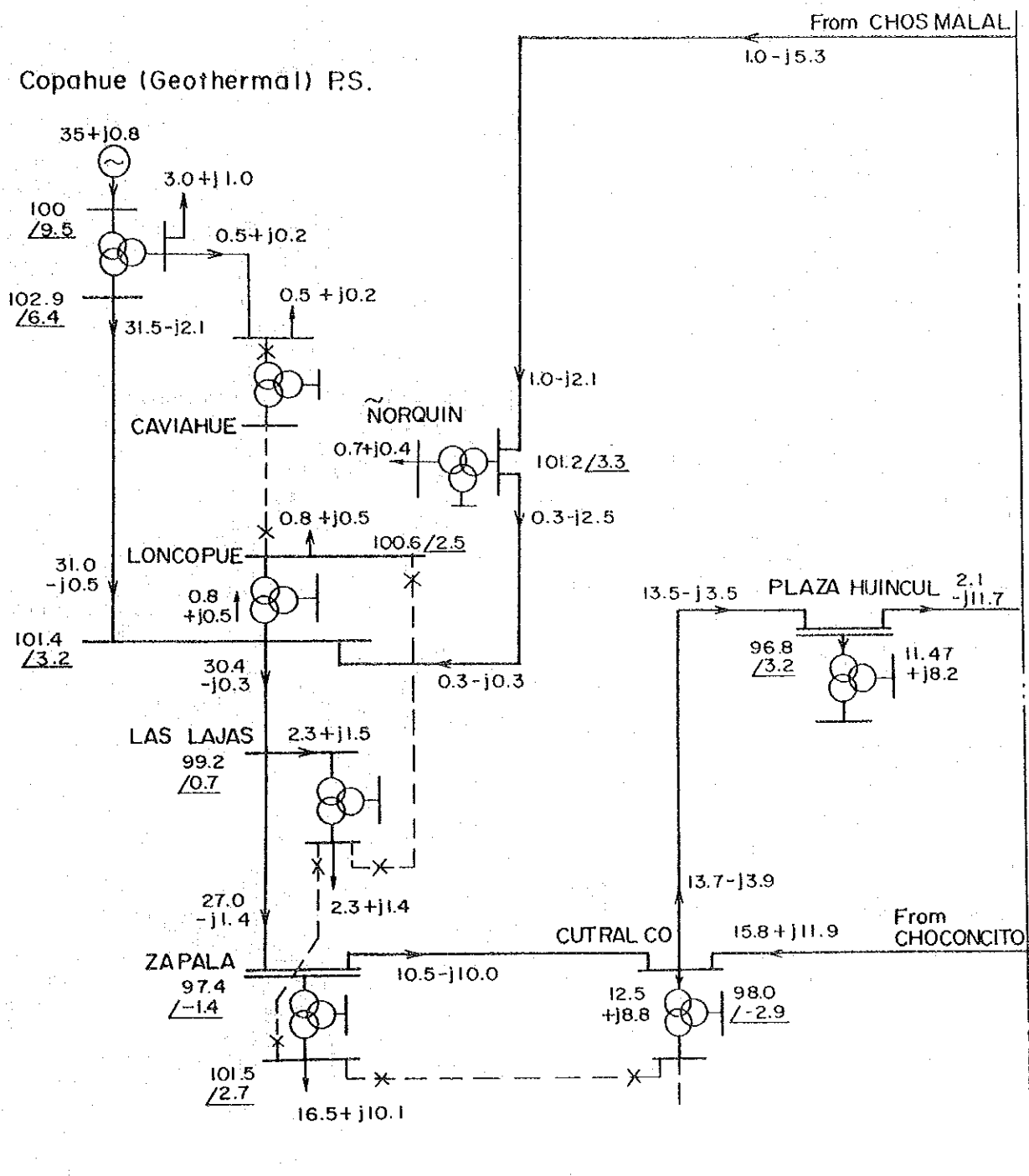


PLAN



SECTION A-B

Fig. 7-1 COPAHUE GEOTHERMAL P.P. SWITCH YARD



Legend

$P + jQ$ MW, MVar

V / θ % / deg.

Fig. 7-4 Power Flow Diagram by Cophue P.P. Commissioning

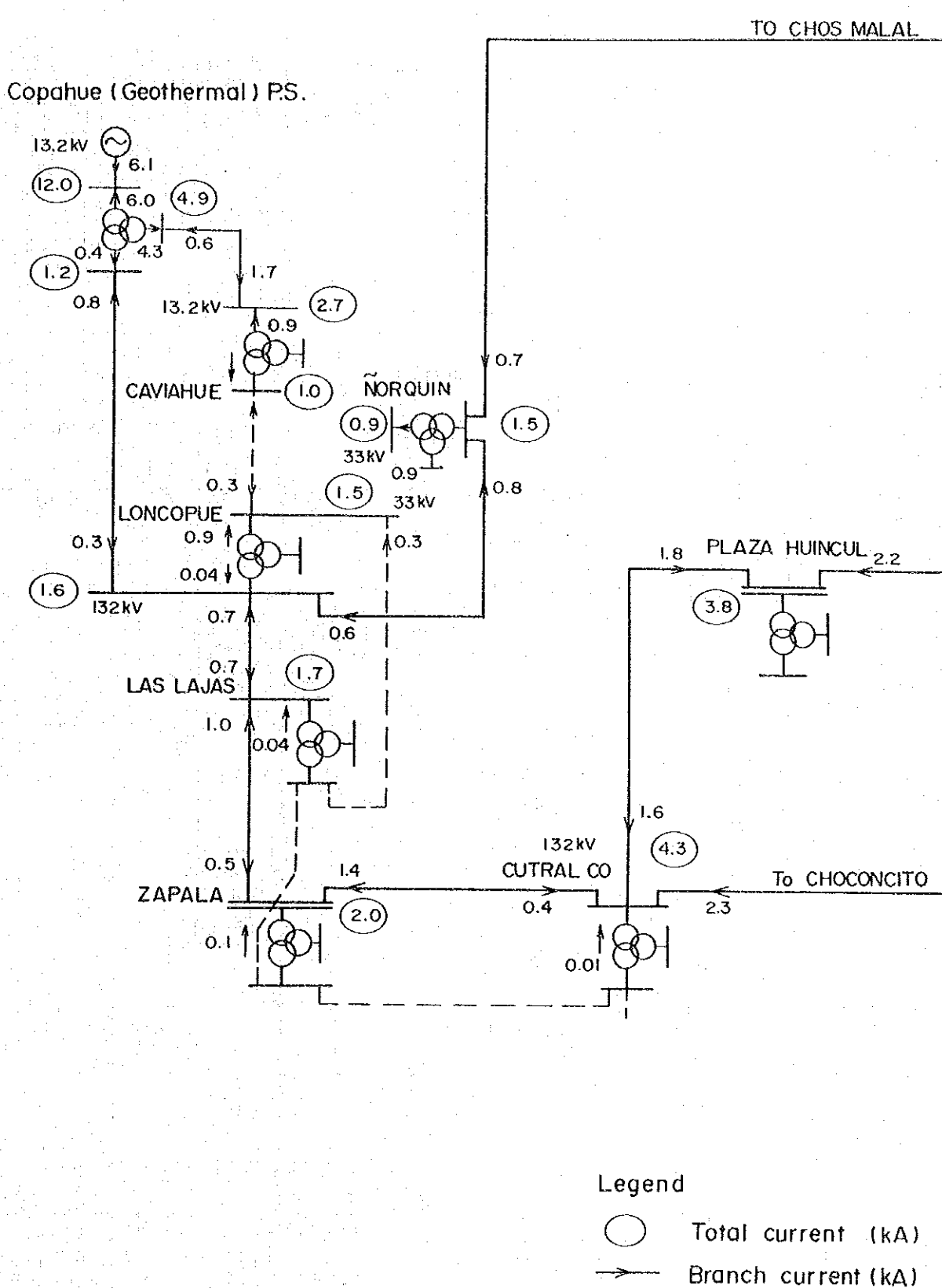


Fig.7-5 3 ϕ Short Circuit Diagram by Copahue P.P. Commissioning

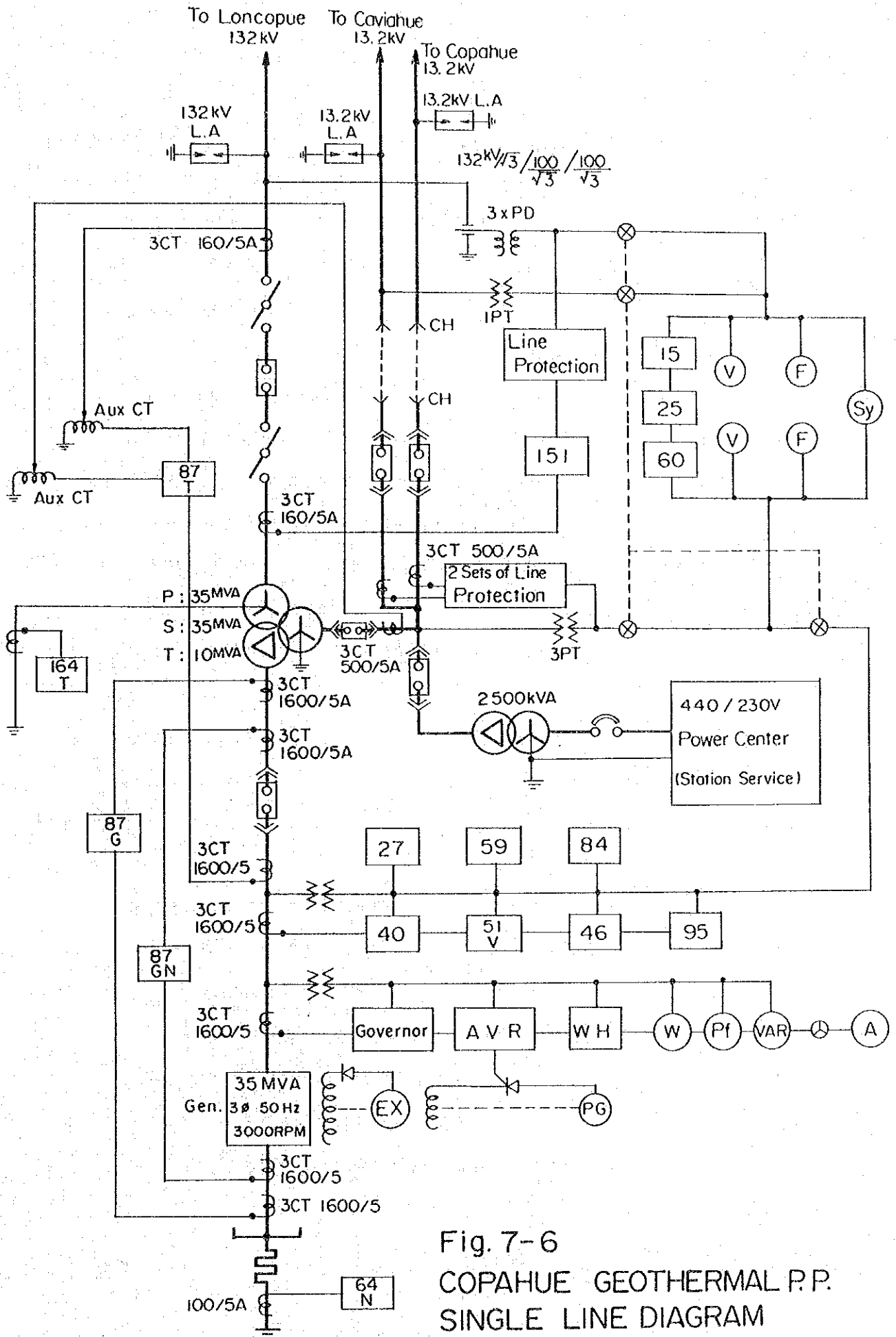


Fig. 7-6
 COPAHUE GEOTHERMAL P.P.
 SINGLE LINE DIAGRAM

8.1 建設工事工程

(1) 工事着手前の諸手続き

工事着手前の諸手続きとしては、資金調達、用地取得および淡水利用交渉、融資承認、入札書類の作成、コンサルタントの選定、契約者の選定がある。これらの手続きには2年を要するものと見積られる。

(2) 発電所本体工事前の工事

発電所本体工事前の工事としては、坑井掘削を行い噴気試験・坑井評価・貯留層評価を実施し、目標発電出力の70%程度を確認する時点までである。更にキャンプ設備等の準備工事を実施しておくことが必要である。

坑井掘削は800mから1,400mの蒸気卓越型の貯留層を狙って掘削することが必要であり、上記の出力を確認するためには最低4坑井が必要と考えられる。坑井の掘削本数はその生産性によって多少の変動が考えられるが、ここでは7本必要であると見積もっている。

発電所本体工事前の工事期間は坑井掘削の工程が支配的であり、2.5年を要するものと見積られる。

(3) 発電所本体工事

発電所本体工事には、蒸気配管、タービン、発電機、冷却水設備、発電所本館等の発電所本体工事、開閉所、送電線、一次変電所設備の工事及びこれら発電設備に関連する付帯工事が含まれる。

発電所本体工事の着工及び機器発注は、目標発電出力の約70%を確認した時点とする。発電プラントの主要機器は輸入するものとし、発注から製作、据付、試運転完了までの期間は2.5年を要するものと考えられる。

以上の条件を考慮すると本発電所建設工事工程は最低5年を要するものと判断する。

(4) 年次別建設工事概要

年次別建設工事の概要は以下の通りである。

初年度	坑井掘削	1本	噴気試験・坑井評価
2年度	坑井掘削	1～2本	噴気試験・坑井評価
3年度	坑井掘削	1～2本	噴気試験・坑井評価、発電所着工、整地、 主機発注、道路整備
4年度	坑井掘削	1～2本	噴気試験・坑井評価、基礎・建屋
5年度	坑井掘削	1～2本	噴気試験・坑井評価、機器据付、パイプライン 送電線、付帯設備、試運転、その他

8.2 建設計画

(1) 資機材の輸送

国産の資機材は最寄りの産地より陸送する。輸入資機材は最寄りの港湾までは海上輸送とし、そこからはトラックまたはトレーラにより陸送する。サイト付近の道路は砂利道路であるので、グレーダーで補修を、また積雪期には除雪を行なう必要がある。

(2) 建設用設備

坑井掘削設備、工所用電力設備等の建設用設備と重機類が必要である。建設要員のキャンプ地はCaviahueとし、30人分程度の宿泊設備を設ける。

(3) 主機据付工事計画

タービンは天井クレーンにより据え付ける。発電機は重量が大きいので仮ブロック上にモータークレーンで吊り上げた後横引きする。冷却塔の組立・据付には周辺に十分なスペースを要する。送電線工事は補機の試運転前に、蒸気パイプラインはタービン通気前に完了する必要がある。

8.3 概算工事費

建設工事費の算出に当たっては、類似プロジェクトを参考にした。直接工事費については積上げ方式とし、間接費については適切な係数を用いて算出した。積算は1991年12月時点の価格を基準として行なった。

Table 8-1 ROUGH CONSTRUCTION COST

Unit :1,000US\$

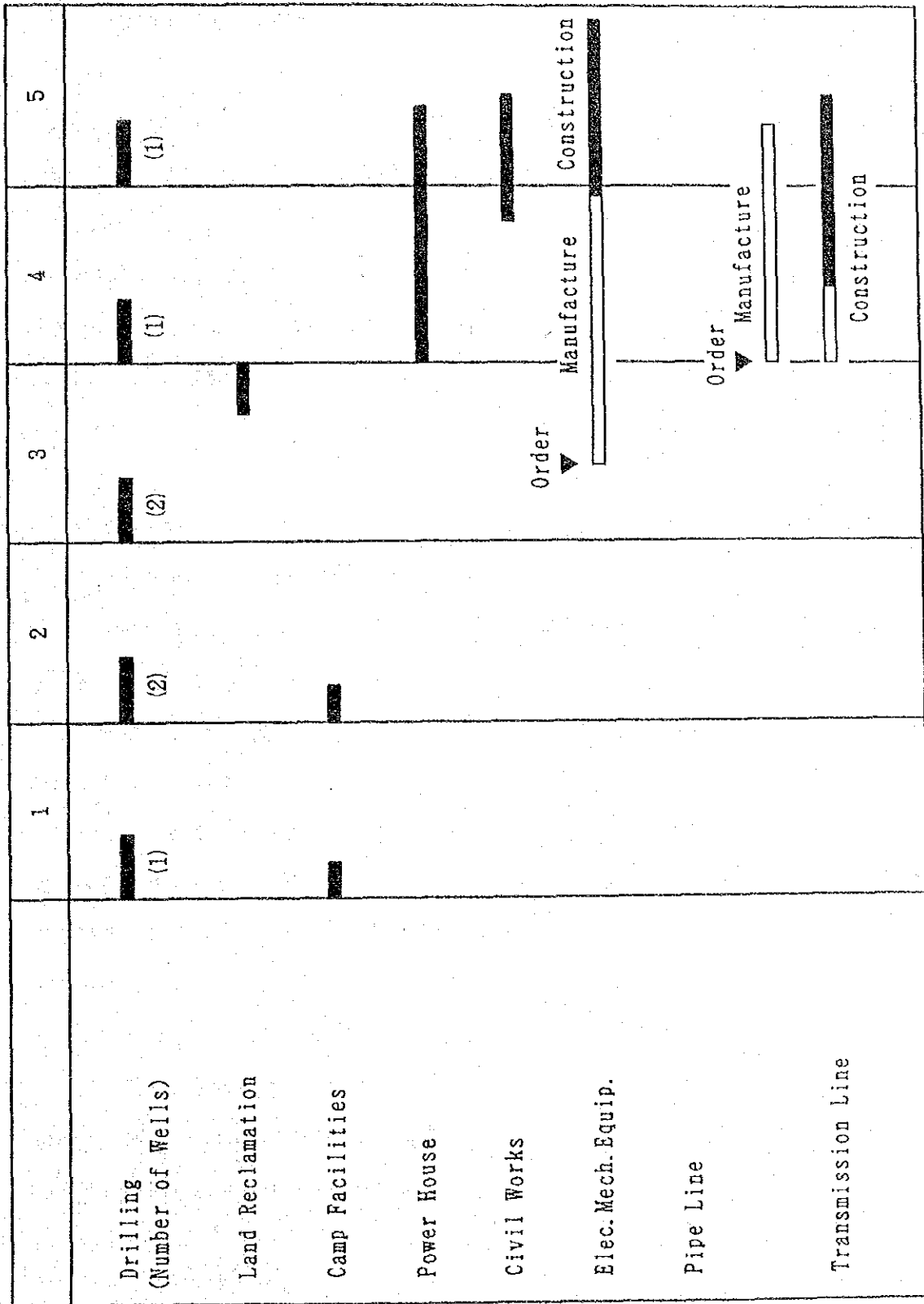
Item	Foreign Portion	Domestic Portion	Total
Direct Cost	12,970	36,074	49,044
Indirect Cost	2,119	2,537	4,656
Total	15,089	38,611	53,700

Table 8-2 Breakdown of Estimated Construction Cost

Unit: 1,000 US\$

Item	Construction Cost		
	F.C.	D.C.	Total
1. Direct Cost			
1) Land Reclamation		220	220
2) Camp Facilities		1,198	1,198
3) Civil Works		13,062	13,062
a) Production Well Drilling		8,442	8,442
b) Powerhouse and Building		3,790	3,790
c) Other Facilities		830	830
4) Electro-Mechanical Equipment	12,970	14,050	27,020
a) Turbine and Generator	12,970	11,770	24,740
b) Other Equipment		2,280	2,280
5) Transmission Line		7,544	7,544
Total of Direct Cost	12,970	36,074	49,044
2. Indirect Cost			
1) Physical Contingency	648	1,804	2,452
2) Consultant Fee	1,471		1,471
3) Administration Cost		733	733
Total of Indirect Cost	2,119	2,537	4,656
Grand Total	15,089	38,611	53,700

Fig. 8-1 CONSTRUCTION SCHEDULE



第9章 環境の現状と対策

9.1 一般的な環境に関する条件

(1) 要 旨

当発電所計画地点の周辺環境条件を述べる前に先ず念頭におくべきことは発電所計画地点がCopahue州立公園の中に存在することである。

このCopahue州立公園は、広さが約280haであり、当公園は1937年Copahue温泉地帯の国有保護区として出発し、1957年より、Neuquén州の管轄下におかれ、州温泉局が維持管理を行っている。従って当州立公園の保護、計画、管理基準等、十分周知して、今後の発電所計画もこの州立公園との共存、共栄の範ちゅう内で、進められるべきである。

(2) 自然環境条件

当発電所周辺の年平均的気温は約7℃前後で、冬期3ヶ月の月平均気温は-5～-10℃にも達する。また、年平均風速約20m/sの強風が吹き、降雨量は年約1200mmで、とんどが冬期の降雪によるものである。

地形的には、Chile国境との山脈が分水嶺であり、発電所計画地点は、Agrio川の流域にある。

植生は、ほとんどが準砂漠、荒地、一部が「上流域の草本灌木複合体」であり、州立公園全体で見るとアルゼンティンにおける北限とされている高度1,800m以下の露頭岩や斜面上に成育するaraucaria等の特有な種の植生範囲は、発電所から最短約3kmしか離れていないなど、公園全体についても当発電所の建設による大気、排水等により悪影響を与えないよう十分に保護する必要がある。

一方、動物（脊椎動物）の生息標高限界は当公園の場合、2,050mとなっており、脊椎動物に限ってみても、固有種など保護すべき動物も少なくないので、植物と同様に発電所の建設によりこれらの成育を阻害しないよう細心の注意が必要である。

9.2 社会状況

1991年の人口調査の結果、Copahue, Caviahue をあわせた人口は約400人である。

発電所周辺地域は、気象的にもまた、岩肌の露出した土地柄から農業には適せず夏期には数集団の遊牧がみられる。温泉を利用した大規模な保養設備があり、夏の間は賑わっているが冬期は閉鎖される。また州立を含め数軒のホテルや体育館等の設備があって、特に冬のスキーシーズンには観光客が多い。

発電所計画地点周辺では考古学的価値のある遺跡は気候条件の厳しさから、存在する可能性は少ないと考えられる。

9.3 発電所建設に伴う環境に与える影響と対策

(1) ガス及び水

発電所及び生産井等から排出されるものとして、生産井よりの噴出物、発電に直接使用された冷却排水、及び発電所運用に係わる一般排水が考えられる。

(a) 生産井よりの噴出物

生産井より排出されるガスのうち周辺の生物環境に与える影響の最も大きいものとしては硫化水素ガス (H_2S) がある。

発電所から排出される H_2S 濃度は調査井の実績によると約 300~700ppmと推測されるが、冷却塔から排出される量はかなり少ないと予想され、当地点の場合、年平均風速が20m/sを超えるので、拡散効果により最大着地濃度は相当減衰することが推定される。

具体的対策として復水器から、ガス抽出装置によって抽出されたガスは、冷却塔ファン入口に導き大量の排出空気及び蒸気により希釈混合したものを冷却ファンで上空に噴出させる等の対策を考えている。

また当地点はほとんどがガスであり、冷却塔からのオーバーフロー水は、還元井を利用して地下深部へ還元する。

(b) その他

一方、発電所運用に係わる一般排水は、10 t/hのオーダで少量であるが、浄化槽及び油分離槽を設けて処理する。

(2) 騒音対策

当発電所に関連する施設の主要騒音源としては、建屋内の蒸気タービン、発電機、冷却塔散水音、冷却塔ファン等である。

当発電所計画地点は山岳地帯に存しているが、Las Maquinas保養施設、Copahue温泉村があり、観光客に対する影響を考慮して、発電所には温水ポンプの本館建屋内設置、冷却塔ファンの回転数の低下等の騒音対策を講じる。

(3) 周囲の温泉等への影響

当発電所計画地点の周囲には、Copahue温泉、Las Maquinas保養施設があり、地熱発電所を建設した際の周囲の有用施設への影響が懸念される。

これに対し現在調査井が噴気状況を続けているが、周囲の温泉等施設、湯沼、噴気群等の湧出量、泉温、噴気状況等に特段の変化が生じていないことを考えれば、今後も発電所を建設し、生産井を地下深部まで挿入したとしても周辺温泉等の浅部地下水系に与える影響はほとんどないものと考えられる。

(4) 景観対策

観光上の景観面に対する環境保全の立場から、構造物の高さをなるべく低いものとし、色彩も周囲環境と調和した配色とするよう配慮する。

(5) 発電所建設工事中の環境対策

発電所建設工事中の土木、建築、機器据付工事に伴う水質汚濁、騒音、資機材輸送等が周辺及び道路交通環境に与える影響に対しても十分な軽減対策を講じる。

10.1 経済評価

代替設備アプローチ法を採用し、純現在価値 (NPV)、便益費用比率 (B/C)、経済的
内部収益率 (EIRR) を求める。本計画の便益となる代替設備としては、本計画と同等の
発生電力量を有する天然ガスを燃料とするガスタービン発電設備を選定した。代替発電
設備はEl Mangrulloに設置することとし、燃料である天然ガスも同地で産出されるもの
を使用する。本計画と代替電源を比較する地点は共に発電所から最寄りのEPENの132kV
ループ系統に接続される既設変電所入口とした。すなわち本計画の発生電力が送られる
Loncopue変電所および代替電源の発生電力が送られるZapala変電所における受電電力量
を同一のものと仮定して比較を行なうこととした。その結果、以下に示す通りいずれも
経済的に本計画が成立することが判明した。

NPV : 3,977,000 US\$ (割引率 10%)

B/C : 1.10 (割引率 10%)

EIRR : 12.67% (機会費用 12%)

10.2 財務評価

「現金割引フロー法」により財務的内部収益率 (FIRR) を求める。財務的便益は電力
料金収入とし、EPENの平均売電単価 0.044US\$/kWh を用いて年間有効発生電力量 (
206,580MWh) を販売可能電力量として便益を算定した。その結果、下記の通り財務的に
本計画が成立することが判明した。また資金返済計画を作成し、運開後7年目には黒字
になることが判明した。

FIRR : 12.33% (予想借入金利率 8%)

10.3 総合評価

(1) 発電原価

本計画により発電される電気の発電原価をアルゼンティン国エネルギー庁で使用さ
れている方式にて試算した。その結果 0.0365US\$/kWh となった。

(2) 総合評価

上記から本計画は経済的・財務的に充分成立することが確認された。これに加え、本計画の開発に伴ない派生する以下の間接的効果も考慮し、本計画は経済・財務・社会的に開発を促進するに値する計画であるということが結論づけられる。

- (a) 石油代替のための新エネルギー源の開発促進に役立つ。
- (b) 南米で最初の本格的な地熱発電所となるため、本計画の建設・運転・保守を通じて地熱発電技術の習得が行われ、同地域に対し技術の普及・伝播が可能となる。
- (c) Caviahue-Copahueを中心とする本計画周辺地区の地域振興に寄与する。
- (d) EPENの電力系統の最末端である Caviahue - Copahue の電力供給の質、信頼度の向上に寄与する。

Table 10-3 Economic Cost and Benefit Flow

No.	Economic Cost Flow				Economic Benefit Flow				B-C
	Investment	O & M	Well Drill	Total	Investment	O & M	Fuel Cost	Total	
1	1,534			1,534				0	-1,534
2	2,506			2,506				0	-2,506
3	5,335			5,335				0	-5,335
4	10,331			10,331	6,448			6,448	-3,883
5	26,272			26,272	23,588			23,588	-2,684
6		849	1,013	1,862		1,355	2,208	3,563	1,701
7		849	1,013	1,862		1,355	2,208	3,563	1,701
8		849	540	1,389		1,355	2,208	3,563	2,174
9		849	540	1,389		1,355	2,208	3,563	2,174
10		849	540	1,389		1,355	2,208	3,563	2,174
11		849	203	1,052		1,355	2,208	3,563	2,511
12		849	203	1,052		1,355	2,208	3,563	2,511
13		849	203	1,052		1,355	2,208	3,563	2,511
14		849	203	1,052		1,355	2,208	3,563	2,511
15		849	203	1,052		1,355	2,208	3,563	2,511
16		849	203	1,052		1,355	2,208	3,563	2,511
17		849	203	1,052		1,355	2,208	3,563	2,511
18		849	203	1,052		1,355	2,208	3,563	2,511
19		849	203	1,052		1,355	2,208	3,563	2,511
20		849	203	1,052		1,355	2,208	3,563	2,511
21		849	203	1,052	21,140	0	0	21,140	20,088
22		849	203	1,052		1,355	2,208	3,563	2,511
23		849	203	1,052		1,355	2,208	3,563	2,511
24		849	203	1,052		1,355	2,208	3,563	2,511
25		849	203	1,052		1,355	2,208	3,563	2,511
26		849	203	1,052		1,355	2,208	3,563	2,511
27		849	203	1,052		1,355	2,208	3,563	2,511
28		849	203	1,052		1,355	2,208	3,563	2,511
29		849	203	1,052		1,355	2,208	3,563	2,511
30		849	203	1,052		1,355	2,208	3,563	2,511
31		849	203	1,052		1,355	2,208	3,563	2,511
32		849	203	1,052		1,355	2,208	3,563	2,511
33		849	203	1,052		1,355	2,208	3,563	2,511
34		849	203	1,052		1,355	2,208	3,563	2,511
35		849	203	1,052		1,355	2,208	3,563	2,511
Total	45,978	25,470	8,721	80,169	51,176	39,295	64,032	154,503	74,334
Present Value		8%		42,828				51,584	8,756
		10%		38,304				42,281	3,977
		12%		34,589				35,395	806

EIRR 12.67%

B/C 8% 1.20

10% 1.10

12% 1.02

Table 10-9 Unit Generation Cost

Unit	Discount Rate	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Initial Investment	1000US\$	53,700											
Operation & Maintenance	1000US\$	1,906	3,120	6,502	10,243	31,829	80	80	80	80	80	80	80
Additional Well Drilling	1000US\$						1,266	1,266	675	675	675	675	675
Total Cost	1000US\$	1,906	3,120	6,502	10,243	31,829	2,246	2,246	1,655	1,655	1,655	1,655	1,655
Present Value in 1991	1000US\$	1,906	2,836	5,374	7,596	21,808	1,395	1,288	849	772	702	645	475
Accumulated P.V. in 1991	1000US\$	1,906	4,742	10,116	17,812	39,620	41,014	42,282	43,131	43,903	44,605	45,081	
Generation	GWh	6,300,000											
Present Value in 1991	GWh	130,993	118,540	107,783	97,967	89,060	80,964						
Accumulated P.V. in 1991	GWh	130,993	248,933	356,696	454,663	543,723	624,687						
Unit cost	mills/kWh												

Unit	Discount Rate	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025		
Initial Investment	1000US\$																										
Operation & Maintenance	1000US\$	980	980	980	980	980	980	980	980	980	980	980	980	980	980	980	980	980	980	980	980	980	980	980	980	980	980
Additional Well Drilling	1000US\$	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253
Total Cost	1000US\$	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233
Present Value in 1991	1000US\$	432	393	357	325	295	268	244	222	202	183	167	151														
Accumulated P.V. in 1991	1000US\$	432	825	1,182	1,507	1,792	2,050	2,283	2,491	2,674	2,832	2,966	3,078														
Generation	GWh	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	
Present Value in 1991	GWh	73,604	66,912	60,890	55,300	50,212	45,702	41,547	37,770	34,337	31,215	28,377	25,798														
Accumulated P.V. in 1991	GWh	698,291	765,204	826,033	881,333	931,605	977,307	1,018,854	1,056,625	1,090,961	1,122,177	1,150,534	1,176,352														

Unit	Discount Rate	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Initial Investment	1000US\$												
Operation & Maintenance	1000US\$	880	880	880	880	880	880	880	880	880	880	880	880
Additional Well Drilling	1000US\$	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253
Total Cost	1000US\$	1,133	1,133	1,133	1,133	1,133	1,133	1,133	1,133	1,133	1,133	1,133	1,133
Present Value in 1991	1000US\$	138	125	114	103	94	85	76	68	61	54	48	
Accumulated P.V. in 1991	1000US\$	48,457	48,583	48,686	48,800	48,894	48,979	49,057	49,128	49,192	49,250	49,303	49,352
Generation	GWh	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000
Present Value in 1991	GWh	23,452	21,320	19,332	17,620	16,118	14,862	13,838	12,935	12,141	11,446	10,842	10,320
Accumulated P.V. in 1991	GWh	3,199,804	3,221,125	3,240,507	3,258,127	3,274,145	3,288,707	3,301,945	3,313,980	3,324,921	3,334,861	3,343,809	3,352,129

Calculation conditions:
 Base year: 1991
 Service life: 30 years
 Fixed O & M Cost: 979,500 US dollars

Sensitivity analysis of price
 8%: 31.18 mills/kWh
 10%: 36.50 mills/kWh
 12%: 42.20 mills/kWh

第11章 今後の調査

(1) 確認地域に対する調査

地熱貯留層の広がりや断層系にどの様に地熱流体が賦存しているかを明らかにする必要がある。前者についてはCOP-2およびCOP-3を電極として、流電電位法を実施する。後者については、流電電位法の結果も考慮して位置を選定し、生産井サイズの調査井を断層に向けて掘削する。この時には、傾斜掘とすることが必要である。

深度800m以深で蒸気卓越型の地熱貯留層に達する事が考えられ、全量逸水状態となり、通常の泥水循環工法では掘削を続けられなくなることが予想される。従って、空気混入泥水工法を適用し、可能な限り掘削を続け、坑井を仕上げる事が望ましい。最終ケーシングの深度は800mより浅くし、確実なフルホールセメンテーションを行うことが必要である。地層の状況より、径を細くし摩擦を増やすことになるプロダクションケーシングの挿入は必要ないと思われる。しかしながらCOP-2のように堆積岩が出た場合にはプロダクションケーシングの挿入が必要となるだろう。掘削状況によりケーシング挿入の要、不要を判断することが必要である。

(a) 流電電位法の実施

電極井 : COP-1、3

測点配置 : 電極井を中心に半径1kmの範囲に100点を配置する。

測定法 : 電極井を切り替えながら、同測点位置で2回ずつ測定する。

電極井を一方の電極とし、無限電極を他に設け、電流を流し、測点における電位を測定する。

(b) 調査井の掘削

掘削長 : 1,200m 傾斜 : 鉛直より30° 本数 : 1本

最終口径 : 8 5/8 in. 最終ケーシング深度 : 800m

(2) 全体地域に対する調査

地質構造や各種の物理探査および地化学調査等より三角な地域にも地熱貯留層の賦存が考えられるが実証のためのボーリングは掘られていない。地層のシーケンスは確認地域と大きくは変わらず、Las Mellizas FormationのなかのBrittleな部分が断層等により亀裂を多く持ち、地熱貯留層を形成していることが考えられる。

調査の手順としては、Las Maquinillas付近で断裂系が交差し亀裂の多いと思われる箇所に、生産井規模の調査井を掘削し、地熱流体の賦存状況を直接に調査する。同時に、電気的な精査として、CSAMT法を確認地域を含む全体地域において実施する。この調査井が噴気に成功した場合は、流電電位法をこの井戸を電極として実施し、次の調査井の位置を決定する。貯留層の広がりを実証するために小口径の地質構造ボーリングを2～3本実施する。これらの調査結果より生産井の掘削位置を決定する。

(a) CSAMT法

6 測線、60測点

(b) 調査井の掘削

掘削長 : 1,200m 傾斜 : 鉛直より30° 本数 : 1本

最終口径 : 8^{5/8} in. 最終ケーシング深度 : 800m

(c) 流電電位法

電極井 : 調査井

測点配置 : 電極井を中心に半径1kmの範囲に100点を配置する。

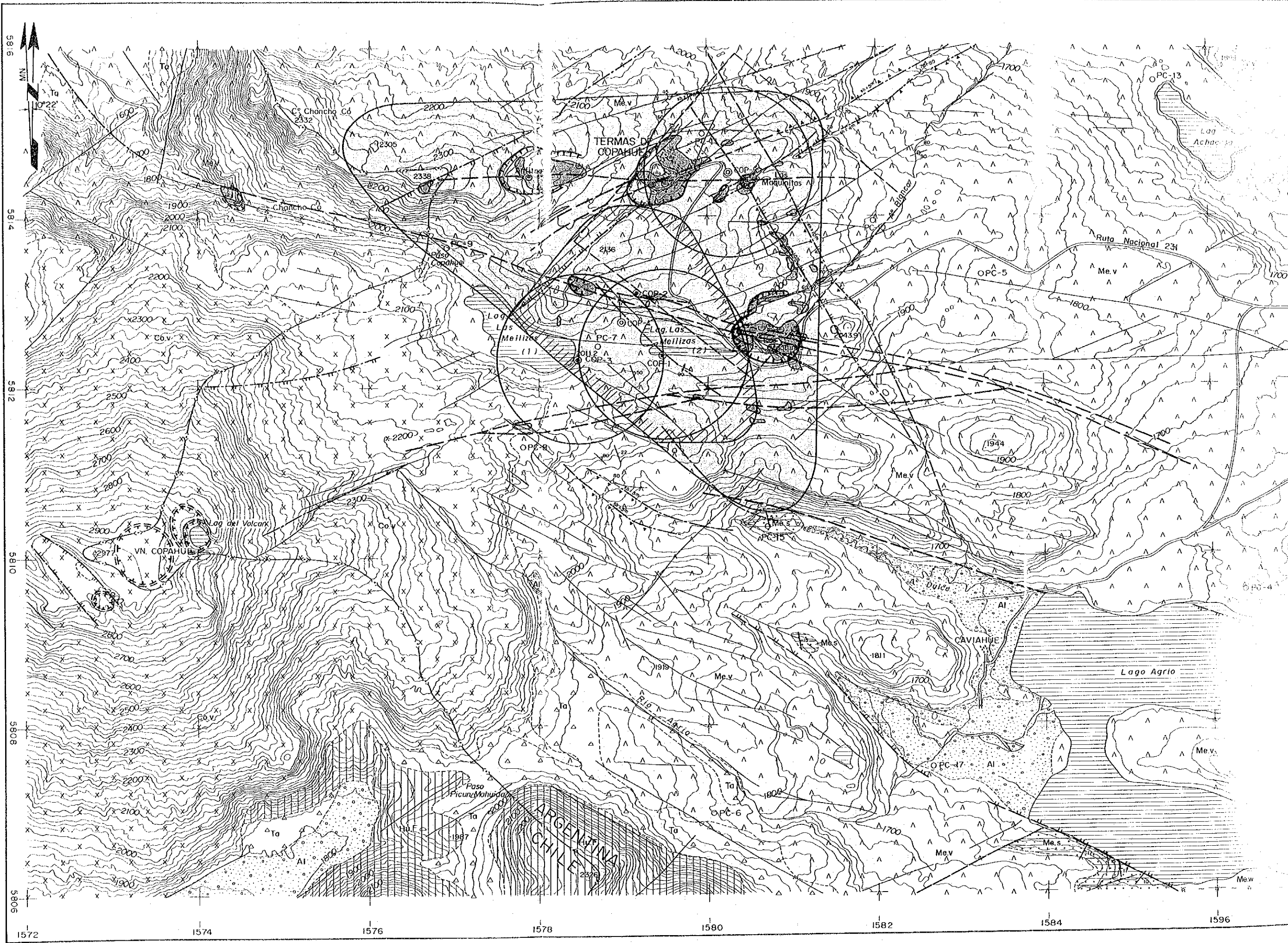
測定法 : 調査井を一方の電極とし、無限電極を他に設け、電流を流し、測点における電位を測定する。

(d) 地質構造ボーリング

JICAの供与機材により、最終口径NQサイズの地質構造ボーリングを行う。温度の分布状況を調査するためには掘削長800m程度で充分であるが、蒸気の賦存状況を調べるためには1,000m程度の掘削が必要である。この時には、大きな逸水層に遭遇した場合には、その時点で掘留め、温度の回復を待ち、噴気試験を行い、評価する。

(3) その他の調査

COP-1およびCOP-3の地熱流体の産出状況の経時変化を記録することと、前述の蒸気卓越型貯留層の性状を明らかにするため、今後の調査においても、噴気に成功した坑井については蒸気の坑口圧力、蒸気量、温度、水ガス比、 H_2S/H_2 、 CO_2 、 $\delta^{18}O$ 等を定期的に分析しておくことが望ましい。



	Quaternary
	Pleistocene
	Tertiary
	Pliocene
	Miocene
	Eocene
	Oligocene
	Paleocene
	Cretaceous
	Jurassic
	Triassic
	Permian
	Carboniferous
	Devonian
	Silurian
	Ordovician
	Cambrian
	Precambrian

	Hydrothermal Alteration
	Crater
	Fumarole
	Exploratory Well
	Thermal Gradient
	Confirmed Area
	COP-4
	Mise-a-la-marche
	Max Areal Extent
	COP-5
	Mise-a-la-marche
	CSAMT method

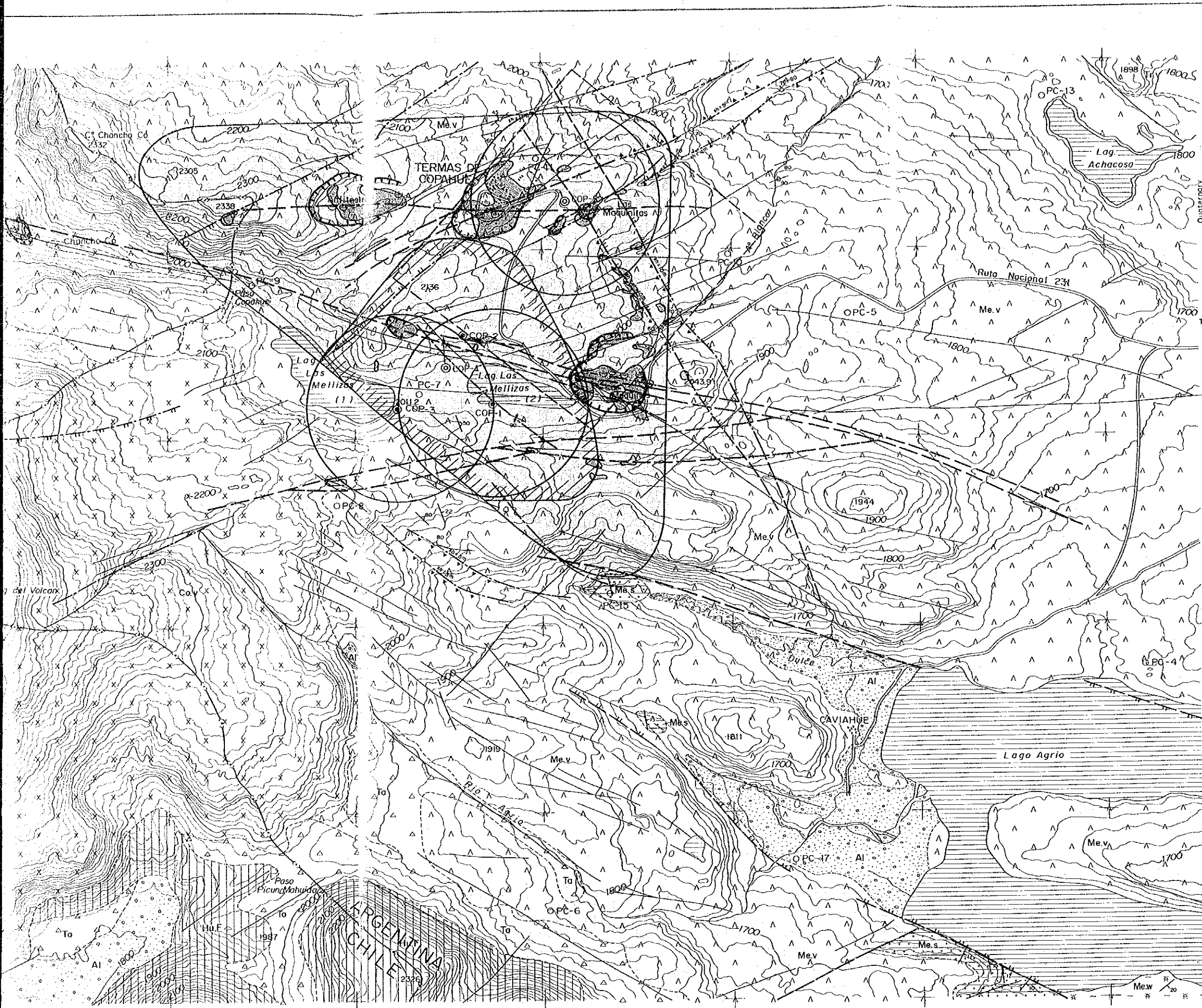
REGIONAL DE REPLICAS FE

THE GEOTHERMAL

POTENTIAL LOCATION OF WELLS AND FURTHER

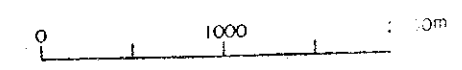
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION

DATE: _____



LEGEND

- | | | | |
|--|--|---|---|
| Quaternary
Pleistocene
Tertiary
Pliocene | <table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 20px; height: 10px;"> <tr><td style="text-align: center;">A1</td></tr> </table> | A1 | Alluvium
Gravel, Sand and Mud |
| | A1 | | |
| | <table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 20px; height: 10px;"> <tr><td style="text-align: center;">To</td></tr> </table> | To | Talus
Gravel, Sand and Mud |
| | To | | |
| | <table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 20px; height: 10px;"> <tr><td style="text-align: center;">X
Co.v
X</td></tr> </table> | X
Co.v
X | Copahue Volcanic Rocks
Pyroxene Olivine Basalt, Lipar
and Pyroclastic Rocks |
| | X
Co.v
X | | |
| | <table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 20px; height: 10px;"> <tr><td style="text-align: center;">A
Tr.v
A</td></tr> </table> | A
Tr.v
A | A ¹ Trolope Volcanic Rocks
Pyroxene-bearing Plagioclase A |
| | A
Tr.v
A | | |
| | <table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 20px; height: 10px;"> <tr><td style="text-align: center;">Me.w</td></tr> </table> | Me.w | Welded Tuff |
| | Me.w | | |
| <table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 20px; height: 10px;"> <tr><td style="text-align: center;">Me.v</td></tr> </table> | Me.v | Las Mellizas
Formation
Olivine Pyroxene Basaltic
Andesite, Pyroxene Andesite and
Agglomerate etc. | |
| Me.v | | | |
| <table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 20px; height: 10px;"> <tr><td style="text-align: center;">Me.s</td></tr> </table> | Me.s | Lake Sediments and Glacial
Deposits: Conglomerate, Sandstone
and Mudstone | |
| Me.s | | | |
| <table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 20px; height: 10px;"> <tr><td style="text-align: center;">Hu.F</td></tr> </table> | Hu.F | Hualcupen Formation
Fine Pyroxene Andesite, Agglomerate,
Tuff Breccia, Tuff etc. | |
| Hu.F | | | |
| | Hydrothermal Alteration zone | | |
| | Crater | | |
| | Fumarole | | |
| | Exploratory Well | | |
| | Thermal Gradient Hole | | |
| | Confirmed Area | | |
| | COP-4 | | |
| | Mise-a-la-masse method | | |
| | Max Areal Extent of Whole Area | | |
| | COP-5 | | |
| | Mise-a-la-masse method | | |
| | CSAMT method | | |



**CENTRO REGIONAL DE ENERGIA GEOTERMICA
 DEL NEUQUEN**
 REPUBLICA ARGENTINA
**FEASIBILITY STUDY
 OF
 COPAHUE GEOTHERMAL DEVELOPMENT PROJECT**
**CANDIDATE LOCATION OF EXPLORATORY
 WELLS AND FURTHER INVESTIGATIONS**
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
 DATE: _____ Fig. 11-1

1576 1578 1580 1582 1584 1596

