

## 第2章 物理探査

### 2-1 調査目的

ホンデュラス共和国サンアントニオ地域において、物理探査手法によって地下深部までの地質状況及び鉱床賦存状況を解明し、既存鉱床の鉱量増大及び新鉱床の発見のための資料を得ることを目的とする。また相手国機関に対し、技術移転を図ることも併せて目的とする。

### 2-2 調査方法

本調査においては、これまでに実施された地質調査やサンプル測定結果、物理探査結果などを考慮して手法が選定された。サンプル測定結果によると、対象となる鉱石は比抵抗が  $50 \Omega\text{-m}$  以下、IP値はFEで20%以上が得られている。探査手法を選定するに当たって考慮したこれらの要点をまとめると、以下のようになる。

- ① 地質構造が複雑である。特に路頭も少なく、地質情報は少ない。
- ② 地形が極めて急峻である。
- ③ 鉱石と母岩の比抵抗のコントラストは大きい。
- ④ 鉱石のIP効果も大きい。
- ⑤ 道路などのアクセスの悪い部分が多く、可搬性のよい探査装置が必要である。
- ⑥ 全体的に数十～数百 $\Omega\text{m}$ 程度の比抵抗の地域と考えられる。

本地域の鉱床は低比抵抗・高IPが期待され、物理探査手法としては、TEM法及びIP法を採用した。TEM法は地下の比抵抗の変化に対して、他の比抵抗調査手法（CSAMT法やシュランベルジャー法など）よりも敏感であり、地表の構造や地形などの影響も受け難く、本地域の調査に適していると考えられる。IP法としては、近年よく利用される時間領域の手法を採用した。

#### 2-2-1 IP法

##### (1) IP法の特徴

IP法は強制分極法（Induced Polarization Method）の略称で、岩石・鉱物の電気化学的な物性を利用し、大地の電気的分極効果（IP効果）を測定する。金属鉱物を含む岩石に電流を流すと、鉱物粒子表面で酸化・還元反応が生じ、一種の電池のように電荷が周辺に蓄積される。電流を遮断すると、この電荷が放電し、電流遮断に時間がかかり、過渡現象を示す。こうした現象は特に硫化鉱物に顕著で、金属鉱床の調査に利用される。

測定方法としては、時間領域（Time Domain）測定と周波数領域（Frequency Domain）測定に大別される。両者は、すべての周波数・時間で誤差がない測定をすれば、フーリエ変換の関係から等価である。現実には多くの周波数で測定するのは困難であり、近年ではコンピュータ関連の技術の進歩にも助けられて、より情報量の多い時間領域の測定が普及している。本調査でも時間領域で測定した。

##### (2) 測定装置

本調査で使用したIP法測定装置はフランスBRGM社製のSYSCALシステムである。

	モデル	仕様
受信部	Syscal R-2 Multipurpose Receiver Model	入力チャンネル数 : 8チャンネル ゲインレンジ : $\pm 5 \text{ V}$ ゲイン : 1 ~ 2048 倍 メモリー : 256kバイトRAM
送信部	Syscal R-2	最大出力 : 3kW 最大出力電流 : 10 A 出力波形 : 0.125Hz、50% duty cycle
発電機	Generator Honda AC-DC コンバータ	最大出力 : 750W 出力周波数 : 50Hz、1相 最大出力 : 1 kW

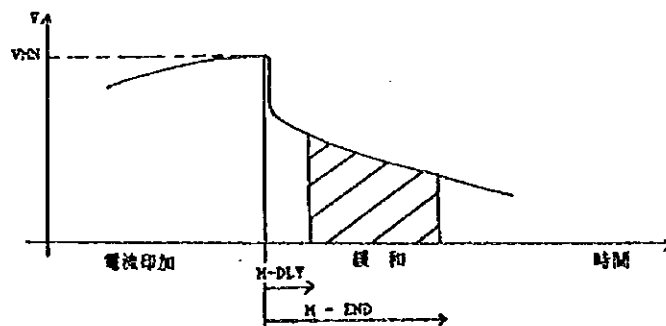
本装置はシュランベルジャー法などの調査にもよく用いられるが、時間領域のIP測定も可能であり、電流遮断後のサンプリングの時間範囲も自由に設定でき、調査地域のIP特性に合った測定が可能である。大電流を流すために、大型のブースター (1.2 kW) およびガソリン発電機を使用する。デジタル処理され、スタッキングが可能で、測定電位の小さい場合にはスタッキング回数を増加させてS/Nの向上を図った。また、測定電圧が1mV以下になるような場合には、ゲインが10倍のプリアンプを使用した。

### (3) 測定方法

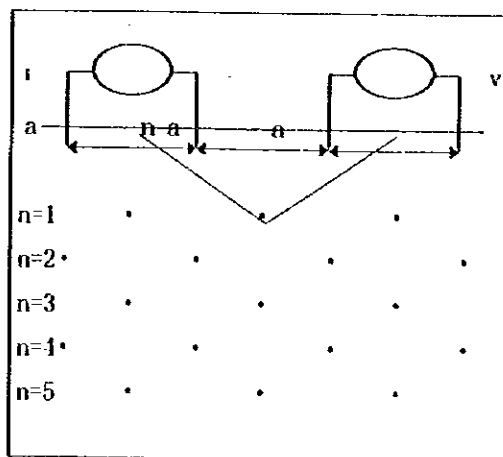
測定中の電位電極で観測される電位差は下図のように示される。SYSCAL-R2では、スタッキングで送信電流に同期した成分を選択的に取り出すことでS/Nの良いデータを得ることができる。電流を流している間の測定電圧の最大値を  $V_{MN}$  とし、電流遮断後の電位電極間の電位差を  $t_{DLY}$  から  $t_{END}$  の時間範囲で測定するとすると、充電率  $M$  は、

$$M = \frac{\int_{t_{DLY}}^{t_{END}} V dt}{V_{MN} (t_{END} - t_{DLY})}$$

で、計算される。SYSCAL-R2では、 $t_{END}$  や  $t_{DLY}$ 、スタッキングの回数などを調整でき、探査対象に適したパラメータで測定することが可能である。



電流電極は非分極電極を使用し、多芯ケーブルで順次電極を切り替えて効率的な測定を実施する。本調査の電極配置は電磁誘導（カップリング）現象の影響が少なく、I P 異常応答体に対する感度が良い点から、ダイポール・ダイポール配置を用いた。電流電極間隔は 50m、 $n = 1, 2, 3, 4, 5$  とする。ほぼ 100~150 m くらいの深さまでの比抵抗及び I P 値が測定できると考えられる。



見掛比抵抗は一次電位から次の算出式で求められる。

$$\rho = \pi a n (n+1) (n+2) \frac{V}{I}$$

ここで

$\rho$  : 見掛比抵抗 ( $\Omega \cdot m$ )

$a$  : 電極間隔 (m)

$n$  : 電極隔離係数

$V$  : 受信電位 (V)

$I$  : 送信電流 (A)

$\pi$  : 円周率

この電極配置で測定される値は、電極系がつくる直角二等辺三角形の頂点にプロットした擬似断面で表示される。

本調査で用いた周波数は 0.125 Hz である。見掛比抵抗の測定値は、一次電位と送信電流の値から前述の式を用いて求めた。

充電率の測定は電流切断後の 0.05 秒から 1 秒間の残留電位を時間積分し、一次電位との比から算出した。ここで分極率の単位には (mV/V・ミリ秒) を用いた。

## 2-2-2 TEM法

### (1) TEM法の特徴

電磁誘導現象を利用する電磁探査法は、シュランベルジャー法などの直流の電気探査に比べて、地下の比抵抗の変化に敏感であり、かつ大地に直接電極を接地する必要がない。そのため、岩盤が露出したり、電極接地が困難なところや、地表付近が高比抵抗で電流を流すのが困難な地域の調査にも適している。

こうした電磁探査法としては、従来から流す電流の周波数を変化させて、探査深度をコントロールする周波数領域の手法が中心であった。しかし近年はエレクトロニクスやコンピュータ処理技術の進歩に伴って、時間領域の手法も普及してきている。これは、地上の送信ループに流す電流を急激に遮断したときに、大地に生じる渦電流の地下内部への浸透現象を地上の受信コイルで測定して、地下の比抵抗分布を求める手法である。送信電流が流れていない状態で測定するために、送信ループからのプライマリー場（地下構造の影響を全く含まない大きなノイズとなる）のない状態での測定となり、探査深度や送信ループ径、送受信機間隔などが自由になる。時間領域の探査手法は、TEM法 (Transient EM)、あるいはTDEM法 (Time Domain EM) と呼ばれ、多くの装置が市販され、鉱山や地下水調査などを中心に世界的に広く用いられている。TEM法

の特徴をまとめると以下ようになる。

- ① ループを地表に置くだけで測定できるため、露岩地や砂漠などの電極設置の困難な地域でも調査ができる。
- ② シュランベルジャー法などの直流電気探査やCSAMT法などの周波数領域の電磁探査に比べて地下の比抵抗の変化に対して敏感である。
- ③ 地形や地表付近の影響を受けにくい。特にMT法やCSAMT法、シュランベルジャー法などで問題となるスタティックシフトが生じないため、深部の比抵抗が正確に求められる。
- ④ 測定装置としては、バッテリーで動作する小型の装置が市販されており、地形の急峻なアクセスの悪い地域でも実施が可能である。
- ⑤ 水平多層インバージョン、多層解析(Occam's Inversion)、プレートプログラム、2・3次元解析プログラムなどの多くの解析ソフトが開発されている。

## (2) TEM法測定装置

TEM法の測定には、カナダ Geonics 社製の Protem-47 および Protem-57 を使用した。これは古くからある EM-37 と呼ばれる装置を改良したもので、特に受信機はマイクロプロセッサによって、スタッキング結果や見掛比抵抗のグラフィック表示やなどがリアルタイムに表示可能になっている。また Protem-47 の送信機は、極めて急速に電流が遮断でき(約 3  $\mu$  sec)、高比抵抗の地域(比抵抗が高いと過渡現象は極めて短時間のうちに終わってしまう)での調査にも適している。

測定データは受信機内部のメモリに書き込まれ、RS-232C ケーブルを介してコンピュータに転送される。測定装置の仕様を以下に示す。

### 装置名 Protem 57

#### 送信機

送信電流	: 最大 20 A
送信周波数	: 25Hz (HI), 2.5Hz (LO)
同期	: 水晶クロック(恒温槽式)または同期ケーブル
出力電圧	: 20 V, 40 V
遮断時間	: 115 $\mu$ sec (5 $\times$ 5 m, 8回巻きのループに対して)
重量	: 13 kg
電源	: 発電機または 24 V バッテリー

### 装置名 Protem 47

#### 送信機

送信電流	: 最大 3 A
送信周波数	: 273.5Hz (u), 62.5Hz (v) (電源周波数 50Hz 地域)
同期	: 水晶クロック(恒温槽式)または同期ケーブル

出力電圧 : 12 V  
遮断時間 : 2.5  $\mu$  sec (40 $\times$ 40 m, 2 A)  
重量 : 5.3 kg  
電源 : 内蔵 12 V バッテリー

受信機 Protem-D

サンプリング : HI 86.7  $\mu$  sec - 7.03msec (Protem-57)  
                  LO 857  $\mu$  sec - 70.3msec (Protem-57)  
                  u 6.8  $\mu$  sec - 0.696msec (Protem-47)  
                  v 35.3  $\mu$  sec - 2.792msec (Protem-47)

チャンネル数 : 20  
メモリ : 1000測定分  
データ転送 : RS232C  
バッテリー : 連続8時間使用可能 (水晶同期使用)  
受信コイル  
モーメント : 100 m<sup>2</sup>, 31.4 m<sup>2</sup> (Protem47)  
直径 : 1 m  
周波数帯域 : 60 kHz  
送信ループ  
ループサイズ : 5 $\times$ 5m, 8回巻きから 600 $\times$ 600 m程度まで任意

(3) 測定方式・解析

TEM法の調査は、19測線、延長16 kmについて実施した。調査に際して、現地でテスト測定を繰り返し、最適の測定パラメータを選定した。探査深度としては、300m程度までを対象としており、装置としてはProtem57を中心に使用し、測定周波数は、V、Mの2周波数で測定した。送信ループは、一辺50mの矩形ループとし、その中心に受信機を設置した。この測定方式は、セントラルインダクションと呼ばれ、送受信機が近いこと、地形や送信ループ外の異常構造などの影響を受け難く、本地域に適していると判断された。

解析は、地下を19層程度の多層と扱うOccamのインバージョンを採用した。これは、これまでのウズベキスタン、中国雲南省などの調査で実績がある手法で、初期モデルを特に与える必要がなく、客観的な解析が可能になる。

## 2-3 調査結果

I P法およびTEM法の調査結果を説明する。まず調査位置図および測線・測点位置図を第 II-2-1 図および第 II-2-2 図に示す。また、現地で得られたサンプル（ボーリングコアおよび坑道からのサンプル）の比抵抗および I P 値の測定結果について、第 II-2-1 表に示す。砂岩・礫岩・石灰岩・頁岩などは何れも 100~900  $\Omega\text{m}$  の範囲に入り、ボーリング MJHS-1 で得られた凝灰岩が 48  $\Omega\text{m}$  という低い値を示している。鉱石の比抵抗は 12~65  $\Omega\text{m}$  が得られており、I P 値もサンプル #31 の 6 mV/V を除くと 19~131 mV/V と、母岩に比べて数倍~数十倍大きい。

比抵抗断面図・平衡図の色分けについては、0~200  $\Omega\text{m}$  の比抵抗範囲を低比抵抗側を赤系統、高比抵抗側を青系統で示す。また、I P の色分けについては 0~20 までを赤系統が高 I P、青系統が低 I P になるスペクトルで示す。比抵抗の色分けは、比較しやすいように I P 法、TEM 法ともに同じにしてある。鉱床は低比抵抗・高 I P であり、ともに赤系統の色になることが期待される。また、本報告書では、便宜的に I P 法の比抵抗、TEM 法の比抵抗の解析結果全体から、比抵抗の区分については、20  $\Omega\text{m}$  以下を低比抵抗、20~50  $\Omega\text{m}$  をやや低い比抵抗、50~100  $\Omega\text{m}$  を平均的な比抵抗、100~150  $\Omega\text{m}$  をやや高い比抵抗、150  $\Omega\text{m}$  以上を高比抵抗と呼ぶことにする。

### 2-3-1 I P 法

第 II-2-2 図に示すように、調査地域の東の A 測線から G 測線までについて、電極間隔 50m、 $n=1\sim 5$  のダイポール・ダイポール電極配置の I P 測定を行った。各測線長は 1km である。測定装置はフランス BRGM 製の SYSCAL R2 を使用し、時間領域の測定で比抵抗および充電率を求めた。

本調査地域は地形が極めて急峻であり、植生も密で測線設定が極めて困難であった。測定結果にも地形の影響が大きく反映している。2次元の有限要素法によって地形のみの計算を行い、測定値に対して補正を行った。地形が複雑で、測線は必ずしも 2 次的に設定できなかったが、全体としては 2 次元に近い方向で測線は決められている。

調査結果について、比抵抗および I P 値を電極系の中心に表示した結果を以下に説明する。また、2次元のインバージョン解析も実施したが、必ずしも同時に行った TEM 法や地質情報とは調和しない。これは本地域の地質や地形などが複雑で、2次元のインバージョンの限界を超えた部分があると考えられる。以下に断面図および平面図として表示した結果を示す。測点間隔が 50m なのに対して、測線間隔は 100m であり、断面図と平面図では 1 つのデータの示す範囲が異なり、そのため、平面図ではより強いフィルター処理などを行っている。そのために断面図と平面図で若干の食い違いを生じる場合もある。

#### (1) 断面図

##### ① A-測線 (第 II-2-3-1 図)

- ・ (比抵抗) 調査地域の最も東の南北の測線で、図の左が南、右が北である。A250 付近には東西に伸びる急な尾根があるが、その部分で比抵抗は 100  $\Omega\text{m}$  程度で、周辺よりはやや高くなっている。また、A450 付近には谷があり水が流れているが、その南の A350~A450 にかけて、



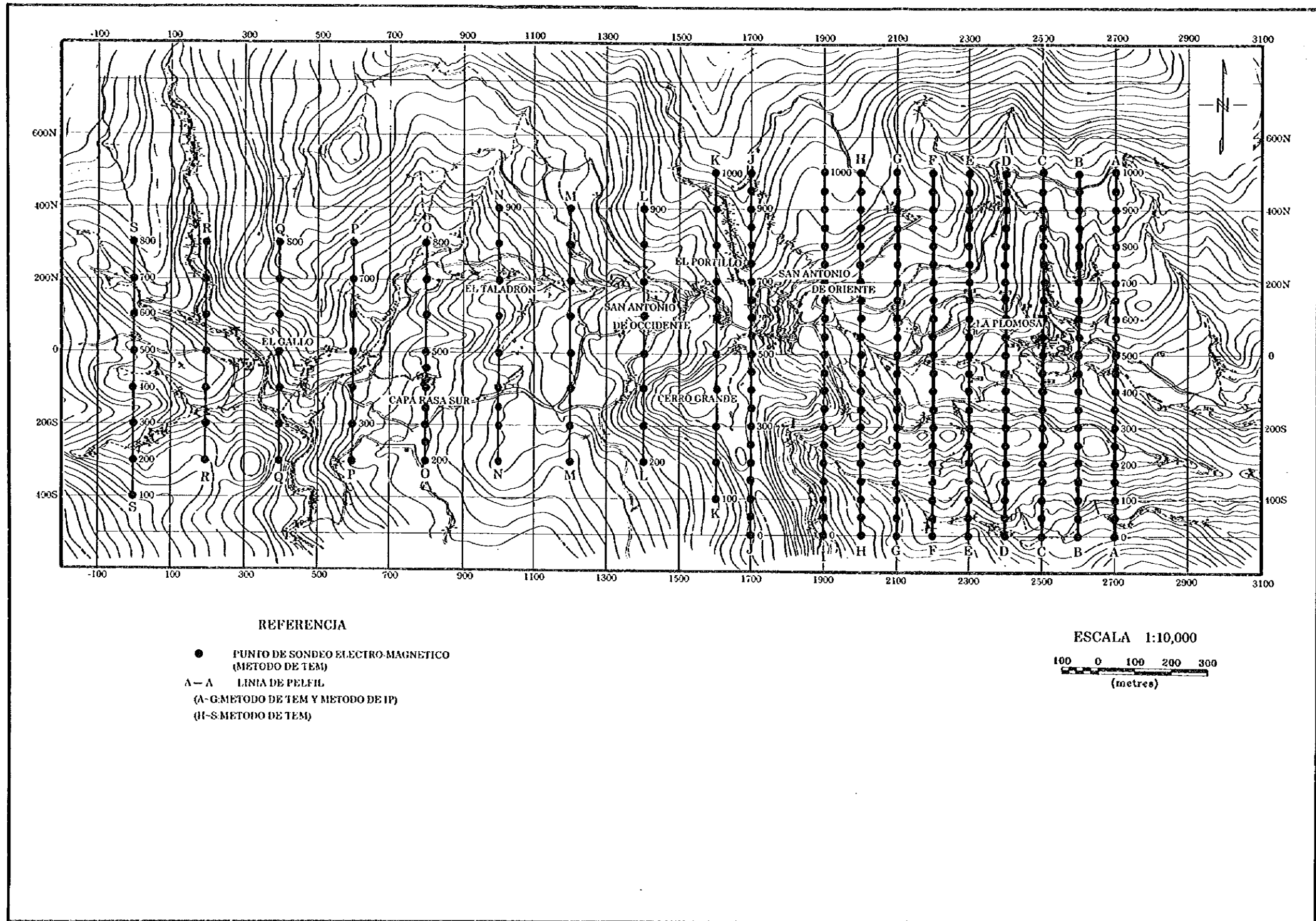
0

C

C







第 II - 2 - 2 図 測線・測点位置図



第 II-2-1 表 室内試驗結果一覽表

No.	試料採取位置	岩石名	比抵抗 (ohm-m) 平均	分極率 (mV/V) 平均
1	MJHS-1 39.50	凝灰岩	48	3
2	75.15	灰色砂岩	126	2
3	123.00	灰色砂岩	195	2
4	175.00	灰色砂岩	184	1
5	226.15	灰色砂岩	105	2
6	248.40	石灰質頁岩	212	0
7	300.00	灰色砂岩	270	15
8	MJHS-2 99.80	赤色砂岩	140	2
9	150.00	灰色砂岩	167	2
10	200.00	灰色礫岩	573	1
11	243.90	灰色礫岩	105	2
12	MJHS-3 21.40	石灰質頁岩	278	1
13	89.00	赤色礫岩	183	2
14	93.50	灰色礫岩	241	1
15	148.80	石灰岩	248	4
16	200.00	石灰質頁岩	205	1
17	249.00	石灰岩	899	0
18	300.00	灰色砂岩	445	0
19	MJHS-4 53.50	石灰質頁岩	156	1
20	101.00	石灰質頁岩	155	1
21	150.20	石灰質頁岩	333	3
22	202.90	石灰質頁岩	100	3
23	203.20	石灰質頁岩	112	2
24	249.00	石灰質頁岩	385	1
25	281.00	赤色砂岩	448	1
26	MJHS-5 22.40	石灰質頁岩	115	2
27	74.60	石灰質頁岩	193	1
28	150.00	石灰岩	122	1
29	201.50	石灰質頁岩	281	1
30	坑道 MH-44	鉍石	48	19
31	MH-46	鉍石	65	6
32	MH-50	鉍石	12	61
33	MH-53	鉍石	14	84
34	MH-55	鉍石	42	105
35	MH-58	鉍石	22	181
36	アリ	鉍石	23	61

さらに A500~A700 の地表下 100m 程度の部分が低比抵抗になっている。また、A700 付近から北の浅い部分でも周囲に比べて低く、40  $\Omega$ m 以下の比抵抗になっている。

- ・ (I P) I P の充電率は、この測線では全体に小さく、A400~A550、および A700 付近の深部がもっとも高い 10 mV/V 前後の値を示す。

② B-測線 (第 II-2-3-2 図)

- ・ (比抵抗) B350~B600 の地表付近から深部にかけてはさらに広がる比抵抗が 50  $\Omega$ m 以下のやや低いゾーンがある。また、B850 付近にも低い比抵抗の部分がある。これらの異常は地表付近から生じており、比較的浅い部分にある低比抵抗構造を反映していると思われる。

- ・ (I P) I P の充電率は、B350~B500 の深部、B500~B600 の浅部で 18 以上の高い値を示している。後者は既知の La Plomosa 鉱床を反映していると考えられる。

③ C-測線 (第 II-2-3-3 図)

- ・ (比抵抗) この測線は、他の測線に比べると全体にやや低い比抵抗を示すが、特に C450 付近の深部、C650 付近の浅~深部に 20  $\Omega$  m 以下の低比抵抗部分がある。本測線は既知の La Plomosa 鉱床の近くを通り、C650 付近で浅い部分まで達している低比抵抗構造が鉱床を捕らえたものと考えられる。さらに、測点 C800 から北側にも浅い部分で低比抵抗異常が見られる。

- ・ (I P) C650 付近を中心とした、値が 15mV/V 以上の広い範囲の異常が認められるが、これも La Plomosa 鉱床を捕らえたものと考えられる。その他では C200、C450 付近の深部でも 15mV/V 以上の高異常がある。

④ D-測線 (第 II-2-3-4 図)

- ・ (比抵抗) C-測線と良く似た比抵抗断面ではあるが、La Plomosa 鉱床を捕らえた C650 付近の異常の延長は、本測線では認められない。D650~D850 にも 50  $\Omega$ m 以下のやや低い比抵抗の部分があり、C-測線がら連続していると考えられる。

- ・ (I P) D400~D650 の深部以外では I P 充電率の異常は認められない。

⑤ E-測線 (第 II-2-3-5 図)

- ・ (比抵抗) E450~E650 の間に低い比抵抗の部分が広がっている。これは E500~E550 付近の浅い部分の低比抵抗構造に影響されていると考えられる。また E800 付近にも低い比抵抗異常が認められるが、この付近は地表付近に変質帯が認められ、その影響とも考えられる。

- ・ (I P) E400~E500 の深部、E600~E650 付近で、12 mV/V 以上の I P 異常が得られている。

⑥ F-測線 (第 II-2-3-6 図)

- ・ (比抵抗) 全体に低比抵抗で、特に F250 付近の尾根から北に深くなる低比抵抗構造、F450 および F600 付近の 20  $\Omega$ m 以下の低比抵抗構造が顕著である。

- ・ (I P) ほぼ全測線が I P 充電率が 8 mV/V 以下と低く、大きな異常は認められない。

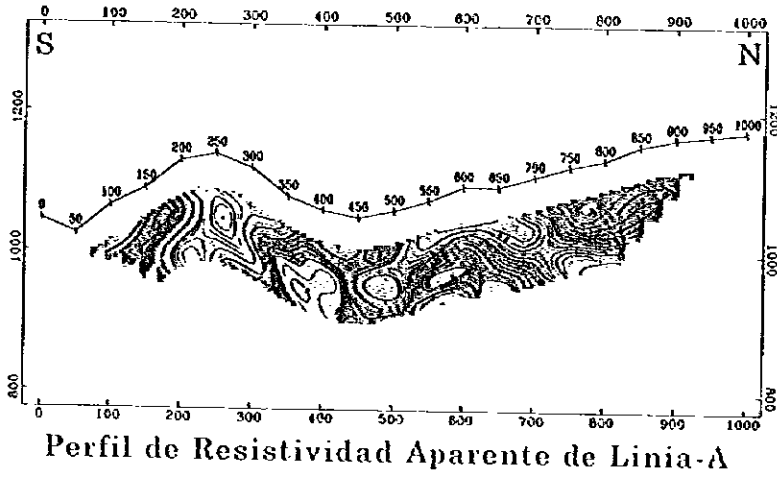
⑦ G-測線 (第 II-2-3-7 図)

- ・ (比抵抗) G250~G450、G650~G800 にかけて、40  $\Omega$ m 以下の低い比抵抗の部分がかなり広く分布している。

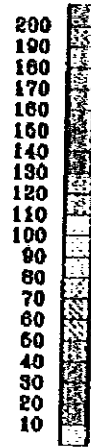
- ・ (I P) G350 の浅い部分および G700 の深い部分に I P の高い部分が分布している。



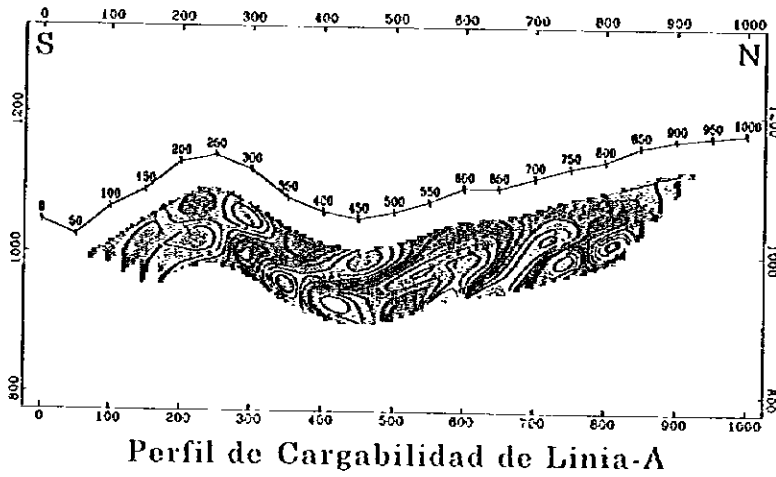




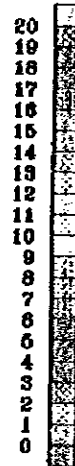
Perfil de Resistividad Aparente de Linia-A



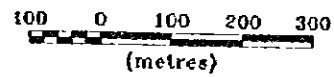
Resistividad  
(ohm-m)



Perfil de Cargabilidad de Linia-A



Cargabilidad  
(mV/V)



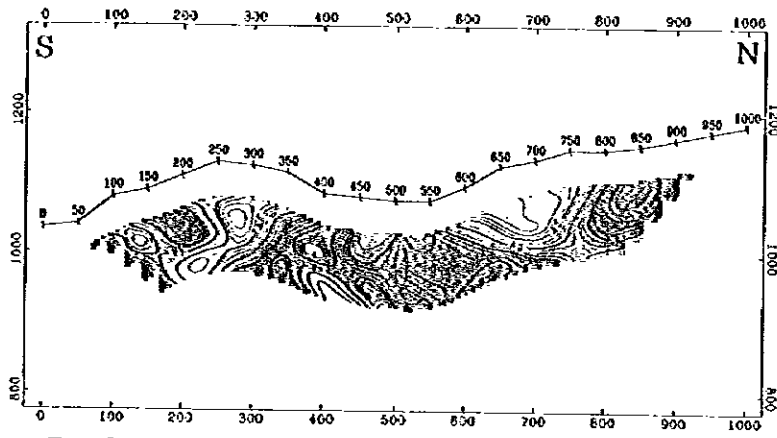
第II-2-3-1図 見掛比抵抗及び分極率断面図 (A測線)



0

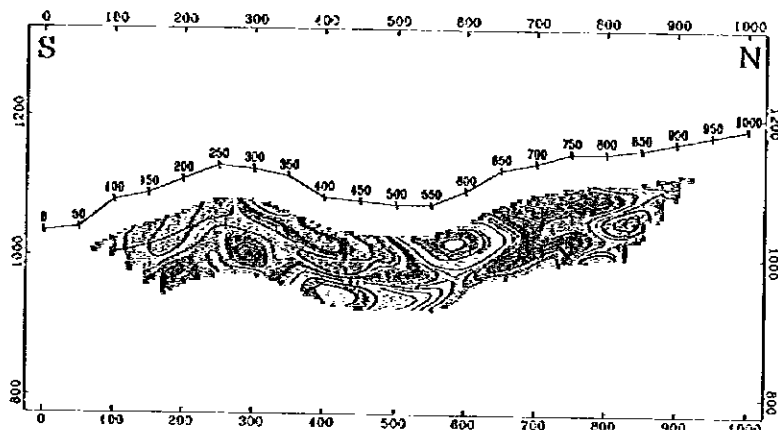
1

2



Perfil de Resistividad Aparente de Linia-B

Resistividad  
(ohm-m)



Perfil de Cargabilidad de Linia-B

Cargabilidad  
(mV/V)

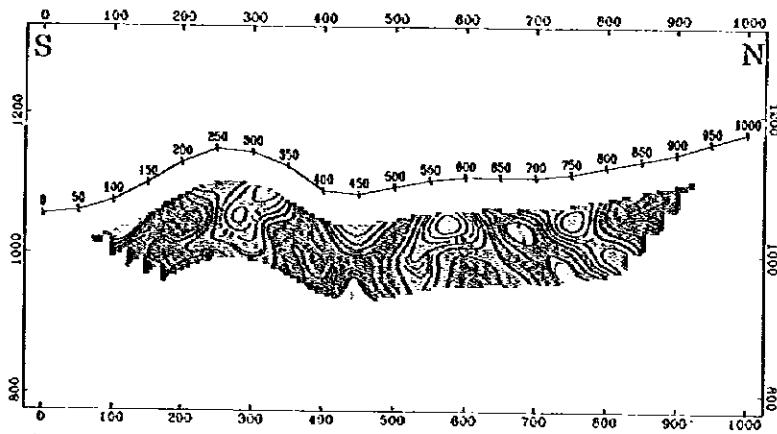


第II-2-3-2図 見掛比抵抗及び分極率断面図 (B測線)

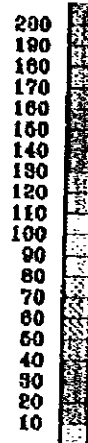
9

10

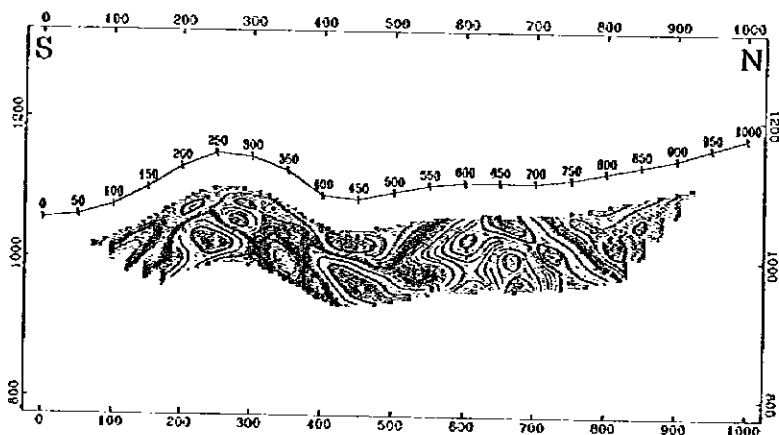
11



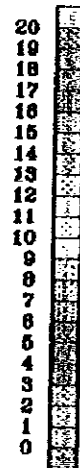
Perfil de Resistividad Aparente de Linia-C



Resistividad  
(ohm-m)



Perfil de Cargabilidad de Linia-C



Cargabilidad  
(mV/V)

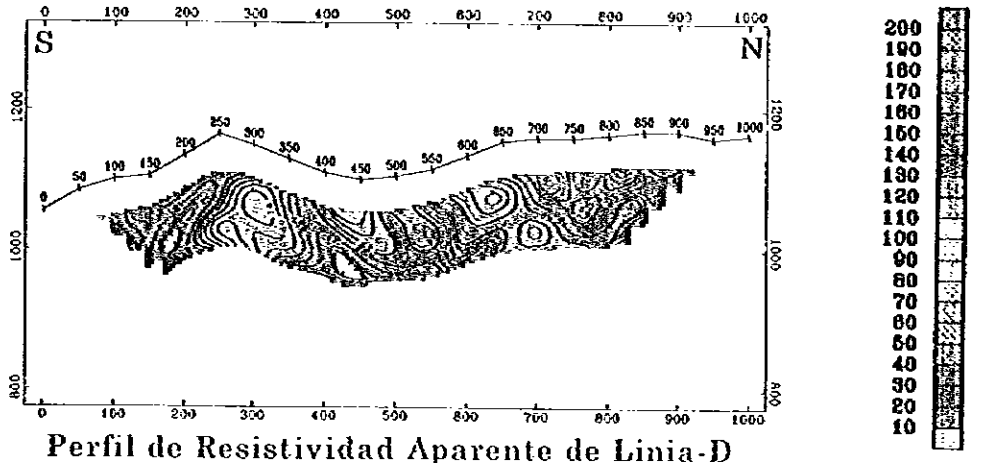


第II-2-3-3図 見掛比抵抗及び分極率断面図 (C測線)

0

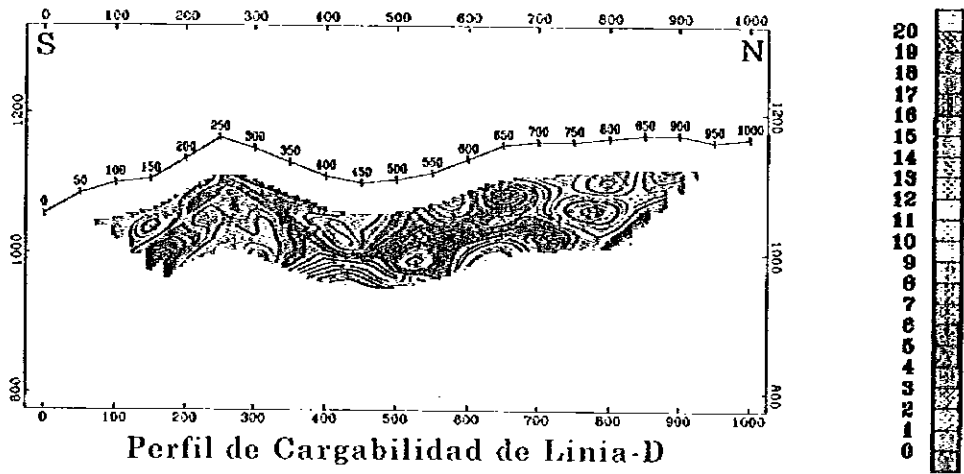
1

0



Perfil de Resistividad Aparente de Linia-D

Resistividad  
(ohm-m)



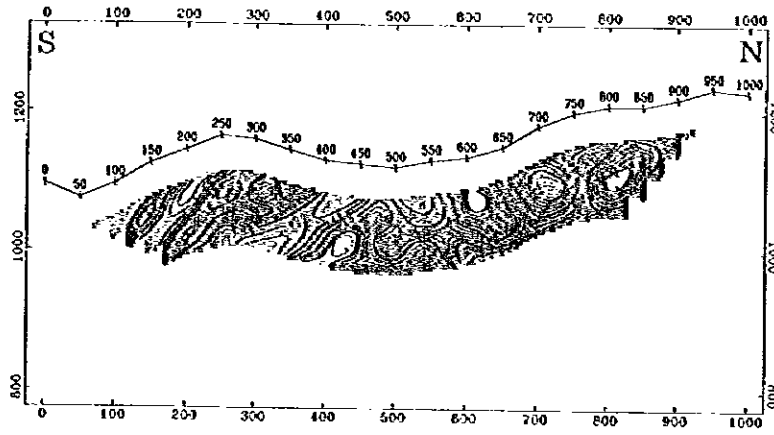
Perfil de Cargabilidad de Linia-D

Cargabilidad  
(mV/V)

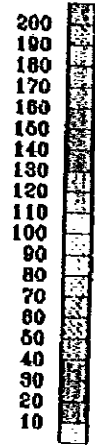


第II-2-3-4図 見掛比抵抗及び分極率断面図 (D測線)

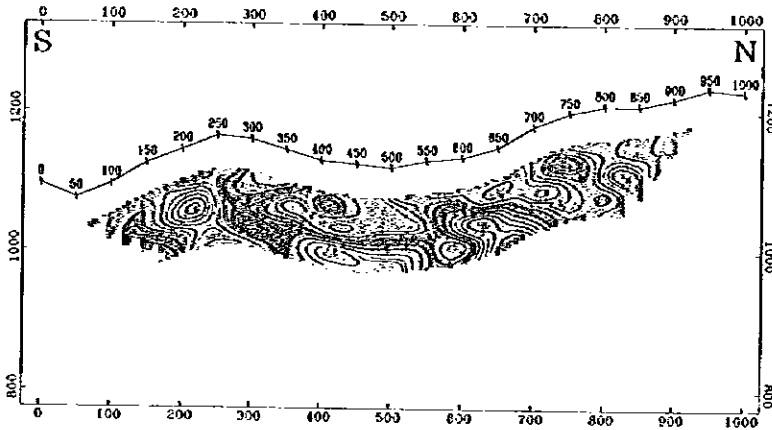




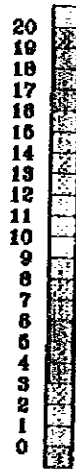
Perfil de Resistividad Aparente de Lina-E



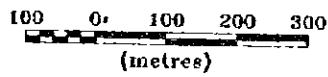
Resistividad  
(ohm-m)



Perfil de Cargabilidad de Lina-E



Cargabilidad  
(mV/V)



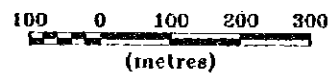
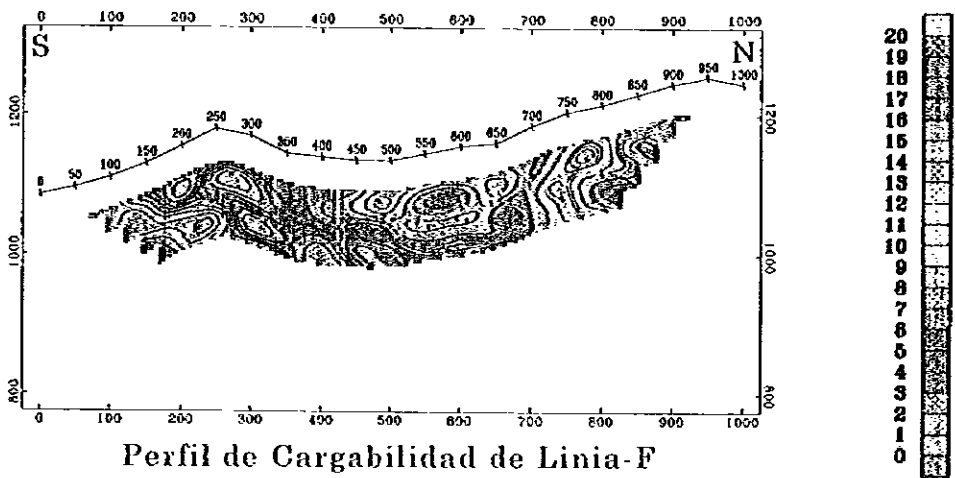
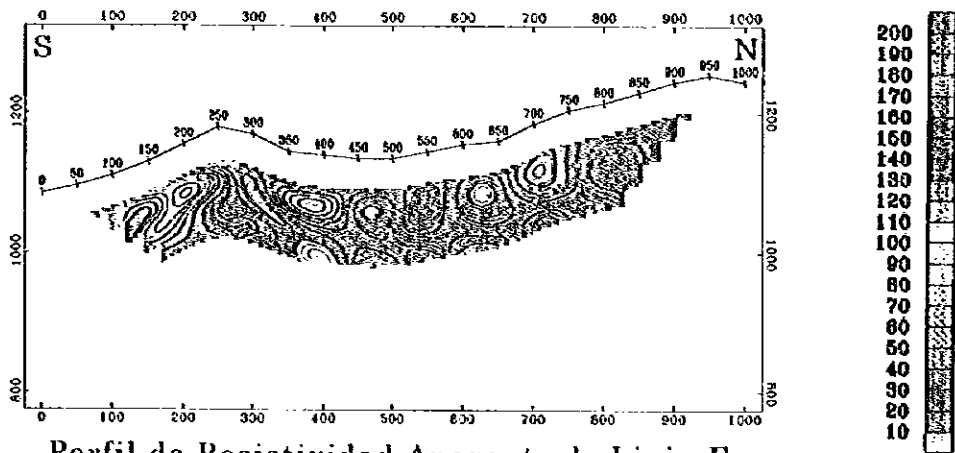
第II-2-3-5図 見掛比抵抗及び分極率断面図 (E測線)



0

4

1

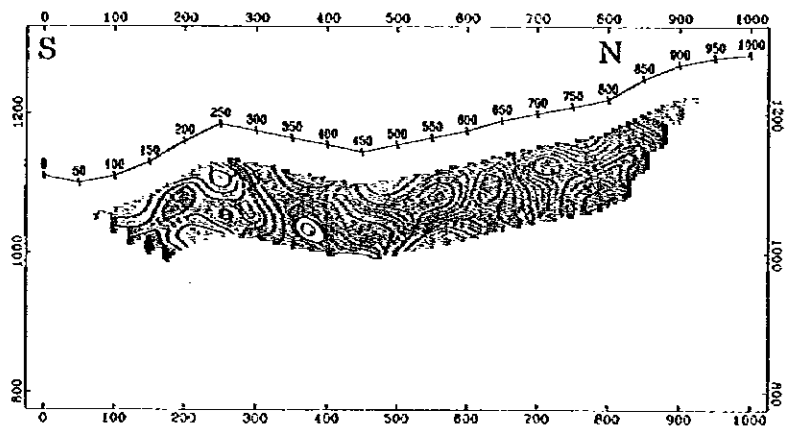


第II-2-3-6図 見掛比抵抗及び分極率断面図 (F測線)

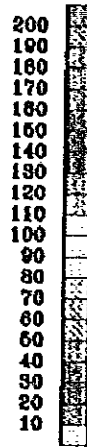
0

0

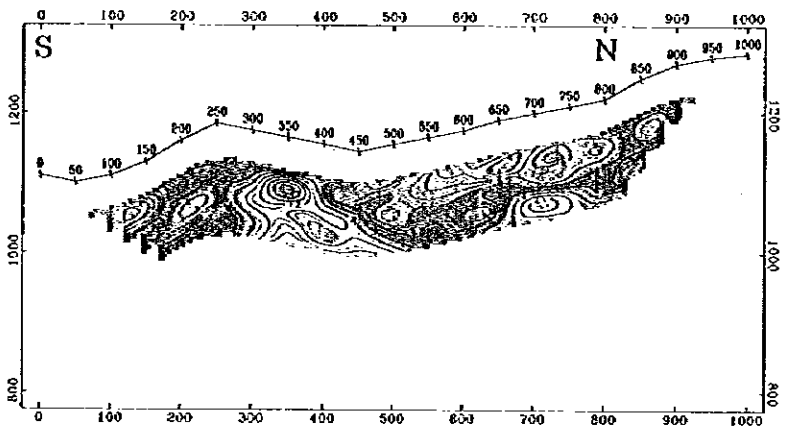
0



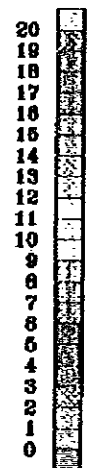
Perfil de Resistividad Aparente de Linia-G



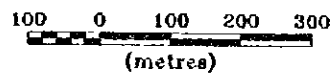
Resistividad  
(ohm-m)



Perfil de Cargabilidad de Linia-G



Cargabilidad  
(mV/V)



第II-2-3-7 図 見掛比抵抗及び分極率断面図 (G測線)

0

0

0

(2) 平面図 (第II-2-3-8図、第II-2-3-9図)

①  $n = 1$

- ・ (比抵抗) 既知の La Plomosa 鉱床の付近では、B600 付近に 100  $\Omega$ m 以上のやや高比抵抗の部分があり、その周辺を低い比抵抗のゾーンが取り囲んでいる。E850 を中心とした部分、および南端の谷の B100~D100 付近に比抵抗の低い区域がある。前者は地表付近の変質帯を反映していると考えられる。
- ・ (I P) 既知の La Plomosa 鉱床の付近の B550~C650 にかけて、10mV/V 以上の I P 値が得られており、鉱床を捕らえたものと考えられる。

②  $n = 2$

- ・ (比抵抗) La Plomosa 鉱床の付近の、B650~B700 にかけて高比抵抗の部分があり、そのすぐ西の C600~C650 付近に低比抵抗の異常がある。これは鉱床を捕らえたものと考えられる。こうした高比抵抗構造の周辺の低比抵抗異常は、その北の A800~C900 付近にも見られる。
- ・ (I P) 既知の La Plomosa 鉱床の付近の、B550~C700 にかけての異常の範囲が、 $n=1$  の場合よりもやや拡大している。その他では、G350 付近に 1 点だけが異常が見られる。

③  $n = 3$

- ・ (比抵抗) B700 付近に比抵抗の部分が認められ、その南の A600~B600 付近に比抵抗の低い部分がある。A400~F500 にかけて、ほぼ東西の低比抵抗帯が認められる。
- ・ (I P) La Plomosa 鉱床の付近の異常は範囲がさらに広がり、C400、E650 付近にも見られる。G350 付近の異常も範囲がやや広がっている。

④  $n = 4$

- ・ (比抵抗) La Plomosa 鉱床の付近のリング状の異常は形がはっきりしなくなり、A600 と C750 付近に低い異常が残っている。A400~G400 にかけて低い帯状の異常が連続している。
- ・ (I P) C600、C750 付近に鉱床に関連すると思われる異常が残る。B400~E450 にかけての東西に連続する異常が出現している。

⑤  $n = 5$

- ・ (比抵抗) La Plomosa 鉱床の付近では、A650、C750 付近に異常が見られる。A400~G400 の谷にそって低比抵抗異常が東西に連続する。
- ・ (I P) 鉱床の北の C750 に異常がある。また南の B400~G400 に東西に伸びる異常が見られる。

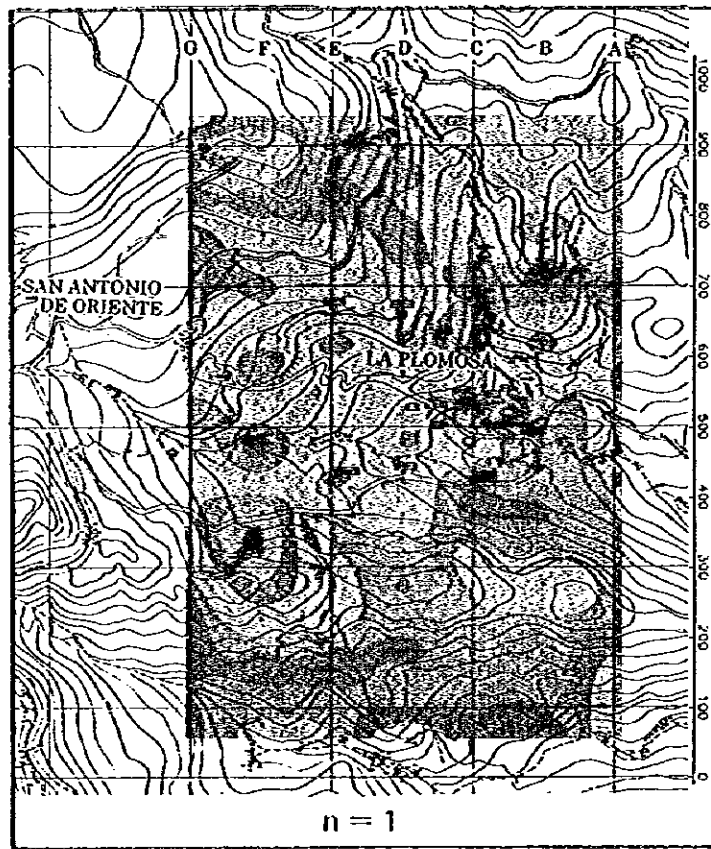
0

0

0



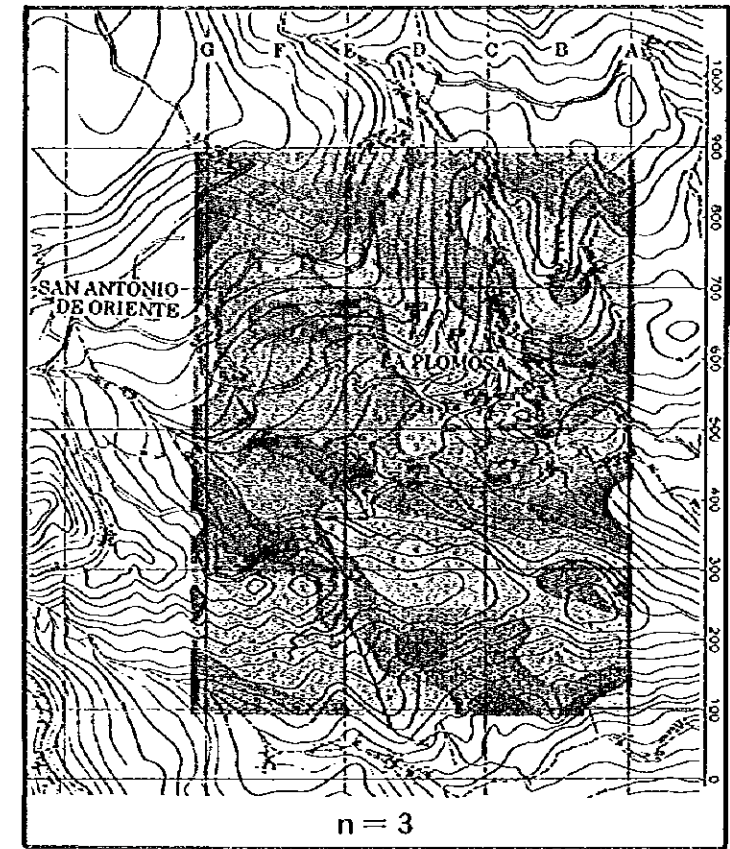




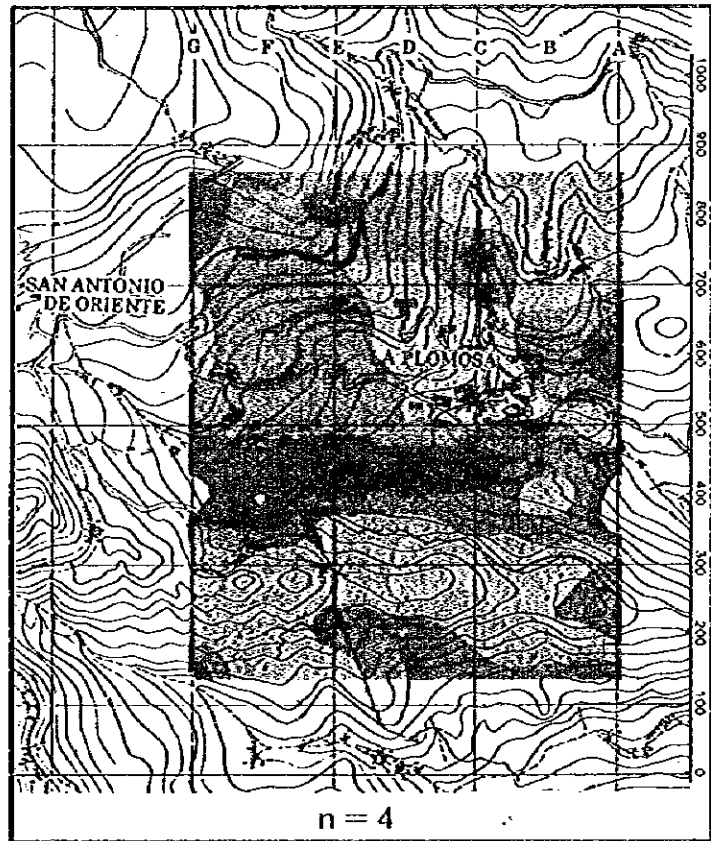
n = 1



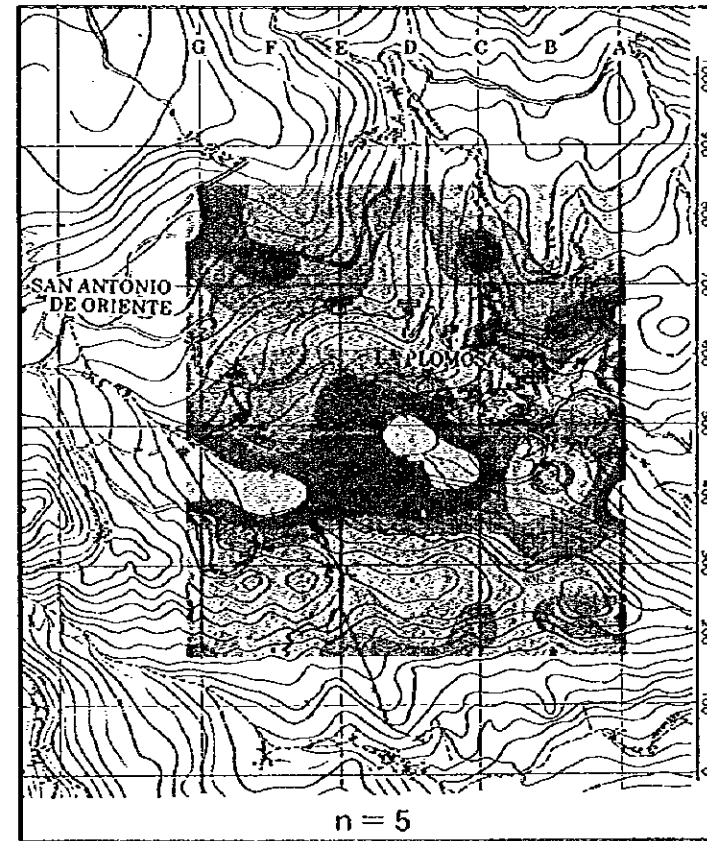
n = 2



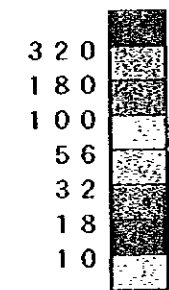
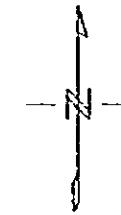
n = 3



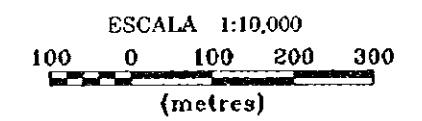
n = 4



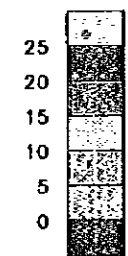
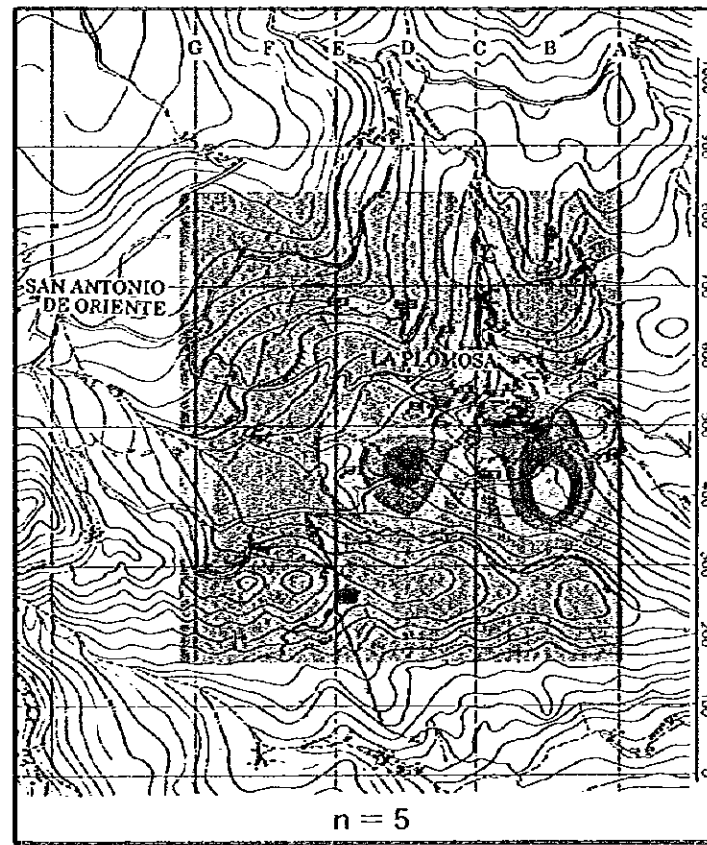
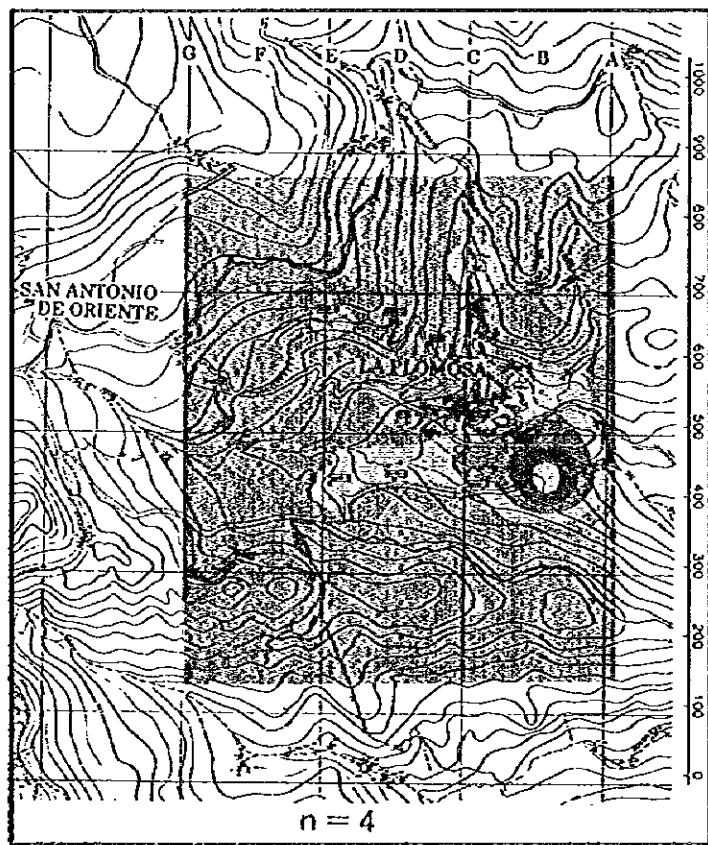
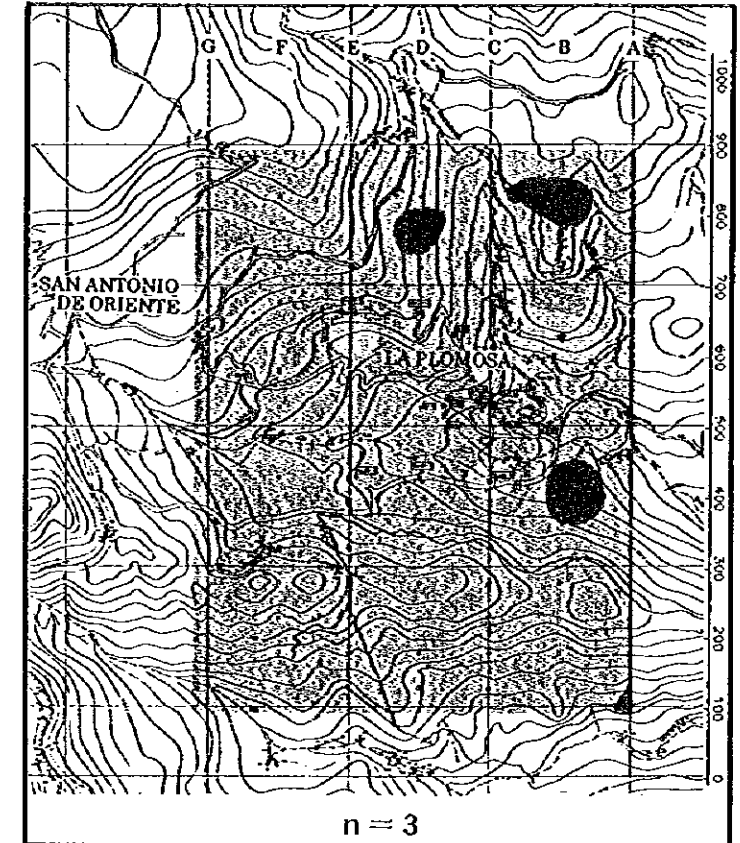
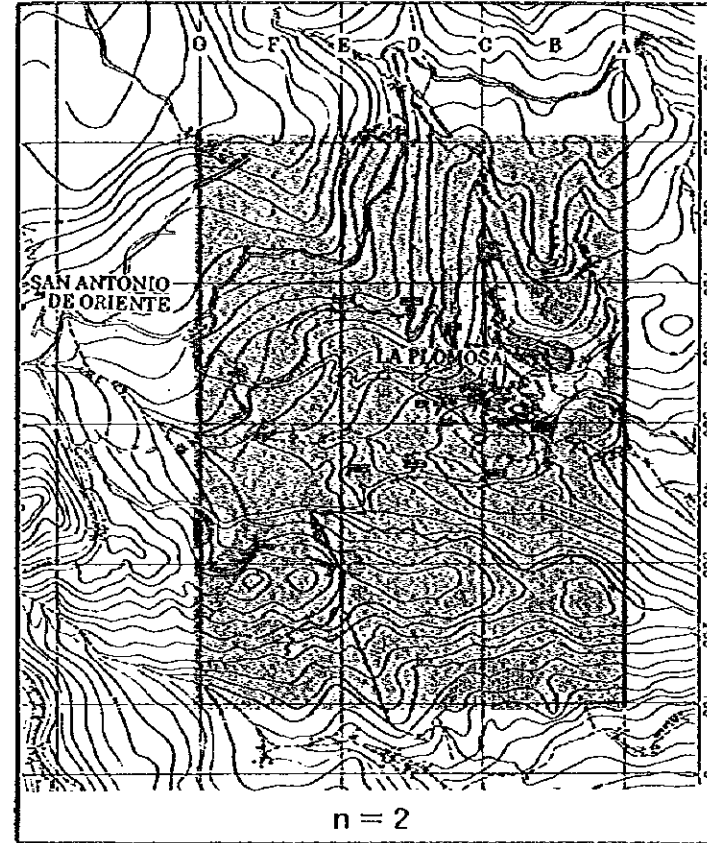
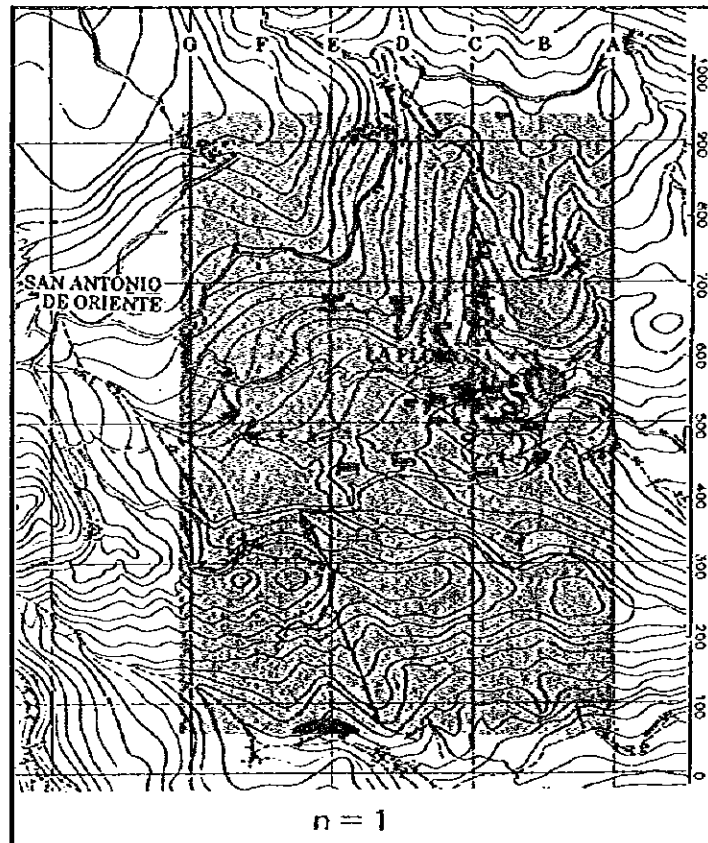
n = 5



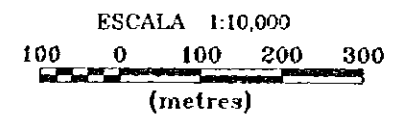
RESISTIVIDAD  
(ohm-m)



第II-2-3-8図 見掛比抵抗平面図



CARGABILIDAD (mV/V)



第II-2-3-9図 分極率平面図



## 2-3-2 TEM法

TEM法は、第II-2-2図に示すように、A～Sまでの19測線に対して実施された。測線A～Jまでは50m間隔の測点で、K～Sまでは100m間隔で実施された。測線長は、A～Jまでが1km、Kが900m、L～Nが700m、O～Sが600mである。また、測線間隔は、A～Jまで100m、J～Sまでは200mである。ここではOccamのインバージョンの結果を断面図および平面図にして、その比抵抗の特徴について説明する。比抵抗の区分や高比抵抗、低比抵抗などの呼び方はIP法の場合と同じにしてある。

### (1) 断面図

TEM法の比抵抗断面図を第II-2-4-1図～第II-2-4-6図に示す。各図は南北の断面で、図の右が北にとってある。A-測線が調査地の最も東であり、S測線が最も西になる。C-測線付近にはボーリングで確認された鉱床があり、また本年度の地質調査やボーリング調査の結果などもあるが、これらを総合した考察については次章にまとめて説明することとし、ここでは比抵抗の特徴を中心に、特徴のある断面についてのみ説明する。

#### ① A-測線 (第II-2-4-1図)

測点A50およびA450付近は地形的に谷に相当し、そこを西から東に川が流れている。比抵抗の上では、測線の南のA250付近を中心とする東西に伸びる尾根の深さ50～100m程度の範囲では、100Ωm以上の値になっている。また測点A50～A100では、地表付近の200Ωm以上の高比抵抗の部分が深さ100m付近でいったん80Ωm程度まで下がり、さらに深部ではまた高くなる傾向が見られる。また、本断面の中央部分のA150～A700の深さ100m前後の広い範囲に40Ωm以下の比抵抗の部分が分布している。このうちA150、A400～A450およびA650～A700付近では20Ωm以下の低比抵抗になっている。A750～A850の深さ100m付近を中心として200Ωm以上の高比抵抗の部分がある。測線の中央付近のA350～A700では、深さ100m前後では比抵抗は40Ωm以下と低い、深部に行くにつれて比抵抗は高くなる傾向がある。この中央部が低比抵抗で、その深部で高くなるという傾向は、この西の測線のほとんどで共通の特徴であり、深部の緻密で比抵抗の高い石灰岩などを反映していると考えられる。

#### ② B-測線 (第II-2-4-1図)

全体の傾向はA-測線と同じだが、B400～B750の深部の高比抵抗の部分が、さらに顕著になり、とくにB550付近では地下50m程度にまで浅くなっている。そのためにそこでB200～B850の地表下100m程度にある低比抵抗層が切られる構造になっている。A850付近にあった高比抵抗構造は、この測線でもB850付近に認められるが、比抵抗は100Ωm程度になっている。

B800の深度200m付近に20Ωm以下の低比抵抗部分があり、下部の高比抵抗構造を南北に分けている。

#### ③ C-測線 (第II-2-4-1図)

C400～C700の深度250m付近の高比抵抗の層は、南北に連続し、C650付近で浅くなっている。B-測線と比較するとこの高比抵抗構造の高まりは100mほど北に移動して捕捉されている。深さ100～200m付近の20Ωm以下の低比抵抗層は、この高比抵抗構造で南北に分断され、南側はC350～C600まで、北側はC650～C800であり、北に行くほど深くなる傾向が見られる。ま

た C800~C950 の浅い部分に 20  $\Omega$ m 以下の低比抵抗部分があり、地表付近の変質を反映していると考えられる。C200~C300 の尾根の部分に高比抵抗構造が認められる。

④ D-測線 (第II-2-4-2図)

D300~D700 の 200m 位の深度に低比抵抗層が分布している。その下部の比抵抗の高い層は B、C 測線ほど顕著ではなくなり、D550~D750 にかけては低比抵抗構造が深部まで連続している。測線中央部分の低比抵抗構造は、特に値の小さい部分が D450 付近と D700 付近にあり、これは C-測線から連続している可能性がある。D650~D1000 の浅い部分には低い比抵抗の部分が分布し、北に行くほど深くなる傾向が認められる。

⑤ E-測線 (第II-2-4-2図)

E250 付近の下部の高比抵抗層は、測線 C、D 測線から連続している。測線の中央部分に低比抵抗部分が認められるが、E400~E450 の部分と E550~E1000 の 2 つの部分に南北に分けられ、D-測線からの連続の可能性がある。特に E950~E1000 の浅い部分には、20  $\Omega$ m 以下の低比抵抗の部分が認められる。こうした部分では IP 調査でも接地抵抗が低く、大きな電流が流れており、地表付近の変質部分を反映していると考えられる。

⑥ F-測線 (第II-2-4-2図)

F350~F1000 の深さ 200m 程度までのところには、20~30  $\Omega$ m の低い比抵抗の層が連続している。このうち F350~F500 付近および F750 付近の低比抵抗の部分はそれぞれ東の測線から連続していると考えられる。

⑦ G-測線 (第II-2-4-3図)

G350 から北の測点では、低比抵抗の部分が広く分布し、北に行くほど深くなる傾向が認められる。G200~G500 の深部に 200  $\Omega$ m 以上の高比抵抗の部分が広く分布している。

⑧ H-測線 (第II-2-4-3図)

深部の高比抵抗層が H200~H950 とかなり広範囲に分布し、H300 付近で浅くなる傾向が見られる。この高比抵抗層の上部には、40  $\Omega$ m 以下の比抵抗の層が厚く分布している。

⑨ I-測線 (第II-2-4-3図)

全体の傾向は、H-測線と同様だが、I300 および I600 付近の深部では、高比抵抗の層の不連続部分が認められる。

⑩ J-測線 (第II-2-4-4図)

San Antonio de Oriente の東の尾根に沿った測線で、これまでの調査地域の東側の測線とは違った傾向が見られる。J100~J150 の浅い部分には厚さ 100m 弱の高比抵抗層が分布し、さらに北に行くに従って深くなる傾向が見られる。J650~J950 の深さ 100m 前後にも高比抵抗の構造があり、この 2 つの高比抵抗層を切る形で J500~J650 に比抵抗の低い構造が認められる。この低比抵抗構造の部分は、スペイン時代に開発された鉱床の部分に対応すると考えられる。C-測線と同様に、鉱床は高比抵抗部分に接する低比抵抗構造に関連すると考えられる。

⑪ K-測線 (第II-2-4-4図)

測点間隔 100m、測線間隔 200m と、測定が粗くなる。地表で K400~K500 の範囲に 100  $\Omega$ m 程度の比抵抗の構造が認められ、南に行くにつれて深部に連続する。また K400 の下部には 10  $\Omega$ m 以下の低比抵抗があるが、測点間隔が粗いために正確な分布ははっきりしない。K650 付近

の  $40 \Omega\text{m}$  程度の低い比抵抗の部分は、El Portillo の変質帯に対応し、平面的には西に連続する。

#### ⑫ L-測線 (第II-2-4-4図)

深部の高比抵抗層は、L400~L600 の間で不連続となり、低比抵抗の構造が深部に連続している。L200~L400 の部分には、地表から 200m 程度の深度まで低い比抵抗の部分が連続するが、ここの西側には変質帯が認められ、それに関連すると考えられる。

#### ⑬ O-測線 (第II-2-4-5図)

全体としては O500 より南で高比抵抗、北で低比抵抗になっているが、O250~O400 の浅い部分に低比抵抗構造が、また O300~O350 の深部には高比抵抗部分の内部に垂直の低比抵抗が認められる。後者では、測定中に受信機の表示部に示される曲線がその周辺と大きく異なっていたため、その異常の範囲を限定するために測点間隔を 50m と密にしている。この南の異常は極めて大きく、地表付近に比抵抗の低い漸層などの 2 次元性の強い構造が考えられるが、地質の上では、付近に変質帯 (Capa Rosa Sur) あるだけで、この異常の原因は不明である。また、O500~O800 の浅い部分で低比抵抗層が分布する。

#### ⑭ S-測線 (第II-2-4-6図)

調査地の最も西の測線で、地表は  $100 \Omega\text{m}$  程度の比抵抗であるが、その下部は急に  $20 \Omega\text{m}$  以下の低比抵抗になる。調査地域の西の端であり、地質等の情報も少なく、この原因は不明である。

### (2) 平面図

TEM法の比抵抗解析結果を、地表からの深度で平面表示した結果を示す。

#### ① 0m平面図 (第II-2-4-7図)

浅い部分の比抵抗平面図では、調査地域の中央の J-測線の J50~J500 にかけて、および調査地域の南東部分に  $200 \Omega\text{m}$  以上の高比抵抗の部分が見られる。前者は San Antonio de Oriente 集落の南部の尾根の部分に相当し、緻密な岩石が分布して侵食に耐えて地形的な高まりになっていると考えられる。既知の La Plomosa 鉱床の周辺の C600~B700 にかけては、 $100 \Omega\text{m}$  以上の高い比抵抗になっている。ここでは鉱床と関連する変質は、地表付近では比抵抗を上げている可能性がある。  $20 \Omega\text{m}$  以下の低比抵抗を示す主な地域は、測線 A~E の北の調査地の北東の隅の部分、西部の El Gallo の北および最西端の S-測線の南側の 3 箇所である。西側の El Taladron と Capa Rosa Sur にまとまった  $40 \Omega\text{m}$  以下の低い異常が見られるが、Capa Rosa Sur の変質帯は、両者に挟まれた  $110 \Omega\text{m}$  程度の比抵抗のやや高い部分に相当する。変質帯と比抵抗の関係については別に項を改めて説明する。

#### ② -100m平面図 (第II-2-4-8図)

西側地区の El Gallo から Capa Rosa Sur の南の広い範囲と El Taladron 周辺に比抵抗の高い部分がある。また、L、M測線の南にかけてと S-測線で  $40 \Omega\text{m}$  以下の低比抵抗の部分が広がっている。

東側の地域は、高比抵抗の部分が点在するものの、全体としては低比抵抗で、特に San Antonio de Oriente から La Plomosa にかけての調査地の北東の広い範囲で、 $40 \Omega\text{m}$  以下の低い部分が分布している。また、San Antonio de Oriente 集落から東に流れる川も南側の尾根の部分は  $100 \Omega$

m以上のやや比抵抗の高い部分になり、調査地を東西に分ける尾根の最高点(K300付近)にまで連続する。

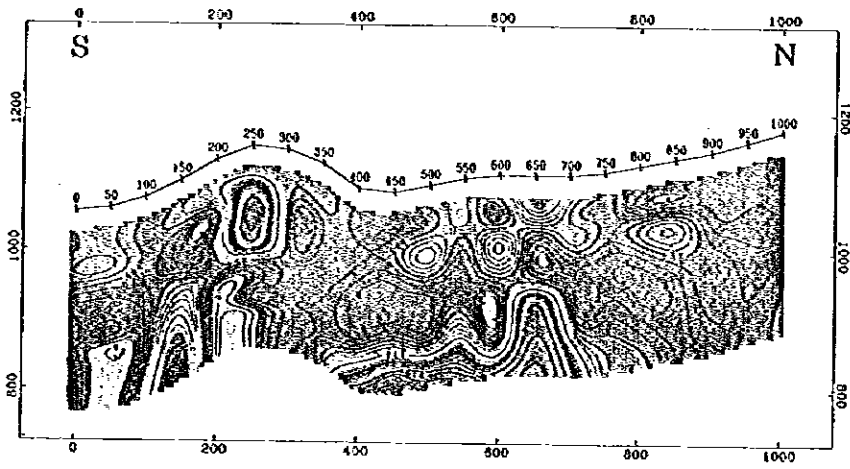
### ③ -200m 平面図 (第II-2-4-9図)

調査地の西側地区では、200  $\Omega$ m以上の高比抵抗の範囲が-100m レベルよりもさらに広がっている。そうした中で、比抵抗の低い部分は、調査地を東西に分ける尾根から El Portillo の北の部分、El Taladron の西の部分および El Gallo の北西の部分に見られる。また、Capa Rosa Sur の南の O300 付近には、高比抵抗層に囲まれて狭い範囲の低比抵抗構造が認められる。

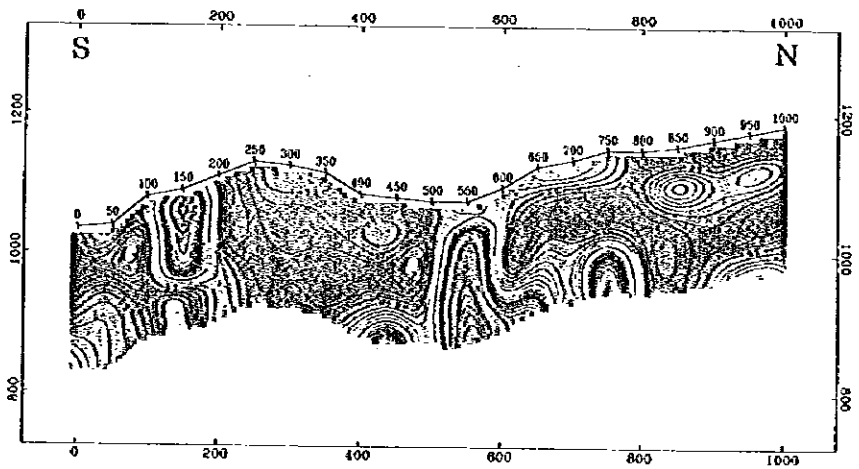
東側の地域は、高比抵抗の部分が-100m レベルよりは増加するものの、全体としては低比抵抗で、特に San Antonio de Oriente 集落の周辺からその北にかけて、La Plomosa の周辺から南の谷にかけて、さらに C から H 測線の南端にかけて、40  $\Omega$ m 以下の低い部分が分布している。また、San Antonio de Oriente 集落から南東の尾根の部分は 100  $\Omega$ m 以上のやや比抵抗の高い部分になっている。既知の La Plomosa 鉱床の周辺では、B550～C600 付近を中心に比抵抗の高い部分が認められる。これはこれまでのボーリングの結果から、下部の石灰岩が浅くなっている部分を示すと考えられる。

### ④ -300m 平面図 (第II-2-4-10図)

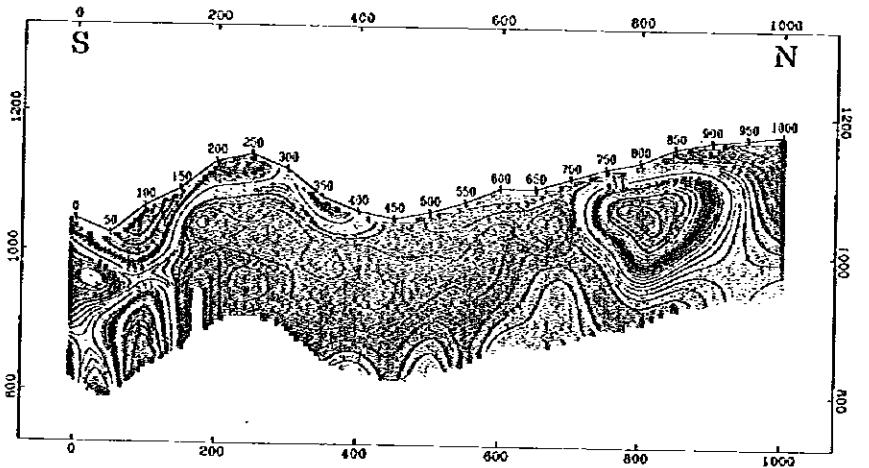
この深度では、-200m レベルの比抵抗平面図と大差はないが、高比抵抗の範囲がさらに拡大している。特に東部地域の San Antonio de Oriente 集落から南東の尾根の部分にかけての高比抵抗の部分、および La Plomosa 鉱床の南および東の高比抵抗の部分が拡大している。



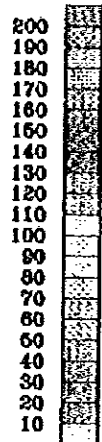
Linia-C



Linia-B



Linia-A



Resistividad  
(ohm-m)

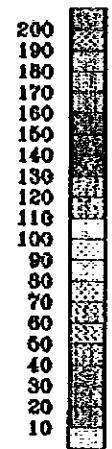
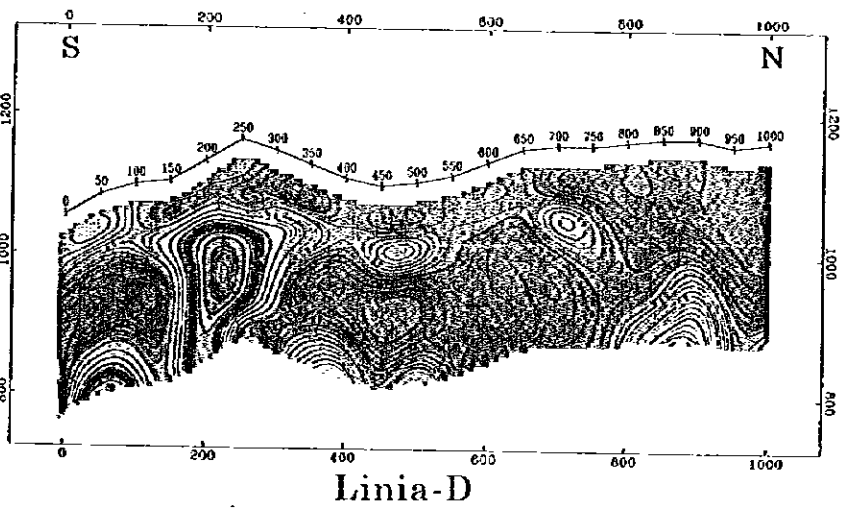
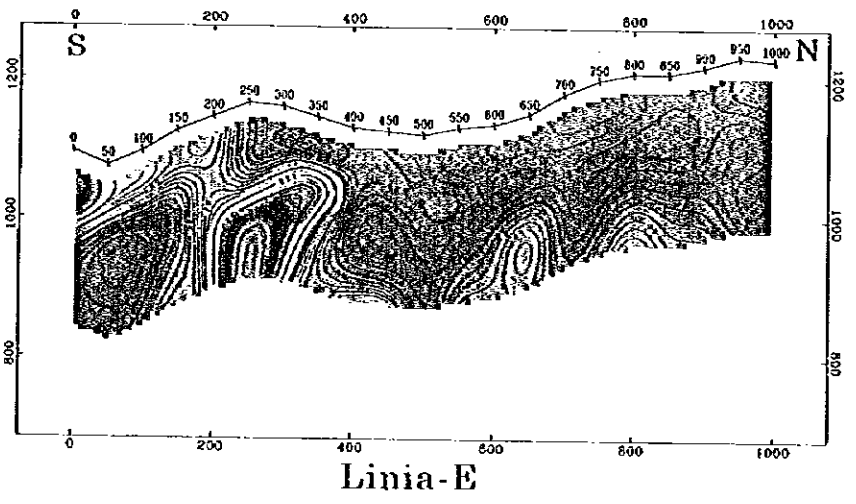
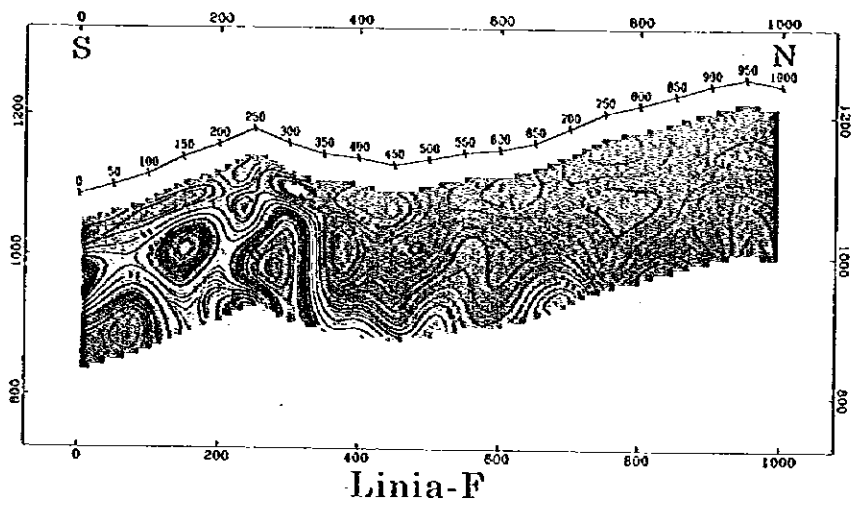
第II-2-4-1图 比抵抗構造断面图



0

0

0



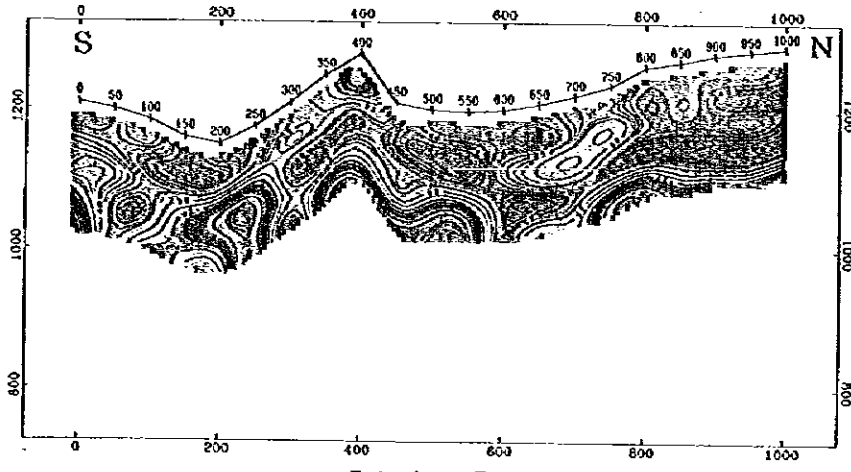
Resistividad  
(ohm-m)

第II-2-4-2图 比抵抗構造断面图

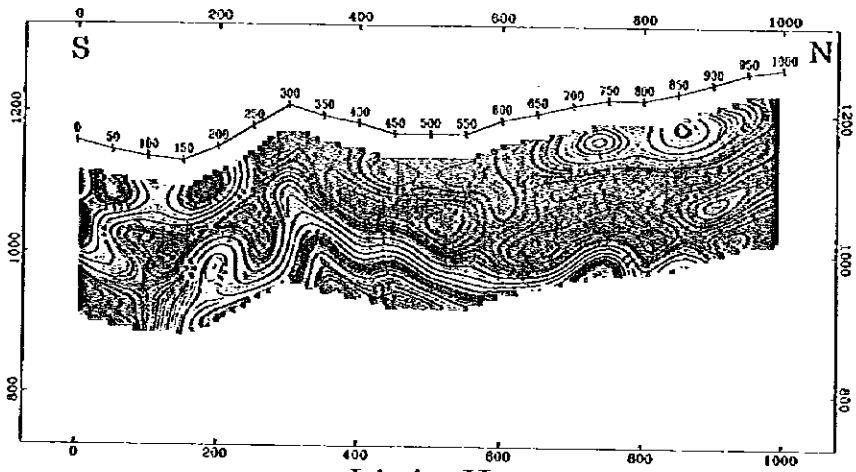
0

0

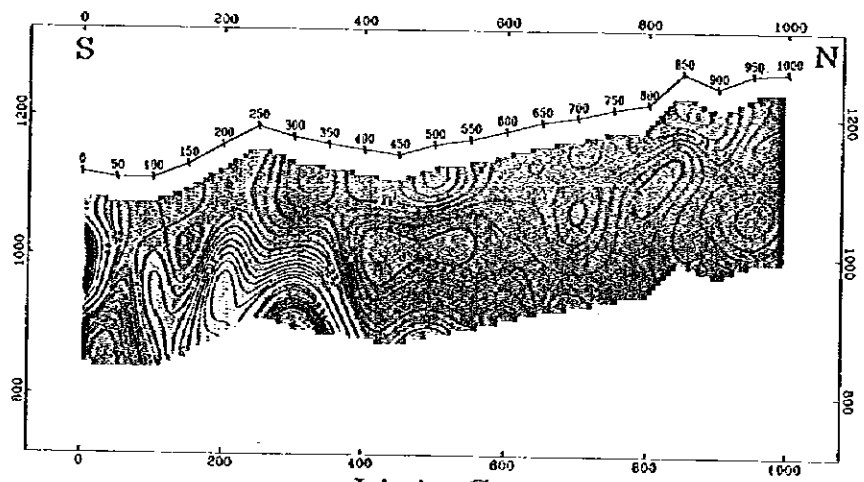
0



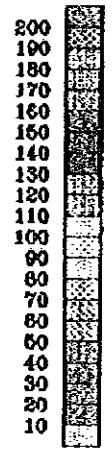
Linia- I



Linia- H



Linia- G



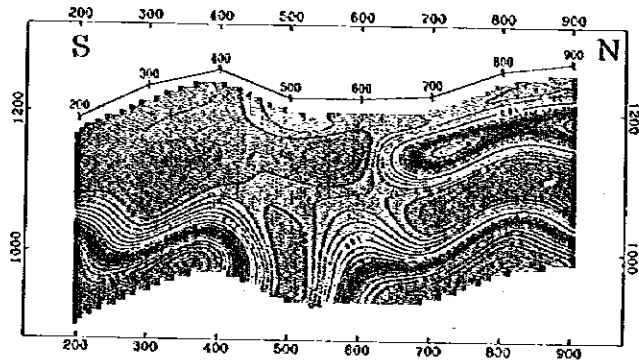
Resistividad  
(ohm-m)

第II-2-4-3图 比抵抗構造断面图

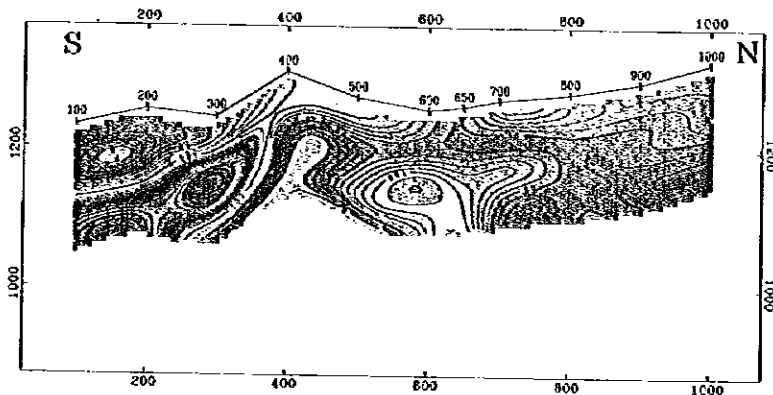
0

0

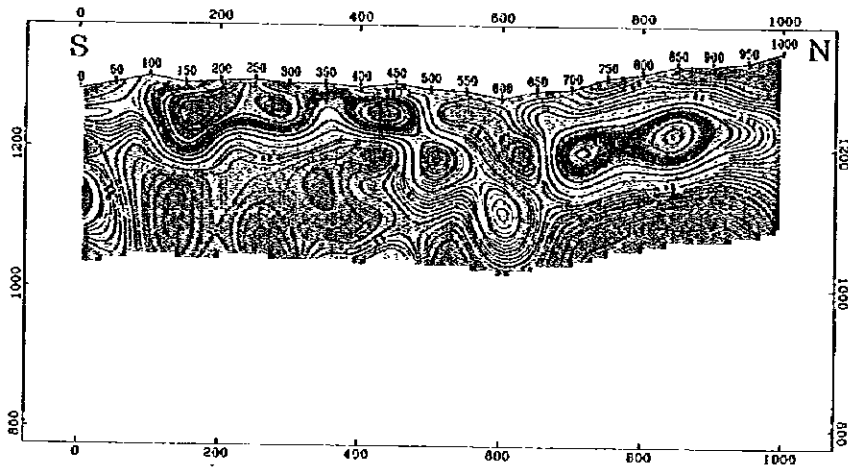
0



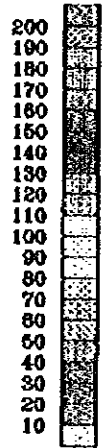
Linia-L



Linia-K



Linia-J



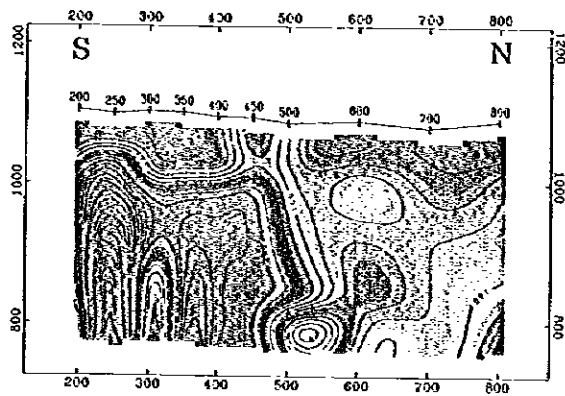
Resistividad  
(ohm-m)

第II-2-4-4图 比抵抗构造断面图

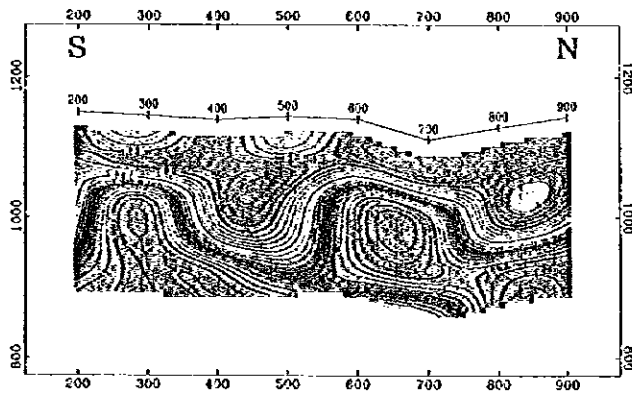
0

0

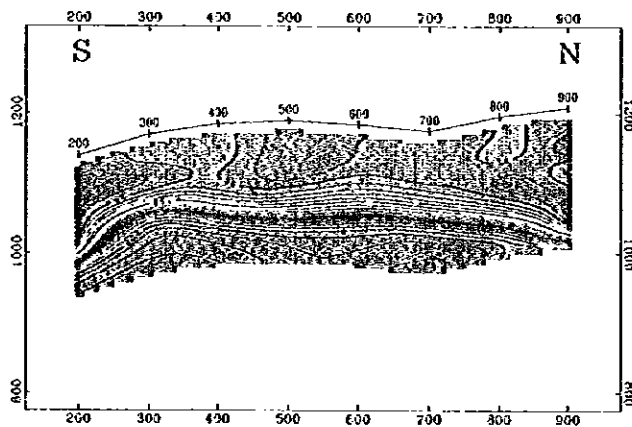
0



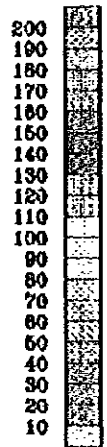
Linia-O



Linia-N



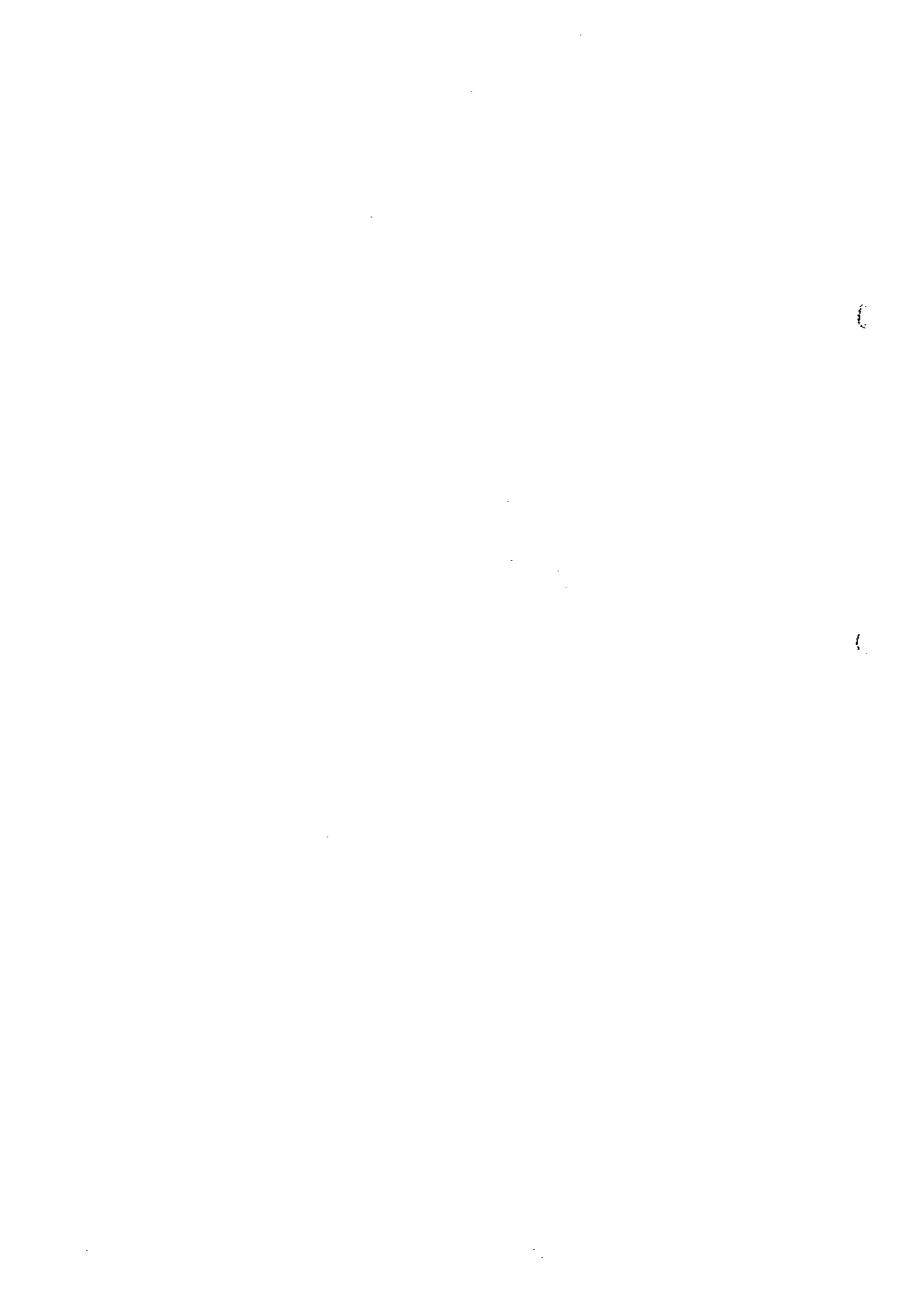
Linia-M

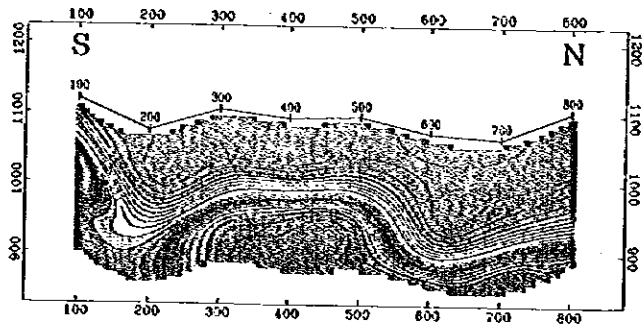


Resistividad  
(ohm-m)

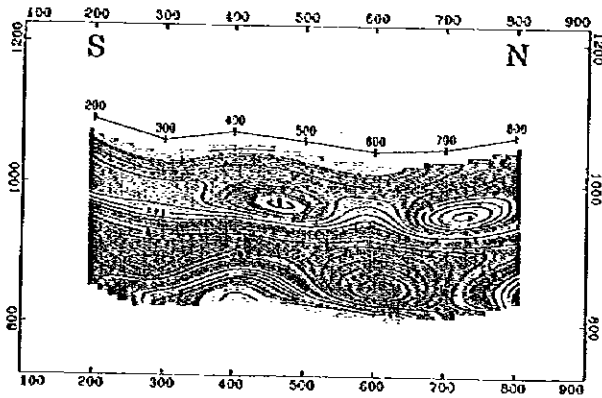
第II-2-4-5图 比抵抗构造断面图



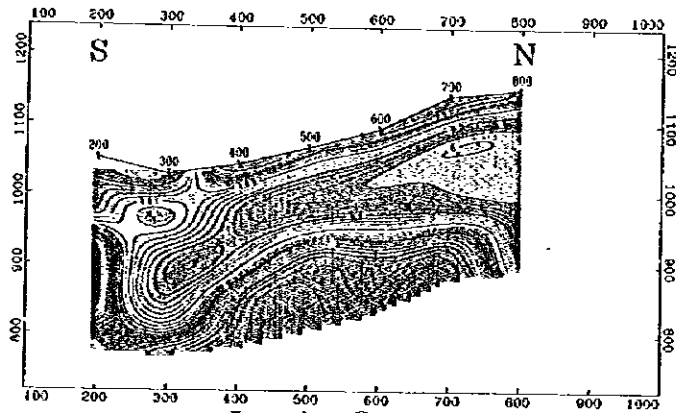




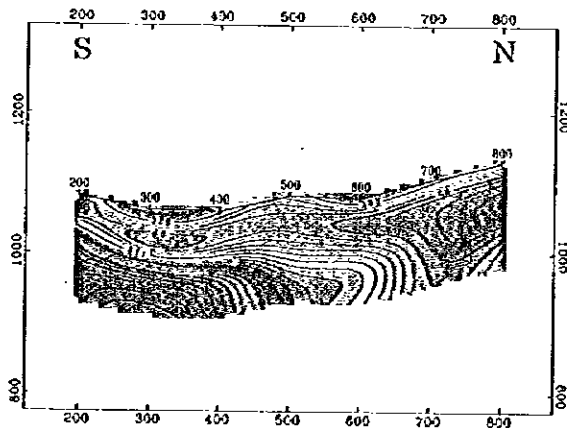
Linia-S



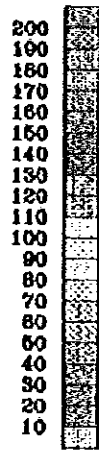
Linia-R



Linia-Q



Linia-P

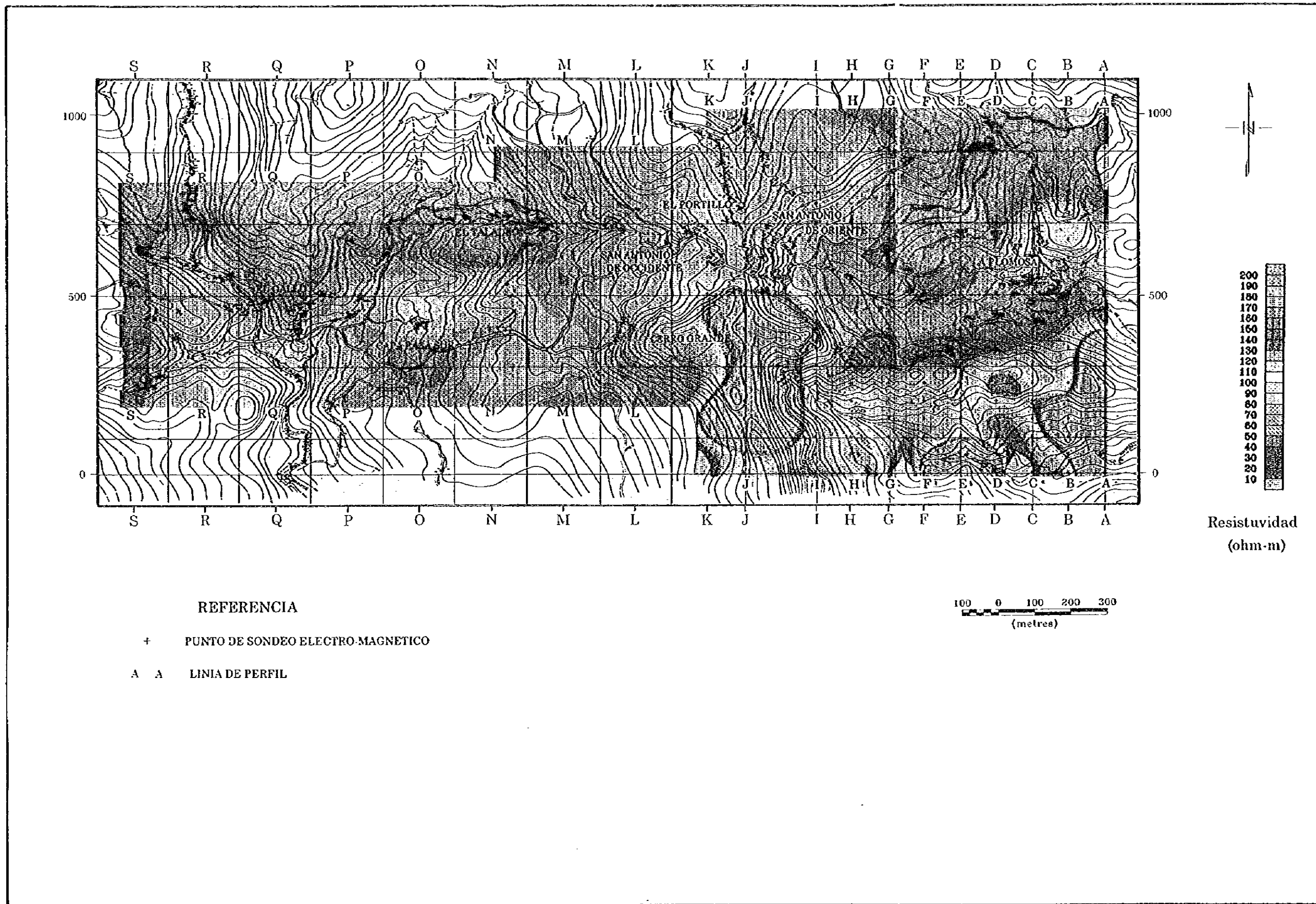


Resistividad  
(ohm-m)

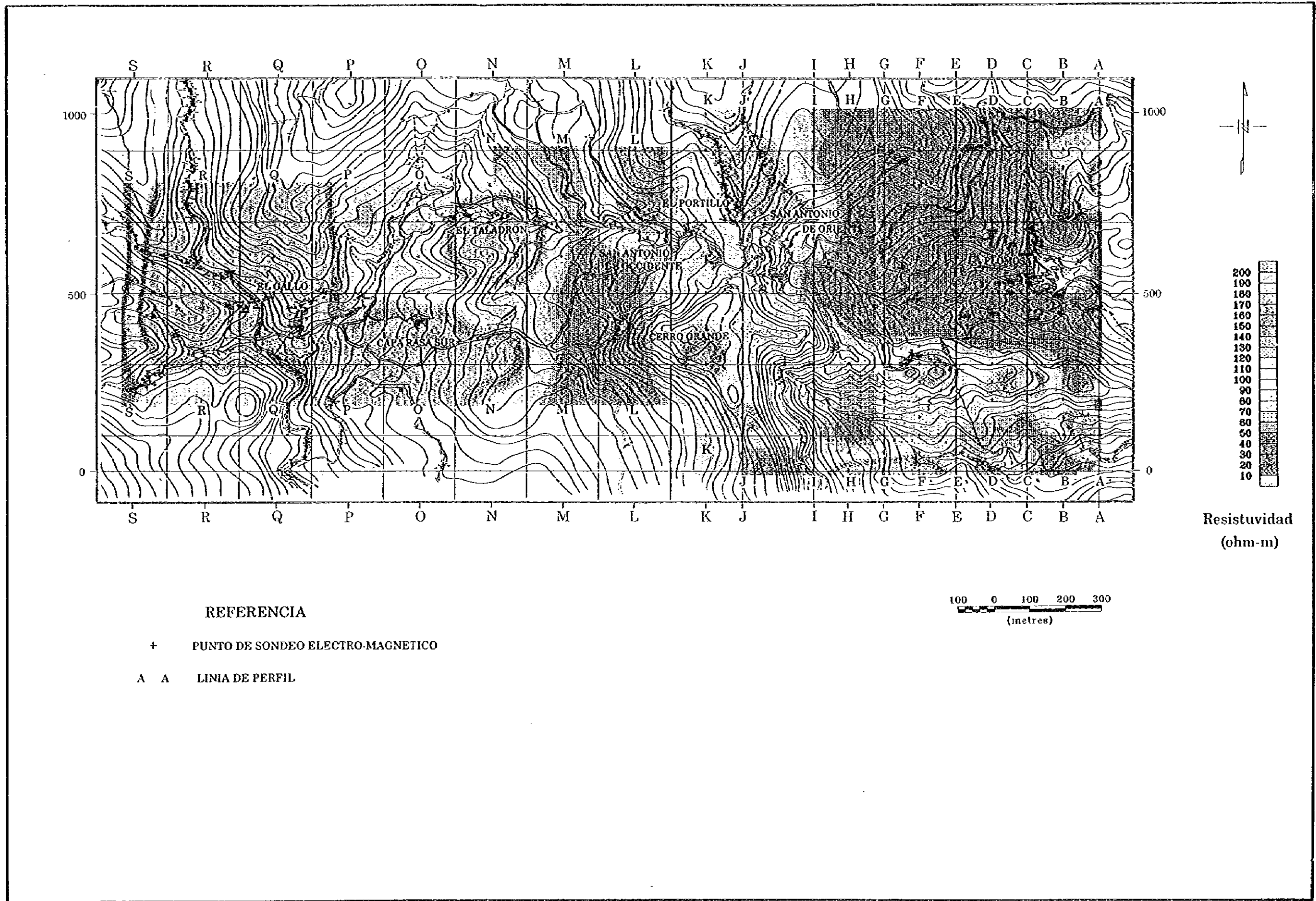
第II-2-4-6图 比抵抗构造断面图



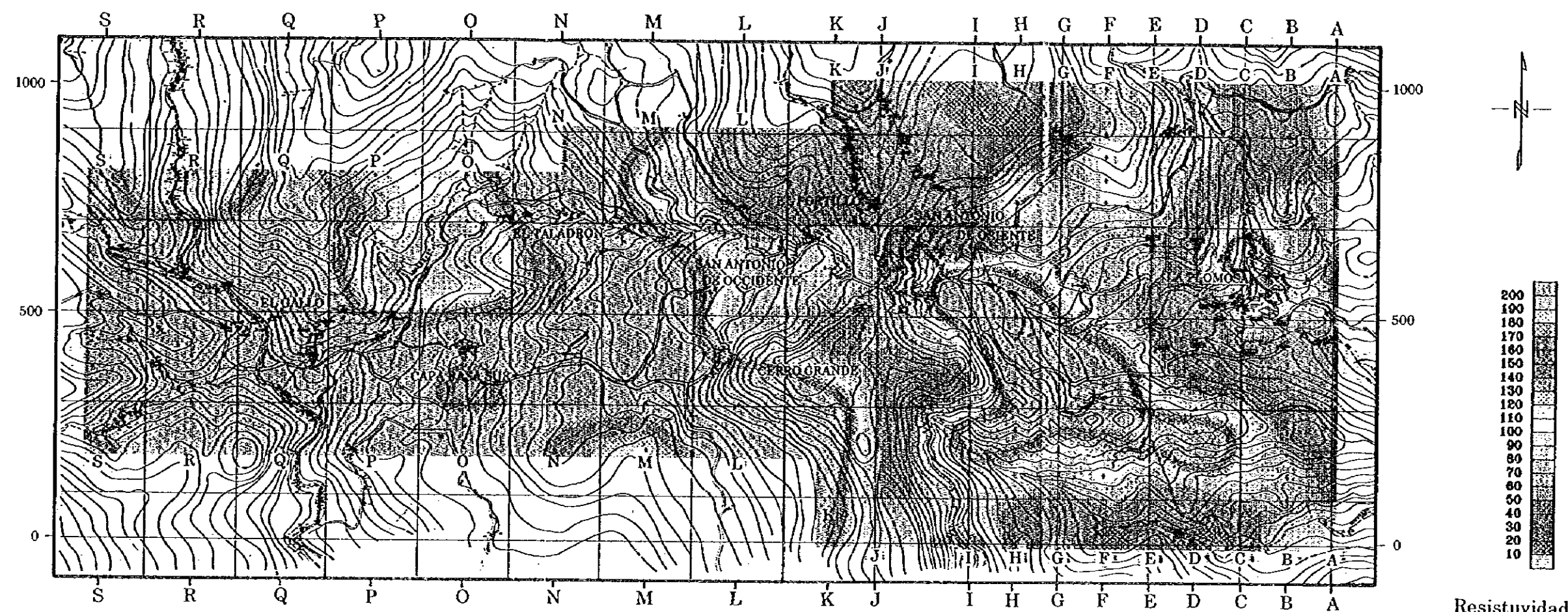




第II-2-4-7图 比抵抗構造平面图(地表下 0m)



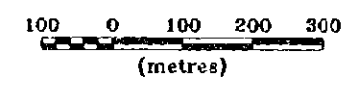
第II-2-4-8图 比抵抗構造平面图 (地表下 100m)



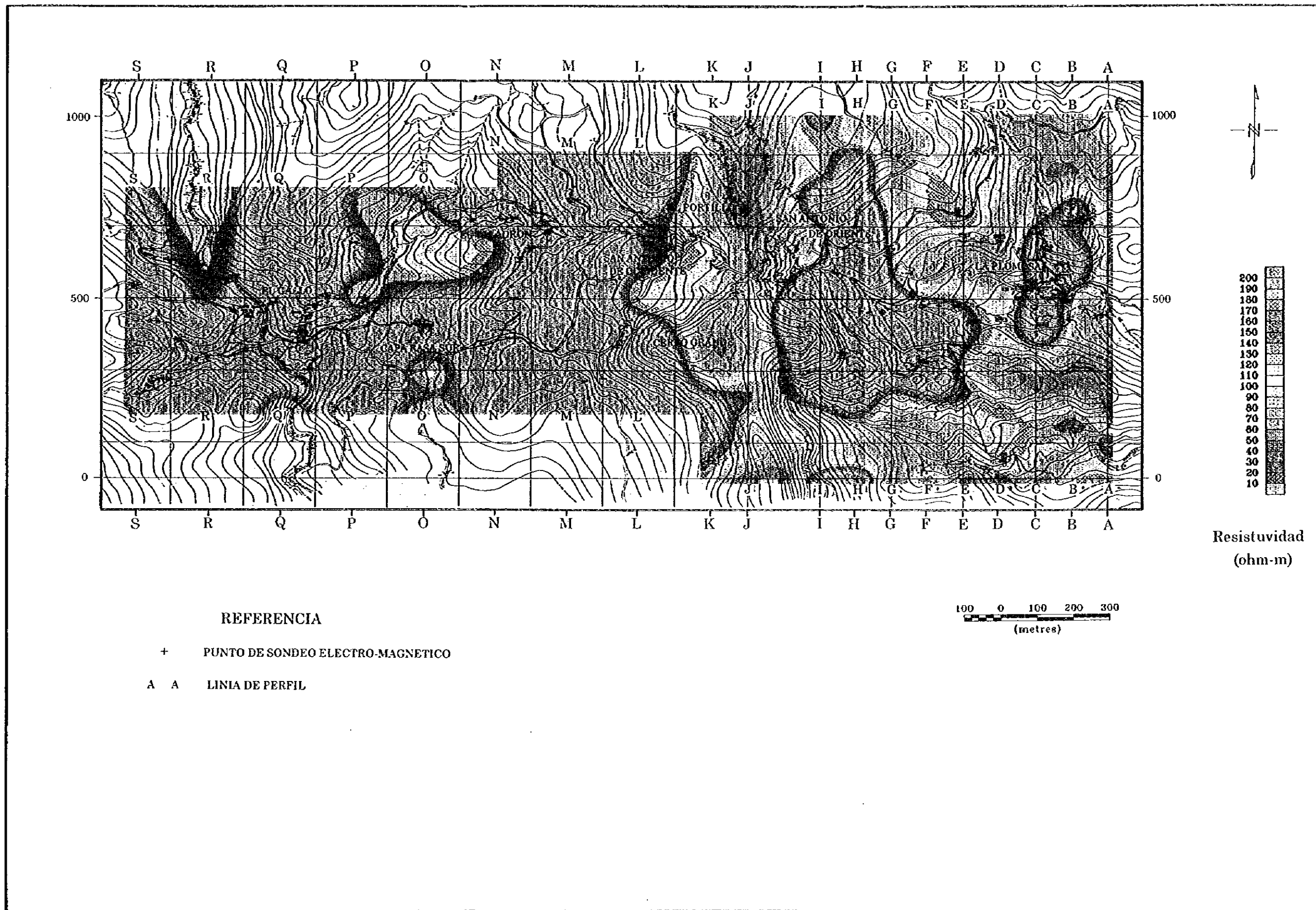
Resistividad  
(ohm-m)

REFERENCIA

- + PUNTO DE SONDEO ELECTRO-MAGNETICO
- A A LINIA DE PERFIL



第II-2-4-9图 比抵抗構造平面图(地表下 200m)



第II-2-4-10図 比抵抗構造平面図(地表下 300m)





## 2-4 考 察

### 2-4-1 物理探査の調査結果と考察

#### (1) 測定

物理探査は、これまでのサンプル測定で、鉱石と母岩では比抵抗とIP効果に差があることから、比抵抗調査としてTEM法を、IP効果の測定法として、時間領域のIP法を採用した。

#### (2) IP法の2次元解析

本調査地域は、地形・地質の2、3次元性や、亀裂、石灰質頁岩などに広く含まれる細粒の黄鉄鉱などの硫化鉱物などが、IP法の測定結果に大きな影響を与えたと考えられる。これまでに説明したIP法の結果では、地形の2次元性の影響については有限要素法による解析で除去してあるが、現実の複雑かつ急峻な3次元的な地形と比べて十分とはいえない。当社で開発した2次元のIP法自動インバージョンプログラムによる解析をテスト的に実施してみたが、地質情報などと比較して有為な結果が得られなかった。本調査地域のように、地形の影響や3次元性などが卓越した地域で2次元解析を実行するのは危険であるが、試みとして、La Plomosaの鉱床を捕らえているBおよびC-測線についての2次元解析結果を示す。地質情報やTEM法などの結果を考慮してモデルを決め、計算機上で現地と同じ測定を行い、現地と同じような結果が得られるように順次モデルを修正してゆく手法を採用した。B-測線の、現地および計算機で得られた比抵抗およびIP値の断面図、および計算機で得られた最終の比抵抗構造図を第II-2-5-1図に示す。また第II-2-5-2図には同じくC-測線の図を示す。モデルを幾度となく変更しながら計算を行ったが、極めて収束が悪く、現地のデータをよく表す計算機モデルを得ることは困難であった。地形や断層等の地下構造の3次元性のために、2次元解析には適さないデータと思われる。

B-測線で得られた最終の構造では、200Ωmの高比抵抗構造がB250~B400の浅い部分、B570~B730付近の浅部およびB550~B750付近の深部に得られている。このB550~B750の高比抵抗構造は、下部の石灰岩を示すが、IP法で得られた構造ではなく、TEM法の結果や地質情報などを組み入れたものである。鉱体に相当する10Ωmという低比抵抗でIP値が50mV/Vと大きな構造は、B650~B800の深部の石灰岩と思われる高比抵抗構造のすぐ上に解析されている。また比抵抗値は同じで、IP値がやや小さい30mV/Vの構造が、浅い部分に解析されている。現地で得られた測定結果は、この解析構造ではあまりうまく表現されず、2次元解析の限界と考えられる。

C-測線は、鉱床の近傍を通過するため、ボーリングなどである程度は地質が分かっており、そうした情報も考慮して計算機初期モデルを決定し、計算を繰り返した。最終的には、C600~C650付近に鉱床に対応すると考えられる10Ωmで、IPが50mV/Vの構造が得られ、その下部には200Ωmの石灰岩に対応する構造が得られている。

#### (3) 既知鉱床と物理探査結果の対比

第II-2-6-1にTEM法のC-測線の断面図と既知の鉱床および本年度のボーリングの結果による地質断面図を重ねたものを示す。TEM法の結果では、既知のLa Plomosa 鉱床周辺では、

深部の高比抵抗構造が浅くなっているという特徴が認められる。これまでのボーリングの結果と対比すると、深部からの高比抵抗の盛り上がりの部分は石灰岩に対応し、その上部の低比抵抗構造が鉱床に対応している。また、高比抵抗の盛り上がりの両側には断層が解析されている。鉱床周辺の地質構造と TEM 法の比抵抗は良い一致が見られる。

- ・ 鉱床の南のやや深い部分で、東西に連続する低比抵抗の構造が捕捉された。C450 付近で実施された今年度のボーリング結果では、地表付近から石灰質頁岩がみられ、約 200m 深から石灰岩層を扶むようになる。上図でも深度約 200m から比抵抗が上昇しており、C450 地点でもボーリング結果と TEM 法の結果の良い一致が見られる。この付近では高い IP 値が得られているが、これは石灰質頁岩に 2% 程度含まれている黄鉄鉱などの細粒の硫化鉱物が IP 値を引き上げたと考えられる。また、コアサンプルの比抵抗は 100~300  $\Omega$ m 程度の値を示すのに対し、TEM 法で得られた値は 20~80  $\Omega$ m と低めに解析されている。これは断層が C450 付近を通り、地層には非常に亀裂が発達しており、地下水などによって全体としての比抵抗が下げられたためと判断される。また、C300 付近では、比抵抗の大きな不連続が見られ、断層が推定される。こうした断層との関連を次に説明する。

### (3) 断層と比抵抗の不連続の対比

- ・ 本調査地では、密な植生で露頭も少なく、地質調査で直接認められる断層は少ない。TEM 法の測定結果から推定される比抵抗の不連続線を第 II-2-5-2 図 (2) の太い破線で示す。各測線の断面図から推定される不連続の位置を平面図に示したものである。O-測線の測点 O300 付近に低比抵抗の異常が認められ、断層が考えられる。この異常は顕著であったため、周辺に測定点を増やして調査を行ったが、非常に狭い範囲の異常であることがわかった。付近には地表に変質帯もあり、単なる断層の異常にしては際立ったものであり、興味ある部分である。
- ・ 調査地の東の A-測線~L-測線にかけては、E-W 系および ESE-WNW 系の不連続線が卓越している。測点 A0 付近~San Antonio de Oriente 集落の南にかけては、長い不連続線が認められる。これは Cerro Grande から ESE 方向に伸びる尾根の南側に一致する。また、既知の La Plomosa 鉱床のすぐ北の C650 付近から I800 付近にかけて不連続が認められる。

### (4) 既知鉱床と類似の物理探査結果を示す地域の抽出

第 II-2-6-2 図 (2) に、既知の La Plomosa 鉱床と同様に、高比抵抗構造に接して低比抵抗の構造が認められる部分を、黒丸の点で囲んで示した。以下にそれらの点を東~西に列挙する。

- ① 既知の鉱床の北東の B800 付近。
- ② F300 付近の、Cerro Grande から東に伸びる尾根。
- ③ San Antonio de Oriente 集落の東の H600 付近。
- ④ San Antonio de Oriente 集落の南の H500~J600 付近。ここは、比抵抗の不連続線にも一致し、地表の変質帯も認められ、興味ある地点である。
- ⑤ San Antonio de Occidente 集落のさらに西の N700 付近、および N800 付近。
- ⑥ 調査地の東の El Gallo の北の Q700 および R700 付近。ここでも比抵抗不連続や変質帯が認められる。

#### 2-4-2 今後の物理探査の課題

既知の鉱床の周辺の物理探査では、特にIP法で鉱床周辺に広い範囲の異常が認められ、特にその南の異常に対してボーリングを実施したが、新たな鉱体の発見には至らなかった。これは、周辺の岩石に亀裂が発達し、さらに数パーセント程度の黄鉄鉱を含むため、広い範囲の現地測定では全体として高IP異常になってしまったと考えられる。これらのボーリングのコアのIP測定でも、サンプルは石灰岩という高比抵抗の岩石の亀裂のない部分を使う必要があり、電流はあまり内部を流れず、低いIP値が得られている。IP法では、既知の鉱床は捕らえているものの、鉱床以外の部分でもかなり広い範囲で異常を検出した。概査として、広い範囲から異常を調査する場合には適している手法であるが、ある程度絞られた段階から、本調査のように鉱床の伸びを追いかけるような調査に対しては、他の情報と総合的に解釈する必要がある。

TEM法は電磁探査でもあり、地形や地表付近の影響を受け難いため、本調査地のような厳しい地形・地質のところでも適用が可能であった。既知の鉱床の周辺では、既知の鉱体、断層、石灰岩の部分をよく反映した結果が得られている。既知の鉱床の西のD-測線付近で今年度ボーリングが実施されたが、細脈が見つかってはいるものの、鉱量の増加に貢献する規模ではない。TEM法の結果では、B、C測線の北側では顕著な低比抵抗の異常が得られており、地質状況も含め今後も検討を要する部分と思われる。

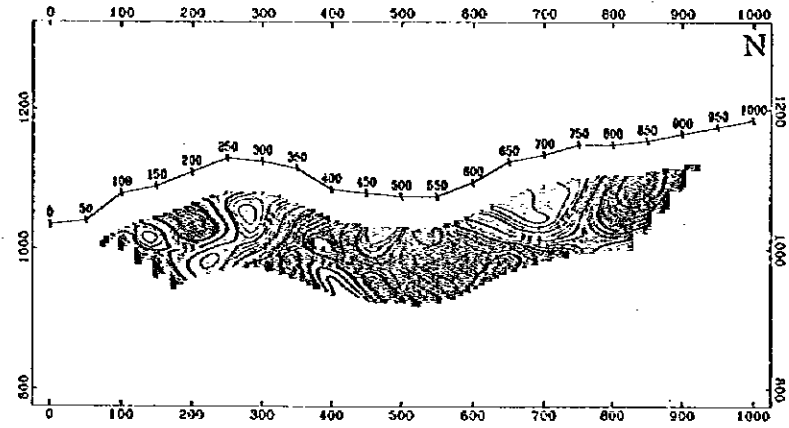
調査地の西部では、N-測線およびO-測線の周辺で低比抵抗の異常が得られた。この周辺では、測線間隔が200m、測点間隔が100mと粗かったため、異常の範囲が正確には押さえられていない。次年度は、本年度得られたTEM法の異常の周辺で補完的な測定を実施して、異常の範囲を限定し、ボーリング地点を決定する資料を得ることを提案する。

0

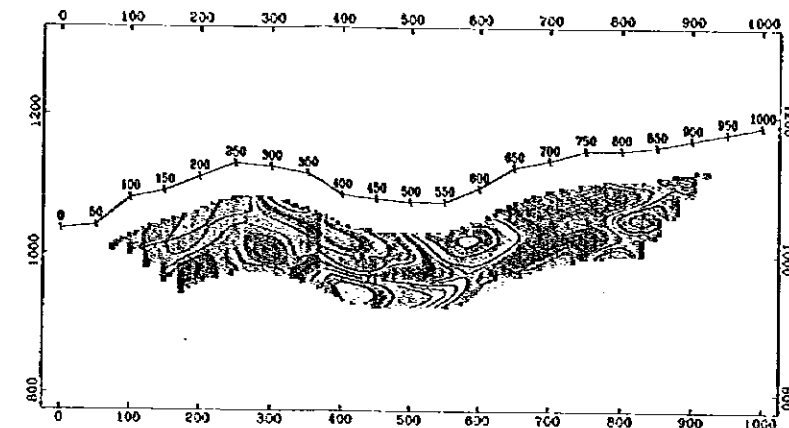
0

0

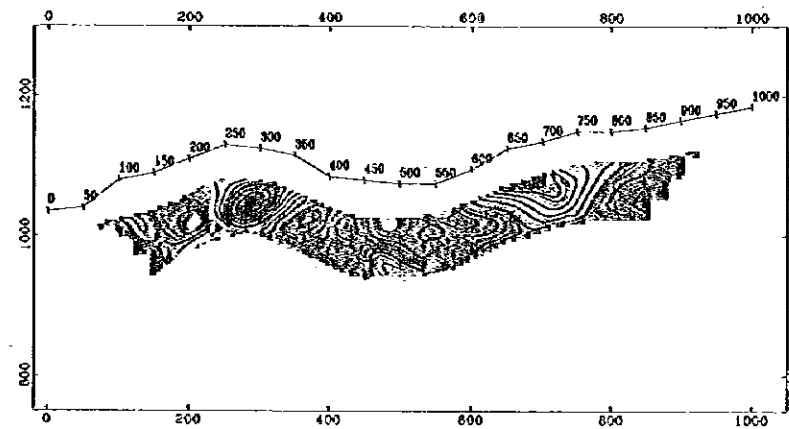




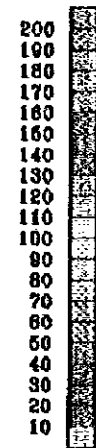
Valor de Datos Practicos



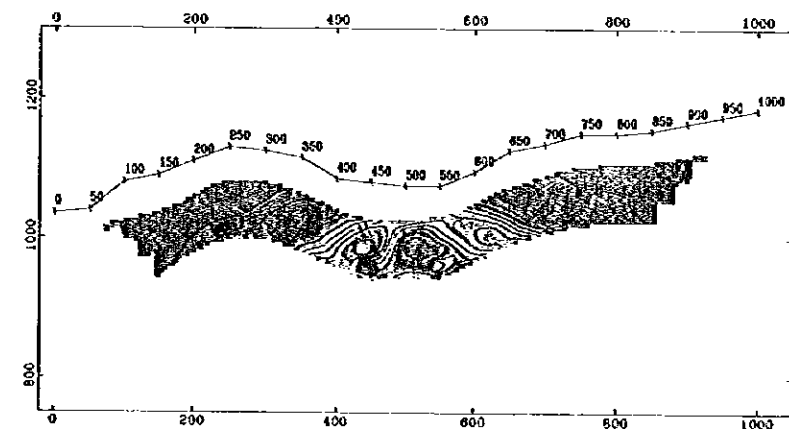
Valor de Datos Practicos



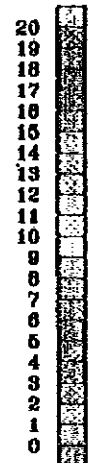
Resultado de Modelo Cálculo



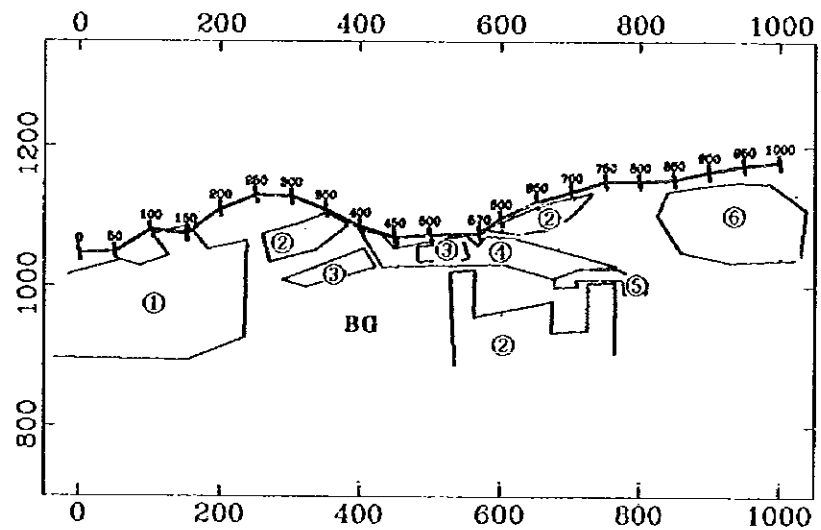
Resistividad  
(ohm-m)



Resultado de Modelo Cálculo



Cargabilidad  
(mV/V)

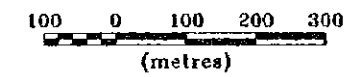


Linia-B IP Modelo

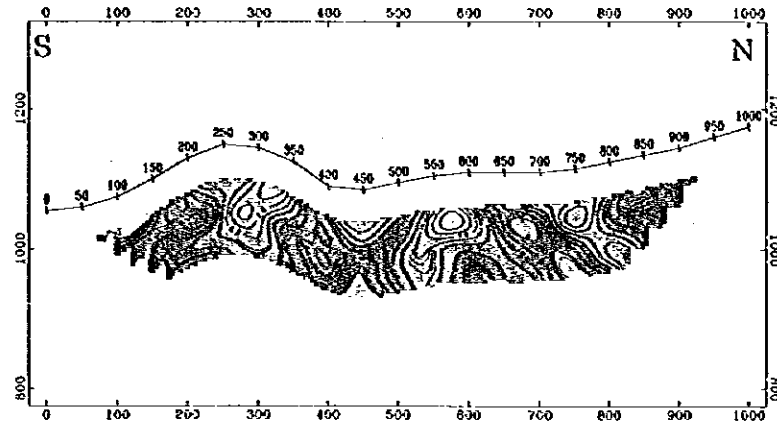
B G  
①  
②  
③  
④  
⑤  
⑥

	(ohm-m)	(mV/V)
B G	80	2
①	20	2
②	200	2
③	10	30
④	10	5
⑤	10	50
⑥	10	2

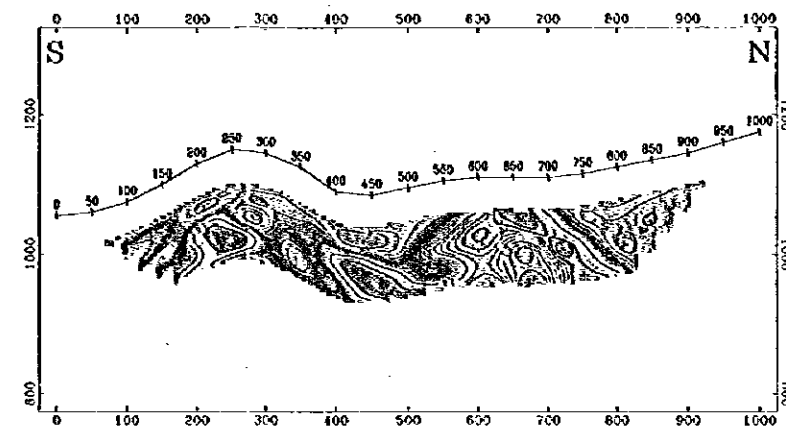
ESCALA 1:10,000



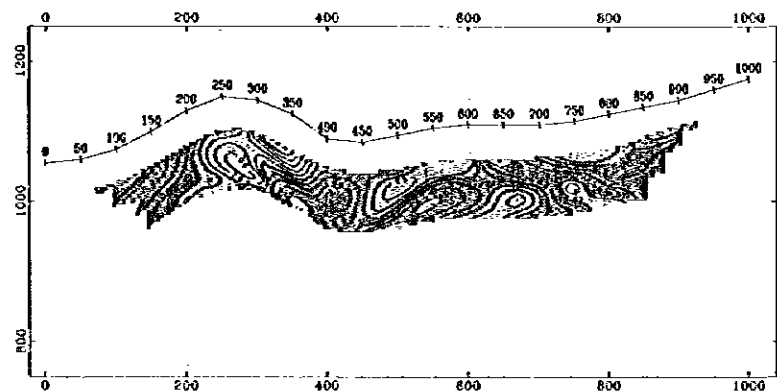
第II-2-5-1図 二次元シミュレーション解析図



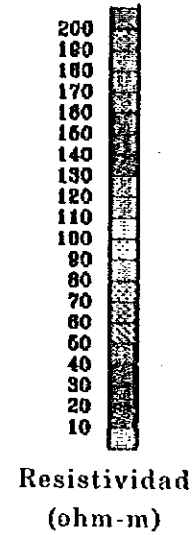
Valor de Datos Practicos



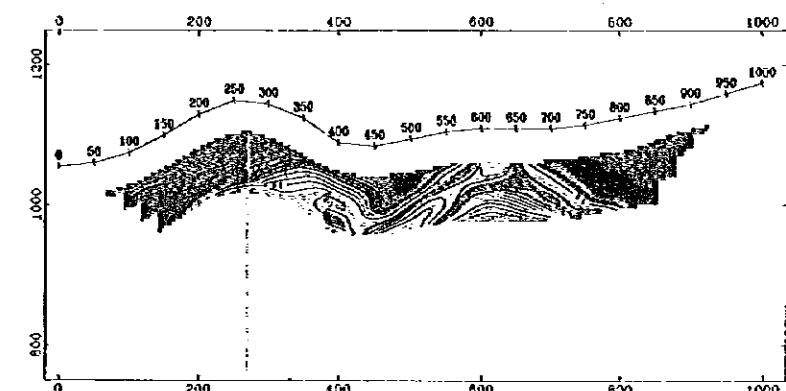
Valor de Datos Practicos



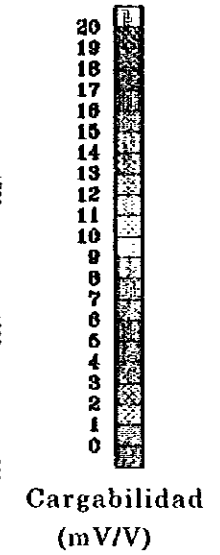
Resultado de Modelo Cálculo



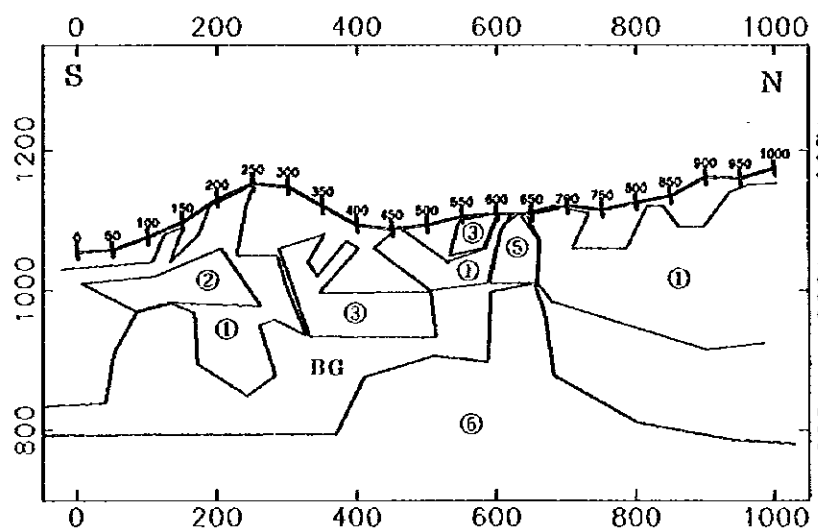
Resistividad  
(ohm-m)



Resultado de Modelo Cálculo



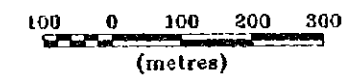
Cargabilidad  
(mV/V)



Linia-C IP Modelo

B G	(ohm-m)	(mV/V)
①	100	2
②	20	2
③	20	15
④	10	30
⑤	200	2
⑥	10	50
⑥	200	2

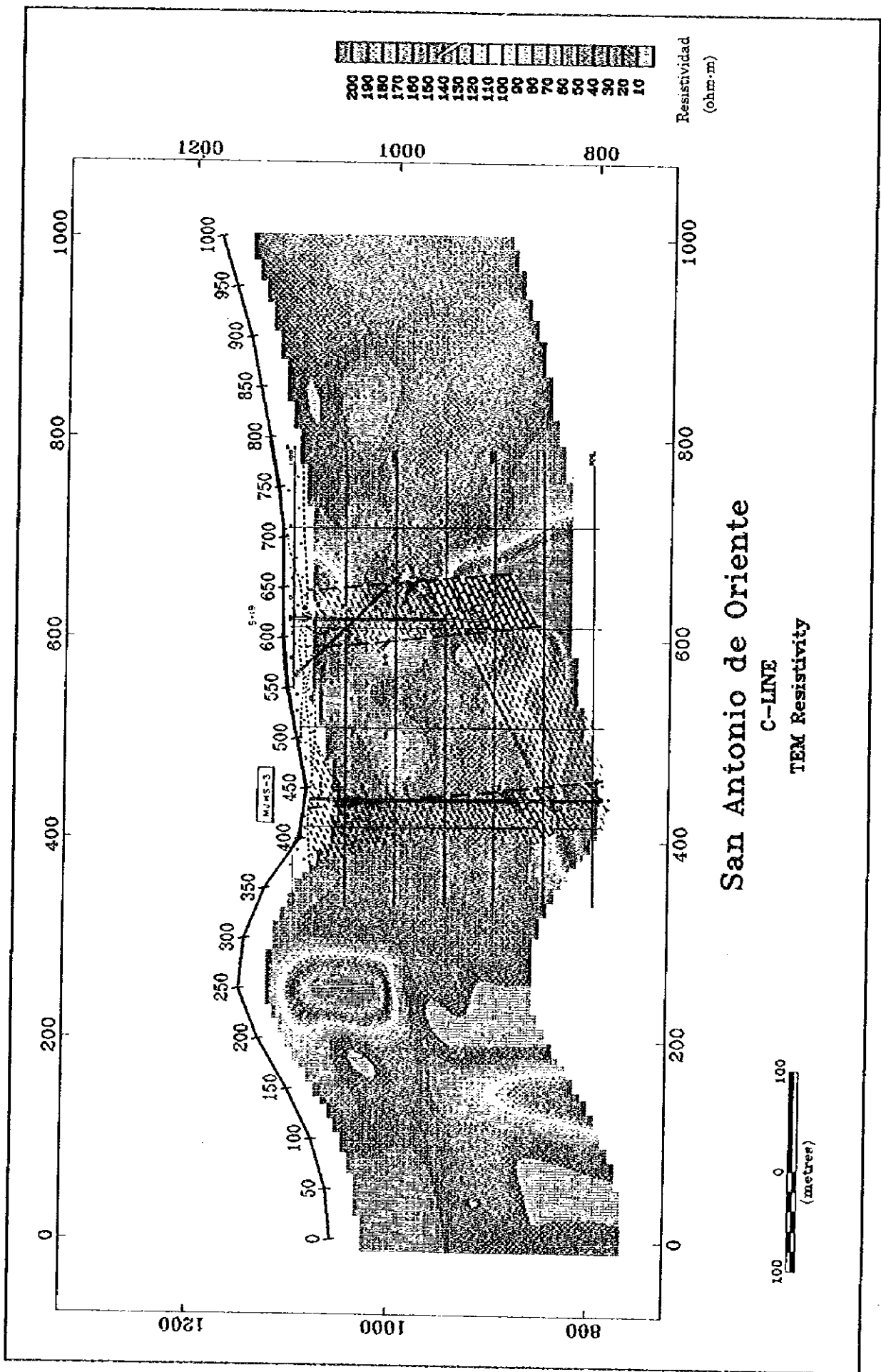
ESCALA 1:10,000



第II-2-5-2図 二次元シミュレーション解析図







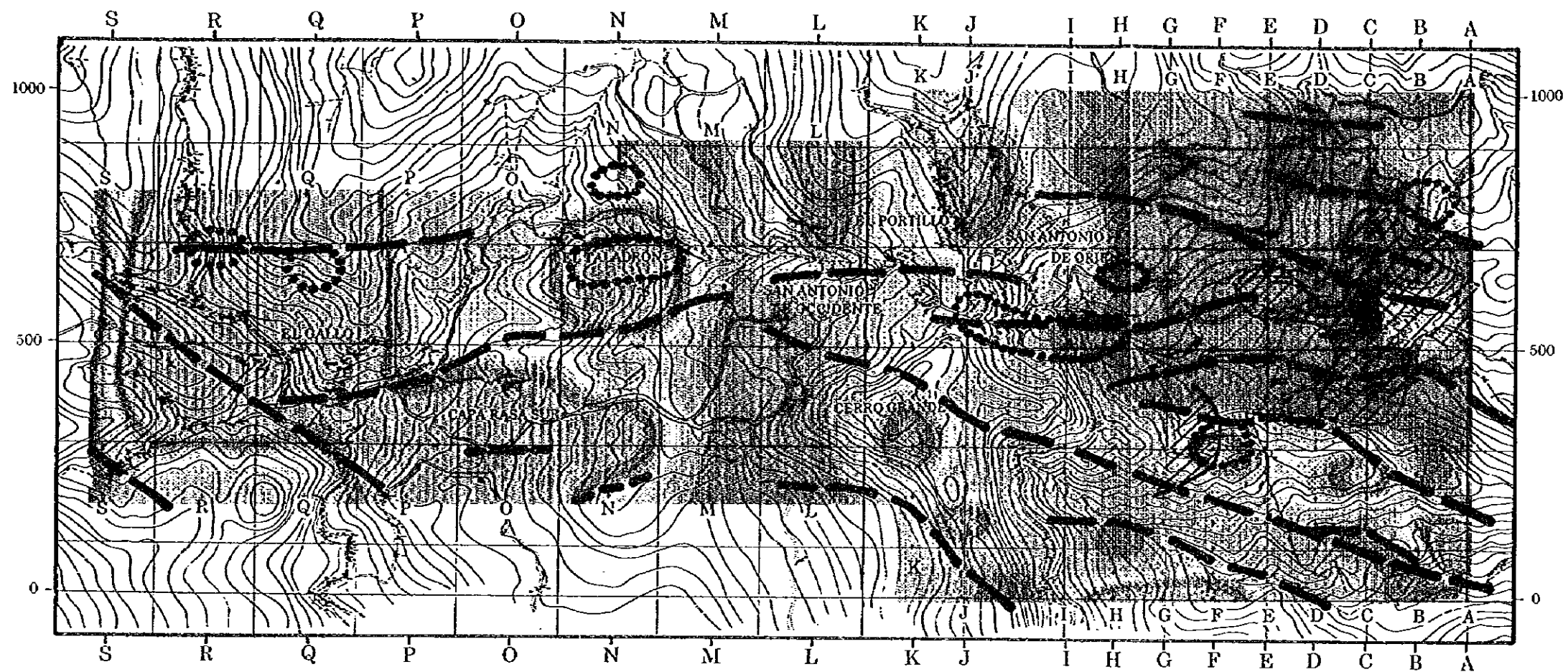
第II-2-6-1 図 総合解析図 (1)

0

0

0

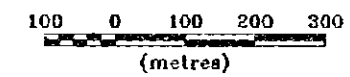




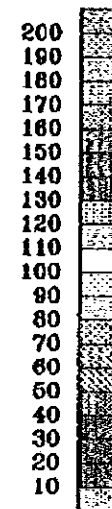
REFERENCIA

- + PUNTO DE SONDEO ELECTRO-MAGNETICO
- A A LINIA DE PERFIL
- LINIA DE DISCORDANCIA MOSTRADA EL PERFIL ESTRUCTURA DE RESISTIVIDAD
- ⊙ ANOMALIA DE TEM DE TIPO DE LA MINA DE LA PLOMOSA
- ⊗ ANOMARIA DE CARGABILIDAD

ESCALA 1:10,000



Resistividad  
(ohm-m)  
Metodo de Tem  
(Superficie -100m)



第II-2-6-2図 総合解析図(2)

