

601497



## COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

GERENCIA DE PROYECTOS GEOTERMoeLECTRICOS  
SUBGERENCIA DE EXPLORACION Y DESARROLLO  
DEPARTAMENTO DE EXPLORACION  
OFICINA DE GEOPISICA

Morelia, Mich., March 01, 1995.

H. P. ROSS  
UURI  
Dear Howard

We send our best wishes for you.

In this opportunity we send additional information about the Ceboruco Geothermal Project, included into the CFE - DOE agreement.

This is the most recent information and includes some observations that you commented with us, last November in Mexicali B.C.. The number of gravity stations specially increased (+/- 100), over the San Pedro and in the north sector of Ceboruco volcano according to the Bouguer Anomaly maps, enclosed.

We are including also the final report of "Evaluación Geotérmica del Proyecto Ceboruco, Nay.", where results data of three wells are shown.

Other information represents the bidimensional modelling of gravity data, initial model Sept./94 and final model Enero/95. Also magnetotelluric data of the initial bidimensional models, using EMIXMT2D software of Interpex, LTD., two resistivity pseudosections. We are including a letter in Spanish, with the ASCII files of the MT data and initial magnetotellurics reference.

We understand that P. Wannamaker recommends to do more analysis of some models response, according to local geological aspects and to know of the different geothermal areas. Now, we are working with the most recent data obtained from three wells and the results of the potential interpretation methods (gravity and magnetic) results.

Finally, we hope this information and comments to be value for next actions into the agreement and to understand more about the Ceboruco Geothermal Project.

Please feel free to contact us.

Yours sincerely,

José Francisco Arellano Guadarrama

C.C.P.- Archivo - Minutario

Durante la perforación se llevaron a cabo una serie de registros de temperatura de fondo, utilizando los elementos de equipo Kuster, en diferentes intervalos de profundidad como a diversos intervalos de tiempo, según se exhibe a continuación.

REGISTROS DE TEMPERATURA EN EL POZO CB-1			
REGISTROS	HORAS DE REPOSO	TEMPERATURA MAXIMA	INTERVALO DEL REGISTRO
T-5	12	34.00°C	0 a 495 m
T-7	12	50.71°C	0 a 994 m
T-12	20	65.80°C	900 a 1494 m
T-18	25	90.00°C	1000 a 1987 m
T-21	24	96.20°C	1500 a 2481 m
T-25	24	102.70°C	0 a 2583 m
T-27	18	110.10°C	2000 a 2785 m

La temperatura máxima estabilizada por el método Horner fue de 115 °C a los 2801 m (gradiente termal normal).

REGISTROS DE TEMPERATURA EN EL POZO CB-2			
REGISTRO	HORAS DE REPOSO	TEMPERATURA MAXIMA	INTERVALO DEL REGISTRO
T-3	18	52.0°C	0 a 660 m
T-6	18	77.8°C	500 a 1050 m
T-9	18	92.3°C	800 a 1500 m
T-13	24	105.4°C	900 a 1691 m

La temperatura máxima estabilizada por paquete TEMPEST es de 111.87°C (gradiente termal normal ligeramente anómalo).

REGISTROS DE TEMPERATURA EN EL POZO CB-3			
REGISTROS	HORAS DE REPOSO	TEMPERATURA MAXIMA	INTERVALO DEL REGISTRO
T-4	24	127.5°C	0 a 791 m
T-8	24	156°C	450 a 1186 m
T-11	18	171.5°C	450 a 1420 m
T-15	24	183.3°C	0 a 1906 m

La temperatura máxima estabilizada por el método Horner a los 1906 m es de 198°C. (gradiente termal anómalo).



## COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

GERENCIA DE PROYECTOS GEOTERMoeLECTRICOS  
SUBGERENCIA DE EXPLORACION Y DESARROLLO  
DEPARTAMENTO DE EXPLORACION  
OFICINA DE GEOFISICA

Morelia, Mich., 20 de Febrero de 1994

*Rec 03/08/95*

Ph. HOWARD P. ROSS.

URRI

Presente:

Como es de su conocimiento, el Proyecto Geotérmico del Ceboruco, Nay., fue sugerido por el personal de CFE en el Segundo Encuentro Técnico, celebrado en enero de 1994; para que UURI llevara una revisión de las estrategias de exploración de algunas técnicas geofísicas empleadas en dicho proyecto, entre ellas la revisión y crítica de datos magnetotelúricos y su interpretación.

Dentro de los planes de 1995, se sugirió que existiera el compromiso para una interpretación detallada si se definía con precisión el objetivo específico de dicha interpretación.

En base al párrafo precedente, y al hecho que existen 3 perforaciones profundas ( >1500 m ) es que se envía la siguiente información con la finalidad de evaluar los resultados obtenidos en los pozos y la respuesta magnetotelúrica alrededor de los mismos. Para esto se ha elegido 2 líneas de sondeos que pasan muy cerca de los pozos y pueden verse en el plano de Localización de Sondeos MT ( Línea P01 y P02, en el Anexo).

Los sondeos que integran dichas líneas son:

P01: MT-70 (CEB70), MT-69 (CEB69), MT-24 (CEB24), MT-52 (CEB52),  
MT\_66 (CEB66) y MT-67 (CB67).



## COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

GERENCIA DE PROYECTOS GEOTERMoeLECTRICOS  
SUBGERENCIA DE EXPLORACION Y DESARROLLO  
DEPARTAMENTO DE EXPLORACION  
OFICINA DE GEOFISICA

P02: MT-71 (CB71), MT-72 (CB72), MT-38 (CB38), MT-39 (CB39), MT-41  
(CB41), MT-17 (CB17), MT-7 (CB07), MT-16 (CB16), MT- 31 (CB31) y  
MT\_90 (CB90).

cuyas seudosecciones de resistividades aparentes para ambos modos se encuentran en el Anexo adjunto.

Estos sondeos son enviados en un diskette junto con los archivos de las BASES DE DATOS GENERALIZADOS y algunos otros sondeos de posible interés. La relación de dichos sondeos, así como el formato en que se encuentran, se especifica en el mencionado Anexo.

Por último, también se envía los modelos bidimensionales que se han venido trabajando para ambas líneas por medio de programa EMIXMT2D de Interprex, y que forman parte de las nuevas interpretaciones realizadas a los datos magnetotelúricos. Adicionalmente, se incluyen los archivos con la topografía de cada una de las líneas y que sirvieron para analizar la influencia de ésta en la respuesta de MT.

En espera de sus comentarios, queda de Ud.:

**ATENTAMENTE**

**ING. FRANCISCO ARELLANO G.**

Jefe de la Ofna. de Geofísica

REGISTROS DE TEMPERATURA EN EL POZO CB-2			
REGISTRO	HORAS DE REPOSO	TEMPERATURA MAXIMA	INTERVALO DEL REGISTRO
T-3	18	52.0°C	0 a 660 m
T-6	18	77.8°C	500 a 1050 m
T-9	18	92.3°C	800 a 1500 m
T-13	24	105.4°C	900 a 1691 m

La temperatura máxima estabilizada por paquete TEMPEST es de 111.87°C (gradiente termal normal ligeramente anómalo).

REGISTROS DE TEMPERATURA EN EL POZO CB-3			
REGISTROS	HORAS DE REPOSO	TEMPERATURA MAXIMA	INTERVALO DEL REGISTRO
T-4	24	127.5°C	0 a 791 m
T-8	24	156°C	450 a 1186 m
T-11	18	171.5°C	450 a 1420 m
T-15	24	183.3°C	0 a 1906 m

La temperatura máxima estabilizada por el método Horner a los 1906 m es de 198°C. (gradiente termal anómalo).

#### 6.4.- Zonas de Perdidas de los Fluidos de Perforación

Durante la construcción de los pozos se obtuvieron registros de perdidas de fluidos o lodos de circulación (Registros Continuos, Figuras 5.1 a 5.3). Se puede distinguir que los principales intervalos o zonas con pérdidas totales de 50 m<sup>3</sup>/h se tienen en las porciones superficiales de 0 a 300 m, correlacionables con las propiedades físicas primarias de las unidades extrusivas recientes de la Faja Volcánica Mexicana. Además de un horizonte pequeño con pérdida total en el intervalo de 600 m (CB-2). Existe también una pérdida mínima predominante casi nula a lo largo del pozo (CB-1) del orden



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
GERENCIA DE PROYECTOS GEOTERMoeLECTRICOS  
SUBGERENCIA DE ESTUDIOS  
DEPARTAMENTO DE EXPLORACION

EVALUACION GEOTERMICA DEL PROYECTO  
CEBORUCO, NAY

DICIEMBRE DE 1994

DEPARTAMENTO DE EXPLORACION

## CONTENIDO

página

## RESUMEN

1.- GENERALIDADES . . . . .	1
1.1.- Localización y Vías de Comunicación . . . . .	1
1.2. Trabajos Previos . . . . .	2
2.- GEOLOGIA . . . . .	3
2.1.- Geología Regional . . . . .	3
2.2.- Geología Local . . . . .	4
2.3.- Geología Estructural . . . . .	6
2.4. Volcanología . . . . .	6
2.5 Modelo Geológico . . . . .	8
3.- ESTUDIOS GEOFISICOS . . . . .	9
3.1.- Gravimetría y Magnetometría . . . . .	9
3.2.- Geoeléctricos . . . . .	10
3.2.1.- Sondeos Eléctricos Verticales . . . . .	10
3.2.2.- Sondeos Magnetotelúricos . . . . .	11
3.3.- Sismología . . . . .	11
3.4.- Termometría . . . . .	11
3.5.- Correlación de los Parámetros Geofísicos con el Modelo Geológico . . . . .	12
4.- GEOQUIMICA . . . . .	13
4.1.- Muestreo de Agua y Gases . . . . .	13
4.2.- Parámetros Geoquímicos . . . . .	13
4.3.- Geotermometría de Fase Líquida . . . . .	15
4.4.- Impacto Ambiental . . . . .	15

---

	página
5.- PERFORACION DE POZOS EXPLORATORIOS . . . . .	16
5.1.- Argumentos Técnicos en la Selección de Sitios . . . . .	16
5.2.- OBJETIVOS . . . . .	18
5.3.- RESULTADOS DE LA PERFORACION . . . . .	20
5.4.- Terminación de Pozos . . . . .	20
6.- EVALUACION GEOTERMICA . . . . .	21
6.2.- Alteración Hidrotermal . . . . .	22
6.3.- Temperaturas Medidas . . . . .	23
6.4.- Zonas de Perdidas de los Fluidos de Perforación . . . . .	24
6.5.- Objetivos Geológicos-Geofísicos Alcanzados . . . . .	25
6.6.- Evaluación del Potencial Geotérmico . . . . .	27
7.- CONCLUSIONES . . . . .	29



## ILUSTRACIONES

## FIGURAS

Al final  
del texto

1.1.- LOCALIZACION DEL PROYECTO EL CEBORUCO - DOMO SAN PEDRO, NAY.....	"
2.1.- GEOLOGIA REGIONAL.....	"
2.2.- GEOLOGIA LOCAL DEL VOLCAN CEBORUCO.....	"
2.3.- GEOLOGIA LOCAL DEL DOMO SAN PEDRO.....	"
2.4.- MODELO GEOLOGICO DEL VOLCAN CEBORUCO.....	"
2.5.- MODELO GEOTERMICO.....	"
3.1.- ANOMALIA DE BOUGUER.....	"
3.2.- INTENSIDAD MAGNETICA TOTAL.....	"
3.3.- SECCION GRAVIMETRICA.....	"
3.4.- RESISTIVIDADES APARENTES, A PARTIR DE SONDEOS ELECTRICOS VERTICALES (AB/2= 2000 M).....	"
3.5.- SECCION DE RESISTIVIDADES APARENTES (E-W).....	"
3.6.- SECCION DE ISORESISTIVIDADES APARENTES (NE-SW).....	"
3.7.- LOCALIZACION DE SONDEOS SCHLUMBERGER Y MAGNETOLELURICOS CON ZONAS ANOMALAS.....	"
3.8.- LOCALIZACION DEL PROYECTO Y LA RED SISMOLOGICA DEL CEBORUCO-DOMO SAN PEDRO.....	"
3.9.- LOCALIZACION DE POZOS EXPLORATORIOS Y DE GRADIENTE...	"
4.1.- CONTENIDO RELATIVO DE Cl:SO <sub>4</sub> :HCO <sub>3</sub> .....	"
4.2.- CONTENIDO RELATIVO DE Na:K:Mg.....	"

	Al final del texto
4.3.- EVALUACION DE PRESIONES Y TEMPERATURAS.....	"
4.4.- ISOVALORES DE CLORUROS.....	"
4.5.- CLASIFICACION DE AGUAS PARA USO AGRICOLA.....	"
5.1.- REGISTRO CONTINUO DE PERFORACION POZO CB-1.....	"
5.2.- REGISTRO CONTINUO DE PERFORACION POZO CB-2.....	"
5.3.- REGISTRO CONTINUO DE PERFORACION POZO CB-3.....	"

## TABLAS

4.1.- COMPOSICION QUIMICA DEL AGUA DE POZOS Y MANANTIALES.....	"
---	---

## RESUMEN

El proyecto geotérmico El Ceboruco, se localiza en la porción sur del estado de Nayarit, en los municipios de Ahuacatlán, San Pedro Lagunillas y Compostela.

La exploración se ha desarrollado en la región del Graben de Tepic-Chapala, en el sector Compostela-Ixtlán del Río en el estado de Nayarit, incluidas las zonas de actividad hidrotermal como Tequepexpan, Valle Verde-Tetitlán, el Volcán El Ceboruco y Los Domos de San Pedro; siendo estas dos últimas las que reúnen las características más sobresalientes desde el punto de vista volcanológico, las que podrían favorecer la existencia de un sistema geotérmico en la región, se han venido realizando trabajos a partir de 1980 con una serie de estudios exploratorios con características regionales y diversos estudios de detalle en las zonas de mayor interés geotérmico.

En particular en los sectores de El Volcán El Ceboruco y Los Domos de San Pedro, se han llevado a cabo estudios de geología de detalle (con análisis petrográficos, geoquímicos de roca y dataciones radiométricas), de geoquímica (análisis isotópicos en las manifestaciones hidrotermales, mediciones de mercurio en los suelos y análisis de la emanometría de radón), estudios de geofísica (Aeromagnetometría, Resistividad, Gravimetría y Magnetotelúria), estudios termométricos, perforación de pozos de gradiente de 200 y 500 m y finalmente la perforación de tres pozos exploratorios profundos entre 1700 y 2800 m, con los consecuentes análisis petrográficos, mineralógicos y de temperaturas de formación en inclusiones fluidas tanto de los ripios como de los núcleos recolectados en las obras de perforación.

Se han realizado 66 muestreos y análisis geoquímicos a las manifestaciones termales con temperaturas superficiales de 17 a 48°C; así como en las fumarolas y suelos vaporizantes del Ceboruco con temperaturas de 84 a 92°C. Solamente los manantiales termales de Uzeta y el pozo de gradiente GC-1 reportan características de salmueras geotérmicas muy diluidas por aguas subterráneas mas someras de reciente infiltración.

La evaluación del potencial geotérmico del proyecto Ceboruco, concluye que el pozo CB-3 es el que hasta ahora presenta una anomalía térmica de interés, y los trabajos de evaluación y pruebas de desarrollo del mismo permitiran conocer las paosibilifades de desarrollo y/o la necesidad de efectuar estudios complementarios.

## 1.- GENERALIDADES

El Programa de exploración realizado a la fecha en la región de el Volcán El Ceboruco y Los Domos de San Pedro en el estado de Nayarit, se ha llevado a cabo a partir de de la década de los '80 con una serie de estudios de caracter tanto regional como local en las zonas de mayor interés geotérmico, tales como los sectores de El Volcán El Ceboruco y Los Domos de San Pedro.

Sectores en los cuales posteriormente se desarrollo la perforación de pozos de gradiente entre los 200 y 700 m y finalmente la perforación de tres pozos exploratorios profundos entre 1700 y 2800 m, con los consecuentes análisis geoquímicos, petrográficos, mineralógicos y de temperaturas de formación, inclusiones fluidas tanto de los ripios como de los núcleos recolectados; en éstos últimos también se han efectuado las determinaciones de densidad y susceptibilidad magnética con el fin de integrar dichos datos a las interpretaciones geofísicas.

### 1.1.- Localización y Vías de Comunicación

El Proyecto Geotérmico El Ceboruco, queda ubicado en la porción sur del Estado de Nayarit y en el límite noroeste del Estado de Jalisco. Respecto a la capital de Nayarit, Cd. de Tepic, el proyecto se ubica a 80 km al sureste quedando incluidas, entre otras, las poblaciones de Ixtlán del Río, Jala, Ahuacatlán, San Pedro Lagunillas y Compostela (Figura 1.1).

Tomando como base los límites geográficos del estudio geológico regional, el aérea queda comprendida entre los paralelos 20° 40' y 21° 30' de latitud norte y los meridianos 104° 00' a los 105° 00' de longitud oeste, cubriendo una extensión de 9000 km<sup>2</sup> (110 x 80 km).

La principal vía de comunicación es la carretera Federal No. 15 México-Nogales; en el tramo Guadalajara-Tepic. Además de la carretera federal a Puerto Vallarta, en el trayecto Chapalilla-San Pedro Lagunillas. Así como la vía férrea del Ferrocarril del Pacífico que cruza el área uniendo las poblaciones de Ahuacatlán y Compostela.

## 1.2. Trabajos Previos

- DIAZ OLVERA ARMANDO, 1985.- Evaluación Geotérmica preliminar del Edo. Nayarit. Informe 24/83. CFE, Publicación Interna.
- CEDILLO R. F. Y LIRA H. H., 1985. Reconocimiento y evaluación Geológica de los Recursos Geotérmicos del Estado de Nayarit. Informe 49/85. CFE, Publicación Interna.
- DE LA CRUZ. M. V. Y CASTILLO H. D., 1987. Estudio geológico Estructural de la Zona Termal de Las Cuevas, Nay. Informe 22/87. CFE, Publicación Interna.
- DEPARTAMENTO DE EXPLORACION, 1989. Propuesta para la Perforación Exploratoria en la Zona Geotérmica del Volcán Ceboruco, Nayarit. Informe 13/89. CFE, Publicación Interna.
- DIAZ O. A. Y DE LA CRUZ. M. V., 1985. Estudio Geológico a Semi Detalle de la Zona Geotérmica del Volcán Ceboruco, Nay. Informe 15/85. CFE, Publicación Interna.
- GUTIERREZ N. L. C. A., 1985. Análisis de la Emanometría de Radón en la Zona Geotérmica del Volcán El Ceboruco, Nay. Reporte GG 18/85. CFE, Publicación Interna.
- GEOEVALUACIONES, S.A. DE C.V., 1991. Estudio Magnetotelúrico Ceboruco-Domo de San Pedro, Nay. Contrato CFE-GPG-CLS-08-91.
- GARCIA E. G. H., 1985. Estudio Termométrico de la Zona Geotérmica del Volcán El Ceboruco, Nay. Informe 44/85 CFE, Publicación Interna.
- GARCIA E. G. H., 1991. Estudio Aeromagnético Regional del SE de Nayarit (El Ceboruco-San Pedro-Tepeltitic). Procesamiento Digital y Descripción Cualitativa. Informe 15/91. CFE, Publicación Interna.
- INVESTIGACIONES GEOFISICAS DE MEXICO, S.A. DE C.V., 1991. Estudio Hidrogeológico Regional en el Graben de Tepic, Estado de Nayarit. Contrato CFE-GPG-CLS-02-91.
- PALMA G. S. H., 1985. Estudio de Resistividad de la Zona Geotérmica del Volcán Ceboruco, Nay. Informe 42/85. CFE, Publicación Interna.

- PALMA G. S. H., 1991. Integración de Los Estudios Geoeléctricos de Resistividad en El Ceboruco, Nay. Informe Técnico 01/91. CFE, Residencia El Ceboruco, Nay. Publicación Interna.
- PASTRANA M. E., 1991. Caracterización y Evaluación Ambiental de la Zona Geotérmica El Ceboruco, Nay. Informe Técnico 02/91. CFE, Residencia El Ceboruco. Publicación Interna.
- ROCHA L. V., 1991. Evaluación Geológica-Estructural de la zona termal de Las Cuevas, Domo San Pedro, volcán Cerro Grande, Nay. Residencia El Ceboruco, Nay. CFE, Publicación Interna.
- ROMERO R. F.; SAUCEDO G. R. Y CORTES C. A. 1991. Estudio Geológico Regional del Graben de Tepic-Ixtlán, Nay. Informe 04/91. CFE, Publicación Interna.
- TELLO H. E., 1985. Reconocimiento y Evaluación Geoquímica de Zonas Termales del Estado de Nayarit. Informe 53/85. CFE, Publicación Interna.

## 2.- GEOLOGIA

Los estudios geológicos llevados a cabo en el proyecto geotérmico El Ceboruco, Nay., son de carácter regional y local, con sus respectivas etapas de campo y gabinete.

### 2.1.- Geología Regional

Los estudios realizados llegan a cubrir una área de 9,000 kms<sup>2</sup>; en donde se ha podido definir la columna litoestratigráfica con dataciones y cartografía, su relación con la actividad tectónica y de la evolución magmática en un marco geológico regional (Figura 2.1).

El proyecto Ceboruco, se localiza regionalmente en los límites de tres provincias fisiográficas a saber:

1) PROVINCIA DE LA SIERRA MADRE DEL SUR. En un fragmento mejor conocido como Bloque Jalisco ó Terreno Guerrero (Tahue). Integrado por rocas sedimentarias marinas del Cretácico parcialmente afectadas por el emplazamiento del gran Batolito Cordillerano; andesitas, riolitas, ignimbritas de arco de carácter calco-alcalino del Cretácico Superior al Terciario Inferior, sumamente afectadas

por fracturamiento, fallamiento y alteradas por soluciones hidrotermales.

Pertenecientes al Complejo Inferior Volcánico a nivel cordillera relacionado con una margen continental convergente en el que la Placa Farallón era subduccionada por la corteza continental de México, fenómeno conocido como orogenia Laramide.

2) PROVINCIA DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL. Constituida principalmente por grandes volúmenes de riolitas, ignimbritas, tobas y andesitas de caracter calco-alcalino. Coronados por basaltos alcalinos, que en conjunto forman el Complejo Superior Volcánico del Oligoceno-Mioceno.

Su génesis atribuida a un volcanismo de zona de "rift" atrás de un arco volcánico andesítico por reacción de la corteza terrestre a movimientos de subducción de la Placa Farallón por debajo de la de Norteamérica, en una fase compresiva que se desarrollo a lo largo de la Costa del Pacífico, en adición con pequeñas intrusiones o "recalentamientos". Esta provincia constituye morfológicamente un gran sistema montañoso de orientación NW-SE en mesetas pseudo horizontales y basculadas.

3) PROVINCIA DEL EJE NEOVOLCANICO. Constituye un gran complejo magmático heterogéneo de arco continental del Plioceno al Reciente. De origen subductivo de la Placa de Cocos por debajo de la de Norteamérica, en una franja de orientación E-W. Formada de una gran variedad litológica en riolitas, pómez, andesitas, dacitas, andesitas-basálticas y basaltos tanto calco-alcalinos como alcalinos.

Actividad que demuestra una gran diferenciación magmática a profundidad, y que en superficie da lugar a estrato-volcanes; como el Ceboruco, Tepeltitic, Sanganguey, Navajas etc. y estructuras tipo Volcan en Escudo Cerro Grande, Calderas del Ceboruco, Tepeltitic y Santa María; y el gran complejo dómico de San Pedro, Los Ocotes, Sta Isabel, Izote, Pochotero junto con un gran número de conos cineríticos alineados NW-SE.

## 2.2.- Geología Local

En el área de estudio afloran unidades sedimentarias, ígneas intrusivas como extrusivas en un rango cronológico del Mesozoico al Reciente.

La unidad mas antigua es del Cretácico, consiste de calizas en la base y areniscas en la cima, (sector SW) parcialmente se encuentra afectada por procesos de emplazamiento de Batolitos Circumpacíficos de composición granítica y granodiorítica (basamento); así como una secuencia andesítica, riolítica e ignimbrítica del Cretácico Superior al Terciario Inferior, con fallamiento, fracturamiento en fases compresivas (plegamientos), distensivas (fallas normales), transtensionales (fallas laterales), y de alteración hidrotermal, provenientes de la subducción de la Placa Farallón (Orogenia Laramide).

La anterior unidad forma parte del Terreno Guerrero (Tahue), y de forma local de el "Bloque Jalisco".

Durante el Terciario Medio (Oligoceno-Mioceno), tiene lugar una colosal actividad volcánica de riolitas fluidales, ignimbritas, tobas y andesitas, coronadas por pequeñas coladas de basaltos alcalinos. Sus espesores llegan a alcanzar los 500 m para la región de Chapalilla, en pseudo estratos horizontales y basculados de forma general al NE, fracturados, fallados e intemperizados en una orientación NW-SE.

Morfológicamente da lugar a la cadena montañosa de la Sierra Madre Occidental, que tuvo su origen como volcanismo típico de una zona de rift por reacción de la corteza a fenómenos de subducción de la Placa Farallón.

En el Mioceno Superior-Plioceno Temprano?, se reportan procesos erosivos de rocas preexistentes que forman conglomerados y arenas poligmíticas, con depositación sedimentaria de limos y arcillas sin litificar (vulcanosedimentario).

Del Plioceno al Reciente, en la mayor parte del área se aloja una gran cantidad de geofomas volcánicas de interés geotérmico: volcán en escudo Cerro Grande, estratovolcán Ceboruco y Tepeltitic con sus desarrollos precaldéricos, caldéricos y de intracaldera; conos cineríticos Tezontle, Agujerado y Molcajete; domos de Pochotero, Santa Isabel, Las Higueras, El Fraile, Bartolinas, San Pedro, Los Lobos, Los Ocotes, Loma Atravesada, Izote y Las Cuevas que se relacionan con las manifestaciones termales de la zona consistentes en manantiales de agua caliente hasta 48°C y de fumarolas con 92°C. Los productos exógenos presentan una diferenciación magmática calco-alcalina de mayor volumen y alcalina en basaltos de olivino, mugearitas, andesitas, andesitas precaldéras, tobas, riolitas vítreas y dacitas de hornblenda, andesitas-basálticas y flujos de pómez asociados a emplazamientos dómicos.



## 2.3.- Geología Estructural

El estado actual de los alineamientos preferenciales NW-SE, N-S y NE-SW, a nivel regional forman en conjunto los elementos estructurales distintivos, producto de la interacción subductiva de placas tectónicas en fases compresivas (plegamientos), distensivas (fallas normales), transpresionales (fallas laterales) y procesos de rift.

El proyecto Ceboruco, junto con otros centros eruptivos de afinidad principalmente calco-alcalina del Plioceno al Reciente, se localizó en la porción oeste de la Provincia Magmática de la Faja Volcánica Mexicana, de origen subductivo de la Placa de Cocos por debajo de la de Norteamérica, junto con la asísmica y desvaneciente Placa Rivera subyaciendo al Bloque Jalisco en la Trinchera del Pacífico.

Localmente la zona de estudio se ubica en la parte noroccidental del graben Tepic-Zacoalco con orientación NW-SE. De estructura interna compleja en bloques levantados, hundidos, trasladados y basculados; en un patrón estructural de fallas y fracturas paralelas al graben, cortados por estructuras NE-SW que absorben definidos rangos de extensión. Sistema estructural actualmente en proceso de "rifting", en donde se han emplazado aparatos cineríticos de afinidad alcalina en coexistencia con magmas Pliocenicos-Recientes calco-alcalinos del Volcán Ceboruco y de la Faja Volcánica Mexicana que en gran volumen y relacionados a la subducción rellenaron las depresiones preexistentes.

Los bloques mas elevados se encuentran en los extremos Sur (Bloque Jalisco) de la Sierra Guamuchil; y al Norte con la Sierra de Jala, correspondiente a la provincia de la Sierra Madre Occidental (Figura 2.1). La presencia de estructuras N-S, que afectan principalmente a la SMO se consideran relacionadas a la Tectónica de Basin and Ranges.

## 2.4. Volcanología

El vulcanismo en la zona del Proyecto Ceboruco, es bastante extenso y continua desde el Terciario hasta tiempos históricos.

Los registros mas remotos son principalmente de arco, andesitas, riolitas, e ignimbritas calco-alcalinas del Cretácico

Superior al Paleoceno-Eoceno, sujetas a procesos compresivos y distensivos que producen una permeabilidad secundaria capaz de alojar un yacimiento geotérmico, asociados con alteración hidrotermal de la Orogenia Laramide. Actividad magmática correspondiente al Complejo Volcánico Inferior de la Sierra Madre Occidental.

Del Oligoceno al Mioceno, tienen lugar grandes emisiones riolíticas, ignimbritas, tobas y andesitas de carácter calco-alcalino subductivas, coronadas por basaltos alcalinos de rift del Mioceno Superior, que pueden constituir una capa sello en un sistema hidrotermal. Secuencia extrusiva que corresponde al Complejo Volcánico Superior de la Sierra Madre Occidental.

A partir del Plioceno, la tectónica tiene un gran desarrollo en la formación de grabens y procesos de rifting continental, asociados a una evolución y diferenciación magmática de interés volcanológico, en la formación de la Faja Volcánica Mexicana. La Depresión Tequepexpan-Ixtlán (Figura 2.1), comienza a ser rellenada por una secuencia extrusiva calco-alcalina de andesitas, riolitas, tobas, dacitas, basaltos y piroclásticos que culminan en la edificación del estrato volcán Ceboruco, con posteriores cambios morfológicos debidos a la constante evolución magmática que culmina en el desarrollo de dos calderas anidadas, sumados a productos asociados a ellas con los flujos de ceniza El Marquesado con edad de 1500 años, y la erupción histórica a finales del siglo pasado. Así como emplazamiento de conos cineríticos de afinidad alcalina en una disposición NW-SE.

Lo anterior podría sugerir la existencia de un sistema hidrotermal o fuente de calor, asociado a la evolución magmática de origen subductivo o de rift (NW-SE), controlado por un sistema estructural regional.

En la depresión "mas hundida" San Pedro-Tepeltitic (Figura 2.2), la evolución y diferenciación magmática es de forma continua a partir del Plioceno al Reciente. Con la edificación del estrato-volcan Tepeltitic de carácter calco-alcalino en andesitas, dacitas y flujos de lava, coronados por una caldera elíptica de erupción pliniana con flujos y caída de ceniza riolítica que rodean al volcán. Con la prosecución ígnea de domos andesíticos intracaldera y dacíticos extracaldera (Las Guilotas), en asociación con la formación de conos cineríticos con lavas mugaríticas (rift) en una orientación NW-SE.

La mayor actividad volcánica de interés geotérmico es el emplazamiento de cuerpos dómicos dacíticos y riolíticos calco-alcalinos de hornblenda, confinados en la porción SE y S del

volcán Tepeltitic, con el nombre de Loma Atravesada, Bartolinas, Izote, El Fraile, Las Cuevas, y el domo Santa Isabel; con edades radiométricas de 1.7 a .750 Ma, que guardan una disposición orientada NW-SE y N-S.

La estructura dómica mas relevante por su forma y dimensión corresponde al San Pedro, constituido por la extrusión de tres domos dacíticos contiguos, con edades de 0.850 a 0.790 Ma, en una disposición elíptica NW-SE (4 x 2.5 km) y una altura máxima de 2000 msnm, que probablemente se desarrolló o emplazó dentro una estructura caldérica. Asociados a estos cuerpos, se tienen depósitos de material piroclástico, flujos de pómez y ceniza interestratificada, en los que se pueden hallar xenolitos de intrusivos, además de los manantiales termales con mayor termalidad reportada de 48°C en Las Cuevas.

La actividad ígnea continua en la "depresión" con la diferenciación y emplazamiento del domo andesítico La Atarjea con 0.530 Ma, y concluye con las mas recientes extrusiones diferenciadas del domo Los Lobos con 0.180 Ma, y el domo Los Ocotes de 0.101 Ma.

La anterior secuencia ígnea en la "depresión", es considerada como la responsable generadora de la termalidad en la zona.

## 2.5 Modelo Geológico

A partir del análisis de los estudios geológicos superficiales se ha estructurado el siguiente modelo:

La última fase del desarrollo tectónico en la zona consistió en una extensión pura de dirección NE-SW, provocando la formación de una estructura tipo graben (Gaben del Ceboruco) de dirección casi E-W en el área del Ceboruco y NW-SE en el área de Los Domos de San Pedro, afectando a las rocas de las secuencias del Bloque Jalisco y de La Sierra Madre Occidental cuyo límite se infiere en el centro del graben.

Tal tectonismo provocó fallamiento, fracturamiento, deslizamientos y basculamientos de aquellas secuencias litológicas, constituidas en forma general de la base a la cima por granitos y granodioritas los que conforman el piso basal y sobre el que se encuentran calizas y areniscas afectadas por el cuerpo intrusor en la zona suroeste del área (Sierra de Zapotán);

andesitas, ignimbrítas y riolítas que conforman la parte superior del Bloque Jalisco del Terciario Inferior (Sierra de Guamuchil), y de la Sierra Madre Occidental del Terciario Medio Superior (Figura 2.4).

Sobreyaciendo a las secuencias mencionadas se encuentra el vulcanismo basáltico, andesítico, dacítico y riolítico del plioceno-pleistocénico reciente, que superficialmente conforma los diferentes aparatos volcánicos, resaltando el Ceboruco y los Domos de San Pedro por su elevación.

Desde el punto de vista geotérmico, la secuencia andesítica base de la Sierra Madre Occidental, es la unidad que se considera, la almacenadora del posible yacimiento hidrotermal, debido a la intensa deformación compresiva, fallada y fracturada que produce una buena permeabilidad, en tanto que las ignimbrítas y riolítas constituyen la capa sello de yacimiento, y la fuente de calor asociada al vulcanismo Cuaternario y Reciente en la región.

### 3.- ESTUDIOS GEOFISICOS

#### 3.1.- Gravimetría y Magnctometría

Al analizar e interpretar la información gravimétrica y magnética del Proyecto Geotérmico El Ceboruco, Nay., Figuras 3.1 y 3.2, ambas presentan lineamientos NW-SE y NE-SW, asociados con el patrón estructural regional definido mediante los reconocimientos geológicos. Para determinar el comportamiento geológico estructural en el subsuelo, mediante éstas técnicas, se trazó una sección que incluyera las localidades de los pozos CB-1 y CB-2, Figura 3.3.

Mediante dicha sección se interpretó el siguiente modelo: se trata de una cuenca extensional en donde el basamento que aflora en el sector suroeste, Sierra de Zapotán, se encuentra afallado en la parte central a una profundidad de entre 5 y 7 km.

Se considerará que los límites de la Sierra Madre Occidental al noreste, corresponden al lineamiento NW-SE de los volcanes Ceboruco y Tepetiltic asociándose éste a una zona de debilidad cortical por la cual se emplazaron dichos centros eruptivos.

Al occidente en la zona de Tequilita existe un sistema de fallas que desplazan a las rocas graníticas a la profundidad mencionada. Posterior al desplazamiento del basamento, se ha integrado en el model, se tiene el emplazamiento de intrusiones más recientes que dieron lugar al vulcanismo ácido, representado en superficie por los cerros El Fraile, Las Bartolinas, Lobos y Los Domos de San Pedro y Ocotes (Figura 3.1).

### 3.2.- Geoeléctricos

Se efectuaron dos levantamientos geoeléctricos, el primero con la modalidad de Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) con arreglo tetraelectródico Schlumberger y el segundo mediante Sondeos Magnetoteléuticos (SMT). En ambos se logró definir una zona anómala de mínima resistividad, <30 Ohm.m.

#### 3.2.1.- Sondeos Eléctricos Verticales

El mínimo resistivo definido por los (SEV), cubre las áreas de manifestaciones hidrotermales presentes en el sector de estudio, delimitándose al oriente por el Volcán Ceboruco y la población del Ahalamo; en tanto que al occidente se define en las inmediaciones del poblado de Amado Nervo y Los Domos de San Pedro y Los Ocotes, al sureste se encuentra limitado por el curso del Río Tetiteco; el que se relaciona estructuralmente a un lineamiento NE-SW, Figura 3.4.

En la sección de la Figura 3.5 con una dirección E-W, se observa el mínimo resistivo (<30 Ohm.m), el que se muestra superficialmente entre los poblados de Amado Nervo (al poniente) y Marquesado (al oriente), relacionándose éste, con las zonas de alteración hidrotermal detectadas en los pozos GC-6 y CB-2, en la región de Amado Nervo; sin embargo las temperaturas encontradas fueron bajas (105°C). Considerándose por el estudio petrográfico, que los valores bajos de resistividad tienen asociación con la alteración provocada por un vulcanismo antiguo.

Por otro lado en la zona del pozo CB-3, SEV's 16, 17, 55 y 33, Figura 3.6, se presenta nuevamente la anomalía de baja resistividad mencionada, que difiere en su comportamiento superficial, al evidenciar continuidad de los valores mínimos de resistividad a mayores profundidades, asociándose, a una zona de alteración hidrotermal de alta temperatura como lo ha confirmado el pozo CB-3 desde los 600 metros con temperaturas mayores a los

100°C, alcanzando a la profundidad de 1420 m los 184°C, y a los 1906 m una temperatura estabilizadas de 189.06°C.

### 3.2.2.- Sondeos Magnetotelúricos

Como se mencionó anteriormente, también con esta técnica, se define una anomalía de baja resistividad cuyos límites son los correspondientes a la anomalía definida por los SEV. Esta anomalía se presenta a frecuencias altas indicando que su efecto es superficial, sin embargo a bajas frecuencias ó a mayor profundidad se diferencian tres zonas anómalas, Figura 3.7, relacionándolas a zonas de alteración hidrotermal, provocadas por intrusiones recientes, dichas zonas son: Amado Nervo, San Pedro - Los Ocotes (sector del pozo CB-3) y Ahualamo - Tequepexpan.

### 3.3.- Sismología

El estudio recientemente iniciado se programó para evaluar la actividad sísmica de la zona y su relación con el vulcanismo y la tectónica que se define en los estudios geológicos y geofísicos.

En esta nueva etapa de exploración se pretende identificar las fallas que sean activas y el tipo de esfuerzos que se ejercen. Tal es el caso de la zona de debilidad formada por la falla Coapan y el Volcán Ceboruco. En el aspecto vulcanológico se espera identificar el modelo que da lugar al vulcanismo actual o en evolución.

Los registros sísmicos se iniciaron el 23 de agosto del año en curso con la instalación de cinco equipos sismológicos de tipo digital de tres componentes, la información hasta ahora recopilada indica un bajo nivel de actividad regional en los sitios Ceboruco, Uzeta, La Campana, Tequepexpan y Tepetiltic.

La ubicación de las estaciones que integran la Red Sismológica del Ceboruco se presentan en la Figura 3.8.

### 3.4.- Termometría

En base a la definición de las zonas de mínimos

resistivos y al comportamiento geológico estructural, se ubicaron cinco sitios para calcular el gradiente térmico a 200 metros. Con estos pozos no se logró atravesar el acuífero de agua caliente (45-50°C) por lo cual se presentaron fenómenos convectivos, que hicieron poco confiables las determinaciones. Por tal motivo se recomendaron dos pozos adicionales a 500 m de profundidad. La ubicación de los siete sitios se observa en la Figura 3.9.

Mediante el análisis de los registros de temperatura de los pozos mas profundos, a través de la interpolación de Lagrange, se obtuvieron valores de gradiente térmico del orden 0.150 °C/m, que implican flujos de calor aproximadamente tres veces mayores al estimado para el Eje Neovolcánico (100 mw/m<sup>2</sup>), relacionándose con una descarga de calor favorable para la yacencia de un sistema hidrotermal de alta temperatura.

### 3.5.- Correlación de los Parámetros Geofísicos con el Modelo Geológico

Al integrar la información geofísica con los datos geológicos es posible plantear las siguientes conclusiones respecto al modelo geológico de la región, Figura 2.5.

La zona de estudio se encuentra inmersa, localmente, dentro de una depresión delimitada morfológicamente al noreste por la Sierra Madre Occidental y al suroeste por las Sierras de Zapotán y Guamuchil, quedando emplazados dentro de ésta, el volcán Ceboruco y Domo de San Pedro, bajo los cuáles se ha interpretado que es posible la existencia de fuentes de calor que puedan dar lugar a un Yacimiento Geotérmico; quedando restringida la conducción de calor, probablemente en el Ceboruco a través del conducto principal de éste, dados los resultados del pozo exploratorio CB-1 perforado en su flanco suroeste.

Para el sector del pozo CB-3 la existencia de un intrusivo granítico (983 m), que pudiese asociarse con los conductos volcánicos del Domo San Pedro, Ocotes y/o Lobos, parece ser el asociado al sistema geotérmico ahí identificado.

## 4.- GEOQUIMICA

La aplicación de técnicas geoquímicas ha llegado a ser parte integral de cualquier investigación relacionada con la exploración y explotación de recursos geotérmicos. Debido a que actualmente se está perforando el tercer pozo profundo (CB-3) exploratorio, se llevo a cabo la revisión de la información geoquímica existente hasta la fecha.

### 4.1.- Muestreo de Agua y Gases

El presente trabajo se desarrolló con el objeto de conocer las características geoquímicas del acuífero somero y su interacción con fluidos geotérmicos. Para esto se utilizó la composición química del agua de 57 manantiales y 9 pozos termales localizados en los alrededores del volcán Ceboruco.

En la cima del volcán del Ceboruco existen fumarolas y suelos vaporizantes con temperaturas de 84°C a 92°C. Los suelos vaporizantes se encuentran en la pared interior de la primera caldera con una temperatura superficial de 84°C. Cabe mencionar que no se pueden muestrear por la baja presión que presentan. Sin embargo en estas manifestaciones no se aprecia olor a ácido sulfhídrico.

La otra localidad es el llamado cráter Cinco Bocas de la segunda caldera, en donde se encuentran las fumarolas más representativas con una temperatura superficial de 92°C, notándose depositación de azufre elemental y percibiéndose olor a H<sub>2</sub>S. El análisis químico de los gases reveló la existencia de cantidades considerables de elementos como el CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S que son gases representativos de un sistema geotérmico de alta temperatura.

### 4.2.- Parámetros Geoquímicos

Con el objeto de clasificar geoquímicamente el agua de las manifestaciones se graficó el contenido relativo de HCO<sub>3</sub>, Cl y SO<sub>4</sub> de las manifestaciones analizadas. A excepción de las muestras de Uzeta, y el pozo Santa Isabel (GC-1), cuyos caracteres geoquímicos son clorurado-sódico, el resto presenta un carácter bicarbonatado-sódico (Figura 4.1). En la tabla 4.1 está referida



la composición química de las muestras analizadas.

Las muestras de agua de Uzeta (M24) y pozo Santa Isabel (M66), son las únicas que presentan evidencias de estar interaccionando con fluidos de origen profundo. Esto debido a que la concentración de boro y litio están presentes en cantidades significativas (1.2 y 3.5 ppm, respectivamente).

También es importante mencionar que en el caso del pozo Santa Isabel al graficar el contenido relativo de Na:K:Mg (Figura 4.2)., se desplaza hacia la zona de equilibrio parcial aunque a temperaturas bajas. El resto de las captaciones se ubican en la zona de aguas someras.

Se aplicó el método desarrollado por Giggenbach, 1988; el cual permite determinar tanto el contenido de CO<sub>2</sub> como la temperatura del "último equilibrio" del agua con la roca antes de aflorar a la superficie (Figura 4.3). En esta figura se observa que solamente el agua del pozo de gradiente Santa Isabel tiende al equilibrio con la roca y se ubica en la zona de formación de calcita.

El resto de las captaciones se mueven hacia la zona de formación de calcita. Lo que indica que los fluidos ascienden muy rápido a la superficie y no llegan a equilibrarse con la roca con la que están en contacto. Las temperaturas del último equilibrio varían de 50°C a 70°C. La diferencia entre las temperaturas se debe a la velocidad del ascenso desde la profundidad y a la cinética de la interacción agua-roca. Esto indica que se trata de aguas someras que se han equilibrado con la roca a bajas temperaturas.

En la Figura 4.4 están representados en planta los valores de cloruros registrados por todas las captaciones analizadas en la zona. Se puede ver en la gráfica que los manantiales de Las Guámaras (M26), Agua Caliente de las Las Cuevas (M40), Agua Mineral (M55), Las Guásimas (M59), Pozo Santa Isabel (M66) y Uzeta (M24) son los que presentan los valores mas altos de cloruros (105 a 225 ppm). Además también registraron las más altas temperaturas superficiales (25 a 48°C). Así como las más altas concentraciones del elemento boro con 1.2 (M24) a 4 ppm (M40), que sugieren circulación profunda.

Es importante mencionar que el alineamiento NW-SE de los valores anómalos (Cloruros) en la zona coinciden con los rasgos geológicos principales formados por la fractura del Río Tetitlán y los domos de orientación NW-SE del que forma parte el Domo San Pedro.

Por lo anterior, debido a que estos manantiales de mayor termalidad se encuentran en la margen izquierda de Río Tetitlán permiten suponer que la fuente de calor que las influencia podría ser el Domo San Pedro. Aunado a esto las características geoquímicas que presenta el pozo artesiano de gradiente Santa Isabel con temperatura de 42°C, y valores altos de cloruros y boro con respecto a las aguas locales permite también suponer que ha profundidad podrían encontrarse condiciones geotérmicas más interesantes.

#### 4.3.- Geotermometría de Fase Líquida

Una de las suposiciones fundamentales en la aplicación de los geotermómetros es que el equilibrio agua-roca se efectúa a profundidad y a elevadas temperaturas. En el caso de los manantiales de El Ceboruco, el geotermómetro de K/Mg, sugiere temperaturas inferiores a 100°C lo cual indica que son manantiales de circulación somera que se han equilibrado con la roca a bajas temperaturas. Debido a lo anterior no es recomendable aplicar el resto de las geotermómetros, ya que no se cumple con la suposición fundamental.

#### 4.4.- Impacto Ambiental

Debido a que en la zona se iniciaron las perforaciones profundas, es importante establecer las características químicas de los diferentes cuerpos de agua en condiciones naturales (no perturbadas por la explotación geotérmica) para conocer la calidad del agua que existe en la zona y su posible uso.

Para la clasificación de la calidad del agua para uso agrícola, se empleo la Figura 4.5; la cual está basada en la conductividad eléctrica y la relación de absorción de sodio. Se puede ver en ella, que la gran mayoría de las captaciones del Ceboruco se ubican en la región de aguas de buena calidad para uso agrícola. Sin embargo, las muestras 31, 59, 20, 40 presentan una salinidad media pero tienen un alto peligro por sodio intercambiable. Las muestras 55 y 24 presentan alta salinidad con muy alto peligro de sodio intercambiable.

También de acuerdo con el contenido de boro la gran mayoría de las captaciones se encuentran clasificadas como aguas de buena calidad. Sin embargo las muestras de Las Guámaras (M26),

Agua Caliente (M40), P. del Río (M55) y Santa Isabel (M66) presentan concentraciones de boro mayores de 3 ppm lo que indica que su uso debe ser reservado para cultivos moderadamente sensibles al boro.

## 5.- PERFORACION DE POZOS EXPLORATORIOS

La conjunción de los trabajos técnicos determinaron la localización de 3 pozos profundos de 2000 m (Figura 3.9), determinarán la existencia de una o varias zonas anómalas termales relacionadas con un yacimiento geotérmico susceptible de ser aprovechado en la generación de energía eléctrica.

POZO CB-1.- Se perforó en la ladera sur al volcán Ceboruco, bajo las coordenadas  $X = 596,800$ ,  $Y = 2'332,500$ , y  $Z = 1130$  msnm. En una parcela que pertenece al Ejido del Marquesado, municipio de Ahucatlán.

POZO CB-2.- Se perforó a 18 km al poniente del CB-1, en las coordenadas  $X = 529,850$   $Y = 2'333,400$  y  $Z = 850$  msnm, en una parcela al ejido Amado Nervo, municipio de San Pedro Lagunillas.

POZO CB-3.- Se perforó a 3.4 km al noreste del Domo Central de San Pedro y a 9 km al nor-noreste del pozo CB-2, bajo las coordenadas  $X = 530,950$ ,  $Y = 2'342,650$  y  $Z = 1220$  msnm. En una parcela del municipio de San Pedro Lagunillas.

### 5.1.- Argumentos Técnicos en la Selección de Sitios

Los argumentos técnicos empleados para la selección de los sitios a perforar fueron geoquímicos, geológicos y geofísicos. Para el caso del sitio del pozo CB-1, fue el determinar la presencia de un yacimiento geotérmico asociados al volcán Ceboruco. Con los estudios geoquímicos se muestrearon y analizaron los gases de las fumarolas y suelos calientes con temperaturas máximas de  $92^{\circ}\text{C}$ , de los cráteres del aparato volcánico del Ceboruco (Cinco bocas), arrojando como resultado bióxido de carbono, ácido sulfhídrico e hidrógeno en cantidades comparables a las encontradas en pozos geotérmicos de alta entalpía.

Con la aplicación de la geotermometría de fase gaseosa se calcularon temperaturas de fondo del orden de  $267^{\circ}\text{C}$ ; el estudio de mercurio mostró porcentajes mayores a los obtenidos en alguna zona

geotérmica del país.

Los estudios geológicos regional y detalle concluyeron que el edificio volcánico debe estar relacionado a profundidad con una cámara magmática apenas en proceso de enfriamiento, ya que su última erupción es histórica (1870 - 1875), y relacionado a una zona con un desarrollo tectónico importante.

Los levantamientos geofísicos con el método de MT, recomendaron el sitio tomando como base la suposición de que el conductivo intermedio por su forma y sus valores de resistividad ahí detectados, estuviesen asociados al yacimiento geotérmico; los estudios gravimétricos y aeromagnéticos arrojaron como resultados que las anomalías de mínimos ahí presentes se relacionan con una zona de interés geotérmico.

Para el sitio del pozo CB-2, los argumentos geoquímicos se tienen en el análisis de las manifestaciones termales de los valles de Tetitlán-Valle Verde y el de Amado Nervo. Constituidos por manantiales con temperaturas máximas de 48°C. Además los elementos detectados sugieren que son indicadores de actividad geotérmica. Las temperaturas estimadas con el geotermómetro de K-Mg van desde los 53 hasta 68°C; sin embargo esta estimación se ve restringida por la naturaleza secundaria de los manantiales.

Los estudios de caracter geológico se basan en el desarrollo vulcanológico de la zona donde se han emplazado una serie de domos de composición dacítica, riolítica y andesítica a partir del Cuaternario Inferior (1.7 Ma). Tales estructuras se encuentran alineadas en una dirección NW-SE, de una zona de debilidad que fue aprovechada para el ascenso y emplazamiento de las formas dómicas.

Los argumentos geofísicos (geoeléctricos y gravimetría), permitieron apoyar el sitio del CB-2 ya que el conductivo intermedio presenta valores de resistividades mínimos en esa zona que pudiesen estar relacionados con alta saturación o alteración hidrotermal, el análisis cualitativo de la anomalía de Bouguer detectó una zona de mínimo gravimétrico que es interpretada como una zona de graben o semigraben con orientación NW-SE.

Para el sitio del pozo CB-3, los estudios geoquímicos practicados a la manifestación de la Guásimas con 31°C, y la mas cercana al sitio, indican que tienen concentraciones de boro, sulfatos y cloruros como indicadores de actividad geotérmica.

Los estudios de caracter geológico apoyan el aérea debido que existe el emplazamiento de un complejo dómico calco-alcalino

dacítico y riolítico con edades de 0.850 a 0.790 Ma, para el San Pedro hasta los 0.101 Ma, para el domo Los Ocotes. Orientados en una franja de debilidad NW-SE y N-S, en asociación con coladas mugearíticas, así como el de encontrar la andesita basal de la SMO.

Los estudios de geofísica eléctrica, arrojaron como resultado una correlación muy importante entre las anomalías de bajas resistividades con posibles zonas de fracturamiento o de calor. Además la anomalía de Bouguer regional presenta un mínimo gravimétrico en el área de los domos de San Pedro, que pudiera estar relacionada a una zona de depresión donde se emplazaron las formas dómicas recientes.

## 5.2.- OBJETIVOS

### POZO CB-1.

- a) Determinar la presencia de un yacimiento geotérmico asociado al Volcán Ceboruco.
- b) Encontrar el yacimiento en la unidad basal andesítica de la Sierra Madre Occidental, Oligoceno-Mioceno, que debido a la intensa deformación compresiva se encuentra plegada, fallada, y fracturada produciendo una buena permeabilidad secundaria, constituyendo un acuífero de 600 - 700 m de espesor favorable para la exploración de un eventual yacimiento.
- c) Comprobar el modelo geológico propuesto.
- d) Conocer las características físicas de susceptibilidad magnética, densidad, conductividad en los núcleos extraídos durante la perforación. Además de su datación.
- e) Establecer la distribución de la mineralogía hidrotermal así como de su paragénesis, y su relación con el vulcanismo del Ceboruco.
- f) Determinar que características de las rocas controlan las anomalías de baja resistividad obtenidas por el método magnetotelúrico, que por sus valores cualitativos menores de 10 Ohm.m, resultarían tener un interés geotérmico. Cuantitativamente se definieron a partir de los 400 m hasta los 1250 m.

Lo anterior se encuentra también sustentado en un

comportamiento estructural del "basamento" en base al análisis de la información gravimétrica, que determina que el basamento se encuentra dentro de un mínimo gravimétrico interpretado como una depresión que sería alcanzado en el orden de los 1200 y 1300 m.

#### POZO CB-2

- a) Determinar la presencia de un yacimiento geotérmico en el área de Amado Nervo.
- b) Encontrar la base andesítica de la SMO.
- c) Comprobar el modelo geológico para esta zona.
- d) Conocer las características físicas de susceptibilidad magnética, densidad y conductividad en los núcleos extraídos durante la perforación. Además de su datación.
- e) Establecer la distribución de la mineralogía hidrotermal así como su paragénesis en relación al vulcanismo dómico reciente de la zona.
- f) Conocer las características que determinan dos zonas de interés con valores de baja resistividad (5-10 Ohm.m) en el intervalo de los 900 a 1200 m, y por debajo de los 1500 m de profundidad.
- g) Penetrar a una zona de mínimo gravimétrico relacionada con una estructura tipo graben paralela al sistema regional principal (NW-SE).

#### POZO CB-3

- a) Determinar la presencia del un yacimiento geotérmico en el área de los Domos San Pedro-Los Ocotes.
- b) Encontrar la base andesítica de la SMO.
- c) Comprobar el modelo geológico para esta zona.
- d) Conocer las características físicas de susceptibilidad magnética, densidad y conductividad en los núcleos extraídos de la perforación del pozo. Además de su datación.
- e) Establecer la distribución de la mineralogía hidrotermal

así como su paragénesis, y su relación con los domos recientes de 100 000 años de Los Ocotes y Los Lobos.

f) Atravesar la zona anómala de interés termal con valores de baja resistividad de 5 a 30 Ohm.m.

### 5.3.- RESULTADOS DE LA PERFORACION

El pozo CB-1, se inició a perforar el 6 de octubre de 1993 y concluyó el 23 de marzo de 1994. Alcanzó un desarrollo máximo de 2801 m de profundidad, con una temperatura máxima estabilizada de 115°C.

El pozo CB-2, se inició a perforar el 10 de abril de 1994 y concluye el 22 de julio de 1994. Este pozo tiene una profundidad de 1700 m.

El pozo CB-3, se inició a perforar el 18 de agosto de 1994 y concluyó el 5 de diciembre de 1994, con un desarrollo máximo de 1911 m.

### 5.4.- Terminación de Pozos

El estado mecánico de los pozos exploratorios profundos quedó de la siguiente manera:

POZO CB-1.- Se instaló con tubería de revestimiento (TR) de 9 5/8", de 0 a 1494.28 mbnt. De ahí con agujero descubierto de 8 1/2" hasta los 2801 m. El pozo presenta una obstrucción por derrumbe de 2160 m hasta la profundidad total (Figura 5.1). Durante la perforación se extrajeron 7 núcleos a diferentes profundidades.

POZO CB-2.- Quedo con TR de 13 3/8" de 0 a 303 mbnt, agujero descubierto de 12 1/4" hasta 1506 mbnt.; y agujero descubierto de 8 1/2" hasta 1700 mbnt (Figura 5.2).

POZO CB-3.- Tiene TR de 9 5/8 de 0 a 496 mbnt; y lleva agujero descubierto de 8 1/2" hasta 1911 m (Figura 5.3).

## 6.- EVALUACION GEOTERMICA

### 6.1.- Columna Litológica

La litología atravesada por el Pozo CB-1, consiste de piroclásticos pertenecientes al edificio volcánico del Ceboruco con un espesor de 200 m (de 0 a 200 m), lavas andesíticas, riolíticas, basálticas y tobas con un espesor de 214 m (200 a 414 m).

De 414 a 494 m se tiene un conglomerado heterogéneo con un espesor de 80 m, el que seguramente se depositó durante el Plioceno, una secuencia gruesa de lavas andesíticas, basálticas, brechas andesito-basálticas, tobas y basaltos magnéticos con un espesor de 866 m (494 a 2360 m) y pertenecientes tentativamente al Mio-Plioceno, cuyo origen es fisural y relacionada con la apertura de la fosa del Ceboruco. Una unidad riolítica e ignimbrítica probablemente de la secuencia litológica del Bloque Jalisco con un espesor de 400 m (2360 a 2760 m); y finalmente unas lavas andesíticas pertenecientes a la secuencia del Bloque Jalisco? (Figura 5.1).

La litología atravesada por el Pozo CB-2, consiste de un horizonte con 26 m de espesor (0 a 26 m) de flujos de ceniza y bloques dacíticos, resultado de un colapso de un frente de flujo o del emplazamiento de los Domos de San Pedro. Lavas basálticas vesiculares compactas de olivino del volcán en Escudo Cerro Grande con una edad de 1.1 Ma y espesor de 22 m (de 26 a 48 m). Tobas Pumicíticas con un espesor de 92 m (de 48 a 140 m); Dacitas de hornblenda con un espesor de 186 m (de 140 a 326 m), Lavas basálticas con un espesor de 36 m (326 a 362 m). Un depósito lacustre vulcanosedimentario constituido por arcillas, limos, arenas, grabas y tobas pumicíticas con espesor de 178 m (de 362 a 540 m). Una unidad riolítica con espesor de 32 m (de 540 a 572 m). Un paquete de lavas andesíticas con espesor de 260 m (de 572 a 832 m); y finalmente la secuencia del Bloque Jalisco representada por: una unidad de ignimbritas líticas con espesor de 133 m (832 a 965 m), y un potente espesor de lavas andesíticas de 735 m (de 965 a 1700 m), la cual se encuentra intrusionada por una cuarzodiorita a los 1510 m de profundidad (Figura 5.2).

La litología cortada por el Pozo CB-3, consiste de riolitas fluidales con inyecciones de obsidiana con una edad 0.109 Ma y espesor de 266 m (de 0 a 266 m de profundidad). Una



unidad de dacitas de hornblenda y mica con un espesor de 234 m (de 266 a 500 m), correlacionable con el emplazamiento de los domos de San Pedro con una edad de 0.790 Ma. Una unidad de dacitas con fuerte alteración hidrotermal con un espesor de 360 m (de 500 a 860 m). Un paquete de lavas andesíticas vítreas con un espesor de 68 m (de 860 a 928 m), y finalmente un cuerpo intrusivo (stock, boss o apófisis de un batolito) de composición granito calco-alcalino de biotita, piroxeno (enstatita), óxidos, ilmenita y magnetita, compacto de color rosado. Con alteración hidrotermal (argilitización) de plagioclasas, feldespatos y ferromagnesianos en la matriz, con un espesor de 983 m (de 928 a 1911 m), Figura 5.3.

## 6.2.- Alteración Hidrotermal

En el pozo CB-1, la mineralogía de alteración hidrotermal detectada es de bajo grado, representada por calcita en fallas y remplazamiento de plagioclasas, clorita, prehnita, zeolitas y cuarzo. En forma general estos se presentaron a partir de los 1200 hasta los 2801 m de profundidad.

La presencia de epidota fue detectada en traza de falla. El estudio de inclusiones fluidas en calcita, determinaron temperaturas de formación de 137°C a la profundidad total. Los registros de temperatura efectuados concluyen que el pozo tiene un gradiente normal.

En el pozo CB-2, la mineralogía hidrotermal es de bajo grado representada por clorita, cuarzo, calcita, óxidos, pirita y calcopirita que se presentan a partir de los 600 a los 1700 m. La epidota esta presente a partir de los 900 m.

La aparición de turmalina indica una actividad hidrotermal antigua. Los registros de temperatura durante la perforación concluyen que el pozo tiene un gradiente normal (ligeramente anómalo).

En el pozo CB-3, la mineralogía de alteración hidrotermal queda representada por cuarzo, calcita en fallas y remplazamiento de plagioclasas; la biotita esta alterada en parte a clorita, los piroxenos en arcillas, pirita, y hematita que se presentan a partir de los 500 m, mientras que la epidota (remplazamiento), arcillas y sericita se encuentran de los 900 m hacia el fondo.

De los tres pozos, el que presenta mineralogía de alteración hidrotermal importante o relacionada con temperaturas

mayores de 200°C es el CB-3.

Lo cual queda demostrado por la serie de registros de temperatura con elementos Kuster, en complemento con las medidas en los lodos de perforación de "entrada y salida". Por lo que se concluye que la zona esta relacionada con un sistema geotérmico.

### 6.3.- Temperaturas Medidas

Durante la perforación se llevaron a cabo una serie de registros de temperatura de fondo, utilizando los elementos de equipo Kuster, en diferentes intervalos de profundidad como a diversos intervalos de tiempo, según se exhibe a continuación.

REGISTROS DE TEMPERATURA EN EL POZO CB-1			
REGISTROS	HORAS DE REPOSO	TEMPERATURA MAXIMA	INTERVALO DEL REGISTRO
T-5	12	34.00°C	0 a 495 m
T-7	12	50.71°C	0 a 994 m
T-12	20	65.80°C	900 a 1494 m
T-18	25	90.00°C	1000 a 1987 m
T-21	24	96.20°C	1500 a 2481 m
T-25	24	102.70°C	0 a 2583 m
T-27	18	110.10°C	2000 a 2785 m
La temperatura máxima estabilizada por el método Horner fue de 115 °C a los 2801 m (gradiente termal normal).			

REGISTROS DE TEMPERATURA EN EL POZO CB-2			
REGISTRO	HORAS DE REPOSO	TEMPERATURA MAXIMA	INTERVALO DEL REGISTRO
T-3	18	52.0°C	0 a 660 m
T-6	18	77.8°C	500 a 1050 m
T-9	18	92.3°C	800 a 1500 m
T-13	24	105.4°C	900 a 1691 m

La temperatura máxima estabilizada por paquete TEMPEST es de 111.87°C (gradiente termal normal ligeramente anómalo).

REGISTROS DE TEMPERATURA EN EL POZO CB-3			
REGISTROS	HORAS DE REPOSO	TEMPERATURA MAXIMA	INTERVALO DEL REGISTRO
T-4	24	127.5°C	0 a 791 m
T-8	24	156°C	450 a 1186 m
T-11	18	171.5°C	450 a 1420 m
T-15	24	183.3°C	0 a 1906 m

La temperatura máxima estabilizada por el método Horner a los 1906 m es de 198°C. (gradiente termal anómalo).

#### 6.4.- Zonas de Perdidas de los Fluidos de Perforación

Durante la construcción de los pozos se obtuvieron registros de perdidas de fluidos o lodos de circulación (Registros Continuos, Figuras 5.1 a 5.3). Se puede distinguir que los principales intervalos o zonas con pérdidas totales de 50 m<sup>3</sup>/h se tienen en las porciones superficiales de 0 a 300 m, correlacionables con las propiedades físicas primarias de las unidades extrusivas recientes de la Faja Volcánica Mexicana. Además de un horizonte pequeño con pérdida total en el intervalo de 600 m (CB-2). Existe también una pérdida mínima predominante casi nula a lo largo del pozo (CB-1) del orden

de 1.2 a 12 m<sup>3</sup>/h, asociables con pequeñas zonas de fracturamiento y fallamiento parcialmente sellado. Es de importancia notar que la densidad ligeramente alta del lodo de perforación influyó en las bajas pérdidas de circulación (Figuras 5.1 a 5.3).

## 6.5.- Objetivos Geológicos-Geofísicos Alcanzados

Estos quedan restringidos a los resultados obtenidos de la perforación de los 3 pozos profundos.

POZO CB-1.- Alcanzó una profundidad total de 2801 m. Los resultados obtenidos son:

a) No existe un yacimiento geotérmico, ni zona anómala termal asociada al volcán Ceboruco.

b) El yacimiento en la unidad basal andesítica de la SMO no se encontró.

c) Se estableció la columna litológica, con la actualización del Modelo Geológico.

d) Se hicieron mediciones de densidad, y algunas de susceptibilidad magnética en los núcleos de diferentes profundidades, quedando pendiente los de conductividad y las dataciones.

e) Se permitió establecer la distribución mineralógica hidrotermal, así como su paragénesis en adición con el gradiente termal.

f) Se determinó que la zona de bajos resistivos menores de 10 Ohm.m, que se cortaron en el intervalo de 400 a 1200 m, no tienen relación con un yacimiento geotérmico o anomalía termal.

g) La interpretación gravimétrica demostró que la zona corresponde a una gran depresión (graben), del basamento granítico.

POZO CB-2.- La profundidad total de este pozo es de 1700 m. Los resultados obtenidos de la perforación concluyen:

a) No existe un yacimiento geotérmico, ni de anomalía termal en la zona de Amado Nervo.

b) Las condiciones de fracturamiento, fallamiento y permeabilidad que pudiera tener la andesita basal de la SMO, para alojar un yacimiento asociadas al complejo dómico del Plioceno-Reciente son nulas.

La zona de permeabilidad reportada en los registros de perdida total de circulación a los 600 m, indica que corresponde tal vez a un contacto litológico o bien a un intemperismo superficial de la cima de un cuerpo andesítico.

c) Se permitió establecer la columna litológica y actualizar el Modelo Geológico.

d) Se realizaron mediciones de densidad para los núcleos extraídos durante la perforación. Quedando pendientes por efectuar los de susceptibilidad magnética, conductividad y datación.

e) Se estableció la distribución mineralógica hidrotermal así como paragénesis, en adición a la medición del gradiente termal.

f) Los valores de baja resistividad 5 a 10 Ohm.m, que fueron cortados en el intervalo de 900 a 1200 m y por debajo de los 1500 m, no tienen relación alguna con un yacimiento geotérmico o de anomalía termal. Los bajos valores de resistividad del primer intervalo se relacionan con la presencia de alteración hidrotermal ahí detectada.

g) Se confirma que la zona esta ubicada en un mínimo gravimétrico relacionada con una estructura tipo graben (NW-SE).

POZO CB-3. - Alcanzó una profundidad de 1911 m. Los resultados obtenidos para este pozo de acuerdo a los objetivos concluyen:

a) Que el aérea del Domo San Pedro-Tepeltitic, esta ubicada dentro de una zona anómala térmica. Quizás en relación al complejo dómico del Plioceno-Reciente.

b) No se corto secuencia andesítica basal de la SMO.

c) Se permitió establecer la columna litológica y actualizar el Modelo Geológico.

d) Hasta la fecha se han realizado mediciones de densidad, estando pendiente las determinaciones de susceptibilidad magnética, conductividad y de datación en los núcleos extraídos de la

perforación.

e) Se ha establecido de forma parcial la distribución mineralógica hidrotermal y de paragénesis.

f) Que los valores de bajos resistivos de 5 a 30 Ohm-m, están relacionados con una zona anómala termal, en correlación al complejo dómico de 101,000 años.

g) La anomalía Bouguer regional, presenta un mínimo gravimétrico donde se emplazaron las formas dómicas.

## 6.6.- Evaluación del Potencial Geotérmico

La ubicación del Proyecto Ceboruco dentro de la Provincia de la Faja Volcánica Mexicana, está relacionada con aparatos efusivos recientes calco-alcalinos diferenciados, en adición a una región tectónicamente activa de interés geotérmico, en la cual se han perforado tres pozos profundos CB-1 (2801 m), CB-2 (1700 m) y CB-3 (1911 m) para la evaluación del potencial geotérmico en la zona.

Estos pozos fueron localizados en sectores de "anomalías de interés" en base a estudios geofísicos, y de características geológico-estructurales presentes en los sistemas hidrotermales.

La paragénesis de los minerales hidrotermales indican en general que la evaluación para el pozo CB-1 es de bajo grado, por su temperatura de formación de 137°C a 2801 m. En base a los estudios de inclusiones fluidas en calcita se determinó una temperatura de formación de 22°C mas caliente que la temperatura estabilizada por el Método Horner (115°C). Los datos de temperatura a lo largo del pozo no tuvieron relación con las anomalías geofísicas de mínimos resistivos.

Con respecto al parámetro de permeabilidad, ya sea primaria o secundaria para alojar un yacimiento, este también es restringido, debido a las bajas pérdidas de circulación reportadas en la perforación (1.2 a 1.3 m<sup>3</sup>/h en el tramo de 2300 a 2800 m).

La mineralogía de alteración hidrotermal así como su paragénesis para el CB-2, reporta minerales de bajo grado que aparecen a partir de los 600 m, hasta el fondo (calcita, óxidos, pirita, calcopirita, clorita, cuarzo). La epidota como geotermoindicador apareció desde los 900 m. La presencia de

turmalina indica actividad hidrotermal antigua. El registro de temperatura por el método Horner a los 1691 m reporta 105°C como máxima. Las anomalías de bajos resistivos no tienen relación directa con la termalidad, pero sí con los productos de alteración hidrotermal de baja temperatura.

En lo referente a las condiciones de permeabilidad en base a perdidas de fluidos de perforación está también es bastante restringida para alojar un yacimiento.

La mineralogía de alteración como su paragénesis hasta ahora encontrada en el CB-3, reporta minerales como cuarzo, calcita, clorita, piritita y óxidos a partir de los 500 m, así como de magnetita, epidota, sericita y arcillas desde los 900 m hasta el fondo del pozo. Los resultados microtérmicos de inclusiones fluidas en cuarzo, a partir de los 550 m a 1310 m, reportan rangos de temperatura de homogeneización (Th) promedio de 133.5 a 178°C. En los 1420 m se tomo el valor mínimo de Th de 176°C (aún que varia hasta los 234°C).

Los registros de 24 h de reposo, permiten determinar un gradiente termal del orden de 20°C promedio, mas frías que las obtenidas en laboratorio para las inclusiones fluidas. La última serie de registros de temperatura permite establecer, por el método Horner, una temperatura de formación de 198°C a los 1906 m.

Las condiciones de permeabilidad referidas a los reportes de perdidas de fluidos son bajas, sin embargo el índice de permeabilidad real se determinará cuando concluyan las actividades de labado del pozo, las pruebas de inyección-recuperación, evaluación y desarrollo del pozo.

En base a los datos disponibles se considera que el Potencial Geotérmico de interés, en el proyecto Ceboruco, se encuentra en la zona del pozo CB-3, donde se comprobó que existe una relación de la anomalía de los mínimos resistivos con zonas de alteración hidrotermal y temperaturas en el orden de los 189.06°C a 1906 m en rocas intrusivas.

## 7.- CONCLUSIONES

- El Proyecto Ceboruco se ubica dentro de la Provincia de la Faja Volcánica Mexicana.
- El basamento está constituido por una secuencia sedimentaria, afectada por intrusiones graníticas-granodioríticas calco-alcálinas de un gran Batolito Circumpacífico del Cretácico Superior al Terciario Inferior.
- Las dataciones en rocas volcánicas permiten establecer tres períodos de actividad ígnea:
  - a) Andesitas, riolitas, ignimbritas del Terciario Inferior, que constituyen el Grupo Inferior Volcánico de la Sierra Madre Occidental (base). Con efectos de fallamiento, fracturamiento y de alteración hidrotermal.
  - b) Riolitas, ignimbritas, tobas y basaltos calco-alcálinos del Grupo Superior Volcánico de la SMO. Del Oligoceno-Mioceno.
  - c) Basaltos, riolitas, dacitas, andesitas, tobas y pumicíticas, principalmente de carácter calco-alcálinos, en coexistencia con algunos alcálinos, propios de la formación de la provincia de la Faja Volcánica Mexicana, del Plioceno al Reciente.
- Existen tres patrones estructurales regionales NW-SE, N-S y NE-SW.
- Existe una diferenciación magmática acentuada a partir del Mioceno Superior al Reciente.
- Las edades radiométricas para los domos de la zona del Domo San Pedro son de 1.7 hasta los 0.101 Ma.
- El último evento efusivo proviene del Ceboruco, y data del siglo pasado (1870-1875).
- Las manifestaciones termales en la zona son manantiales de agua caliente (48°C) de fumarolas (92°C).



- La presencia de fumarolas (92°C) en suelos vaporizantes en el volcán Ceboruco, permiten asegurar la presencia de actividad volcánica.
- Los gases presentes en las fumarolas corresponden a las esperadas en un ambiente geotérmico.
- Solo dos manantiales son clorurados-sódicos. Con características de salmueras geotérmicas, altamente diluidas por aguas subterráneas mas someras de reciente infiltración.
- El geotermómetro de K-Mg, arroja temperaturas de formación por abajo de los 100°C.
- No se detectaron evidencias de algún yacimiento geotérmico, ni anomalía termal de interés comercial en los pozos CB-1 y CB-2; sin embargo, la estructura del Ceboruco cuenta aún con zonas de interés para continuar la exploración en ella.
- La zona de los Domos San Pedro-Los Ocotes, está situada en una zona de gradiente anómalo, relacionada quizá con la presencia del complejo dómico de edad Reciente.
- Los estudios de resistividad con SEV's y con SMT's, determinaron que los valores de baja resistividad menores de 10 Ohm.m medianamente someros, atractivos a estudiar en el subsuelo, no tuvieron relación con anomalías térmicas de importancia para los pozos profundos CB-1 y CB-2. La respuesta encontrada está relacionada con los productos de alteración de baja temperatura.
- Los valores de baja resistividad de 5 a 30 Ohm-m, para la zona del CB-3, se relacionan con una anomalía térmica de interés, asociada con un sistema hidrotermal con temperaturas mayores de 200°C.
- Mediante el método gravimétrico se determinó el comportamiento estructural (NW-SE y NE-SW), definiendo depresiones y levantamientos, en la que se han emplazado el volcán Ceboruco y Domo de San Pedro.
- Magnéticamente también se definieron lineamientos NW-SE y NE-SW que se asocian a la geometría estructural, expuesta en el párrafo anterior.
- De forma regional eléctricamente se definieron tres sectores

de mínimos resistivos los que se asociaron a zonas de alteración hidrotermal, ubicándose en éstos los pozos de gradiente, mediante los cuáles se obtuvieron valores de flujo de calor tres veces mayor al considerado para el Eje Neovolcánico, lo que sugirió la presencia de una descarga de calor de un sistema hidrotermal de alta temperatura, como lo ha demostrado el pozo CB-3.

- Con la termalidad obtenida en el CB-3, se confirma el potencial geotérmico en la región.

FIGURAS

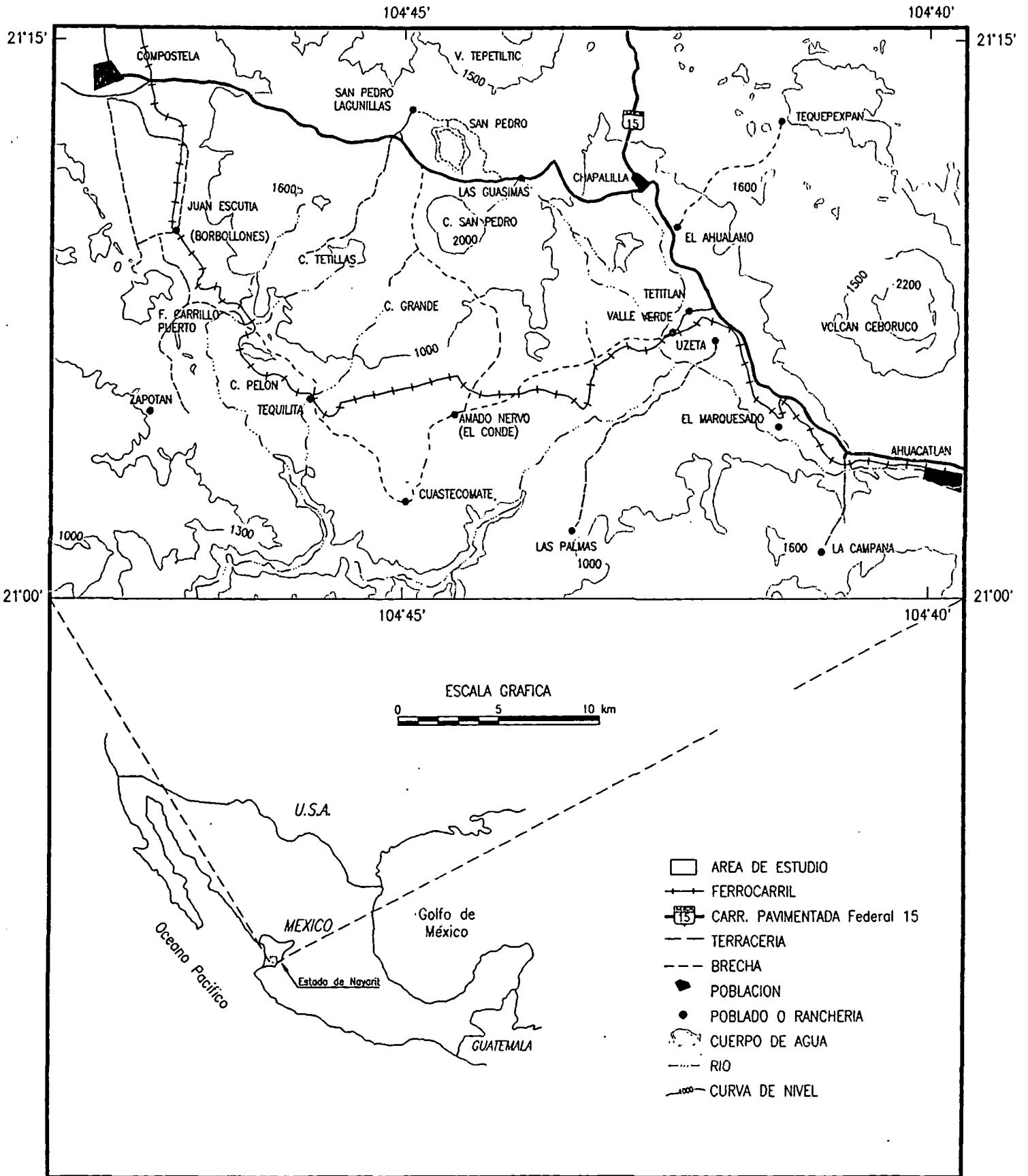


FIGURA 1.1- LOCALIZACION DEL PROYECTO EL CEBORUCO-DOMOS DE SAN PEDRO, NAY.

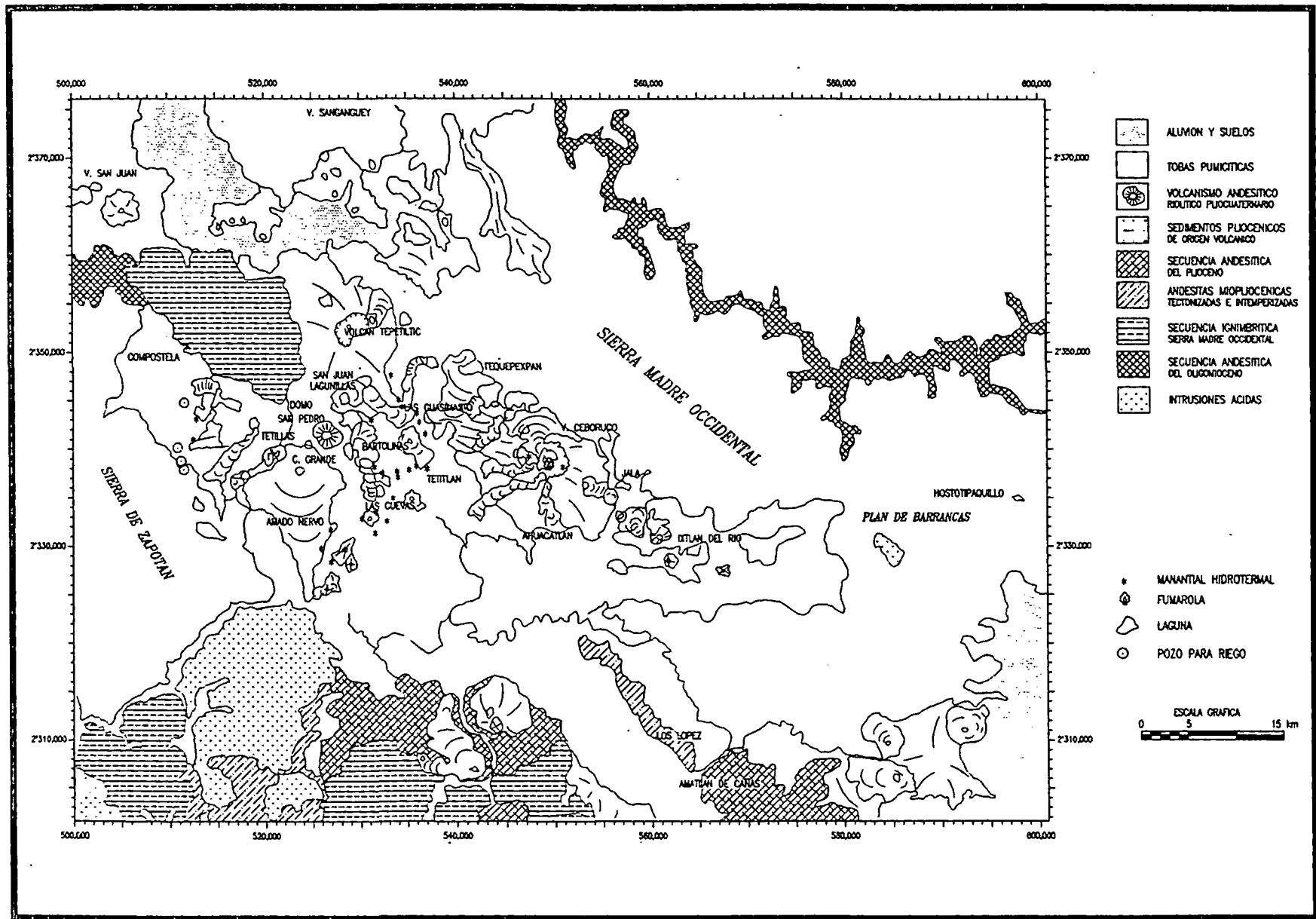
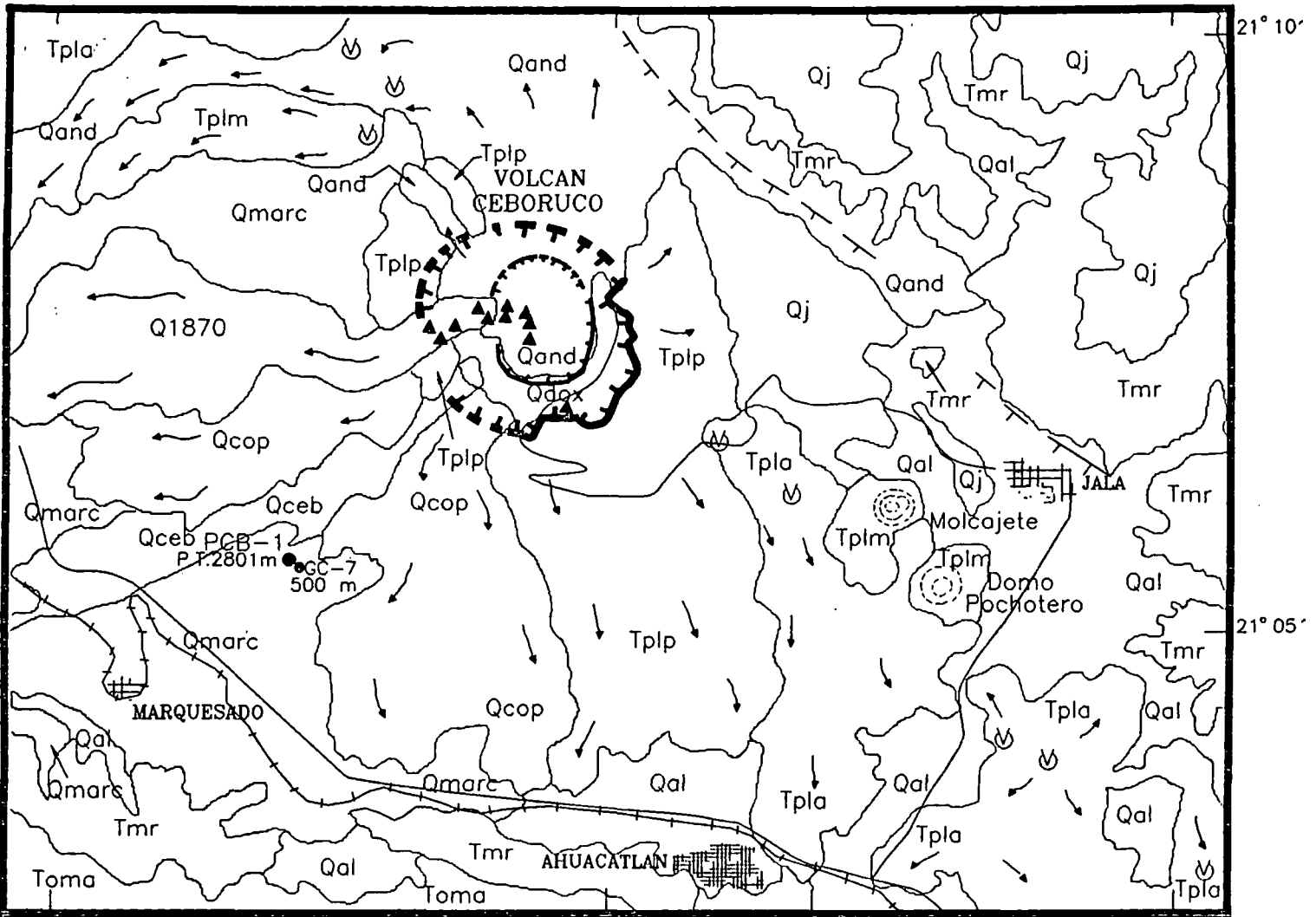


FIGURA 2.1- GEOLOGIA REGIONAL DEL GRABEN TEPIC-IXTLAN DEL RIO, NAY.



**SIGNOS CONVENCIONALES**

Qal	Aluvión	Qmarc	Toba Marquesado .0015 m.a	Tmr	Riolitas, Ignimbritas de la Sierra Madre Occ. Complejo Volcánico Sup
Q1870	Dacita 1870	Qj	Toba Jala	Toma	Andesítica base de la Sierra Madre Occ. Complejo Volcánico Inf. (Bloque Jalisco)
Qceb	Malpais Ceboruco	Tplm	Grupo Mascarón Riodacitas y Riolitas		
Qand	Derrames y Conos Intracaldericos	Tpla	Grupo Ahuacatlán Andesitas, Escorias		
Q	Dacita Dos equis	Tplp	Andesitas Precaldericas		
dox	Dacita Copales				

**SIMBOLOS GENERALES**

- Colapsos caldericos
- 92° C Fumarolas
- Aparato volcánico y derrame
- Cuerpo dómico
- Falla regional
- Contacto geológico
- Poblado
- Carretera y Ferrocarril
- Localización del PCB-1
- Localización del GC-7
- Dirección de Flujo

**FIG. 2.2- GEOLOGIA LOCAL DEL VOLCAN CEBORUCO**

FORMO: Ing. D. Castillo H.

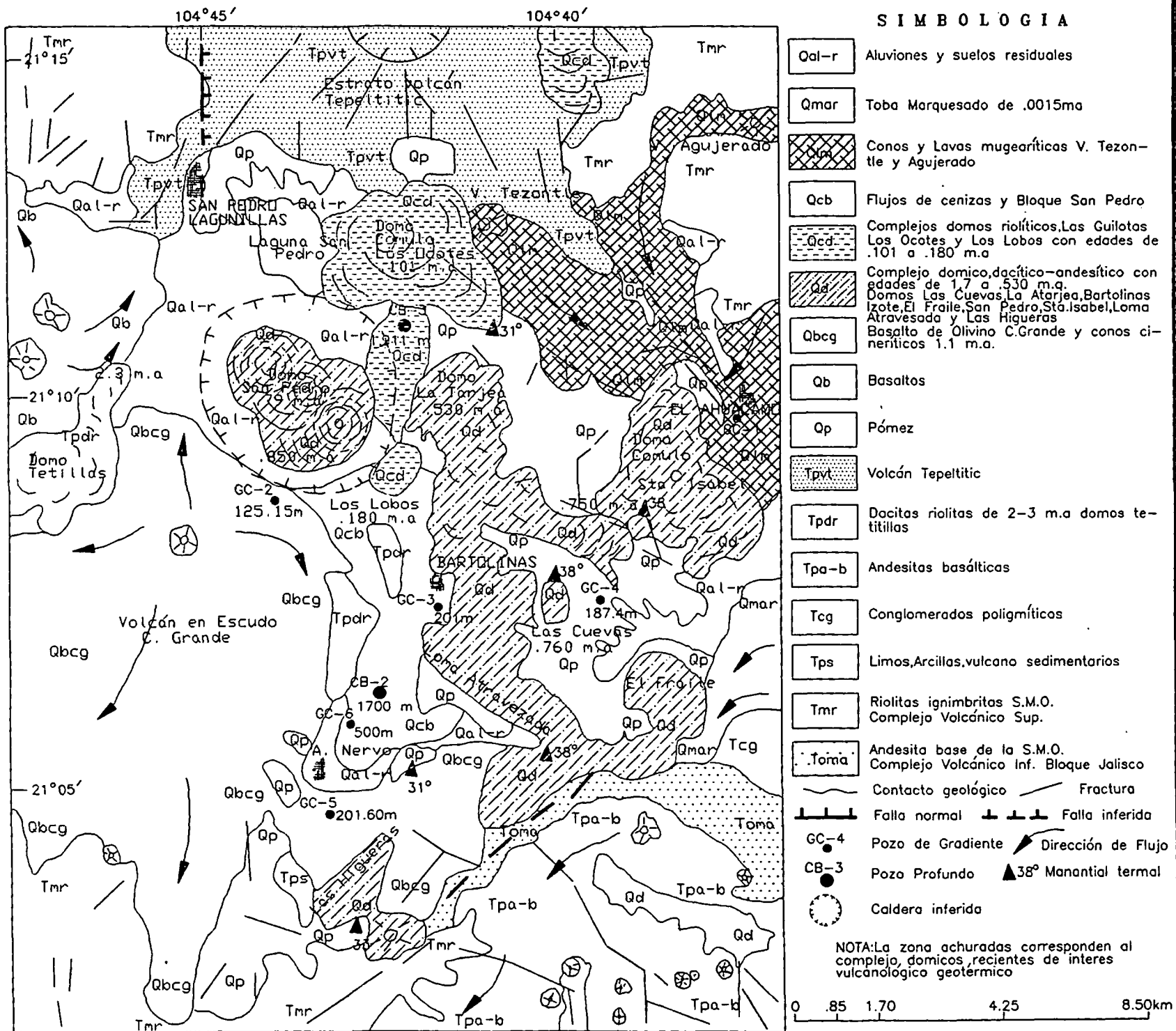


FIG.2.3- GEOLOGIA LOCAL DEL DOMO SAN PEDRO

FIG. 2.4- MODELO GEOLOGICO DEL VOLCAN CEBORUCO

GRABEN TEPIC - CHAPALA (NW-SE)  
 RIFF TEPIC - ZACOALCO (NW-SE)  
 DEPRESION TEQUEPEXPAN - IXTLAN

S

N

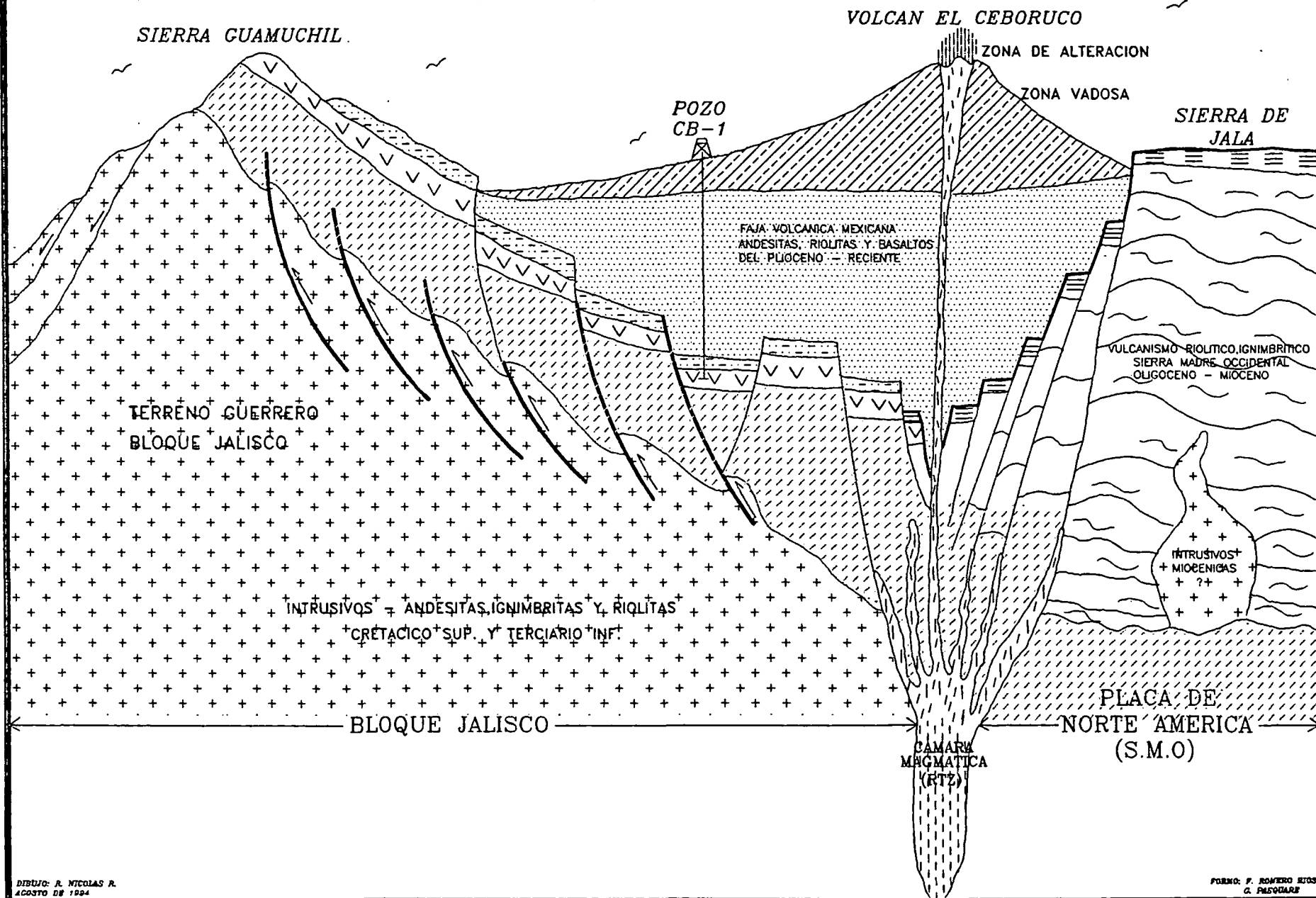
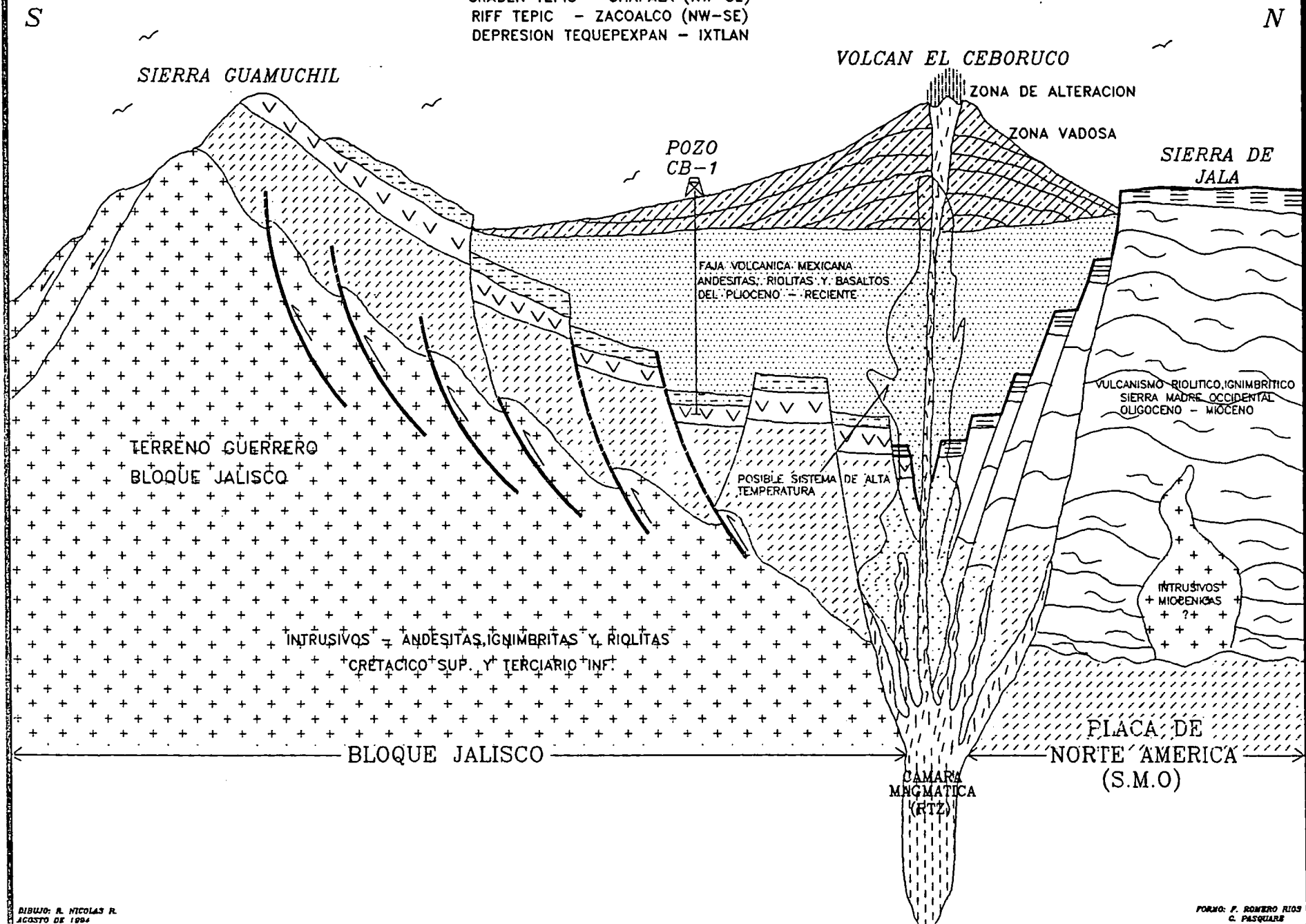
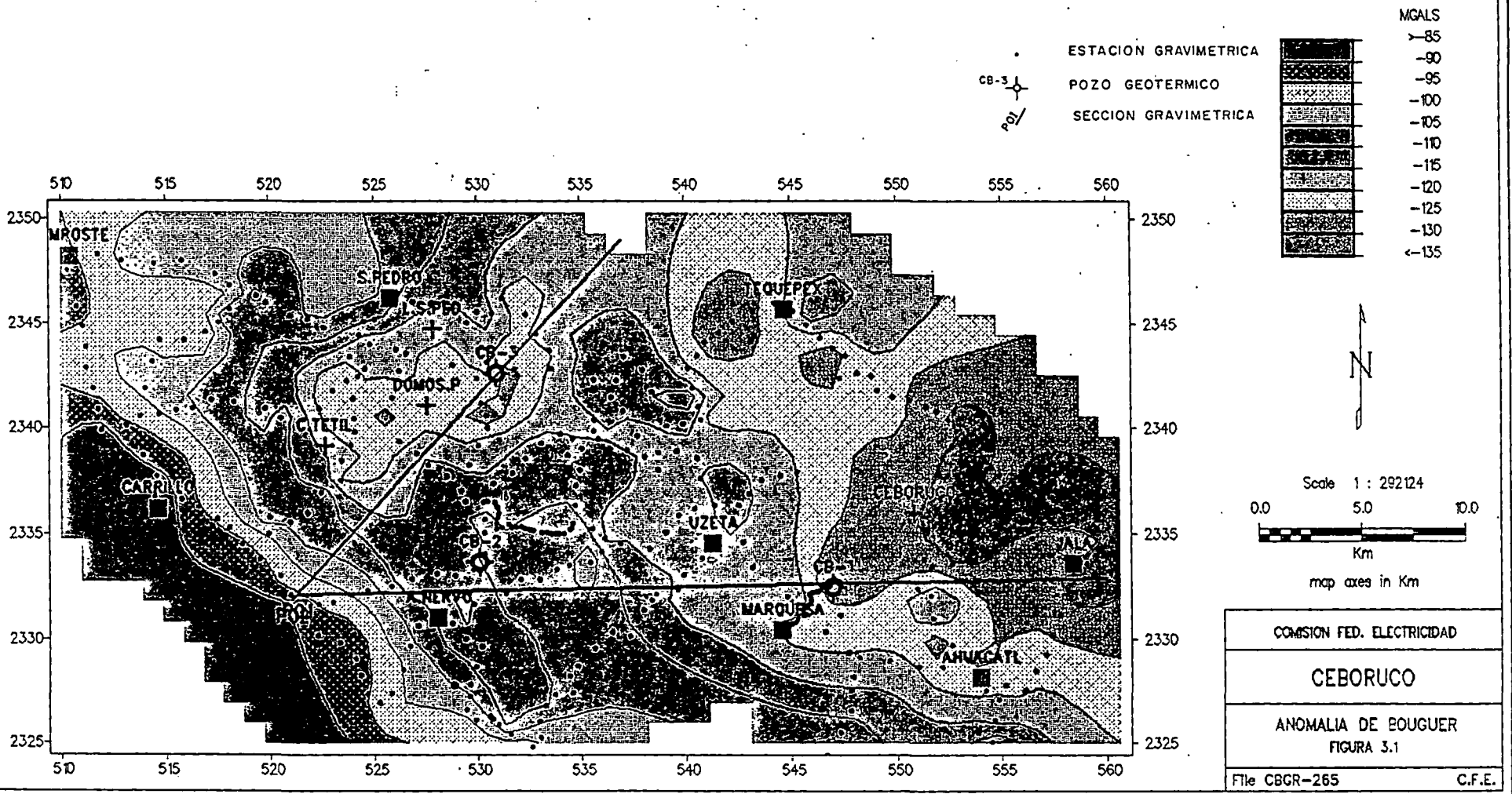


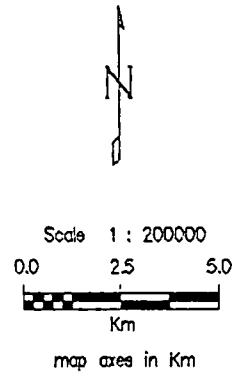
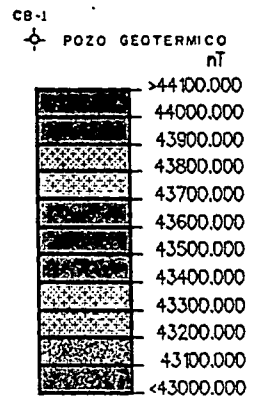
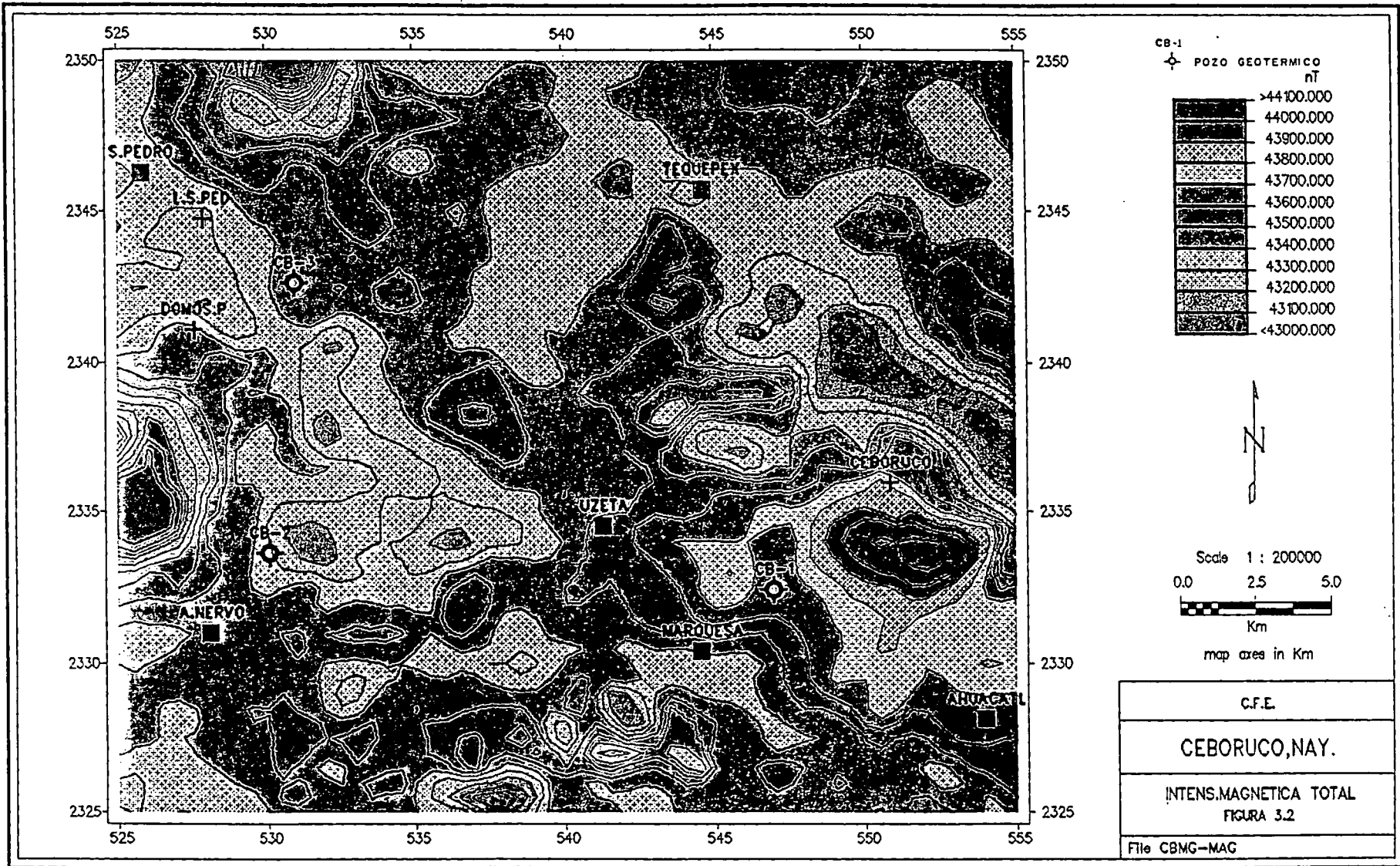


FIG. 2.5-MODELO GEOTERMICO

GRABEN TEPIC - CHAPALA (NW-SE)  
 RIFF TEPIC - ZACOALCO (NW-SE)  
 DEPRESION TEQUEPEXAN - IXTLAN







C.F.E.  
 CEBORUCO, NAY.  
 INTENS. MAGNETICA TOTAL  
 FIGURA 3.2  
 File CBMG-MAG

+ obs gravity

Strike= 88

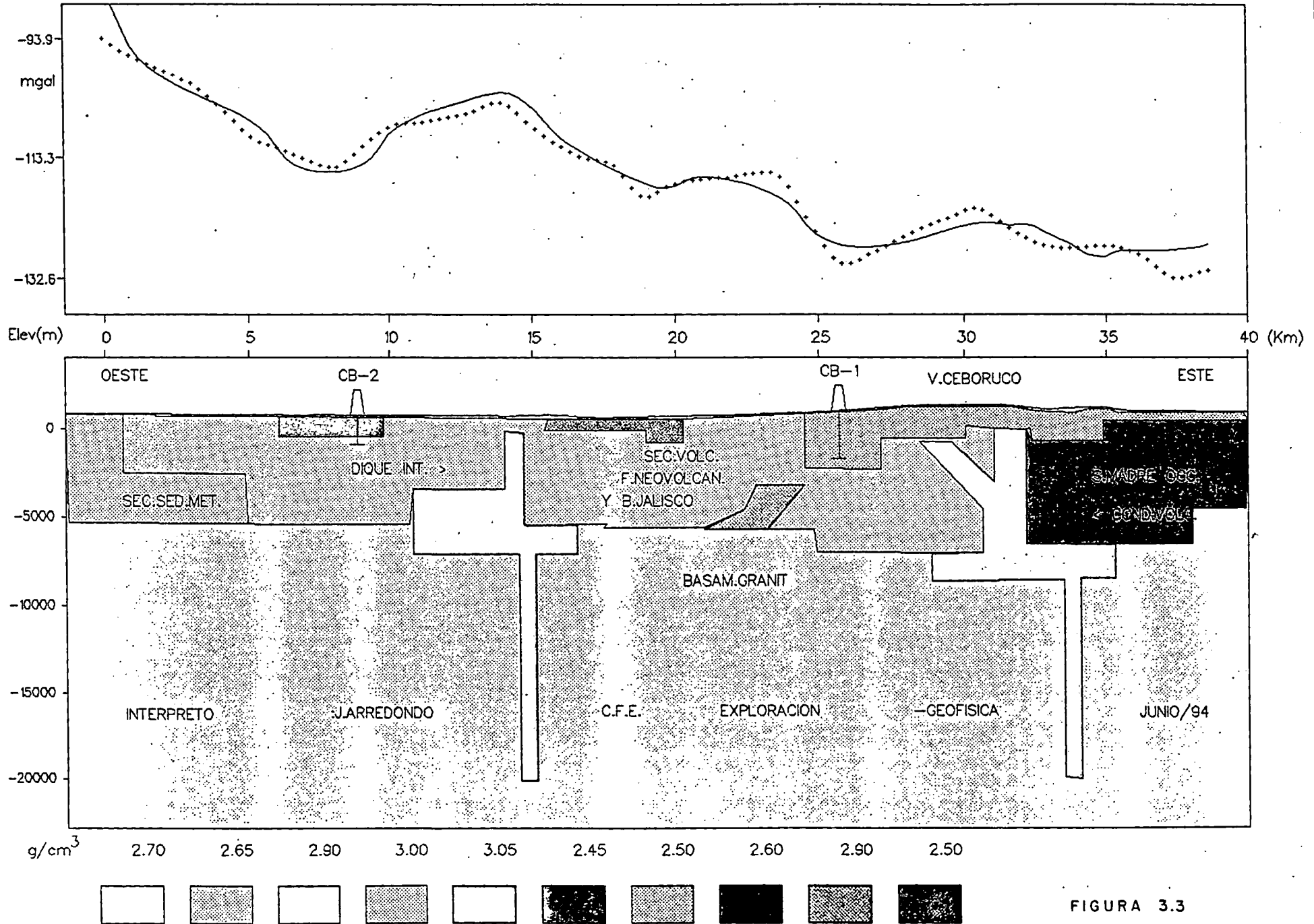


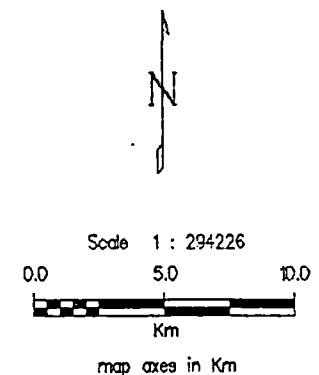
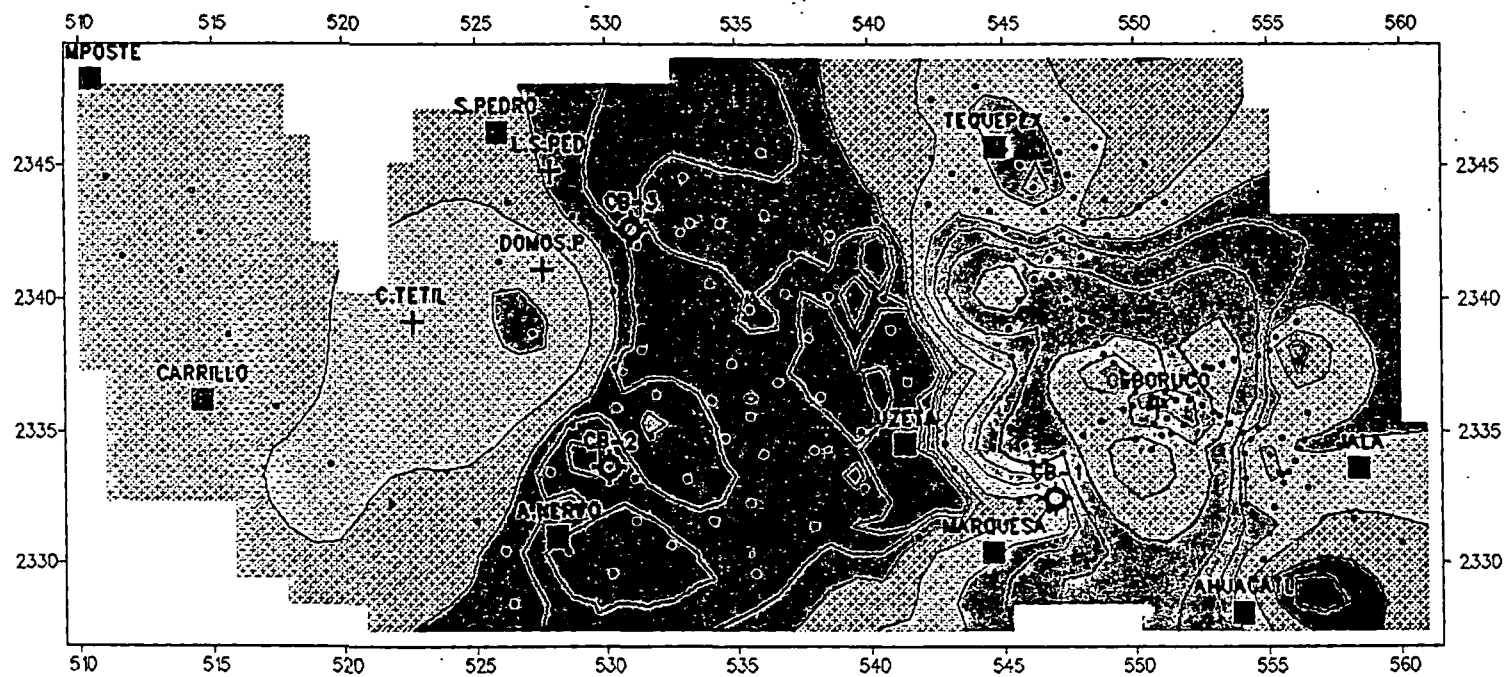
FIGURA 3.3

# RESISTIVIDADES APARENTES A PARTIR DE SONDEOS ELECTRICOS VERTICALES

Ohm - m



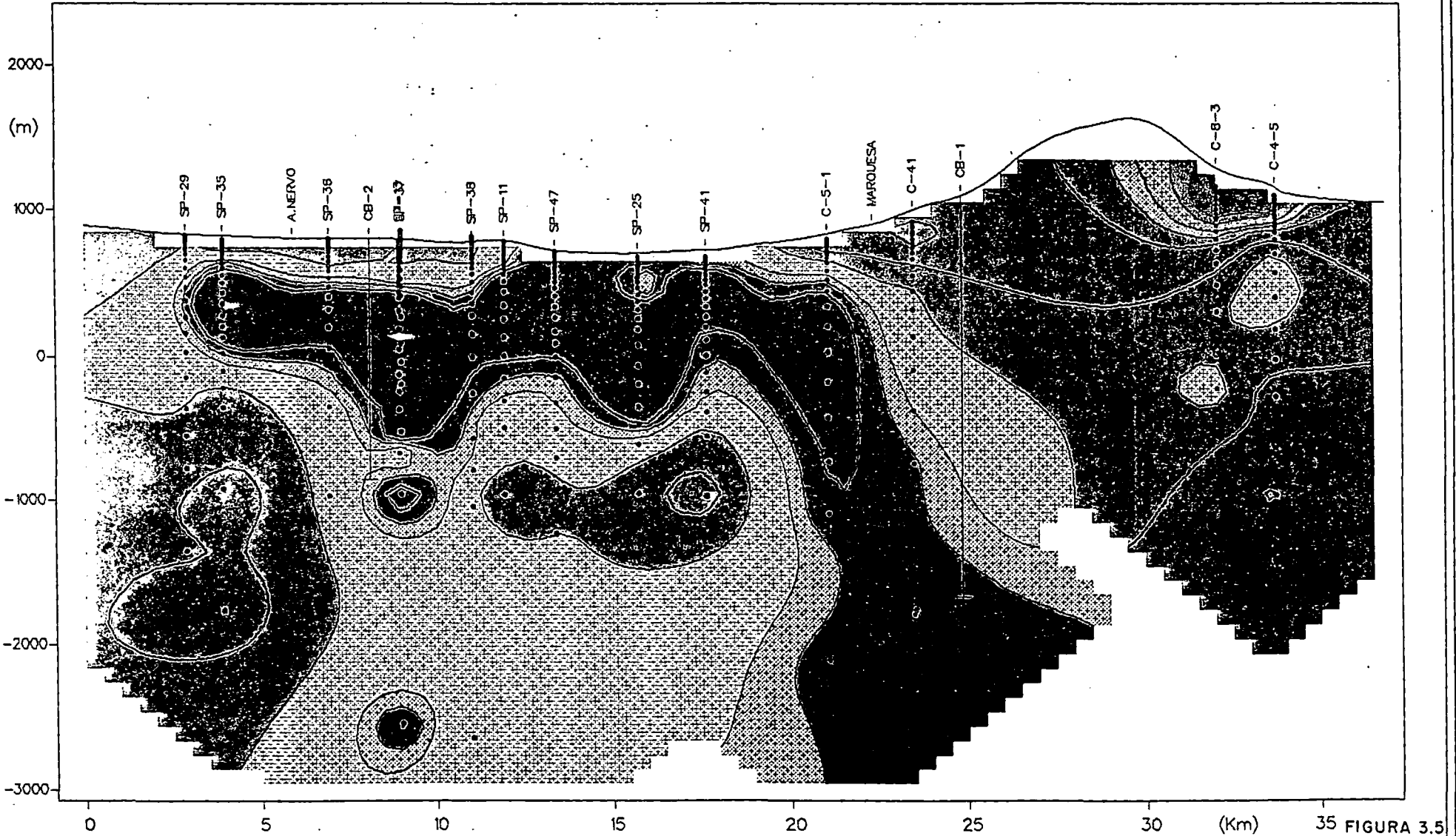
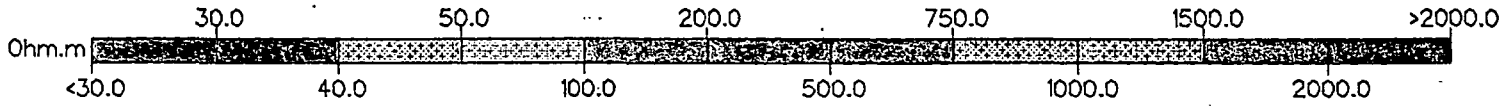
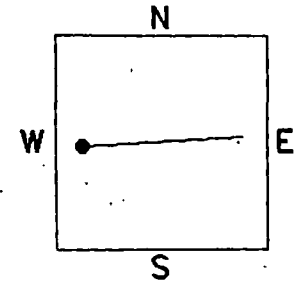
● SONDEOS ELECTRICOS VERTICALES  
 ○ POZO GEOTERMICO  
 CB-2



COM. FED. ELECTRICIDAD  
 CEBORUÇO  
 AB/2=2000 METROS  
 FIGURA 3.4  
 File CBDC-R2M C.F.E.

CEBORUCO -  
DC Survey  
1D-Image: P03

SECCION DE ISORRESISTIVIDADES APARENTES



35 FIGURA 3.5

CEBORUCO -  
DC Survey  
1D-Image: P02

SECCION DE ISORRESISTIVIDADES APARENTES

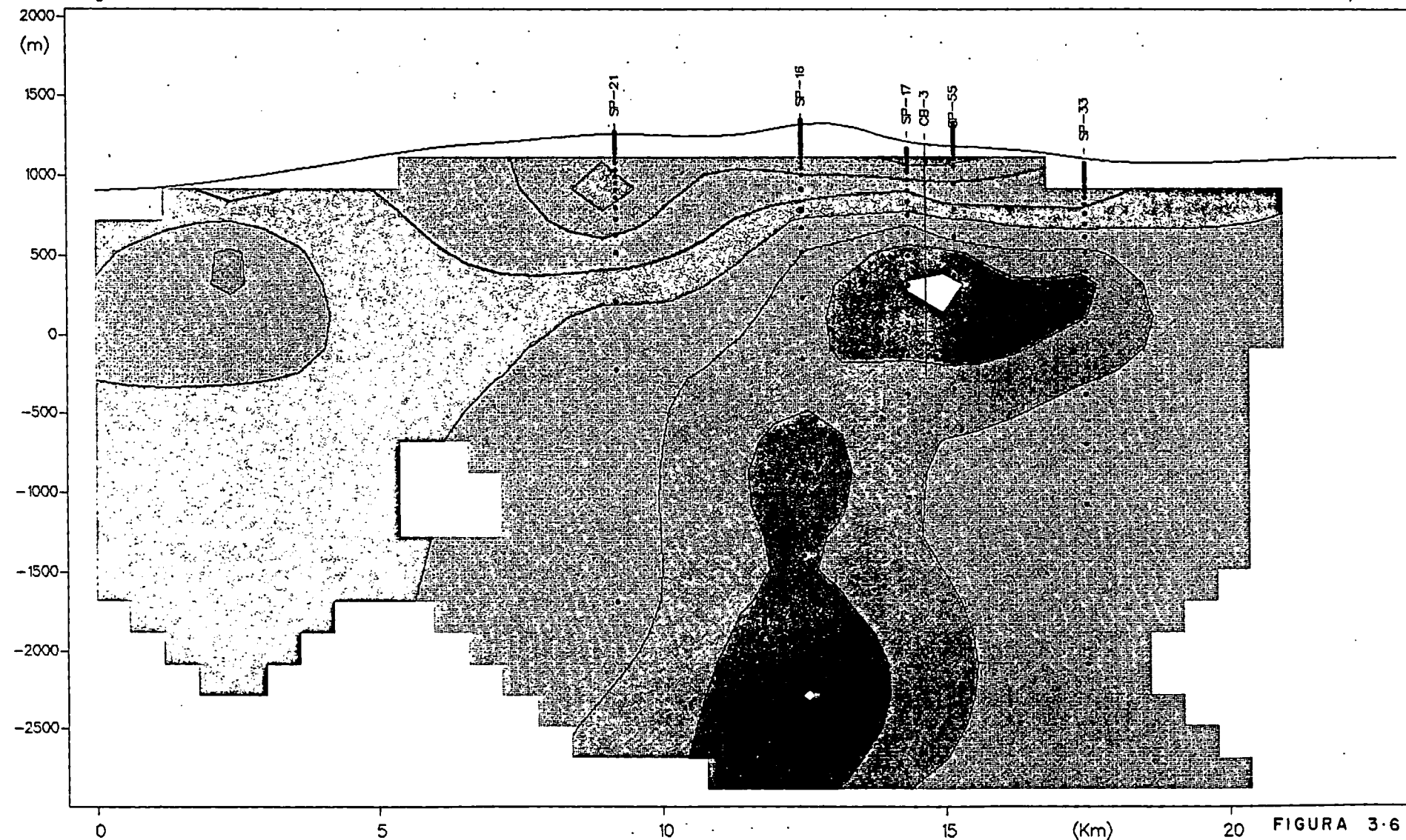
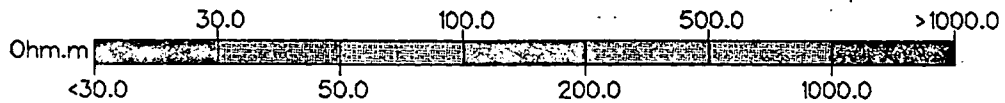
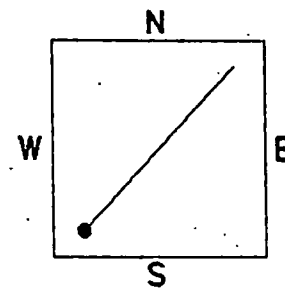


FIGURA 3-6

# LOCALIZACION DE SONDEOS SCHLUMBERGER Y MAGNETOTELURICO CON ZONAS ANOMALAS

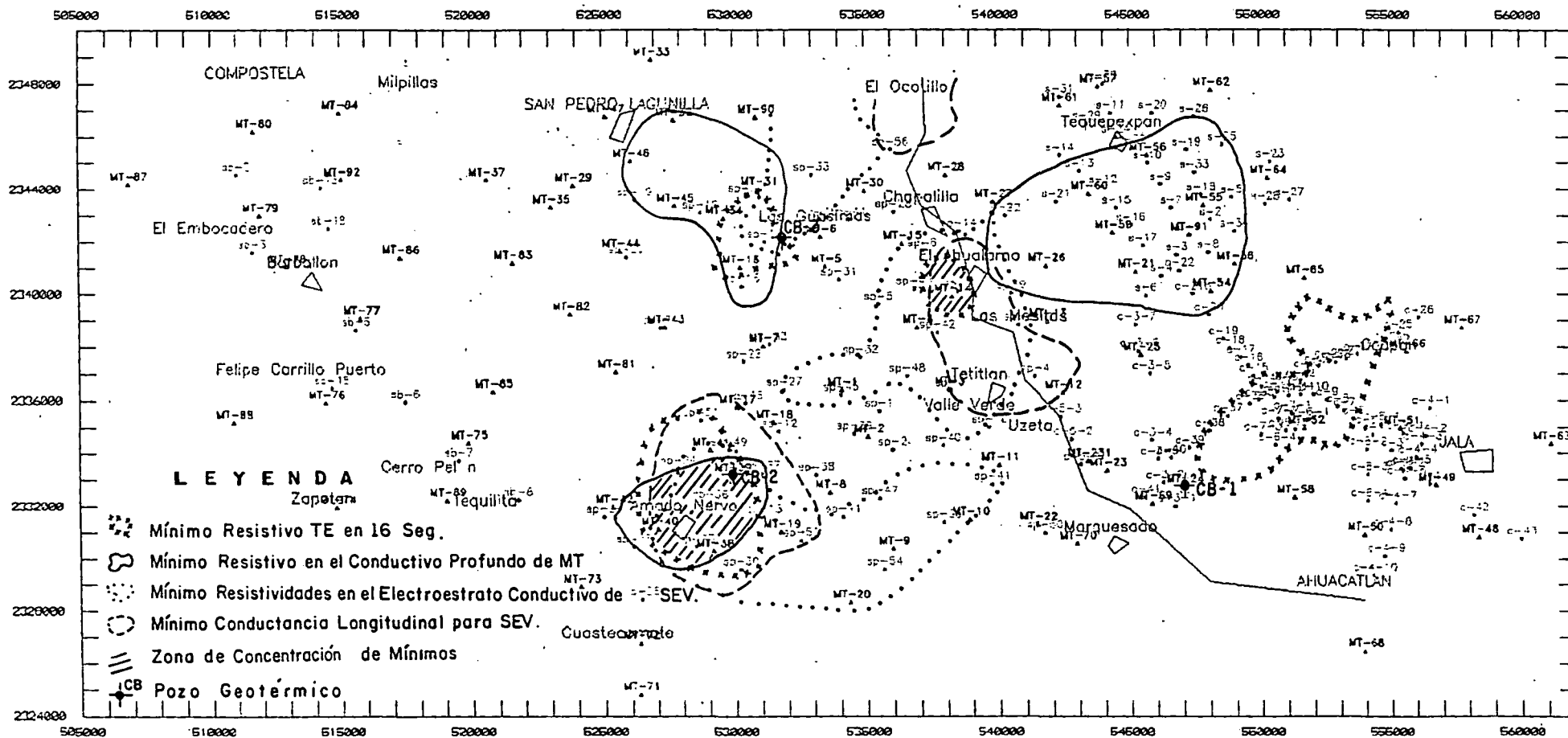


FIGURA 3.7



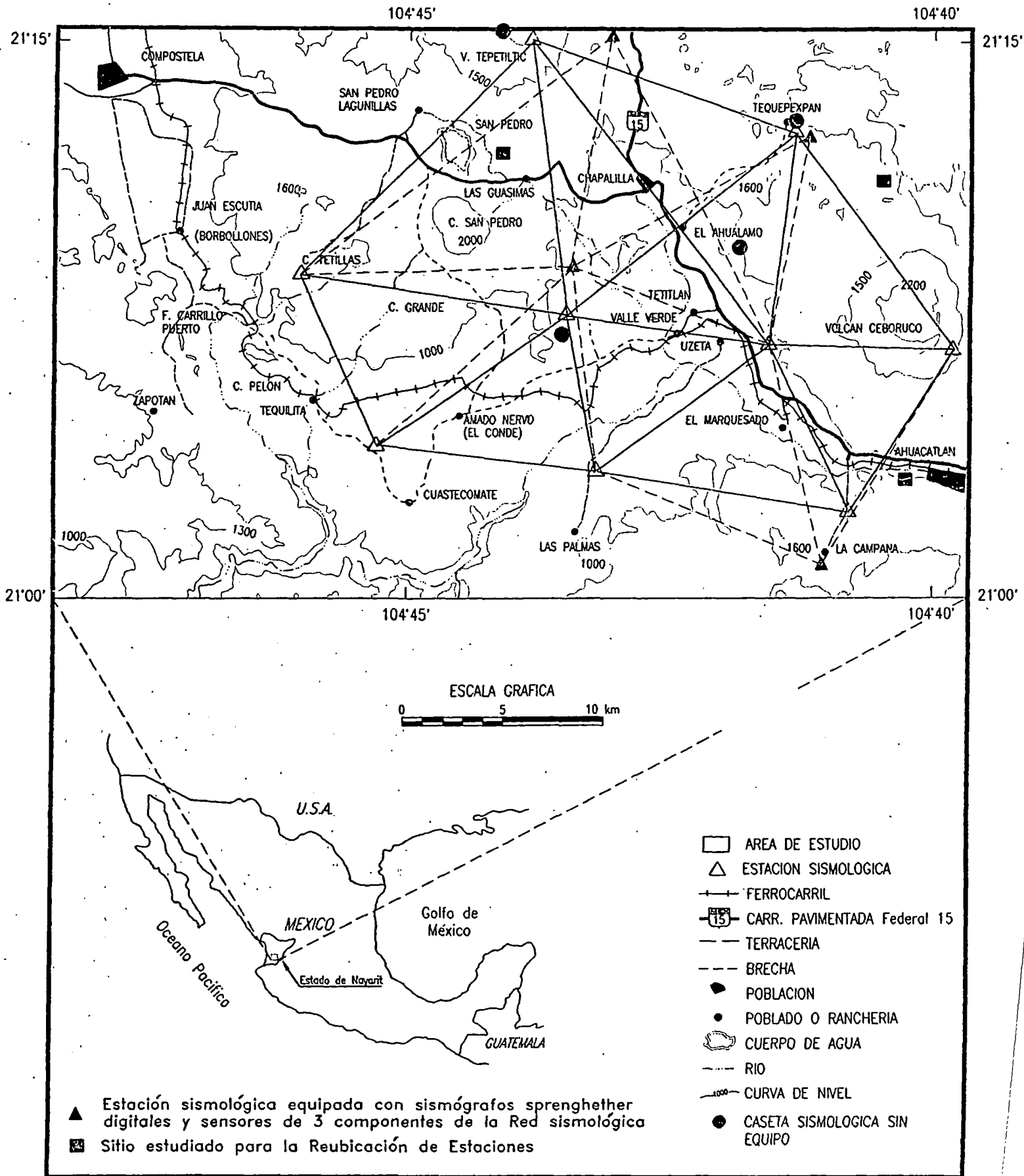


FIG. 3.8—LOCALIZACION DEL PROYECTO Y LA RED SISMOLOGICA DEL CEBORUCO-DOMO DE SAN PEDRO, NAY.

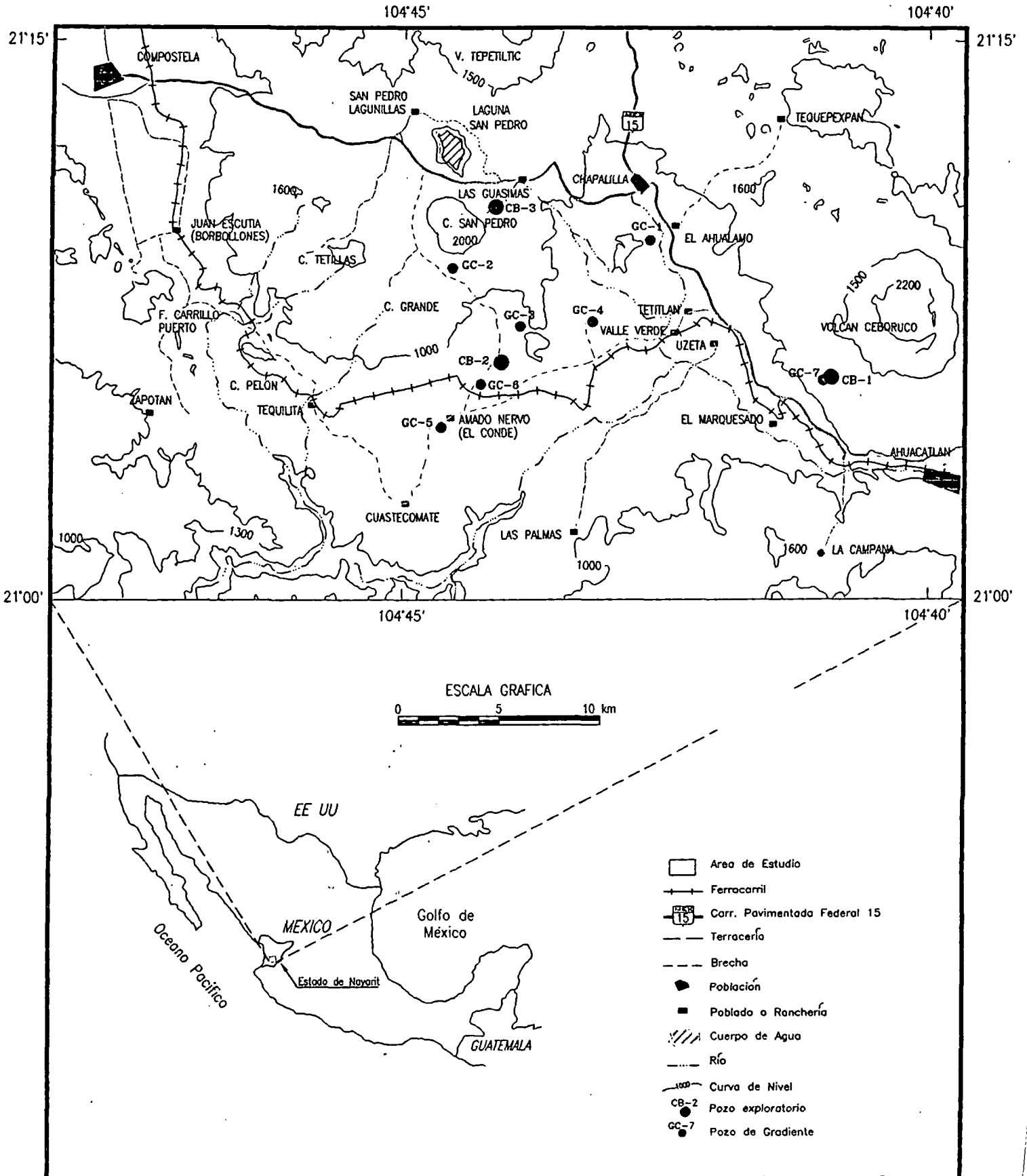


FIG. 3.9.- LOCALIZACION DE POZOS EXPLORATORIOS Y DE GRADIENTE

FIGURA 4.1.- CONTENIDO RELATIVO DE CLORUROS-SULFATOS-BICARBONATOS DE POZOS, NORIAS Y MANANTIALES DEL CEBORUCO, NAY.

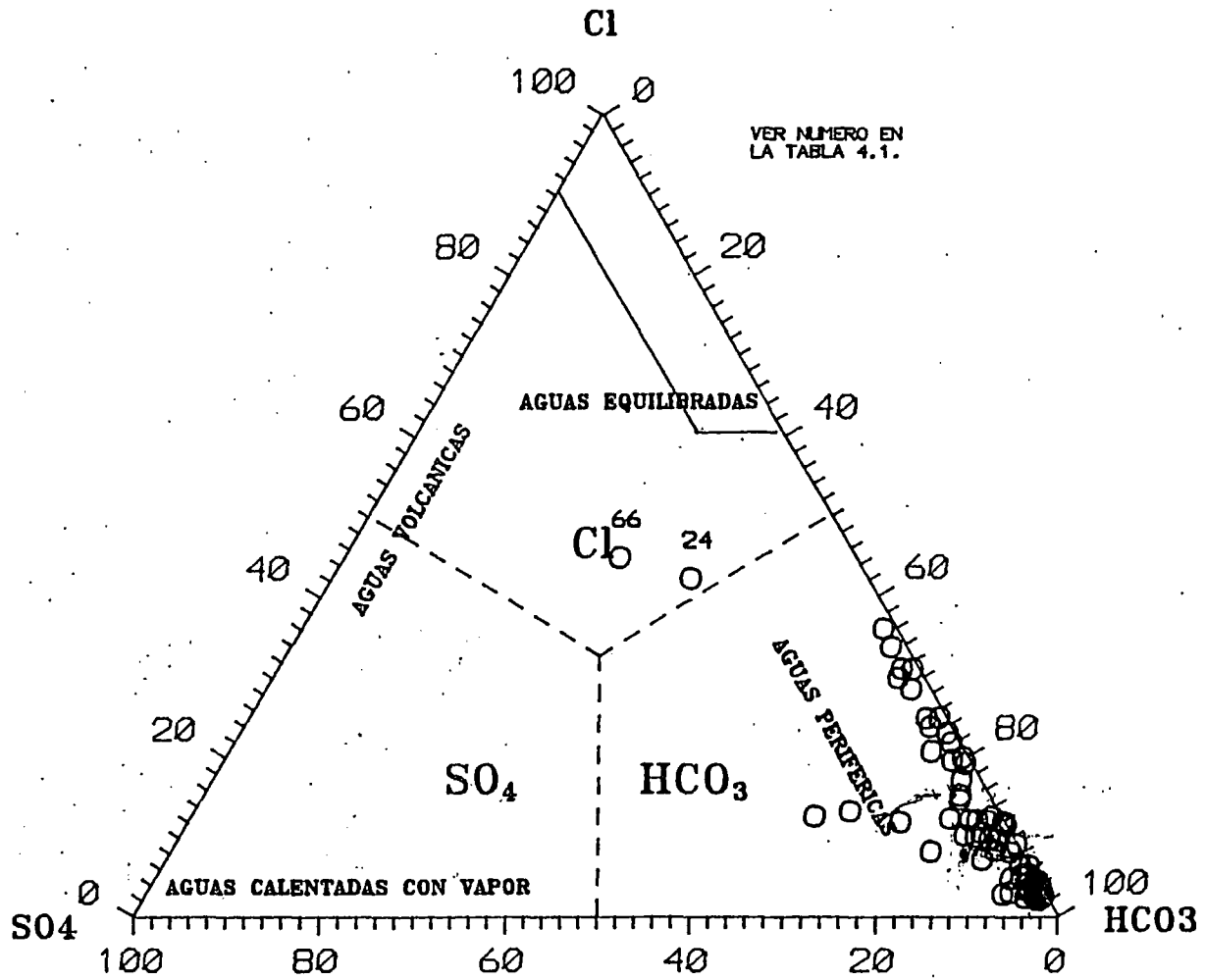
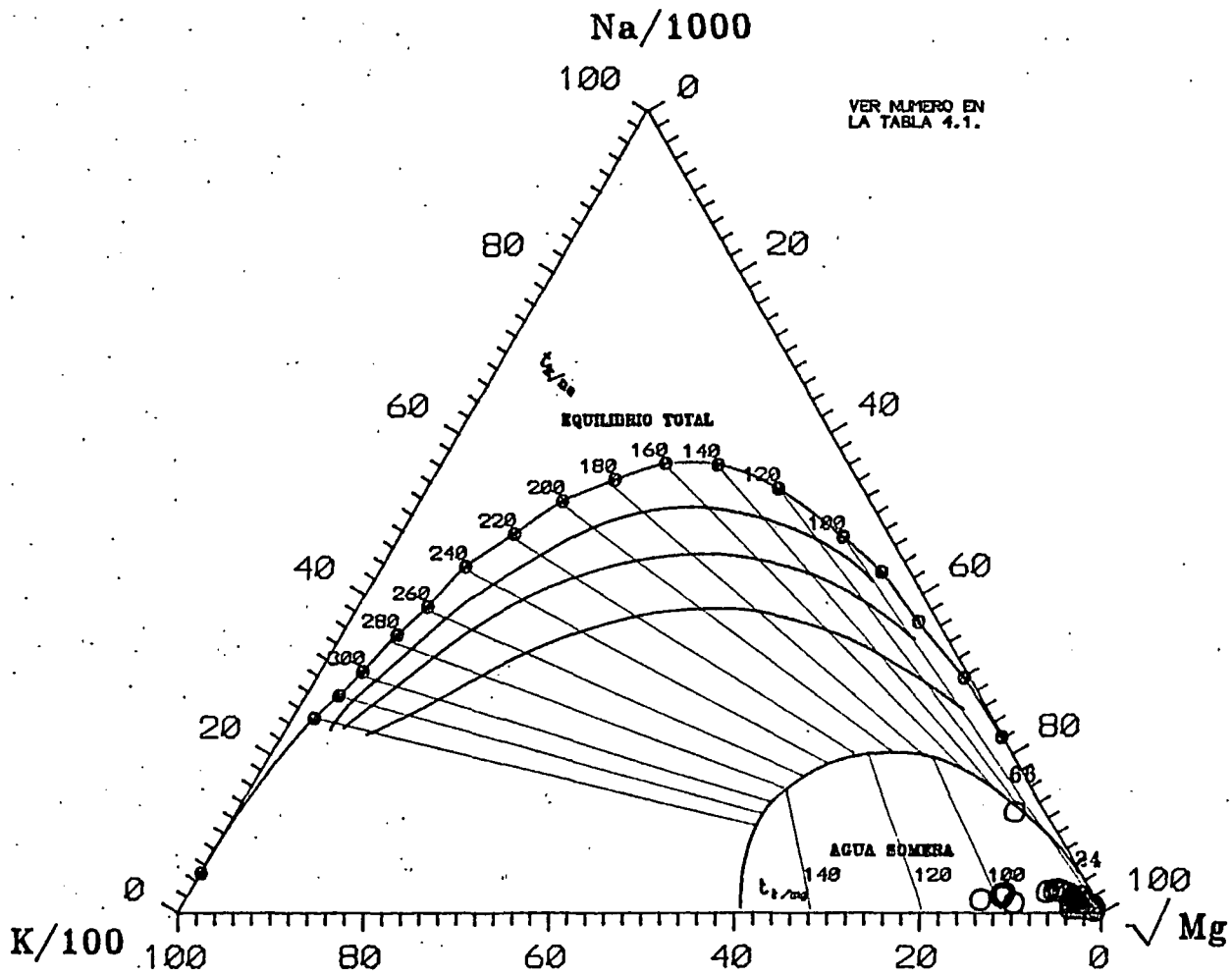


FIGURA 4.2.- CONTENIDO RELATIVO DE SODIO-POTASIO-MAGNESIO DE POZOS Y MANANTIALES DEL CEBORUCO, NAY.



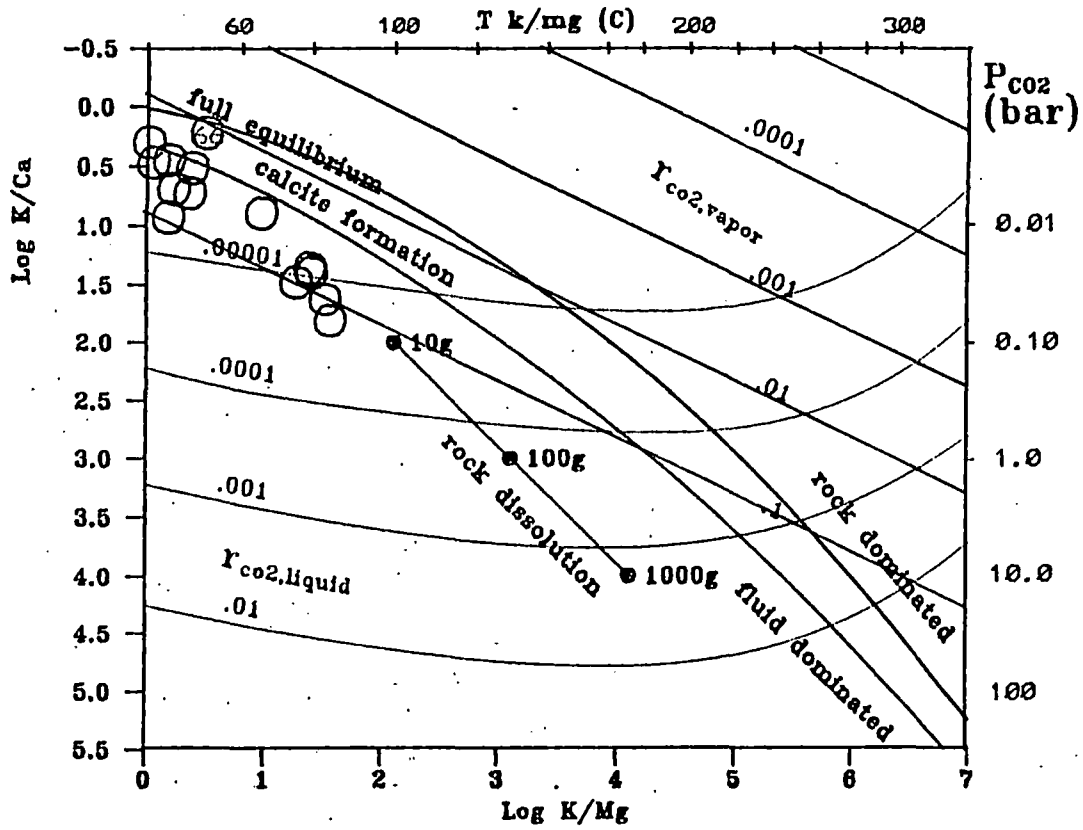


Figura 4.3.- Evaluacion de presiones K-Ca-CO<sub>2</sub> y temperaturas K-Mg de pozos y manantiales del Ceboruco, Nay.

FIGURA 4.4. ISOVALORES DE CLORUROS ( ppm ) .

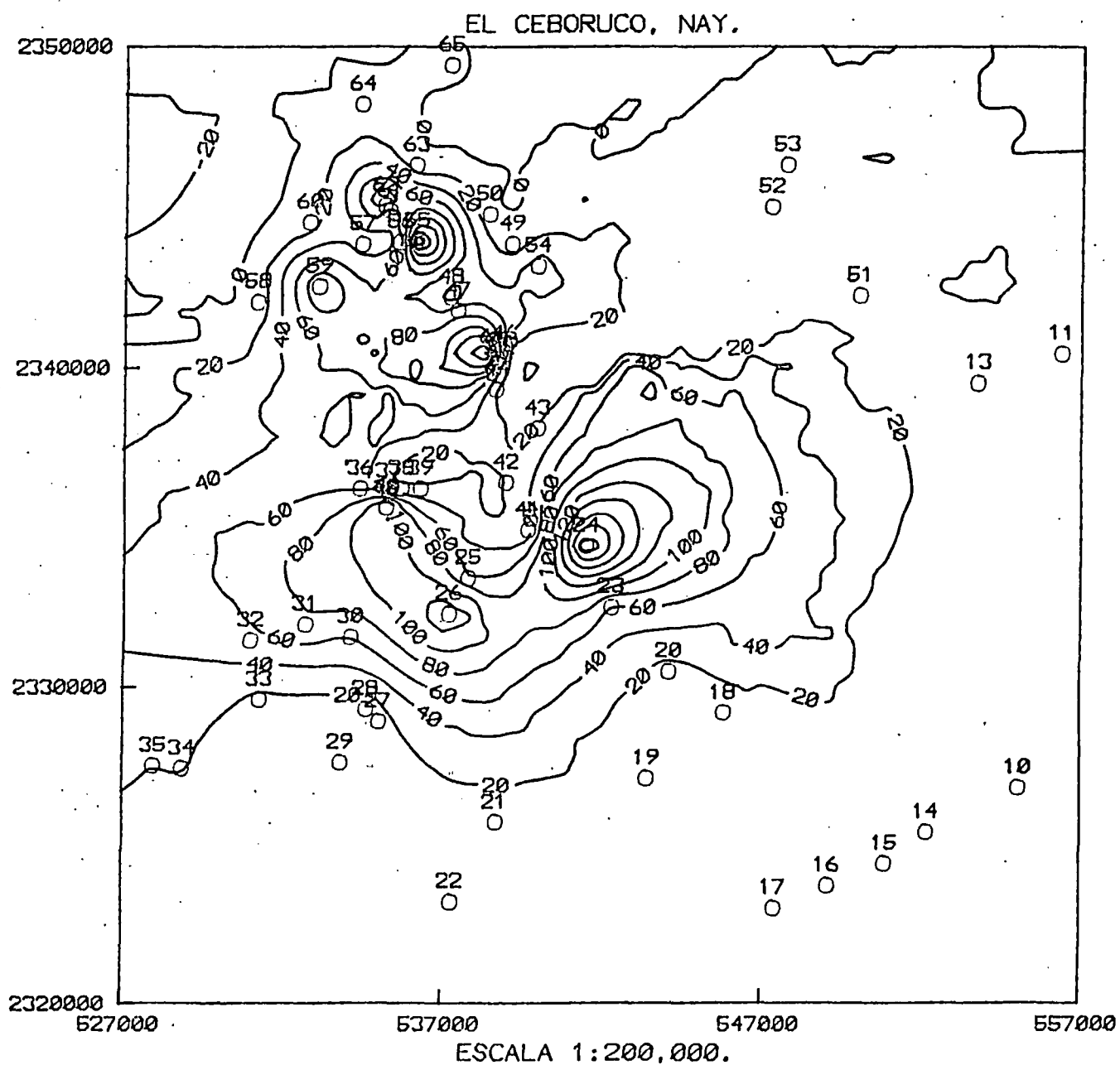


FIGURA 4.5.- CLASIFICACION DE AGUAS PARA USO AGRICOLA.  
EL CEBORUCO, NAYARIT.

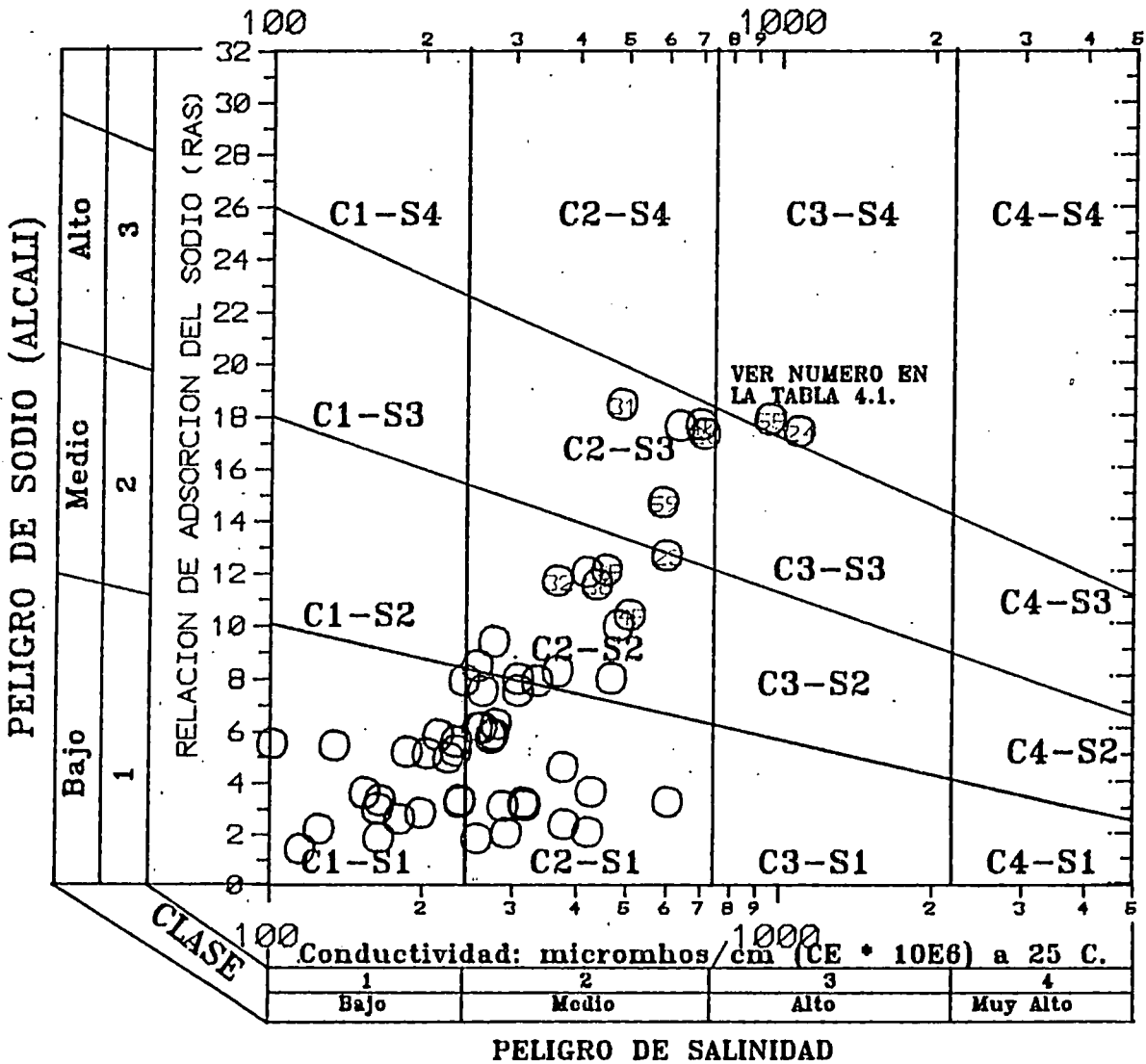


FIG. 5.1 REGISTRO CONTINUO DE PERFORACION  
 PROYECTO EL CEBORUCO

POZO: CB-1

N X : 5 1 5 0 0  
 P N S : 1 5 0 0 0  
 U U P : 0 0 0 0 0  
 U N Q : 0 0 0 0 0  
 0 0 0 : 0 0 0 0 0

FRECUENCIA DE PERFORACION: 06/10/1993  
 FRECUENCIA DE PERFORACION: 09/09/1994  
 FRECUENCIA DE PERFORACION: 11/01/1994  
 FRECUENCIA DE PERFORACION: 11/01/1994

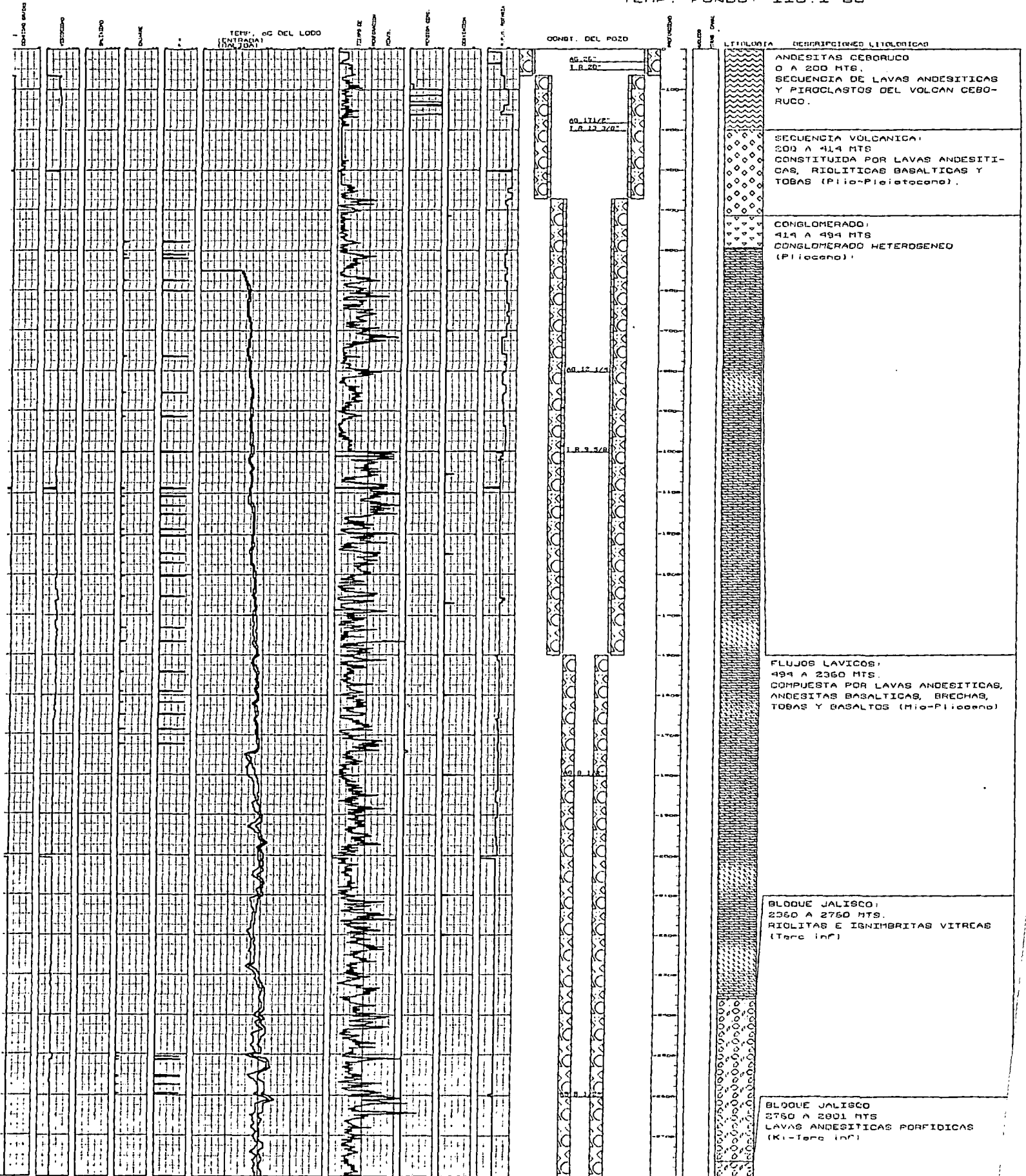




FIG. 5.2 REGISTRO CONTINUO DE PERFORACION

PROYECTO EL CEBORUCO

POZO: CB-2

X: 509 850  
 Y: 2 333 400  
 Z: 850

FECHA DE INICIO: 10/04/1994  
 FECHA TERMINACION: 22/07/1994  
 PROFUNDIDAD: 1700 M.B.N.T.  
 TEMP. FONDO: 105.4 °C

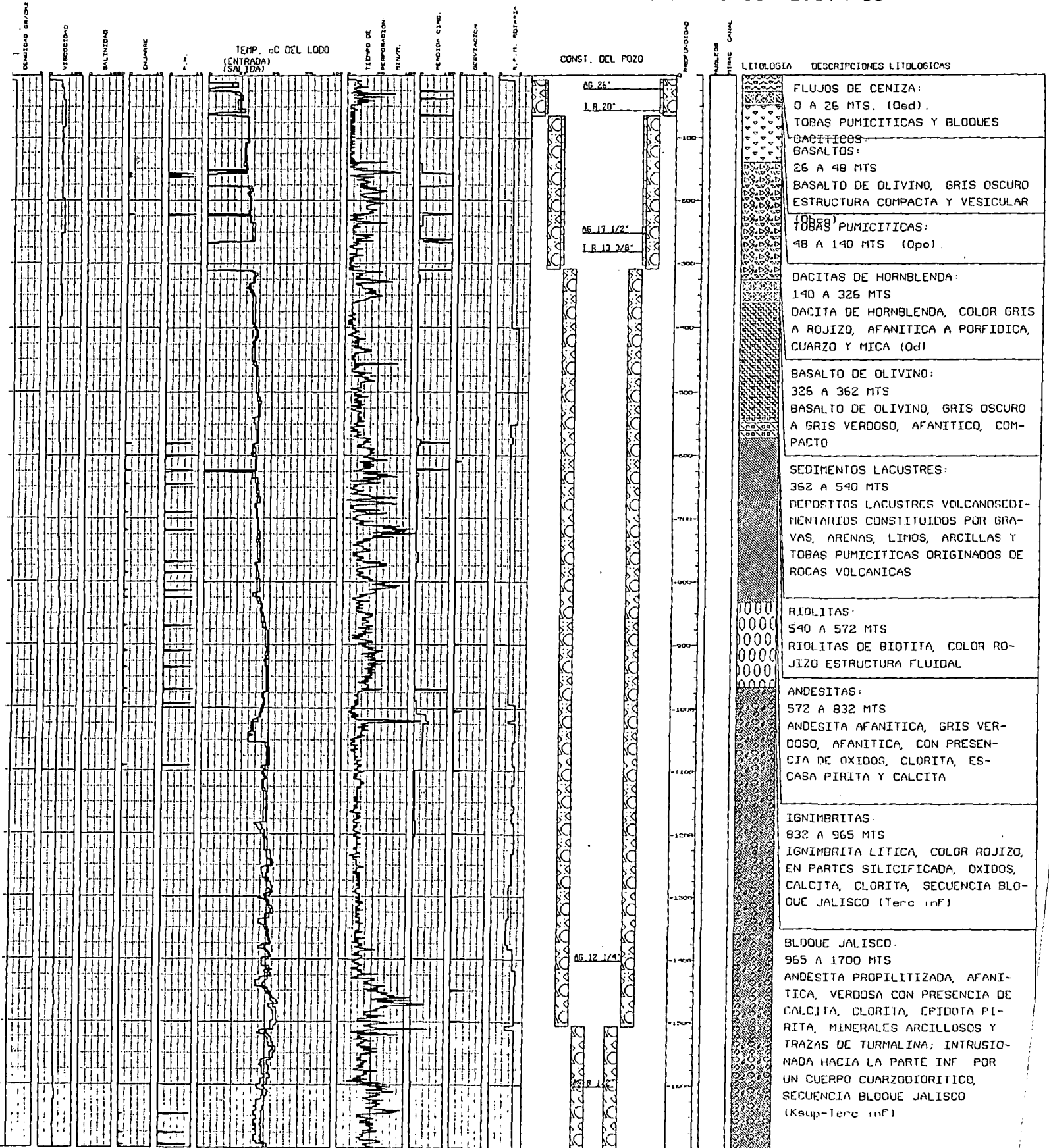


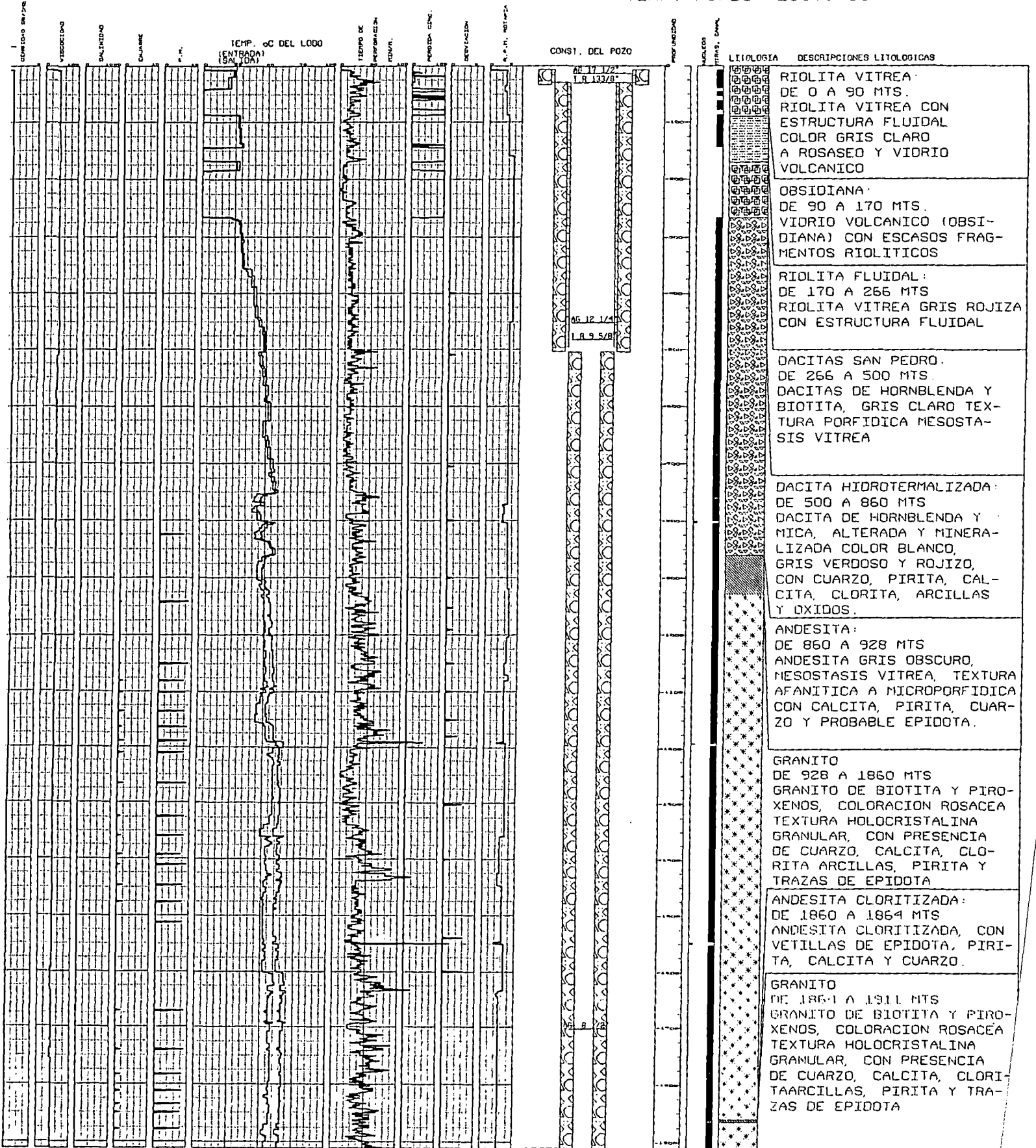
FIG. 5.3 REGISTRO CONTINUO DE PERFORACION

PROYECTO EL CEBORUCO

POZO: CB-3

X: 530 950  
 Y: 231 650  
 Z: 1220

FECHA DE INICIO: 18/08/94  
 FECHA TERMINACION: 05/12/94  
 PROFUNDIDAD: 1911 M.B.N.T.  
 TEMP. FONDO: 183.3 °C



TABLAS

TABLA 4.1.-COMPOSICION QUIMICA DEL AGUA DE POZOS Y MANANTIALES DE LA ZONA GEOTERMICA DEL CEBORUCO, NAYARIT.  
LA CONCENTRACION ESTA DADA EN ppm Y LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA ESTA EN  $\mu\text{mhos/cm}$ .

No	LOCALIDAD	T(C)	C.E.	pH	COORDENADAS		Na	K	Ca	Mg	SiO2	HCO3	Cl	SO4	B	As	STD
					X	Y											
1	N-LA VENTANILLA	21	186	6.6	577400	2326600	27.0	5.0	23.0	8.0	69.0	176.0	10.0	1.0	<0.1	<0.05	319.0
2	M-R. DE ARRIBA	26	236	6.5	575600	2328100	19.0	3.0	28.0	12.4	86.0	195.0	7.0	1.0	<0.1	<0.05	351.4
3	P-R. DE ARRIBA	25	466	6.2	575000	2327500	57.0	8.0	41.0	20.0	78.0	354.0	14.0	2.0	<0.1	<0.05	574.0
4	M-AGUA CALIENTE	30	236	7.5	572200	2325100	17.0	3.0	24.2	4.2	75.0	129.0	7.0	2.0	<0.1	<0.05	261.4
5	M-ROSA BLANCA	18	26	7.3	569600	2338200	10.0	5.0	1.0	0.2	50.0	32.0	3.0	1.0	<0.1	<0.05	102.2
6	M-SAYULAPAN	24	163	6.9	568800	2320300	13.0	3.0	16.1	5.3	67.0	117.0	4.0	2.0	<0.1	<0.05	227.4
7	P-LA HACIENDITA	24	375	6.5	564200	2324600	27.0	5.0	29.0	10.6	67.0	200.0	6.0	10.0	<0.1	<0.05	354.6
8	P-MEXPAN	27	306	7.2	561800	2326500	42.0	4.0	22.5	10.6	63.0	222.0	6.0	3.0	<0.1	<0.05	373.1
9	P-AMEQUITA	26	306	6.6	557700	2326400	40.0	8.0	24.3	8.1	94.0	224.0	7.0	1.0	<0.1	<0.05	406.4
10	P-E. MEXPAN	20	603	7.2	555100	2326800	19.0	1.0	31.7	4.7	50.0	154.0	5.0	1.0	<0.1	<0.05	266.4
11	M-EJIDO JALA	20	134	6.8	556400	2340400	21.0	2.0	13.0	3.7	65.0	105.0	6.0	1.0	<0.1	<0.05	216.7
12	P-EJIDO JALA	22	232	6.6	558800	2332500	26.0	5.0	21.0	7.2	84.0	154.0	5.0	6.0	<0.1	<0.05	308.2
13	M-COAPAN	20	164	7.0	553800	2339500	10.0	2.0	25.0	8.0	56.0	127.0	7.0	2.0	<0.1	<0.05	237.0
14	M-AHUACATLAN	22	115	7.0	552200	2325400	6.0	2.0	16.0	4.3	59.0	78.0	7.0	1.0	<0.1	<0.05	173.3
15	M-HERIBERTO J.	20	125	7.1	550900	2324400	10.0	2.0	18.0	5.0	60.0	100.0	7.0	1.0	<0.1	<0.05	203.0
16	M-E.HERIBERTO	21	180	7.2	549100	2323700	13.0	2.0	22.0	5.8	71.0	127.0	6.0	0.0	<0.1	<0.05	246.8
17	M-LA CAMPANA	20	377	6.8	547400	2323000	19.0	1.0	57.0	12.3	25.0	281.0	6.0	3.0	<0.1	<0.05	404.3
18	M-SAN JUAN	25	426	6.6	545800	2329200	28.0	3.0	50.0	17.3	52.0	317.0	8.0	1.0	<0.1	<0.05	476.3
19	M-E. MARQUESADO	22	255	6.9	543400	2327100	12.0	3.0	36.0	14.3	61.0	209.0	8.0	1.0	<0.1	<0.05	344.3
20	P-MARQUESADO	26	0	0.0	544100	2330500	48.0	9.0	43.0	16.7	50.0	355.0	13.0	5.0	<0.1	<0.05	539.7
21	M-CHUPADERO	24	291	7.0	538700	2325700	13.0	3.0	30.0	21.0	84.0	224.0	10.0	1.0	<0.1	<0.05	386.0
22	M-LA LAGUNITA	21	420	7.1	537300	2323200	17.0	3.0	50.0	34.0	70.0	358.0	10.0	1.0	<0.1	<0.05	543.0
23	M-EL NACIMIENTO	25	597	7.0	542300	2332500	82.0	8.0	25.0	34.0	66.0	292.0	55.0	66.0	<0.1	<0.05	628.0
24	M-UZETA	24.5	1086	6.4	541500	2334400	140.0	9.0	41.0	47.0	80.0	207.0	225.0	100.0	1.2	0.05	849.0
25	M-LA CURVA V.V.	26	454	7.0	537800	2333400	66.0	8.0	24.0	11.6	71.0	219.0	60.0	10.0	1.2	0.05	469.6
26	M-GUAMARAS V.V.	35	707	7.1	537200	2332300	111.0	13.0	34.0	14.0	112.0	244.0	140.0	5.0	3.0	0.1	673.0
27	P-LOS CHILTES	25	314	7.3	535000	2328900	21.0	4.0	33.0	19.0	67.0	234.0	12.0	7.0	<0.1	<0.05	397.0
28	M-LOS CHILTES	24	316	7.0	534600	2329300	21.0	3.0	35.0	20.0	72.0	244.0	6.0	6.0	<0.1	<0.05	407.0
29	M-LOS GRANJENES	24	286	6.8	533800	2327600	19.0	4.0	27.0	21.0	67.0	232.0	6.0	2.0	<0.1	<0.05	378.0
30	M-OJITOS A.N.	32	416	7.0	534100	2331600	64.0	7.0	25.0	6.7	93.0	176.0	60.0	5.0	1.3	0.05	436.7
31	M-A.CALIENTE G.	37	485	7.2	532700	233200	78.0	11.0	14.3	7.1	115.0	176.0	78.0	7.0	1.2	0.05	486.4
32	M-A.CALIENTE CH	36.5	364	6.7	531000	2331500	59.0	8.0	22.0	7.0	104.0	171.0	55.0	5.0	1.2	0.05	431.0
33	M-AMADO NERVO	26.5	204	7.0	531300	2329600	24.0	3.0	18.0	7.7	70.0	135.0	15.0	4.0	<0.1	<0.05	276.7
34	M-LAS HIGUERAS	30.5	255	6.9	528900	2327400	38.0	5.0	16.6	7.1	86.0	149.0	21.0	3.0	0.4	0.05	325.7
35	M-LOS PAREDONES	30	261	7.2	528000	2327500	38.0	4.0	22.0	7.1	86.0	164.0	20.0	6.0	0.1	<0.05	347.1

CONTINUACION DE LA TABLA 4.1

No	LOCALIDAD	T(C)	C.E.	pH	X	Y	Na	K	Ca	Mg	SiO2	HCO3	Cl	SO4	B	As	STD
36	M- LOS PERES-CUEVAS	37	435	6.9	534400	2336200	66.0	7.0	27.3	10.8	109.0	220.0	55.0	5.0	1.2	0.05	500.1
37	M-LAS CUEVAS	33	274	7.0	535300	2336100	53.0	7.0	27.0	10.1	102.0	202.0	43.0	5.0	1.0	0.05	449.1
38	M-LAS CUEVAS	27	214	7.1	535700	2336200	29.0	4.0	22.0	5.4	89.0	439.0	20.0	6.0	<0.1	<0.05	314.4
39	M-LAS CUEVAS	26	240	6.5	536300	2336200	38.0	4.0	20.6	4.8	99.0	154.0	22.0	5.0	0.5	0.05	347.4
40	M-A. CALIENTA CUEVAS	45	695	6.5	535200	2335600	108.0	13.0	29.0	16.5	140.0	249.0	130.0	6.0	4.0	0.1	691.5
41	M-V.V. BALNEARIO	24.5	274	7.0	539700	2334900	30.0	5.0	20.0	12.5	56.0	149.0	23.0	22.0	0.2	<0.05	317.5
42	M-A. ZARCA TETITLAN	25	255	6.6	539000	2336400	30.0	4.0	19.0	10.5	62.0	146.0	22.0	10.0	0.2	<0.05	303.5
43	M-LAS MESITAS	24.5	260	6.8	540000	2338100	28.0	4.9	14.0	14.0	74.0	117.0	22.0	35.0	<0.1	<0.05	308.9
44	M- STA. ISABEL	23	232	6.8	538675	2339325	23.0	4.4	11.0	12.0	72.0	129.0	15.0	6.0	<0.1	<0.05	272.4
45	M- SANTA ISABEL	26.5	505	6.7	538650	2340225	66.0	9.8	31.0	19.0	100.0	230.0	77.0	2.0	1.0	0.05	534.8
46	M- SANTA ISABEL	23.5	165	6.9	538915	2340425	13.0	4.7	11.0	8.7	66.0	96.0	14.0	1.0	<0.1	<0.05	214.4
47	M- EL TORREON	29	480	6.7	537444	2341775	63.0	9.6	31.0	17.8	102.0	232.0	70.0	2.0	1.0	0.05	527.4
48	M-PUERTA DE RIO	23	224	6.6	537215	2342200	22.0	7.6	15.0	9.2	75.0	122.0	22.0	5.0	0.2	<0.05	277.8
49	M-CHAPALILLA	21	65	6.9	539150	2343850	7.2	4.6	4.0	2.0	57.0	40.0	4.0	0.0	<0.1	<0.05	118.8
50	M-CHAPALILLA	23.5	57	6.9	538425	2344775	8.2	6.5	1.0	0.2	68.0	30.0	4.0	0.0	<0.1	<0.05	117.9
51	M-EL CAJON	17	76	7.3	550075	2342225	11.1	3.6	4.0	1.5	55.0	46.0	5.0	1.0	<0.1	<0.05	127.2
52	M-SAN JUANITO	20	56	7.0	547250	2345000	12.0	4.8	1.0	0.2	76.0	37.0	3.0	2.0	<0.1	<0.05	136.0
53	M-TEQUEPEXPAN	20	32	7.0	547725	2346315	8.0	3.6	0.2	0.1	51.0	22.0	3.0	0.0	<0.1	<0.05	87.9
54	M-P. DEL RIO	29.5	365	6.3	539975	2343160	47.0	7.6	26.0	13.0	98.0	195.0	55.0	2.0	0.7	0.05	443.6
55	M-AGUA MINERAL	30	951	6.7	536125	2343925	150.0	17.0	56.0	28.5	121.0	390.0	180.0	10.0	3.0	0.10	952.5
56	M-PUERTA -RIO	27	277	6.6	535600	2343900	32.0	5.7	21.0	10.6	94.0	146.0	35.0	1.0	0.5	0.05	345.3
57	M-PUERTA DEL R.	28	271	6.6	534425	2343835	30.0	5.6	22.0	10.4	92.0	160.0	30.0	6.0	0.1	0.05	356.0
58	M-LAS GUASIMAS	24	101	6.8	531200	2342050	12.7	4.4	4.0	2.6	91.0	50.0	5.0	6.0	<0.1	<0.05	175.7
59	M-LAS GUASIMAS	30	587	6.5	533100	2342525	90.0	12.5	31.0	13.0	88.0	232.0	105.0	2.0	2.0	0.10	573.5
60	M-LAS GUASIMAS	22	198	6.5	532775	2344525	14.0	7.8	22.0	5.1	97.0	83.0	10.0	5.0	<0.1	<0.05	243.9
61	M-E. CHAPALILLA	28.5	333	6.7	535275	2344875	42.0	6.9	23.0	10.7	93.0	175.0	44.0	1.0	0.2	0.05	395.6
62	M-E. CHAPALILLA	29	633	6.7	535125	2345050	110.0	13.4	32.0	13.7	107.0	281.0	115.0	8.0	2.0	0.10	680.1
63	M-EL OCOTILLO	22	33	7.1	536100	2346300	15.0	2.8	1.0	0.3	44.0	44.0	3.0	0.0	<0.1	<0.05	110.1
64	M-EL OCOTILLO	25	154	6.9	534400	2348200	14.0	4.9	12.0	5.9	80.0	110.0	4.0	0.0	<0.1	<0.05	230.8
65	M-EL OCOTILLO	22	50	6.9	537200	2349415	7.2	5.5	1.0	0.3	49.0	31.0	4.0	0.0	<0.1	<0.05	98.0
66	P-GRAD STA. ISABEL	42	800	6.5	535400	2335600	180.0	4.4	11.8	1.4	50.0	123.0	185.0	104.0	3.5		659.6

April 1, 1995

PHIL:

This is the translation by Beth Murphy (and I) of the cover letter sent by Comision Federal De Electricidad to me on Feb 20 and received here on March 8.

As you know, regarding the Geothermal Project of Ceboruco, Nay., it was suggested by personnel of CFE at the Second Technical Meeting, held in January 1994; that UURI should review the exploration strategy of some geophysical techniques being employed in said project, among them the review and critic of magnetotelluric data and their interpretation.

Within the plans for 1995, it was suggested for a compromise for a detailed interpretation if it was defined with precision, the specific objective of said interpretation. (?)

(I believe that we agreed to do a limited, specific interpretation of selected stations rather than a review of the entire 80 plus MT sites).

Based on the preceding paragraph, and the fact that there now exist 3 deep (>1500 m) drill holes, the following information can be submitted with finality of the evaluation of the results obtained in the drill holes and the MT results in the surrounding area. For this we have selected 2 lines of soundings which pass very near the drill holes and can be seen on the location map (lines PO1 and PO2, in the attached).

The soundings which are included in said lines are:

PO1: MT-70 (CEB70), MT-69, MT-24, MT-52, MT-66, and MT-67.

PO2: MT-71 (CB71), MT-72, MT-38, MT-39, MT-41, MT-17, MT-7, MT-16, MT-31 and MT-90.

whose psuedosections of apparent resistivity (continue) on both sides of the drill holes in the attached (?)

These soundings are included in a diskette along with the written data of the general results and along with other soundings of possible interest. The relation of these soundings, as you will see in the literature, are specifically encountered (included?) in the mentioned annex.

Finally, we also remit the 2-D models that we have been working on for both lines by way of program EMIXMT2D of Interprex, that are part of the new interpretations realized from the MT data. In addition, the results will include the topography of each of the lines and will also serve to analyze the topo influence on the MT results.

In waiting for your comments, still,

Sincerely, Ing. Francisco Arellano G., Jefe de Geofisica

H. Ross

Durante la perforación se llevaron a cabo una serie de registros de temperatura de fondo, utilizando los elementos de equipo Kuster, en diferentes intervalos de profundidad como a diversos intervalos de tiempo, según se exhibe a continuación.

REGISTROS DE TEMPERATURA EN EL POZO CB-1			
REGISTROS	HORAS DE REPOSO	TEMPERATURA MAXIMA	INTERVALO DEL REGISTRO
T-5	12	34.00°C	0 a 495 m
T-7	12	50.71°C	0 a 994 m
T-12	20	65.80°C	900 a 1494 m
T-18	25	90.00°C	1000 a 1987 m
T-21	24	96.20°C	1500 a 2481 m
T-25	24	102.70°C	0 a 2583 m
T-27	18	110.10°C	2000 a 2785 m

La temperatura máxima estabilizada por el método Horner fue de 115 °C a los 2801 m (gradiente termal normal).

REGISTROS DE TEMPERATURA EN EL POZO CB-2			
REGISTRO	HORAS DE REPOSO	TEMPERATURA MAXIMA	INTERVALO DEL REGISTRO
T-3	18	52.0°C	0 a 660 m
T-6	18	77.8°C	500 a 1050 m
T-9	18	92.3°C	800 a 1500 m
T-13	24	105.4°C	900 a 1691 m

La temperatura máxima estabilizada por paquete TEMPEST es de 111.87°C (gradiente termal normal ligeramente anómalo).

REGISTROS DE TEMPERATURA EN EL POZO CB-3			
REGISTROS	HORAS DE REPOSO	TEMPERATURA MAXIMA	INTERVALO DEL REGISTRO
T-4	24	127.5°C	0 a 791 m
T-8	24	156°C	450 a 1186 m
T-11	18	171.5°C	450 a 1420 m
T-15	24	183.3°C	0 a 1906 m

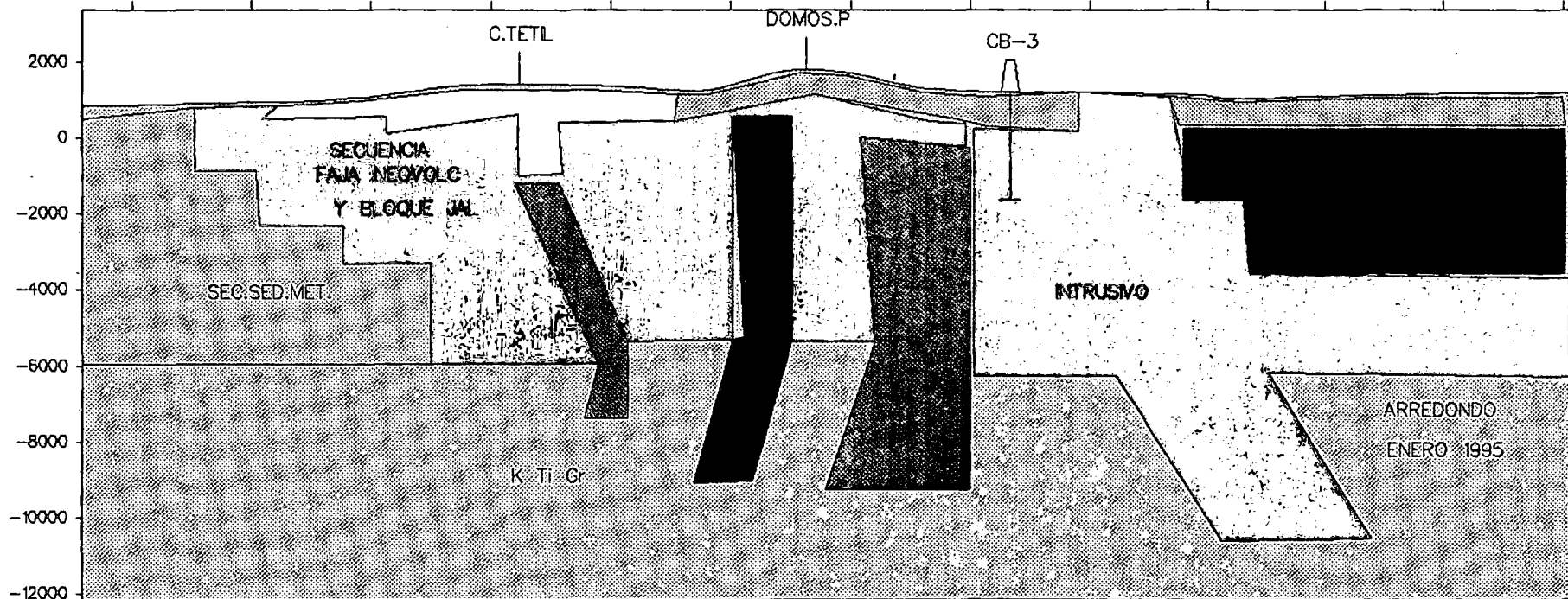
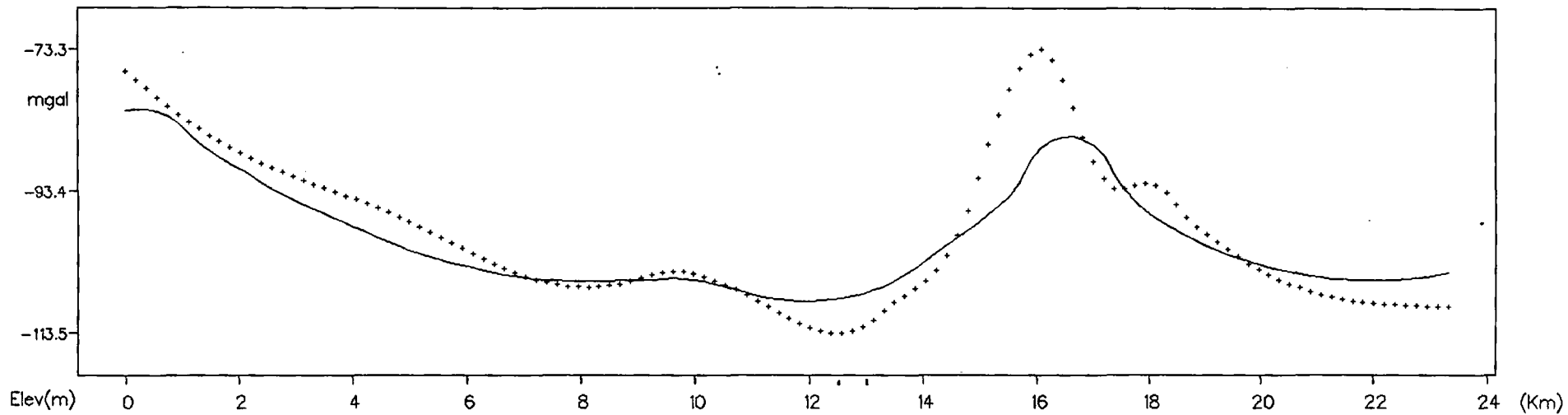
La temperatura máxima estabilizada por el método Horner a los 1906 m es de 198°C. (gradiente termal anómalo).

File: CBGR-264

Profile: P01

+ obs gravity

Strike= 43



g/cm<sup>3</sup> 2.65 2.85 2.50 2.45 2.60 2.85 2.45 2.50 2.55 2.25 2.80

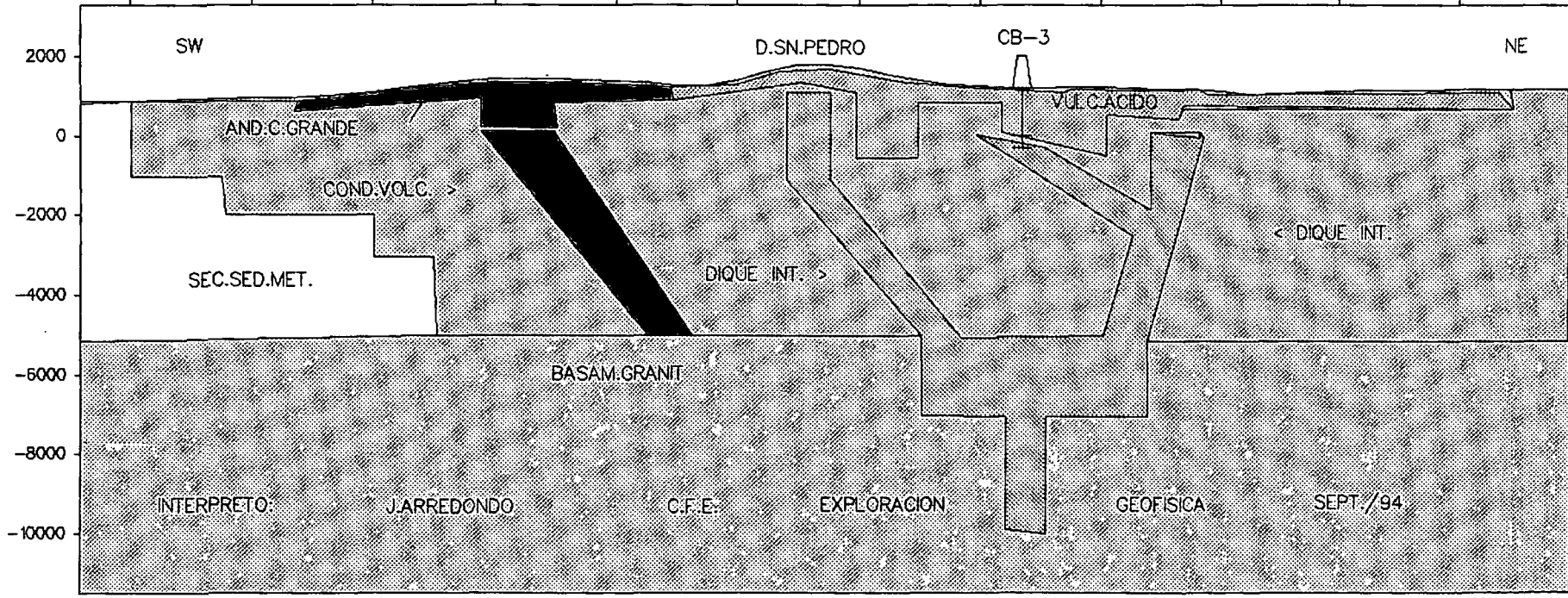
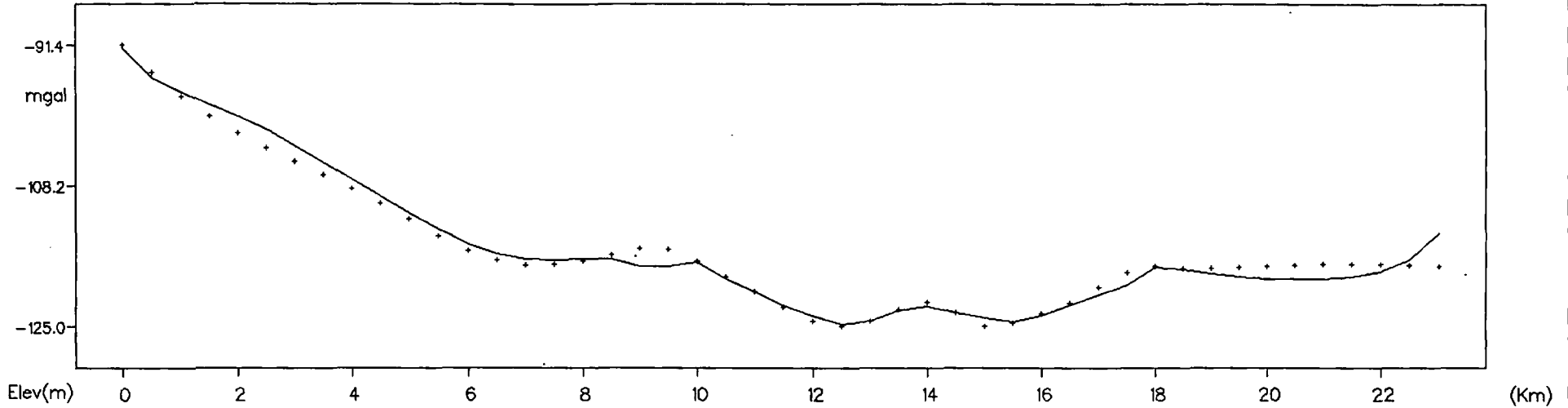




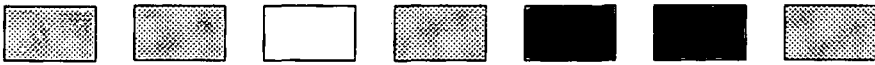


+ obs gravity

Strike= 43



$g/cm^3$  2.70 2.60 2.90 2.20 2.50 2.50 2.80







## COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

GERENCIA DE PROYECTOS GEOTERMoeLECTRICOS  
SUBGERENCIA DE EXPLORACION Y DESARROLLO  
DEPARTAMENTO DE EXPLORACION  
OFICINA DE GEOFISICA

Morelia, Mich., 20 de Febrero de 1994

Ph. HOWARD P. ROSS.

URRI

Presente:

Como es de su conocimiento, el Proyecto Geotérmico del Ceboruco, Nay., fue sugerido por el personal de CFE en el Segundo Encuentro Técnico, celebrado en enero de 1994; para que UURI llevara una revisión de las estrategias de exploración de algunas técnicas geofísicas empleadas en dicho proyecto, entre ellas la revisión y crítica de datos magnetotelúricos y su interpretación.

Dentro de los planes de 1995, se sugirió que existiera el compromiso para una interpretación detallada si se definía con precisión el objetivo específico de dicha interpretación.

En base al párrafo precedente, y al hecho que existen 3 perforaciones profundas ( >1500 m ) es que se envía la siguiente información con la finalidad de evaluar los resultados obtenidos en los pozos y la respuesta magnetotelúrica alrededor de los mismos. Para esto se ha elegido 2 líneas de sondeos que pasan muy cerca de los pozos y pueden verse en el plano de Localización de Sondeos MT ( Línea P01 y P02, en el Anéxo ).

Los sondeos que integran dichas líneas son:

P01: MT-70 (CEB70), MT-69 (CEB69), MT-24 (CEB24), MT-52 (CEB52),  
MT\_66 (CEB66) y MT-67 (CEB67).



## COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

GERENCIA DE PROYECTOS GEOTERMoeLECTRICOS  
SUBGERENCIA DE EXPLORACION Y DESARROLLO  
DEPARTAMENTO DE EXPLORACION  
OFICINA DE GEOPISICA

P02: MT-71 (CB71), MT-72 (CB72), MT-38 (CB38), MT-39 (CB39), MT-41  
(CB41), MT-17 (CB17), MT-7 (CB07), MT-16 (CB16), MT- 31 (CB31) y  
MT\_90 (CB90).

cuyas seudosecciones de resistividades aparentes para ambos modos se encuentran en el Anexo adjunto.

Estos sondeos son enviados en un diskette junto con los archivos de las BASES DE DATOS GENERALIZADOS y algunos otros sondeos de posible interés. La relación de dichos sondeos, así como el formato en que se encuentran, se especifica en el mencionado Anexo.

también se envía los modelos bidimensionales que se han venido realizando en las líneas por medio de programa EMIXMT2D de Interpretex, y gráficas de nuevas interpretaciones realizadas a los datos. En los anexos se incluyen los archivos con la topografía de las líneas para analizar la influencia de ésta en la

de Ud.:

# RELACION DE ARCHIVOS DE LOS SONDEOS MAGNETOTELURICOS ENVIADOS A UURI EN DISKETTE.

## FORMATO ASCCI PARA EMIXMT

MODO XY	MODO YX
Muestreadas con periodo:	
CEB69TE.MTD	CEB69TM.MTD
CEB02TE.MTD	CEB02TM.MTD
CEB01TE.MTD	CEB01TM.MTD
CEB23RTE.MTD	CEB23RT.MTD
CEB58TE.MTD	CEB58TM.MTD
CEB50TE.MTD	CEB50TM.MTD
CEB48TE.MTD	CEB48TM.MTD
CEB23TE.MTD	CEB23TM.MTD
CEB11TE.MTD	CEB11TM.MTD
Muestreadas con frecuencia:	
CEB25TE.MTD	CEB25TM.MTD
CEB12TE.MTD	CEB12TM.MTD
CEB21TE.MTD	CEB21TM.MTD
CEB24TE.MTD	CEB24TM.MTD
CEB13TE.MTD	CEB13TM.MTD
CEB54TE.MTD	CEB54TM.MTD
CEB51TE.MTD	CEB51TM.MTD
CEB70TE.MTD	CEB70TM.MTD
CEB52TE.MTD	CEB52TM.MTD
CEB53TM.MTD	CEB53TM.MTD
CEB66TE.MTD	CEB66TM.MTD
CEB59TE.MTD	CEB59TM.MTD
CEB22TE.MTD	CEB22TM.MTD
CEB49TE.MTD	CEB49TM.MTD
CEB68TE.MTD	CEB68TM.MTD

## FORMATO ASCCI QUE INCLUYE FRECUENCIA Y RESISTIVIDADES APARENTES PARA AMBOS MODOS

CB67TETM.DAT  
CB71TETM.DAT  
CB72TETM.DAT  
CB38TETM.DAT  
CB39TETM.DAT  
CB41TETM.DAT  
CB17TETM.DAT  
CB07TETM.DAT  
CB16TETM.DAT  
CB31TETM.DAT  
CB90TETM.DAT

## ARCHIVOS CON LOS MODELOS BIDIMENSIONALES EN FORMATO EMIXMT2D

LINEA P01: CBSWNE18.MX2 y CBSWNR18.TOP      LINEA P02: CB2-CB3R.M2X y CB2-CB3R.TOP

## BASE DE DATOS GENERALIZADOS DE PERIODO-RESISTIVIDADES APARENTES EN AMBOS MODOS CON 3 MUESTRAS CADA CICLO LOG<sub>10</sub>.

MODOTER.DAT

MODOTM.DAT.



RESIDENCIA EL CEBORUCO, NAY.

MODO TE en segundos				Datos del Informe de Geoevaluaciones												Julio 1992				
No.	X	Y	8	0.0016	0.0030	0.0074	0.0167	0.0353	0.0819	0.2048	0.4163	0.8628	2.0480	3.4130	8.1900	16.639	35.336	81.967	136.43	204.08
1	534084	2336384	853	1.9	21.1	23.7	18.4	13.3	7.7	3.9	4.8	7.6	14.2	20.5	38.7	43.3	34.4	40.6	25.6	34.8
2	535084	2334650	737	1.9	16.1	18.4	17.0	12.1	7.6	4.2	6.1	9.1	17.2	25.8	46.1	44.1	40.9	32.2	33.1	39.8
3	538118	2336420	733	31.7	33.8	26.5	25.0	12.7	9.3	2.8	2.5	4.5	8.5	14.5	35.8	41.2	32.9	32.3	29.7	46.4
4	536944	2338748	993	86.2	139.2	106.5	128.3	76.1	39.7	13.5	8.2	4.8	13.4	30.0	51.4	56.4	55.9	51.6	50.3	65.8
5	533490	2341044	1038	101.0	98.0	79.0	56.9	36.8	24.5	6.3	3.9	6.3	10.6	23.5	46.7	55.2	39.7	35.6	35.3	47.0
6	533317	2342189	1050	77.2	89.9	46.9	30.5	19.4	15.4	8.1	8.3	10.3	19.6	58.3	52.9	57.1	50.8	35.7	31.6	43.3
7	531117	2338050	1156	28.6	23.1	15.5	9.5	8.1	6.4	8.3	10.8	18.2	35.4	68.6	91.4	97.9	73.0	65.2	68.2	77.3
8	533606	2332540	812	15.4	12.1	15.6	10.4	8.5	5.0	2.9	5.0	12.6	29.5	52.1	67.4	86.1	68.9	61.1	62.7	83.2
9	536001	2330391	747	19.5	17.4	11.5	6.6	6.2	7.7	12.5	19.9	28.2	37.9	52.1	48.0	49.5	31.8	28.3	30.8	31.1
10	538896	2331510	811	9.7	12.6	15.0	14.0	13.6	12.7	9.3	10.8	15.6	28.2	41.9	64.9	62.9	46.9	42.2	41.8	42.9
11	540021	2333590	706	10.5	9.4	7.3	4.5	4.0	4.3	3.9	4.0	6.0	15.0	23.6	42.2	49.0	40.8	41.6	37.0	43.1
12	542404	2336290	918	314.3	158.4	72.7	57.6	37.7	23.2	12.0	16.4	22.9	28.6	31.5	73.8	97.9	80.7	69.3	67.7	65.5
13	541836	2338990	853	-----	-----	122.5	63.9	37.2	22.1	9.9	9.9	15.0	30.1	61.4	70.3	75.0	77.0	62.0	62.0	64.5
14	538270	2339930	892	34.9	27.0	7.9	15.2	11.1	7.0	10.7	7.6	14.9	24.8	41.9	54.3	84.0	73.3	58.5	62.5	76.9
15	536405	2341938	873	82.1	96.7	42.6	33.7	26.7	20.4	15.2	20.1	14.0	39.6	80.3	87.8	91.4	61.2	52.1	55.5	63.5
16	530244	2341010	1362	390.9	23.9	172.0	72.9	49.4	27.2	11.4	8.3	7.7	11.9	20.4	28.8	26.1	21.5	15.1	16.8	19.8
17	530079	2335757	936	53.3	63.2	41.9	41.1	29.1	18.7	24.1	28.0	41.0	62.5	98.5	113.5	103.7	63.5	46.1	44.5	50.7
18	531481	2335184	1036	83.2	135.4	136.2	96.3	69.8	53.7	28.4	34.3	35.3	51.9	75.8	90.5	63.0	27.4	11.2	8.3	10.1
19	531755	2331030	741	47.8	65.3	64.5	64.1	52.3	31.8	12.9	9.5	17.9	41.6	58.7	93.3	138.2	107.3	91.1	97.3	128.3
20	534361	2328338	750	8.9	11.5	14.1	14.7	14.2	16.9	22.5	47.3	72.0	141.3	243.0	243.0	248.8	207.5	142.2	175.2	216.6
21	545226	2340870	1234	328.8	197.9	101.5	56.7	37.2	32.2	16.4	18.8	20.8	49.5	78.5	93.9	93.6	87.3	70.1	68.6	79.1
22	541433	2331320	849	24.8	24.5	29.3	24.9	23.5	20.5	12.5	8.7	9.9	20.0	31.5	67.8	75.4	63.2	52.3	51.1	60.0
23	544110	2333370	897	175.5	146.0	89.0	49.8	35.0	27.6	22.0	14.7	11.9	17.3	27.8	43.3	47.8	42.3	33.2	33.2	39.7
231	543394	2333740	857	293.2	206.5	135.3	88.9	61.7	42.6	34.7	27.6	26.7	26.0	40.7	66.8	78.0	66.6	54.3	55.2	61.7
24	547042	2332740	1092	249.7	170.9	124.9	69.4	48.0	36.9	20.8	10.6	5.1	27.4	21.9	23.1	24.2	15.8	6.0	30.6	11.6
25	545400	2337700	1113	66.6	64.1	58.6	72.1	34.8	15.8	18.3	3.6	2.6	6.8	14.8	16.3	21.0	19.3	15.8	16.3	16.6
26	541800	2341100	919	100.7	89.1	57.1	41.6	37.7	34.3	17.1	27.5	31.2	102.4	152.3	182.0	268.8	215.5	255.8	213.0	227.7
27	539844	2343530	1219	29.9	25.6	16.8	6.5	8.0	8.8	3.0	2.7	6.7	20.5	34.3	44.0	46.8	36.3	34.0	35.5	34.9
28	538053	2344553	951	60.0	46.6	35.5	3.4	22.0	18.4	6.2	7.2	20.3	55.4	83.3	140.8	189.2	155.4	141.1	140.0	124.4
29	523904	2344150	1326	-----	-----	59.4	73.7	31.8	21.9	11.0	15.1	23.0	35.7	81.8	79.0	79.0	62.6	61.2	75.8	135.7
30	534994	2343948	877	240.9	164.9	128.0	96.6	75.2	70.4	71.0	136.4	320.3	575.8	1005.3	1084.6	886.0	467.8	330.7	344.4	358.8
31	530992	2344012	1282	299.6	179.3	85.1	22.0	13.3	6.3	6.4	9.8	15.3	41.1	55.7	38.4	27.3	18.8	11.6	10.1	12.4
32	527763	2346610	1291	1415.7	32.2	16.8	8.5	13.5	21.3	26.2	37.6	51.9	37.7	151.5	124.8	130.7	101.2	91.7	81.5	117.5
33	526900	2348900	1430	49.7	28.8	31.2	67.9	23.5	28.9	28.7	41.3	48.4	51.2	66.9	74.9	77.2	44.2	24.0	19.2	19.1
34	529618	2342906	1290	218.1	82.4	61.4	39.0	25.8	16.0	7.3	6.0	5.2	6.2	7.2	13.9	19.4	12.1	9.3	6.6	6.8
35	523058	2343320	1282	-----	-----	95.1	93.0	76.0	56.9	41.5	48.2	55.6	110.9	205.2	182.5	174.7	143.5	135.1	165.4	303.9
36	549000	2341150	1284	248.6	224.6	141.4	116.4	73.3	45.5	18.1	12.3	11.1	14.2	13.9*	43.4	18.5	14.7	7.1	6.1	6.9
37	520629	2344360	1286	449.9	165.6	165.0	114.5	69.3	48.4	26.1	39.8	50.9	84.1	148.9	81.4	228.1	182.6	194.9	279.6	274.2
38	529177	2330291	793	33.1	31.1	25.4	14.4	10.8	6.8	2.7	1.4	1.4	2.2	7.1	13.4	9.2	6.3	5.1	5.2	5.6
39	529894	2333189	877	50.5	52.0	52.2	51.9	37.7	21.5	8.4	4.5	2.4	4.9	8.1	19.0	24.5	20.4	21.6	21.3	22.5
40	527065	2331128	800	20.7	25.6	15.4	18.1	12.2	5.3	2.4	2.9	3.0	5.3	14.0	11.5	12.0	7.0	7.9	7.2	8.3
41	529071	2334147	908	13.6	25.1	26.4	42.1	28.3	14.4	6.2	3.0	4.4	5.7	13.4	10.6	18.1	16.0	17.0	16.7	19.0
42	525342	2331975	862	13.8	7.8	41.1	27.0	18.5	16.4	30.9	60.7	91.8	115.7	152.1	170.6	171.8	137.3	99.8	131.0	2.0
43	527381	2338734	1260	-----	-----	133.6	84.0	59.2	47.6	7.8	5.4	5.0	11.9	10.4	18.2	0.9	17.9	12.4	14.0	14.1
44	525674	2341630	1338	-----	-----	48.2	33.7	23.3	13.8	6.5	5.2	6.9	10.1	13.6	18.4	17.2	18.2	14.9	15.9	16.7
45	527782	2343357	1303	148.7	52.2	110.9	69.4	46.7	32.3	21.4	36.0	55.0	76.1	80.0	120.4	114.7	92.5	75.8	84.5	105.3
46	526103	2345076	1274	46.1	28.4	24.7	13.8	32.3	42.4	29.5	43.6	56.4	81.4	113.3	133.0	127.2	104.8	90.2	99.6	130.5
47	525147	2346742	1361	177.7	177.2	65.6	205.4	164.9	204.3	191.1	178.7	213.0	246.5	353.6	472.3	586.9	423.1	418.2	478.9	572.1
48	558390	2330840	1105	1.3	61.1	23.9	3.3	48.2	73.4	7.6	19.6	56.7	132.7	284.7	357.6	523.3	490.7	1.9*	454.4	2.1*
49	556738	2332800	1120	455.2	474.5	61.0	273.8	112.4	68.4	45.5	39.4	36.7	51.2	92.1	195.8	200.1	199.4	183.5	225.1	193.5
50	553951	2330910	1078	15.6	147.4	113.1	51.1	54.7	37.0	19.1	12.9	9.6	22.7	53.2	90.0	116.1	122.7	116.8	97.5	94.8
51	555386	2334940	1209	793.1	746.7	460.9	548.2	73.7	63.4	18.7	10.3	19.3	27.9	41.6	86.6	102.3	85.6	83.0	66.6	58.1
52	551664	2334950	1924	151.9	131.0	90.7	1.8	38.9	21.1	6.8	3.4	11.7	0.8*	2.8	3.2	4.5	4.2	3.1	3.6	2.6
54	548101	2340120	1372	-----	-----	100.4	54.5	39.9	29.9	11.5	8.9	26.5	56.7	36.0	67.1	98.2	120.3	68.5	42.3	136.1
55	547828	2343390	1264	25.5	27.5	17.1	6.9	18.8	14.3	5.1	5.3	6.8	11.0	12.0	43.2	65.5	48.7	41.5	39.5	45.6
56	545693	2345310	1420	-----	-----	278.9	292.9	236.0	227.6	153.6	218.1	287.7	488.0	1816.0	902.7	1172.9	806.3	760.3	613.6	629.4
57	543814	2347900	1513	93.1	149.0	61.8	174.9	106.8	102.0	64.4	65.0	80.6	133.2	184.4	144.4	316.7	258.4	248.4	230.9	336.6
58	551266	2332330	1303	32.7	169.5	89.4	63.1	44.4	27.9	14.2	6.3	4.5	21.0	23.2	15.7	28.8	29.8	23.7	26.0	33.2
59	544365	2342350	1350	110.5	3.6	208.9	258.7	72.8	49.4	28.3	25.2	46.6	62.4	148.7	189.9	144.8	165.8	137.0	126.5	172.2
60	543456	2343850	1321	-----	-----	196.2	928.4	104.4	82.6	38.8	31.9	50.3	82.4	162.1	366.0	294.0	234.7	241.6	191.3	195.1



## RESIDENCIA EL CEBORUCO, NAY.

MODO TE en segundos			Datos del Informe de Geoevaluaciones													Julio 1992				
No.	X	Y	Z	0.0016	0.0030	0.0074	0.0167	0.0353	0.0819	0.2048	0.4163	0.8828	2.0480	3.4130	8.1900	16.639	35.336	81.967	136.43	204.08
61	542351	2347190	1417	92.3	110.0	11.6	123.6	117.0	133.2	160.4	223.5	317.6	507.0	851.7	633.1	646.6	692.4	484.8	476.1	275.9
62	548113	2347760	1590	26.2	39.4	37.8	222.1	56.6	46.5	38.2	49.9	66.8	147.3	217.4	278.9	264.5	182.4	158.8	147.3	174.6
63	561144	2334370	1110	190.1	204.4	203.9	215.4	205.3	201.5	288.0	456.2	669.5	1185.9	1455.0	2090.1	2632.1	2064.2	1646.3	1609.4	1750.1
64	550303	2344430	1550	46.1	28.4	24.7	13.8	32.3	42.4	29.5	43.6	56.4	81.4	113.3	133.0	127.2	104.8	90.2	99.6	130.5
65	551687	2340620	1423	729.7	732.2	180.1	18.1	97.5	55.5	20.8	17.5	22.8	46.1	37.4	53.6*	113.2	61.2	43.1	23.6	42.1
66	555624	2337820	1273	134.0	166.8	113.6	107.8	64.6	43.1	25.9	25.0	18.8	30.6	53.7	57.1	57.3	44.4	39.3	37.6	33.3
67	557761	2338730	1168	968.1	1214.8	53.0	23.9	34.7	23.0	309.0	604.2	949.1	1171.5	2054.7	2915.2	2795.6	2284.8	1840.4	2118.6	2234.7
68	553945	2326480	1132	28.1	29.7	26.5	57.9	29.4	36.2	122.3	53.4	67.3	141.5	179.0	227.0	307.4	296.1	187.2	187.3	196.1
69	545822	2332110	998	220.0	75.4	44.3	34.3	30.2	24.4	17.3	18.7	9.5	9.7	28.7	27.5	31.8	26.3	22.1	21.1	19.8
70	542936	2330590	839	49.5	44.2	37.1	40.7	28.3	20.8	16.8	11.1	12.2	14.0	21.1	34.1	34.5	28.4	23.2	22.3	21.2
71	526303	2324820	711	115.7	133.8	118.0	102.4	95.4	81.0	76.0	106.9	142.7	160.8	168.3	193.5	125.4	79.4	68.3	69.2	89.7
72	526329	2326783	780	89.7	93.1	52.2	94.8	93.3	116.9	213.6	346.3	597.7	1057.7	1658.1	1848.5	1042.0	583.7	410.0	364.4	430.4
73	524111	2328933	776	52.8	36.7	32.3	29.4	30.0	34.7	60.6	89.8	135.0	188.4	240.0	273.4	200.6	137.6	106.6	131.9	158.9
74	514825	2331960	872	26.4	21.4	32.6	46.8	36.5	34.6	39.2	60.1	136.2	200.9	296.8	338.1	271.7	183.1	123.8	136.7	166.3
75	519897	2334430	989	288.9	173.8	115.5	73.1	61.0	58.4	70.6	97.3	160.1	291.8	441.1	546.9	547.9	494.0	368.0	562.2	603.1
76	514413	2335910	875	14.2	21.8	29.6	75.2	72.0	58.3	97.5	204.1	337.9	619.7	816.5	916.8	895.3	631.2	564.4	527.2	642.4
77	515787	2339090	887	16.7	11.2	12.4	9.3	8.6	8.5	8.5	9.6	16.9	36.1	55.2	63.0	73.9	70.1	59.9	65.0	73.8
78	512943	2341050	879	19.8	29.7	41.1	25.1	25.4	21.1	22.7	34.6	44.3	83.2	277.1	177.8	173.5	126.0	93.3	908.0	110.6
79	511900	2343000	1132	455.5	215.8	235.8	181.3	187.7	138.9	184.7	177.5	238.0	391.1	894.3	945.2	1035.0	915.0	1515.8	2787.3	5104.9
80	511666	2346200	930	229.5	196.9	147.6	17.4	81.1	59.7	73.4	114.2	174.9	283.5	551.2	652.4	419.6	314.8	467.8	437.0	469.0
81	525473	2337058	1478	980.5	736.8	401.7	305.1	189.9	96.5	50.9	28.3	31.6	33.4	48.5	58.6	47.4	34.5	27.8	30.1	38.6
82	523772	2339230	1416	547.7	1736.3	1627.4	895.1	597.7	320.2	122.7	31.4	44.2	109.9	195.6	66.9	386.1	314.7	362.2	418.5	340.8
83	521600	2341200	1449	550.2	523.1	398.1	308.7	196.5	131.5	28.8	20.6	34.0	72.0	182.5	233.3	214.7	185.7	180.8	165.2	169.9
84	515000	2346900	959	42.5	18.6	28.3	28.5	19.8	16.3	20.3	28.2	29.4	158.2	108.7	146.1	123.1	112.3	111.6	131.5	124.2
85	520838	2336340	1024	134.6	28.9	75.6	53.1	38.4	22.6	8.3	12.9	29.4	71.0	110.9	161.0	160.6	152.3	143.9	123.8	209.4
86	517300	2341400	1132	66.6	49.3	54.2	92.8	75.1	70.9	16.1	17.9	33.9	74.7	119.6	234.3	224.7	185.5	174.3	208.7	252.5
87	506853	2344200	1063	31.3	24.6	34.2	68.4	52.1	63.3	82.9	119.7	202.7	356.4	525.7	646.2	480.7	359.3	374.3	399.0	545.9
88	510848	2335180	873	9.9	11.9	13.9	15.8	22.7	31.0	44.9	70.9	119.0	209.8	275.5	342.0	644.3	296.6	207.7	331.5	363.5
89	519051	2332240	887	19.8	19.4	25.6	35.8	46.3	72.2	100.5	191.2	311.6	489.9	597.8	682.3	534.3	382.2	260.9	225.2	322.5
90	530886	2346740	1270	113.1	114.7	56.2	39.5	26.3	15.3	10.1	22.6	53.3	88.1	121.4	176.1	161.7	114.6	99.4	99.5	108.9
91	547268	2342270	1309	191.9	167.3	157.0	325.1	124.6	97.3	23.5	35.5	50.8	90.0	173.8	116.6	176.2	146.9	104.8	91.8	87.1
92	515068	2344360	909	234.3	160.5	102.3	44.2	51.6	48.0	42.4	58.8	104.1	175.1	305.9	391.5	395.1	412.0	360.4	373.1	466.7

RESIDENCIA EL CEBORUCO, NAY.

MODO TM en segundos			Datos del Informe de Geoevaluaciones																		Julio DE 1992		
No.	X	Y	Z	0.0016	0.0030	0.0074	0.0167	0.0353	0.0819	0.2048	0.4163	0.8828	2.0480	3.4130	8.1900	16.639	35.336	81.967	136.43	204.08			
1	534084	2336384	853	16.9	27.4	24.6	22.0	14.6	9.2	4.1	4.3	5.4	6.6	8.9	13.9	13.9	3.6	0.4*	8.2*	0.4*			
2	535084	2334650	737	8.1	11.6	12.6	11.5	8.2	5.3	2.8	4.2	5.8	8.6	12.5	14.4	10.8	6.5	3.3	2.9	2.5			
3	538118	2336420	733	26.9	28.8	21.3	7.8	10.3	7.4	3.0	1.6	3.5	5.4	6.0	4.8	6.6	3.9	2.1	1.7	1.4			
4	536944	2338748	993	123.9	75.4	43.0	26.0	13.9	11.7	3.1	2.0	1.9	4.5	0.4*	4.5	2.7*	2.3	0.8*	1.0*	2.3*			
5	533490	2341044	1038	56.8	70.8	67.1	44.8	30.2	17.4	9.7	8.1	11.6	13.1	14.8	23.3	21.1	9.4	4.8	3.9	3.4			
6	533317	2342189	1050	25.6	23.7	14.5	7.9	5.0	3.5	2.5	3.1	5.5	8.0	10.3	14.4	10.5	6.4	2.4	1.2	2.8			
7	531117	2338050	1156	18.3	19.4	10.9	7.1	5.0	3.2	2.3	2.4	2.8	2.3	3.0	2.9	2.3	1.0	0.6	0.1*	8.1*			
8	533606	2332540	812	19.8	25.5	31.1	29.4	19.8	12.8	6.6	5.2	3.8	4.4	5.4	5.4	5.8	3.4	1.9	1.4	1.4*			
9	536001	2330391	747	10.6	10.9	7.6	4.8	4.1	3.8	3.3	4.5	6.4	8.2	13.6	20.4	13.4	8.9	4.1	2.6	2.0			
10	538896	2331510	811	5.4	8.3	11.1	9.7	10.6	8.4	6.9	5.9	7.3	11.0	13.6	18.9	11.2	6.0	2.9	2.1	2.0			
11	540021	2333590	706	11.3	22.6	14.6	9.1	8.6	8.0	8.2	9.7	13.7	16.0	25.9	25.2	15.4	8.9	4.6	2.6	2.4			
12	542404	2336290	918	597.8	320.2	102.8	44.6	25.9	15.6	7.8	6.9	7.8	21.6	36.6	18.9	30.4	17.0	8.5	6.8	6.0			
13	541836	2338990	853	-----	-----	44.9	37.4	19.3	9.9	7.3	6.1	6.3	10.3	14.0	13.8	8.8	7.0	3.2	2.8	2.4			
14	538270	2339930	892	33.6	38.1	20.1	8.2	5.0	3.2	4.0	4.0	7.3	11.1	9.0	27.9	17.6	11.1	5.1	4.3	4.5			
15	536405	2341938	873	138.1	88.3	68.4	48.5	28.2	16.7	12.2	16.9	22.9	40.6	45.8	52.3	36.7	20.1	9.8	6.5	5.7			
16	530244	2341010	1362	167.5	25.8	64.3	35.8	21.4	10.2	3.6	3.4	1.9	2.6	6.3	7.8	13.6	5.1	3.7	5.1	3.6			
17	530079	2335757	936	13.6	10.0	12.5	9.9	8.0	4.8	4.0	4.7	5.8	8.4	15.3	17.5	15.1	9.3	4.4	4.3	8.9			
18	531481	2335184	1036	41.3	60.7	39.3	28.8	19.7	14.8	10.1	8.0	9.2	18.2	23.5	43.7	42.4	41.6	38.8	36.1	37.7			
19	531755	2331030	741	88.2	110.5	98.3	47.0	29.8	17.8	8.1	6.2	8.6	7.7	7.9	11.4	9.4	5.3	2.6	2.0	1.6			
20	534361	2328338	750	8.7	9.2	11.6	11.9	11.3	10.8	12.2	18.4	21.1	21.4	22.1	27.9	22.6	11.2	5.0	4.0*	2.6*			
21	545226	2340870	1234	302.9	295.8	149.0	83.8	54.4	30.8	21.5	22.5	23.9	23.8	18.2	27.3	19.8	11.8	4.8	4.1	3.2			
22	541433	2331320	849	42.9	29.8	24.5	32.8	34.4	31.0	21.6	18.4	20.3	29.0	52.9	33.6	36.5	19.8	10.2	7.3	7.4			
23	544110	2333370	897	87.1	54.3	34.7	20.0	14.6	11.2	7.8	5.2	4.1	3.2	4.9	6.6	4.7	2.8	1.2	1.0	0.6			
231	543394	2333740	857	57.6	64.3	38.3	21.2	12.7	10.7	5.5	4.1	4.0	6.5	9.9	13.6	11.4	6.9	3.4	2.6	2.4			
24	547042	2332740	1092	268.5	76.1	45.0	30.6	24.0	17.2	13.6	12.7	6.9	4.0	93.9	2.5	3.3	2.8	1.2	0.4	19.1			
25	545400	2337700	1113	99.0	44.2	29.2	28.8	32.2	32.4	5.3	9.8	12.8	16.5	25.1	5.6	5.1	2.9	0.9	0.9	1.5			
26	541800	2341100	919	83.6	82.9	54.2	36.7	30.8	30.3	23.6	16.5	38.2	42.9	50.4	51.3	34.1	13.1	8.7	8.9	7.0*			
27	539844	2343530	1219	74.2	69.6	43.1	34.7	23.4	18.2	12.0	14.8	16.4	17.6	21.9	20.1	14.7	8.8	3.5	2.1	1.9			
28	538053	2344553	951	7.3	31.2	23.2	20.9	14.4	12.8	12.6	14.6	17.4	16.1	20.1	24.0	18.7	9.4	4.1	2.1	1.9			
29	523904	2344150	1326	-----	-----	129.5	1147.9	91.7	56.2	40.4	43.7	55.3	37.5	48.6	36.5	21.9	12.4	5.9	4.1	4.1			
30	534994	2343948	877	183.2	205.1	74.3	75.5	80.0	64.2	41.0	53.8	42.6	92.6	166.7	135.5	107.2	68.3	33.8	23.0	19.8			
31	530992	2344012	1282	83.7	65.4	20.0	17.5	6.5	3.6	2.5	3.7	3.3	8.7	12.4	10.8	7.5	5.7	2.7	2.9	3.2			
32	527763	2346610	1291	220.2	18.7	8.8	9.8	7.9	7.9	13.0	26.0	34.2	74.6	47.7	38.5	28.5	16.6	8.0	7.5	6.5			
33	526900	2348900	1430	26.8	17.2	16.0	18.1	50.3	58.1	95.3	141.2	222.6	252.6	182.4	216.4	140.2	106.5	84.0	73.8	105.6			
34	529618	2342906	1290	65.4	60.6	38.1	23.0	16.6	9.2	3.2	5.3	7.4	11.0	13.2	21.4	14.1	8.5	3.6	4.2	3.3			
35	523058	2343320	1282	-----	-----	84.5	11.5	47.3	30.5	42.3	81.9	113.9	36.3	187.5	69.4	38.1	33.0	14.6	8.8	35.4			
36	549000	2341150	1284	181.1	144.9	70.3	126.4	47.3	25.2	7.8	2.9	2.6	18.1	73.2	22.9	58.0	46.2	29.8	48.8	105.5			
37	520629	2344360	1286	217.8	220.0	289.2	170.6	132.3	98.8	51.4	47.3	33.8	36.8	87.0	57.1	8.5	8.0	6.3*	4.7*	0.3*			
38	529177	2330291	793	21.5	20.4	16.9	11.2	9.5	7.2	4.3	2.8	2.4	4.3	3.0	4.6	3.7	2.1	0.9	1.1	1.1			
39	529894	2333189	877	15.6	30.0	28.3	36.1	26.7	13.8	6.3	3.3	5.3	8.6	11.2	12.6	8.0	4.2	1.9	1.4	1.2			
40	527065	2331128	800	34.4	30.9	18.5	7.5	12.3	8.6	6.2	5.1	7.4	8.7	7.6	6.0	6.4	4.0	1.9	1.3	1.5			
41	529071	2334147	908	32.5	55.9	46.1	44.5	30.7	18.1	8.4	5.7	3.8	3.6	7.3	9.2	5.7	3.6	1.8	1.3	1.1			
42	525342	2331975	862	81.9	27.5	20.0	10.6	9.1	9.5	8.4	10.6	14.4	16.1	18.3	14.8	8.6	4.7	2.1	1.7	276.9			
43	527381	2338734	1260	-----	-----	185.4	121.1	83.7	41.0	18.8	5.7	2.2	5.2	27.4	22.0	16.3	5.2	3.6	3.7	2.8			
44	525674	2341630	1338	-----	-----	237.4	167.6	124.9	75.1	30.7	11.5	10.0	16.7	41.1	28.4	11.5	12.0	5.7	5.9	4.5			
45	527782	2343357	1303	2.7	98.2	81.7	44.0	31.1	47.4	16.8	17.5	30.7	50.2	94.9	83.1	56.2	31.6	15.9	13.3	12.0			
46	526103	2345076	1274	5.8	40.5	32.0	28.5	26.9	29.7	74.2	125.7	193.3	212.1	205.2	165.5	109.7	63.0	33.7	27.1	27.0			
47	525147	2346742	1361	85.7	109.3	282.3	122.8	91.1	79.3	135.9	266.7	330.0	197.0	234.1	42.6	89.4	47.4	22.6	21.3	13.6			
48	558390	2330840	1105	211.0	88.0	66.9	95.9	74.6	36.0	31.0	27.6	19.9	20.1	8.2	19.0	5337.8	6.4	498.9	1.7*	592.9			
49	556738	2332800	1120	94.6	131.6	89.1	61.3	47.6	34.8	14.2	12.3	14.9	16.1	13.8	3.0*	13.4	6.0	8.9	1.6	2.0			
50	553951	2330910	1078	94.7	169.1	80.4	89.7	48.5	40.3	23.1	12.0	15.2	9.2	3.1	6.4	4.2	2.9	1.2	0.6*	0.8*			
51	555386	2334940	1209	403.7	264.7	171.0	74.4	94.9	51.2	41.8	38.0	55.5	93.9	100.7	75.6	44.5	25.6	9.9	8.4	8.1			
52	551664	2334950	1924	426.3	487.3	310.1	181.4	141.2	85.5	45.3	34.7	17.4	17.9	15.3	5.6	4.7	3.3	1.8	0.8	2.1			
54	548101	2340120	1372	-----	-----	588.9	292.8	268.1	161.7	76.9	4.7	2.7	6.0	6.2	20.1	14.5	11.4	5.0	4.8	4.0			
55	547828	2343390	1264	37.6	36.2	30.3	51.5	47.3	36.9	22.8	24.0	22.2	24.2	29.4	41.7	23.0	13.2	7.5	5.7	4.9			
56	545693	2345310	1420	-----	-----	108.1	164.7	104.8	113.8	127.4	146.1	195.9	187.0	272.7	668.0	94.1	51.8	25.9	17.7	15.6			
57	543814	2347900	1513	0.4	56.9	88.6	3516.0	43.3	34.0	26.1	30.3	38.2	29.7	32.5	138.8	23.7	11.4	7.1	4.6*	6.8*			
58	551266	2332330	1303	251.3	355.4	154.1	94.4	86.0	56.9	28.7	24.6	18.1	17.3	46.4	6.8	3.1	1.5	1.0	0.4*	0.3*			
59	544365	2342350	1350	814.7	461.5	9.4	108.1	78.5	57.2	51.6	58.9	64.3	71.2	88.7	60.9	25.5	25.7	16.1	13.2	25.4			
60	543456	2343850	1321	-----	-----	149.7	154.1	85.5	66.1	55.8	62.9	76.7	69.5	128.2	76.2	64.3	27.8	15.8	9.4	10.6			

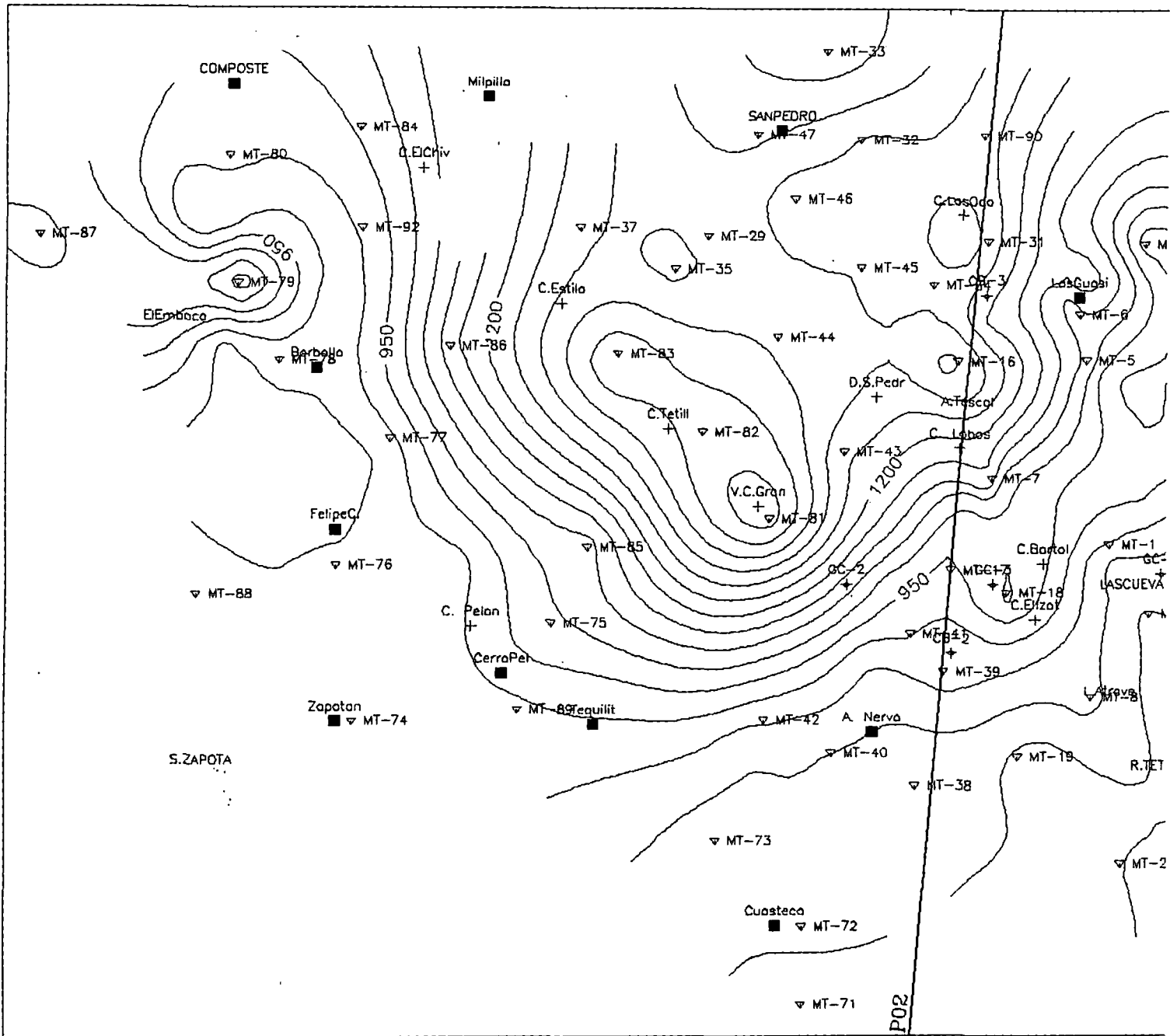
## RESIDENCIA EL CEBORUCO, NAY.

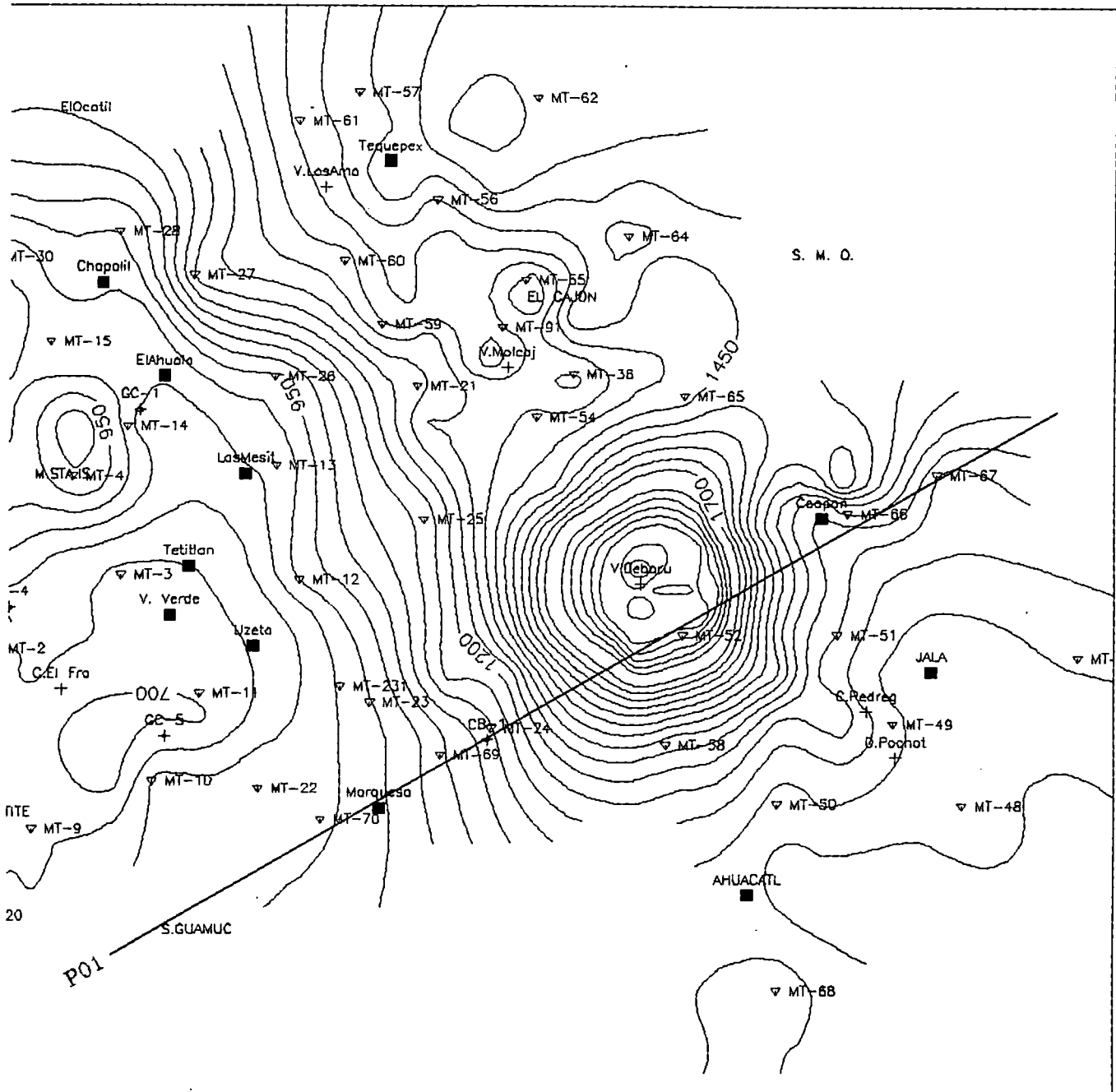
MODO TM en segundos			Datos del Informe de Geoevaluaciones																		Julio DE 1992	
No.	X	Y	Z	0.0016	0.0030	0.0074	0.0167	0.0353	0.0819	0.2048	0.4163	0.8828	2.0480	3.4130	8.1900	16.639	35.336	81.967	136.43	204.08		
61	542351	2347190	1417	0.1	25.5	38.3	62.7	41.8	31.8	17.5	16.2	17.9	13.9	47.5	34.9	15.8	15.5	16.4	10.5	86.3		
62	548113	2347760	1590	0.3	6.2	7.9	4.4	6.7	5.5	3.8	4.2	4.9	5.1	6.0	4.0	2.8	2.3	2.5	2.8	2.4		
63	561144	2334370	1110	162.1	115.0	174.2	136.4	115.5	165.8	3365.8	364.4	313.8	225.4	197.5	101.9	86.4	51.8	23.4	20.0	21.2		
64	550303	2344430	1550	5.8	40.5	32.0	28.5	26.9	29.7	74.2	125.7	193.3	212.1	205.2	165.5	109.7	63.0	33.7	27.1	27.0		
65	551687	2340620	1423	678.3	89.9	81.5	145.8	59.1	33.5	13.1	2.9	19.2	24.2	97.3	588.6	31.2	17.4	14.6	105.3	426.4		
66	555624	2337820	1273	66.6	76.6	56.2	4.4	34.4	24.7	15.6	19.4	32.5	49.0	47.9	42.9	33.5	17.7	9.5	7.7	6.3		
67	557761	2338730	1168	81.9	59.6	1076.5	1023.2	1001.1	816.8	13.9	19.8	19.5	11.1*	28.0*	31.8	25.1	14.7	3.5*	5.8*	10.0*		
68	553945	2326480	1132	59.5	51.6	57.9	11.4	60.8	68.3	44.1	161.0	156.2	88.1	85.8	30.4	16.1	10.6	8.9	8.5	63.4		
69	545822	2332110	998	239.0	120.9	90.6	64.0	47.8	41.5	23.5	10.4	3.8	14.0	25.5	15.4	9.6	5.6	2.6	1.9	1.5		
70	542936	2330590	839	0.4	29.8	17.6	14.5	38.5	30.8	8.9	6.5	5.5	6.1	6.1	31.5	17.7	10.8	5.0	3.6	3.2		
71	526303	2324820	711	125.5	105.4	86.0	58.4	48.3	34.2	29.5	42.7	72.2	123.3	205.7	231.5	124.3	82.1	37.0	25.1	24.8		
72	526329	2326783	780	7.9	54.7	60.8	41.8	90.7	88.1	84.2	123.0	154.3	200.7	252.8	300.3	132.5	70.3	57.8	51.2	56.5		
73	524111	2328933	776	80.8	54.0	48.4	40.4	48.1	60.9	93.0	150.5	194.3	180.7	150.6	135.2	84.7	48.5	27.2	23.4	21.6		
74	514825	2331960	872	5.0	17.3	21.3	34.4	24.4	30.4	46.2	77.6	69.7	65.8	72.5	52.2	39.0	22.3	13.3	12.2	13.7		
75	519897	2334430	989	168.0	86.3	55.3	25.3	32.7	31.8	33.4	40.0	44.5	57.6	49.2	28.8	17.1	10.0	3.6	21.7	1.4		
76	514413	2335910	875	53.8	47.8	60.3	277.5	112.2	101.7	118.0	112.7	128.5	149.2	207.9	174.3	48.1	22.2	12.5	11.2	10.0		
77	515787	2339090	887	171.6	15.0	22.3	18.0	15.7	15.8	15.3	18.5	23.1	30.7	20.4	14.9	10.0	6.5	2.5	2.0	1.5		
78	512943	2341050	879	41.2	48.4	85.6	27.7	171.3	27.6	19.4	25.2	36.3	90.6	136.2	165.5	26.5	14.3	21.2	48.8*	70.4		
79	511900	2343000	1132	528.1	449.0	381.3	311.3	263.6	211.5	277.8	334.4	418.1	687.7	692.6	1275.5	235.6	122.6	70.2	59.4*	53.7		
80	511666	2346200	930	132.9	121.9	86.8	55.3	40.1	32.7	42.2	52.3	68.9	77.7	80.7	169.5	28.8	11.6	5.3	3.2	0.2*		
81	525473	2337058	1478	721.7	482.8	266.3	248.7	153.0	78.8	23.3	18.9	14.5	20.7	24.5	36.1	30.1	9.1	5.7	3.4	4.0		
82	523772	2339230	1416	244.1	367.5	345.1	164.9	98.2	50.2	16.2	9.2	8.9	9.0	22.5	56.5	7.5	4.7*	3.4	0.1*	4.0		
83	521600	2341200	1449	429.7	433.1	122.9	196.2	147.1	94.8	32.8	10.4	10.4	29.9	64.8	109.4	157.8	15.9*	7.1*	3.0	7.2*		
84	515000	2346900	959	25.1	28.6	34.8	59.3	24.1	26.6	28.8	40.5	35.9	69.6	167.1	40.9	16.6	10.7	5.2	5.2	7.8		
85	520838	2336340	1024	239.6	203.7	164.1	138.0	94.5	65.1	36.1	34.6	46.1	26.2	28.6	19.7	10.6	5.7	2.1*	2.2	1.6*		
86	517300	2341400	1132	84.2	91.0	92.5	73.8	63.1	54.5	38.7	32.5	47.0	35.6	33.1	37.9	22.1	11.8	5.5	4.5*	4.2*		
87	506853	2344200	1063	16.5	45.0	62.2	56.5	111.3	158.1	194.0	237.7	242.7	166.8	142.2	241.4	67.3	36.8	21.8	18.6	15.7		
88	510848	2335180	873	4.1	5.8	7.4	7.7	8.3	7.9	8.5	12.6	12.1	12.2	10.7	5.2	10.6*	3.3*	0.8*	1.8*	1.0*		
89	519051	2332240	887	38.1	37.2	40.8	49.5	56.2	51.4	64.5	90.1	136.2	149.1	119.3	89.3	79.9	41.6	27.4	28.1	30.7		
90	530886	2346740	1270	324.4	213.7	118.8	69.6	56.0	45.1	28.5	26.9	25.3	30.8	40.1	32.2	25.2	16.4	9.3	6.5	3.9		
91	547268	2342270	1309	57.0	64.7	61.9	47.7	40.7	30.3	21.5	19.3	20.8	24.4	47.1	29.6	33.2	18.9	10.2	1.3*	11.4		
92	515068	2344360	909	0.2	0.7	108.2	288.6	39.9	34.4	13.9	19.7	28.3	34.9	43.7	25.6	18.8	11.0	5.1	4.9	4.1		

2EBO69TE MTDA 0.000 0.000 1 08-02-94 0.000 0.000  
 cfe  
 ahuacatlan 69te  
 nayarit 0  
 geotermia emi

No.	SPACING	RESISTIVITY	IMP. PHASE
1	0.0016	220.0000	0.0000
2	0.0023	145.0000	0.0000
3	0.0030	75.0000	0.0000
4	0.0047	107.0000	0.0000
5	0.0058	68.0000	0.0000
6	0.0074	44.0000	0.0000
7	0.0082	58.0000	0.0000
8	0.0116	43.0000	0.0000
9	0.0167	34.0000	0.0000
10	0.0241	33.0000	0.0000
11	0.0353	30.0000	0.0000
12	0.0525	26.0000	0.0000
13	0.0819	24.0000	0.0000
14	0.1365	24.0000	0.0000
15	0.2048	17.0000	0.0000
16	0.2909	20.0000	0.0000
17	0.4163	19.0000	0.0000
18	0.6024	13.0000	0.0000
19	0.8826	9.5000	0.0000
20	1.3129	8.0000	0.0000
21	2.0479	9.7000	0.0000
22	3.4130	29.0000	0.0000
23	5.1203	40.0000	0.0000
24	5.8005	22.0000	0.0000
25	8.1900	28.0000	0.0000
26	11.6414	32.0000	0.0000
27	16.6389	32.0000	0.0000
28	24.0964	28.0000	0.0000
29	35.3357	26.0000	0.0000
30	46.5116	23.0000	0.0000
31	52.6316	24.0000	0.0000
32	66.6667	22.0000	0.0000
33	81.9672	22.0000	0.0000
34	96.1538	22.0000	0.0000
35	136.9863	21.0000	0.0000
36	204.0816	20.0000	0.0000
37	322.5806	22.0000	0.0000
38	555.5556	20.0000	0.0000
39	833.3333	10.0000	0.0000



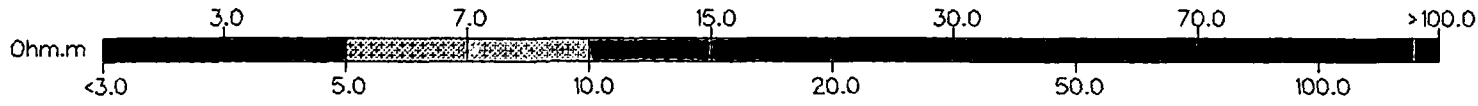
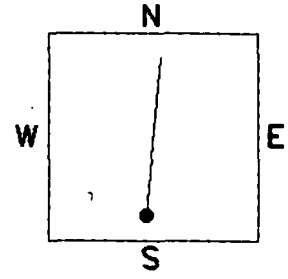




# CEBORUCO, NAY. - 1991-1992

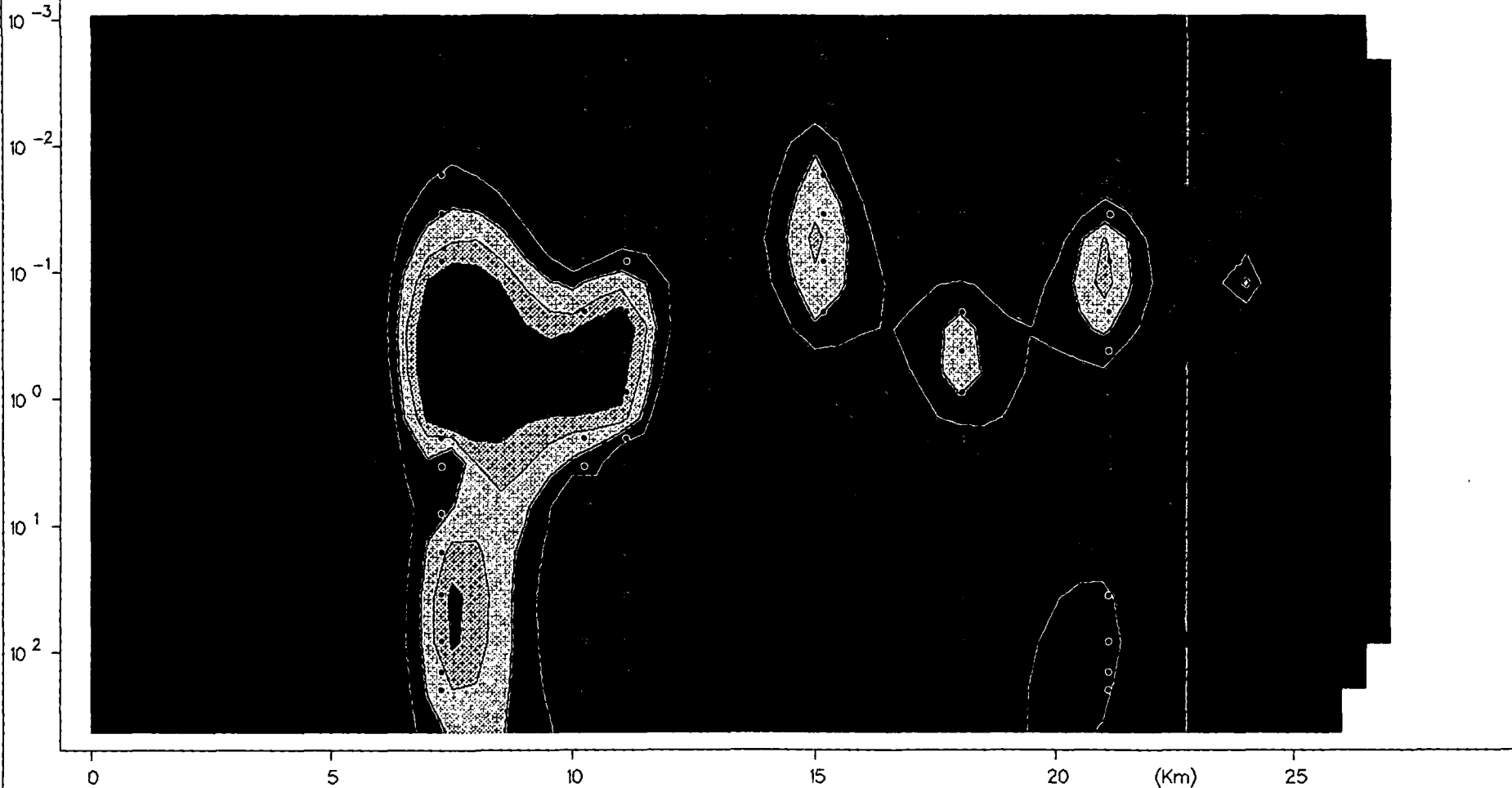
## MT Survey CBMT

### Pseudo Section: P02 - Rho TE



T(s)

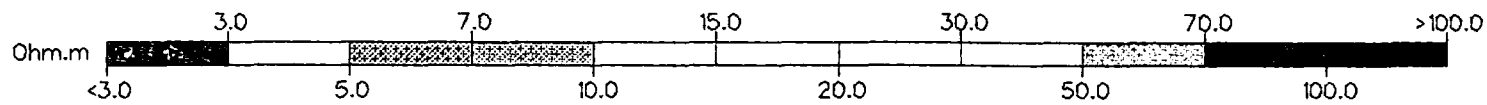
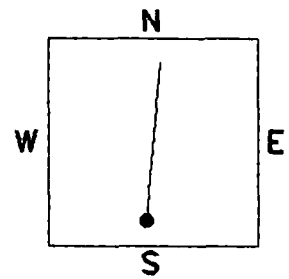
- MT-71 xy
- Qmeaf3cy
- MT-38 xy
- MT-39 xy
- CB-2
- MT-41 xy
- MT-17 xy
- MT-7 xy
- C. Lobos
- A.Tescal
- MT-16 xy
- CB-3
- MT-31 xy
- C.LosOco
- MT-90 xy



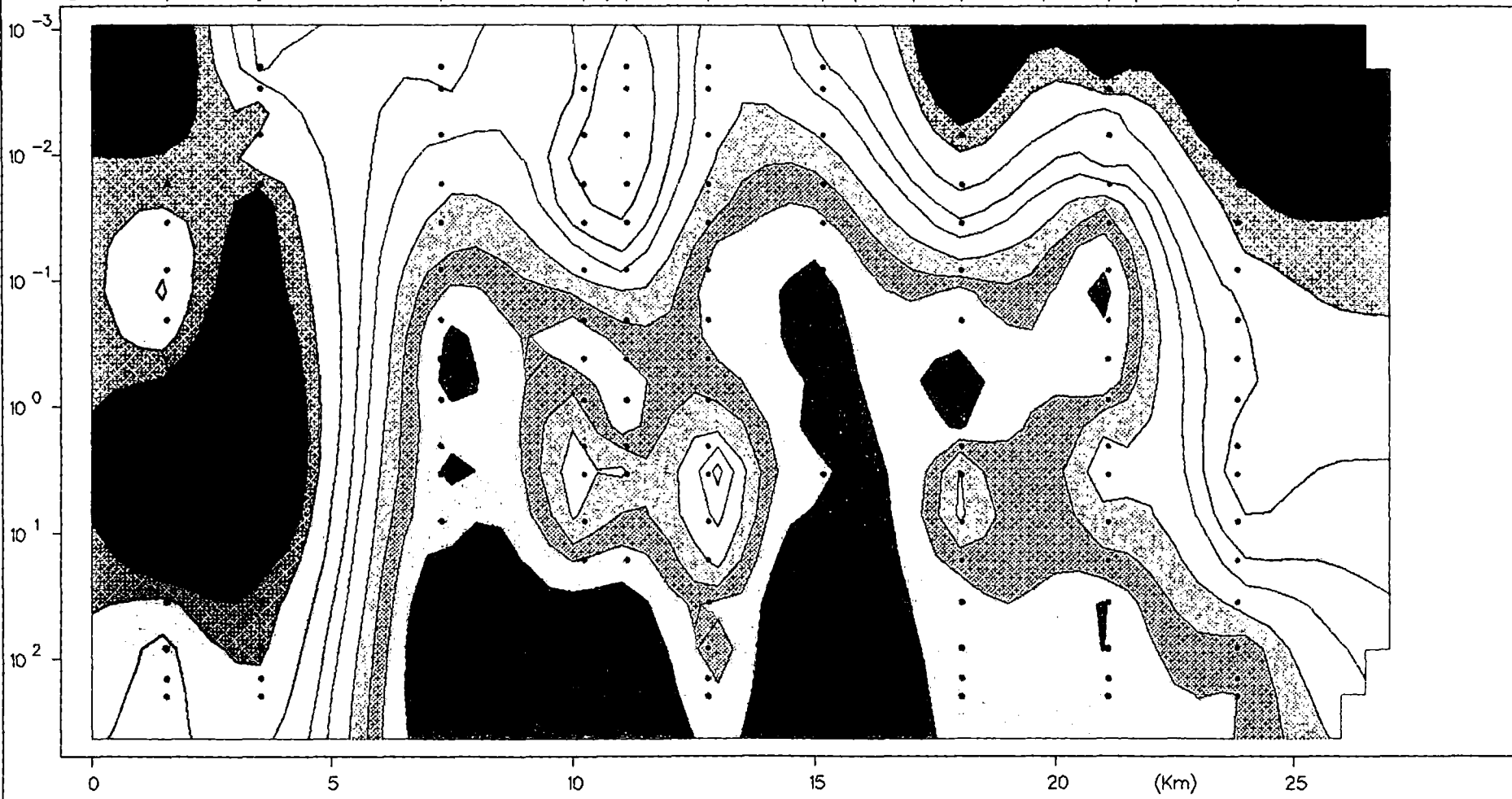




CEBORUCO, NAY. - 1991-1992  
 MT Survey CBMT  
 Pseudo Section: P02 - Rho TM



- T(s)
- MT-71 yx
  - MT-38 yx
  - MT-39 yx
  - CB-2
  - MT-41 yx
  - MT-17 yx
  - MT-7 yx
  - C. Lobos
  - A. Teescal
  - MT-16 yx
  - CB-3
  - MT-31 yx
  - C. LosOco
  - MT-80 yx

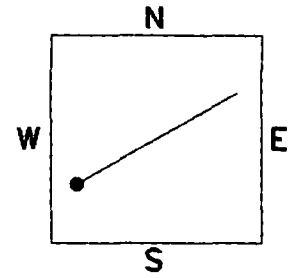
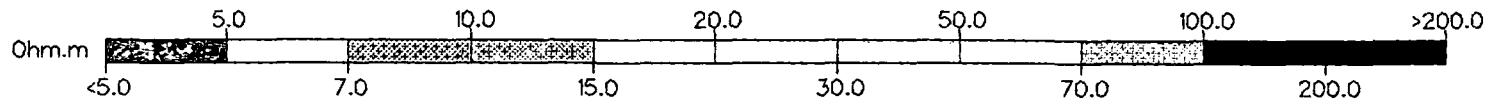




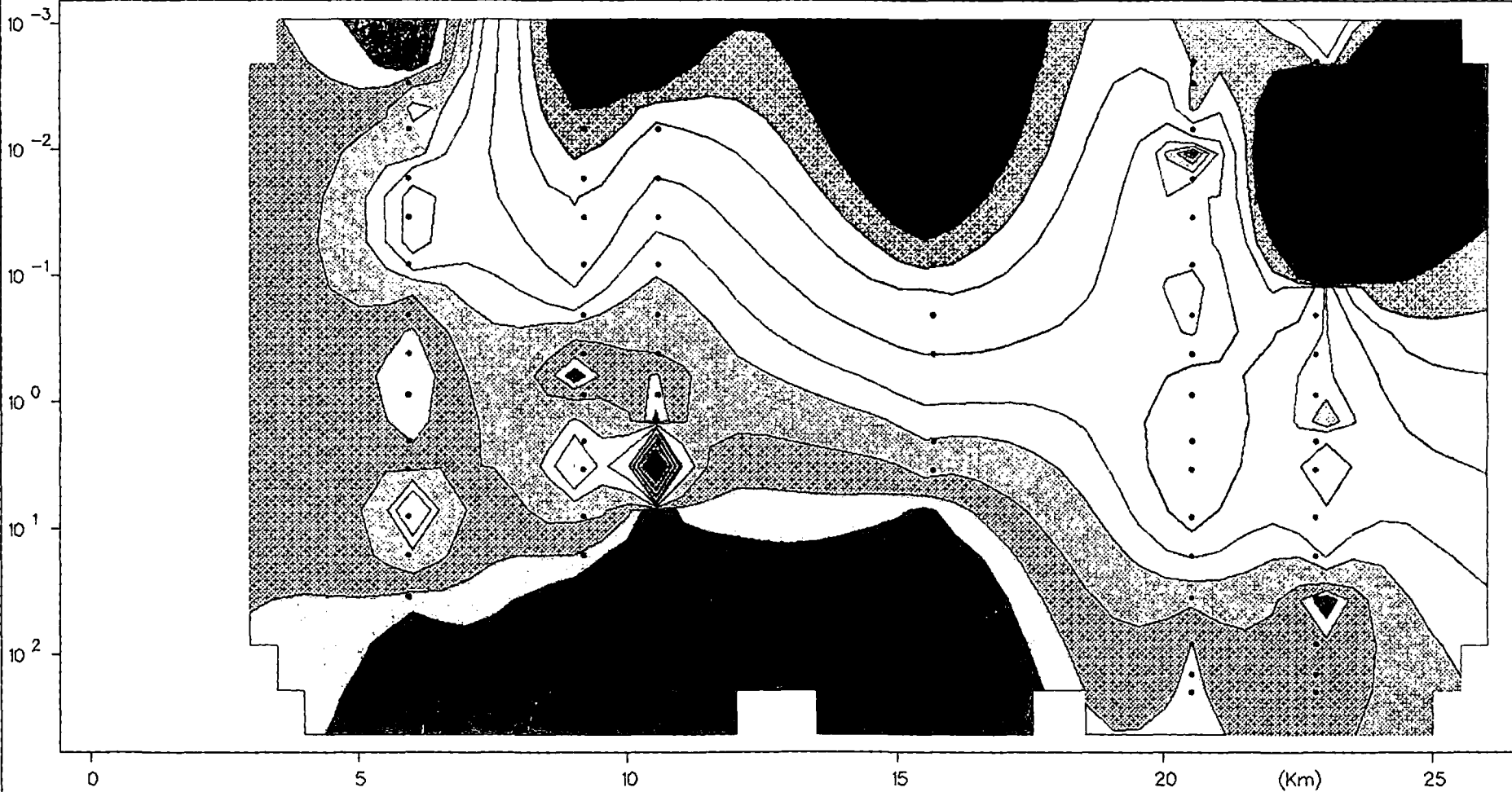
# CEBORUCO, NAY. - 1991-1992

## MT Survey CBMT

### Pseudo Section: P01 - Rho TM



T(s)



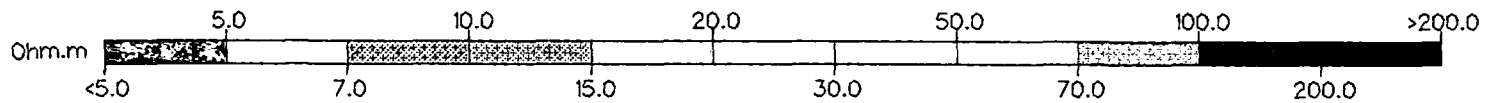
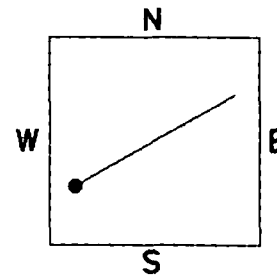


Vertical text or markings on the right side of the page, possibly a page number or a reference code.

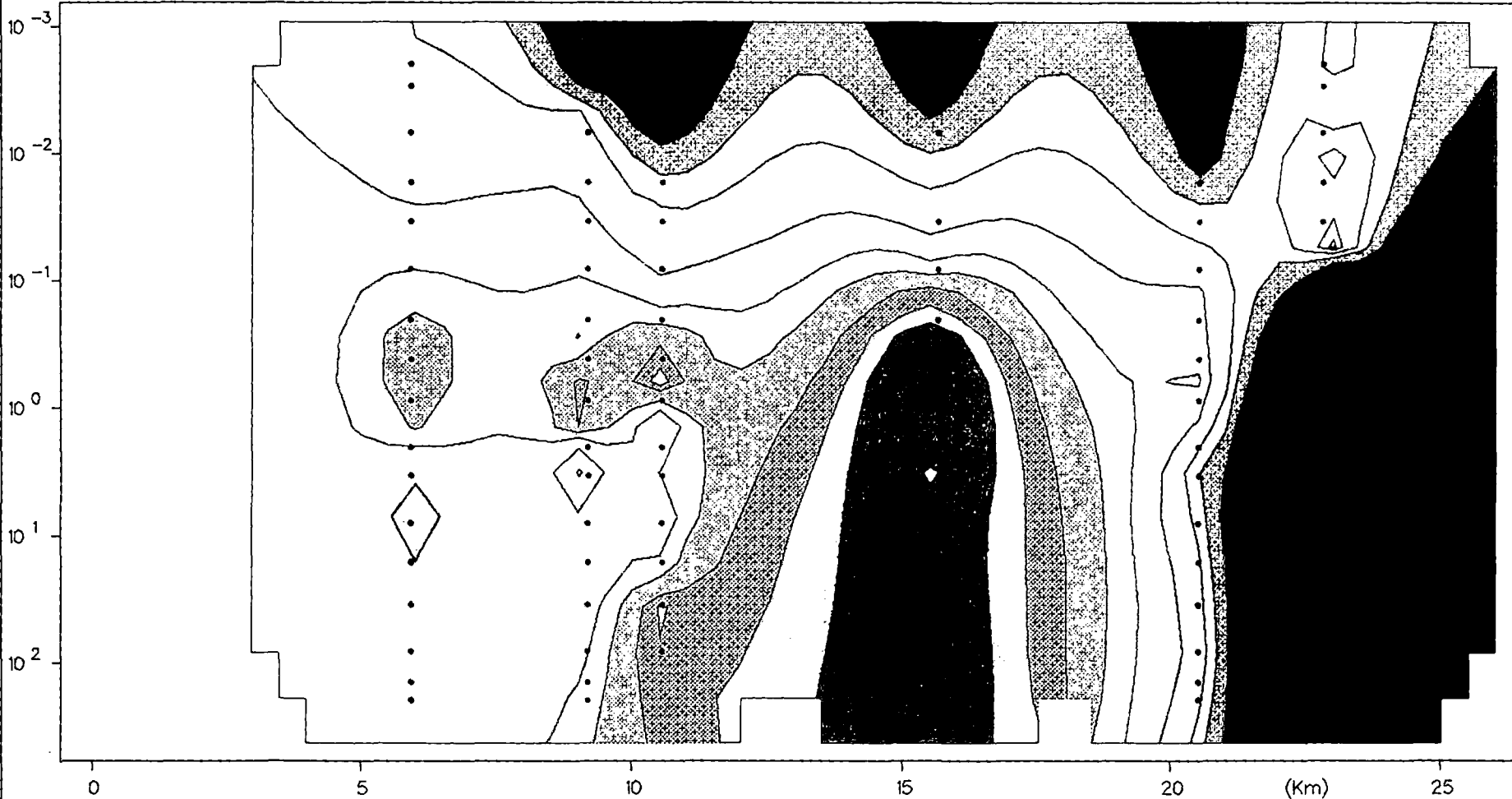
CEBORUCO, NAY. - 1991-1992

MT Survey CBMT

Pseudo Section: P01 - Rho TE



T(s)



100-100000

100-100000

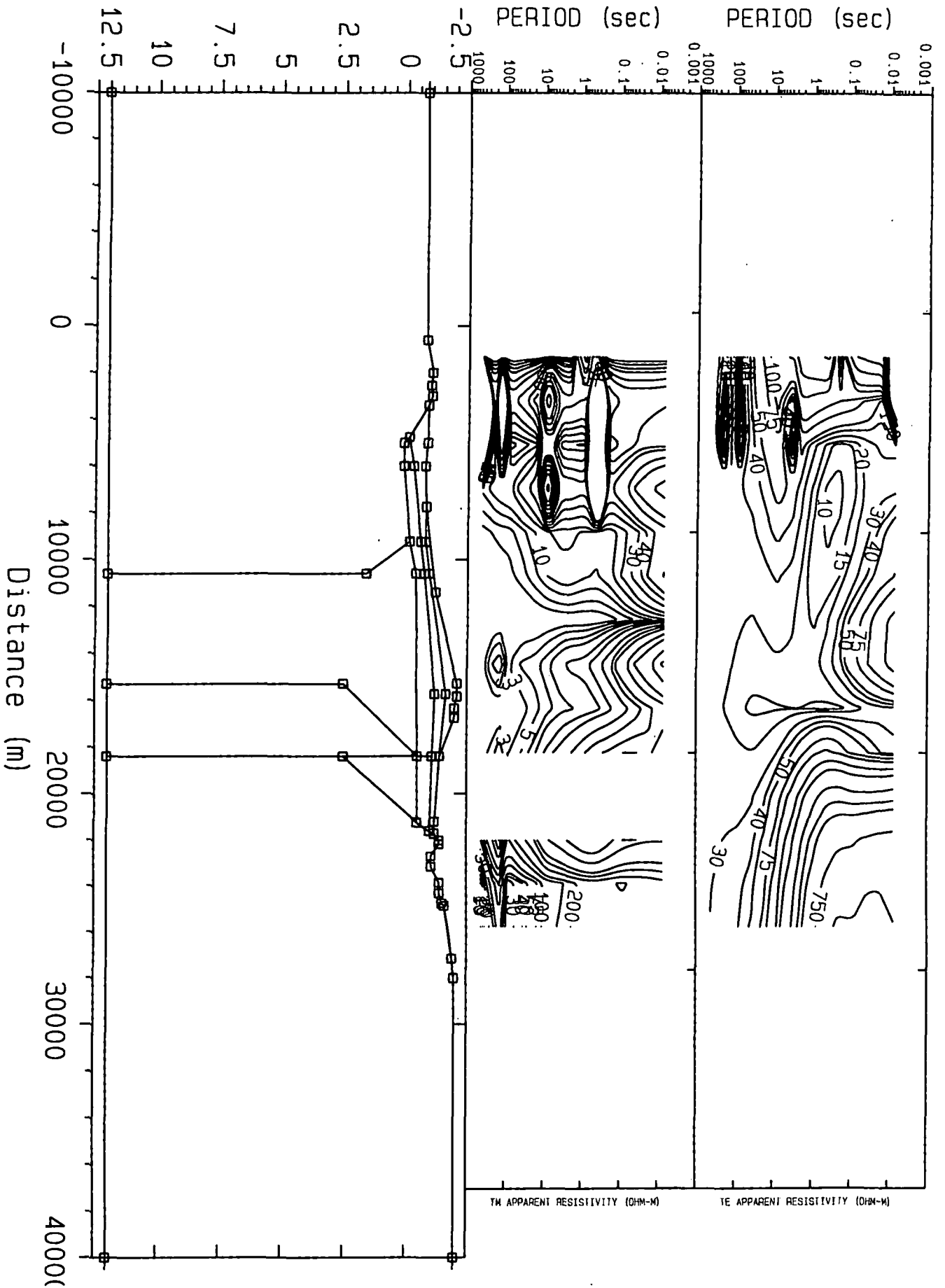
100-100000

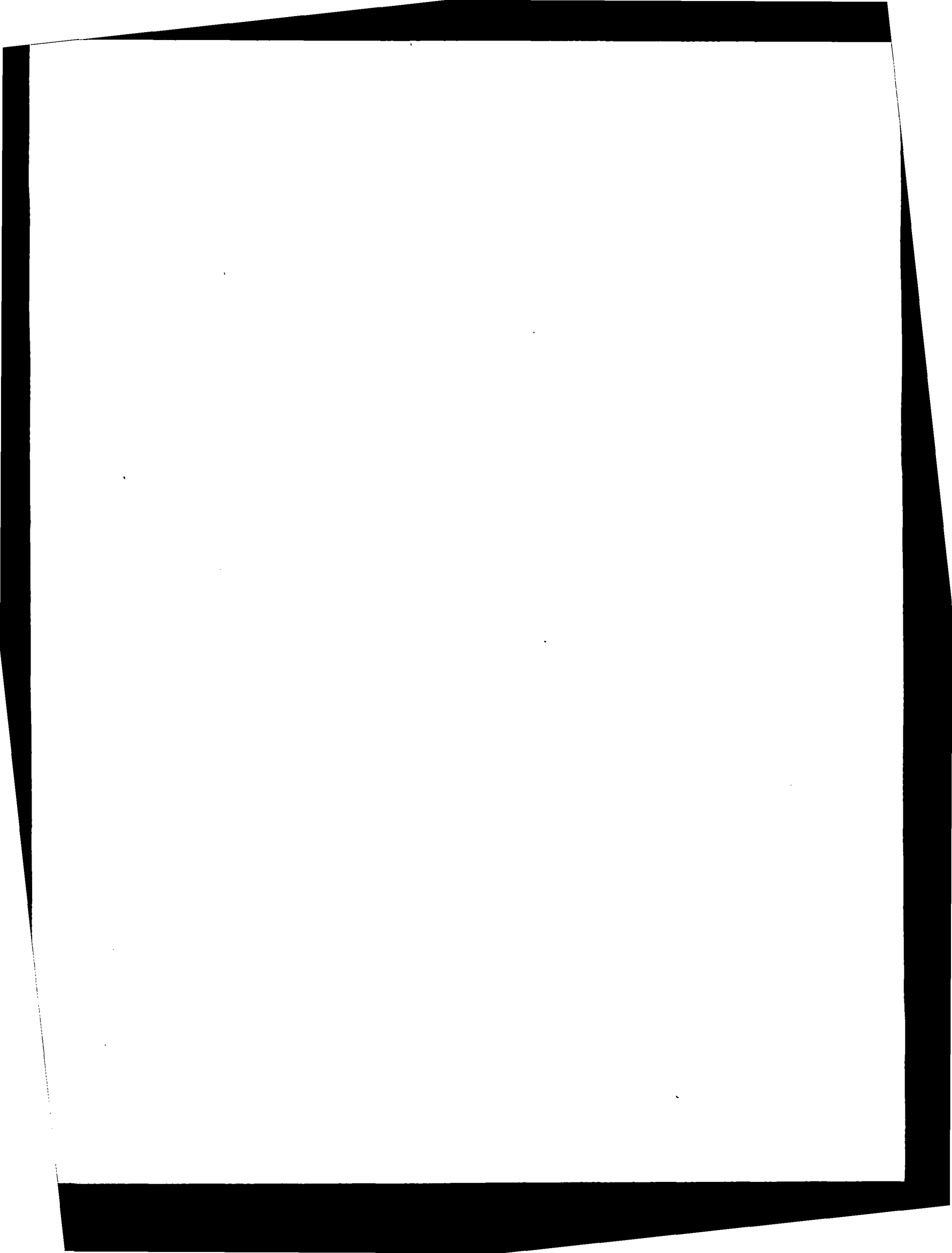






Depth (m x 1000)





DATA SET: CESWNE18

CLIENT: COMISION FEDERAL ELECTRICIDAD                      DATE: 30/06/94  
 LOCATION: POZO CEBORUCO (CB-1)                                LINE: SW-NE  
 COUNTY: AHUACATLAN, NAY.                                      AZIMUTH:  
 PROJECT: EL CEBORUCO, NAY.                                    EQUIPMENT: EMI  
 UNITS: m

MT data: both E- and H-parallel modes

CPU TIME USED: 1:20:24.93

APPARENT RESISTIVITY (OHM-M) : Ex Mode

STATION	ELEVATION	PERIOD (SEC)								
		416.	204.	136.	82.0	35.3	16.6	8.19	3.41	
1	2000.	-1040.	29.9	11.1	35.6	2.31	53.3	82.9	132.	156.
2	4000.	-862.5	29.3	2.39	33.9	1.21	47.3	71.2	108.	23.2
3	6000.	-770.0	28.1	.0694	31.2	.815	39.2	54.7	72.8	1.35
4	8000.	-827.4	27.2	28.6	29.1	29.5	33.3	44.0	54.9	48.0
5	10000.	-1046.	26.3	27.1	27.0	26.6	28.3	35.5	43.1	37.1
6	12000.	-1338.	25.1	25.1	24.5	23.3	23.1	27.1	31.2	26.6
7	14000.	-1800.	24.0	23.4	22.4	20.7	19.5	21.6	23.7	21.2
8	16000.	-2070.	22.9	21.9	20.6	18.7	16.9	17.9	19.1	18.5
9	18000.	-1545.	21.5	20.0	18.5	16.4	14.0	14.0	14.5	14.9
10	20000.	-1285.	24.2	23.7	22.8	21.2	20.0	23.1	29.6	46.1
11	22000.	-1400.	26.7	27.5	27.4	26.9	28.6	37.8	56.9	108.
12	24000.	-1400.	28.2	29.9	30.6	31.3	36.2	52.2	85.4	173.
13	26000.	-1776.	29.4	32.1	33.5	35.6	44.5	67.9	115.	235.
14	28000.	-2000.	30.3	33.6	35.7	39.0	51.6	81.6	140.	287.

APPARENT RESISTIVITY (OHM-M) : Ex Mode

STATION	ELEVATION	PERIOD (SEC)								
		2.04	.883	.416	.204	.0819	.0353	.0167	.0074	
1	2000.	-1040.	244.	276.	311.	37.6	397.	440.	471.	3725.
2	4000.	-862.5	146.	124.	110.	100.	88.7	67.1	46.3	3466.
3	6000.	-770.0	55.8	31.2	17.6	11.6	15.5	27.0	31.7	31.3
4	8000.	-827.4	35.0	16.9	8.81	8.23	14.2	21.3	25.7	26.7
5	10000.	-1046.	26.7	13.0	9.20	10.7	17.5	29.1	43.8	64.0
6	12000.	-1338.	19.4	11.0	11.0	14.7	25.5	41.7	59.0	75.9
7	14000.	-1800.	17.1	14.2	19.0	30.5	56.7	90.9	125.	168.
8	16000.	-2070.	17.2	17.6	23.3	36.9	66.2	100.	132.	174.
9	18000.	-1545.	14.9	14.5	13.5	13.3	16.2	21.0	24.8	24.7
10	20000.	-1285.	61.7	90.7	106.	96.1	66.9	50.8	40.3	33.6
11	22000.	-1400.	158.	260.	344.	361.	324.	325.	335.	357.

\*

C.F.E. GEOTERMIA

\*

## APPARENT RESISTIVITY (OHM-M) : Ex Mode

STATION	ELEVATION	PERIOD (SEC)							
		2.04	.883	.416	.204	.0819	.0353	.0167	.0074
12 24000.	-1400.	258.	436.	609.	702.	717.	785.	831.	849.
13 26000.	-1776.	347.	577.	795.	911.	931.	990.	995.	940.
14 28000.	-2000.	421.	686.	922.	1027.	1012.	1036.	1024.	1007.

## IMPEDANCE PHASE (deg) : Ex Mode

STATION	ELEVATION	PERIOD (SEC)							
		416.	204.	136.	82.0	35.3	16.6	8.19	3.41
1 2000.	-1040.	52.3	89.0	55.4	88.7	64.5	68.4	67.8	82.5
2 4000.	-862.5	51.4	89.4	53.6	88.9	61.6	64.4	61.6	83.6
3 6000.	-770.0	49.8	89.8	50.6	88.7	56.1	56.5	49.6	86.4
4 8000.	-827.4	48.6	48.3	48.3	49.3	52.8	52.8	45.1	29.5
5 10000.	-1046.	47.4	46.6	46.3	46.9	50.4	50.9	44.3	30.0
6 12000.	-1338.	45.9	44.5	43.8	44.1	47.4	48.5	43.4	32.1
7 14000.	-1800.	44.6	42.7	41.9	42.0	45.4	47.4	44.8	39.0
8 16000.	-2070.	43.5	41.3	40.4	40.4	43.9	46.7	46.4	45.0
9 18000.	-1545.	42.0	39.5	38.4	38.1	41.4	44.5	45.4	45.1
10 20000.	-1285.	45.1	43.7	43.2	43.9	49.5	56.0	60.7	64.0
11 22000.	-1400.	48.0	47.6	47.8	49.3	56.5	64.5	70.0	72.6
12 24000.	-1400.	49.8	50.2	50.8	53.0	60.9	69.0	74.0	75.5
13 26000.	-1776.	51.3	52.3	53.3	56.0	64.0	71.3	75.4	75.6
14 28000.	-2000.	52.3	53.8	55.2	58.1	66.0	72.7	76.0	75.4

## IMPEDANCE PHASE (deg) : Ex Mode

STATION	ELEVATION	PERIOD (SEC)							
		2.04	.883	.416	.204	.0819	.0353	.0167	.0074
1 2000.	-1040.	57.4	53.8	52.6	85.7	51.1	49.4	48.0	-99.0
2 4000.	-862.5	45.1	40.0	38.8	37.8	34.1	28.8	26.9	-40.6
3 6000.	-770.0	26.9	21.8	24.9	37.8	58.3	56.4	48.9	42.2
4 8000.	-827.4	22.3	19.1	29.6	49.8	59.7	56.4	50.4	42.6
5 10000.	-1046.	23.9	25.9	41.7	55.6	65.2	67.1	65.9	62.9
6 12000.	-1338.	28.3	36.5	51.9	61.3	66.6	65.1	61.3	56.1
7 14000.	-1800.	39.2	51.3	63.6	69.2	69.4	66.2	62.6	59.6
8 16000.	-2070.	46.7	55.3	64.2	68.8	67.5	63.7	60.2	57.1
9 18000.	-1545.	44.6	43.8	44.8	48.5	53.3	52.2	47.0	38.3
10 20000.	-1285.	62.9	56.3	46.7	37.2	32.3	32.1	32.6	33.2
11 22000.	-1400.	70.8	64.1	55.8	48.1	45.4	46.3	46.7	46.7
12 24000.	-1400.	73.3	67.0	60.0	53.1	49.8	48.9	47.2	45.2
13 26000.	-1776.	73.0	66.4	59.4	52.4	48.4	45.9	42.5	37.9
14 28000.	-2000.	72.4	65.3	58.1	51.1	47.5	46.1	45.1	45.2

\*

C.F.E. GEOTHERMIA

\*

APPARENT RESISTIVITY (OHM-M) : Hx Mode

STATION	ELEVATION	PERIOD (SEC)							
		416.	204.	136.	82.0	35.3	16.6	8.19	3.41
1 2000.	-1040.	.0337	.0267	.119	.00520	.00528	.00000	.00945	.00000
2 4000.	-862.5	30026.	19.9	8906.	23.7	37.2	55.1	359.	86.6
3 6000.	-770.0	5021.	2.80	2792.	3.59	5.85	9.04	71.3	15.1
4 8000.	-827.4	8.23	11.8	13.3	14.9	24.4	37.8	829.	62.1
5 10000.	-1046.	2.10	3.22	3.68	3.95	6.57	10.1	14.3	17.0
6 12000.	-1338.	.969	1.46	1.76	2.21	4.00	6.74	10.0	12.3
7 14000.	-1800.	.112	.323	.407	.207	.380	.521	.751	1.04
8 16000.	-2070.	2.03	7.86	9.81	3.00	5.36	6.14	9.09	13.6
9 18000.	-1545.	.377	.599	.742	1.03	2.00	3.68	6.05	8.53
10 20000.	-1285.	1.12	4.14	6.85	2.76	5.17	9.05	15.9	22.7
11 22000.	-1400.	5.	E+4.	E+5.	E+5.	E+9.	E+2.	E+3.	E+8594.
12 24000.	-1400.	60.8	285.	500.	129.	235.	382.	694.	884.
13 26000.	-1776.	9.49	57.9	102.	20.4	38.0	58.3	111.	140.
14 28000.	-2000.	9.69	35.6	61.0	21.1	37.6	64.3	115.	157.

APPARENT RESISTIVITY (OHM-M) : Hx Mode

STATION	ELEVATION	PERIOD (SEC)								
		2.04	.883	.416	.204	.0819	.0353	.0167	.0074	
1 2000.	-1040.	.00052224.	7.52	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	
2 4000.	-862.5	84.3	71.0	40154.	38.4	27.6	27.9	27.7	29.4	
3 6000.	-770.0	15.2	14.3	4970.	14.4	21.8	31.2	34.3	33.4	
4 8000.	-827.4	61.1	54.3	1.54E5	48.0	71.6	111.	147.	175.	
5 10000.	-1046.	16.7	14.2	11.5	11.4	17.0	28.7	42.8	61.4	
6 12000.	-1338.	12.1	10.4	9.62	12.1	21.5	36.2	53.9	76.2	
7 14000.	-1800.	1.14	1.05	1.24	1.87	3.40	5.32	7.11	9.01	
8 16000.	-2070.	16.1	17.1	23.5	37.0	68.0	108.	149.	209.	
9 18000.	-1545.	9.42	10.7	13.1	17.1	24.9	34.9	46.5	58.5	
10 20000.	-1285.	27.8	38.3	47.3	51.4	57.7	59.4	53.2	41.2	
11 22000.	-1400.	8.	E+1.	E+2.	E+8.	E+2.60E9	3.99E9	1.	E+2.	E+10
12 24000.	-1400.	1027.	1288.	1351.	1123.	882.	804.	773.	769.	
13 26000.	-1776.	164.	216.	236.	211.	193.	207.	229.	262.	
14 28000.	-2000.	189.	248.	270.	240.	222.	231.	235.	234.	

IMPEDANCE PHASE (deg) : Hx Mode

STATION	ELEVATION	PERIOD (SEC)							
		416.	204.	136.	82.0	35.3	16.6	8.19	3.41
1 2000.	-1040.	.00050	.00007	.00009	.00029	.00020	.236	180.	180.
2 4000.	-862.5	.0743	48.7	.225	59.9	63.0	64.6	4.79	46.6
3 6000.	-770.0	.0625	51.7	.164	62.5	65.5	66.6	4.85	51.2
4 8000.	-827.4	52.1	51.0	54.7	62.5	65.1	66.3	1.94	49.8
5 10000.	-1046.	51.6	48.8	52.2	62.3	64.9	67.0	61.3	49.4

\*

C.F.E. GEOTHERMIA

\*

IMPEDANCE PHASE (deg) : Hx Mode

STATION	ELEVATION	PERIOD (SEC)								
		416.	204.	136.	82.0	35.3	16.6	8.19	3.41	
6	12000.	-1338.	58.0	57.8	61.6	68.6	70.3	69.8	63.2	52.0
7	14000.	-1800.	39.2	28.0	29.0	55.4	57.7	72.7	71.7	56.2
8	16000.	-2070.	28.4	18.0	18.8	46.2	49.5	74.9	79.6	61.1
9	18000.	-1545.	61.5	62.3	67.3	73.1	75.2	75.1	69.7	61.1
10	20000.	-1285.	96.9	141.	146.	95.4	100.	74.1	61.6	65.3
11	22000.	-1400.	-.0002	-.0001	-.0002	-.0004	-.0005	-.0023	180.	-89.8
12	24000.	-1400.	98.9	147.	153.	98.5	105.	71.1	55.3	61.2
13	26000.	-1776.	104.	152.	157.	104.	110.	72.1	54.9	63.1
14	28000.	-2000.	89.9	142.	148.	94.7	100.	72.3	58.4	63.5

IMPEDANCE PHASE (deg) : Hx Mode

STATION	ELEVATION	PERIOD (SEC)								
		2.04	.883	.416	.204	.0819	.0353	.0167	.0074	
1	2000.	-1040.	-.0024	179.	-167.	-.0023	179.	-.0321	179.	.303
2	4000.	-862.5	41.0	34.6	-179.	32.5	35.8	41.9	45.3	48.1
3	6000.	-770.0	47.5	45.5	-179.	55.5	59.9	55.6	50.2	48.0
4	8000.	-827.4	45.5	42.9	-179.	54.2	62.2	61.6	58.1	54.2
5	10000.	-1046.	44.4	41.0	44.4	53.8	64.6	66.9	65.6	63.0
6	12000.	-1338.	47.3	45.5	53.0	62.7	68.9	68.6	66.8	65.0
7	14000.	-1800.	50.2	52.9	61.4	68.0	68.0	64.0	59.5	54.7
8	16000.	-2070.	54.5	59.4	66.1	70.8	70.0	66.7	63.7	61.2
9	18000.	-1545.	57.9	57.2	59.7	61.6	62.3	62.3	61.5	61.1
10	20000.	-1285.	65.7	59.9	55.1	51.5	48.4	44.2	40.8	43.1
11	22000.	-1400.	-.0064	-.0178	-.0175	-.0301	-.0100	.0715	179.	.0371
12	24000.	-1400.	61.3	52.1	44.1	38.0	39.1	41.5	43.4	45.3
13	26000.	-1776.	64.1	55.2	48.3	43.6	46.6	49.7	51.8	54.3
14	28000.	-2000.	63.1	54.8	47.5	43.2	45.1	45.6	45.0	44.2

TOPOGRAPHY: 30 VERTICES.

Point #	Distance	Elevation	Point #	Distance	Elevation
1	-500.0	800.0	16	18400.0	1400.0
2	0.0	800.0	17	21200.0	1200.0
3	600.0	800.0	18	21700.0	1200.0
4	2000.0	1040.0	19	22000.0	1400.0
5	2550.0	980.0	20	22150.0	1400.0
6	3000.0	1020.0	21	22700.0	1070.0
7	3400.0	870.0	22	23150.0	1070.0
8	5000.0	850.0	23	23850.0	1400.0
9	6000.0	770.0	24	24300.0	1400.0
10	7750.0	800.0	25	24750.0	1500.0
11	11400.0	1200.0	26	24850.0	1600.0

\*

C.F.E. GEOTHERMIA

\*

Point #	Distance	Elevation	Point #	Distance	Elevation
12	15300.0	2100.0	27	26150.0	1800.0
13	15850.0	2100.0	28	27150.0	1900.0
14	16350.0	2000.0	29	28000.0	2000.0
15	16750.0	2000.0	30	28500.0	2000.0

NODES IN X DIRECTION 100 VALUES

Node	LOCATION	SPACING	Node	LOCATION	SPACING
1	-193119.5	64873.2	51	14000.0	500.0
2	-128246.3	43248.8	52	14500.0	500.0
3	-84997.6	28832.5	53	15000.0	500.0
4	-56165.0	19221.7	54	15500.0	500.0
5	-36943.4	12814.5	55	16000.0	500.0
6	-24128.9	8543.0	56	16500.0	500.0
7	-15585.9	5695.3	57	17000.0	500.0
8	-9890.6	3796.9	58	17500.0	500.0
9	-6093.7	2531.2	59	18000.0	100.0
10	-3562.5	1687.5	60	18100.0	100.0
11	-1875.0	1125.0	61	18200.0	100.0
12	-750.0	750.0	62	18300.0	100.0
13	0.0	500.0	63	18400.0	100.0
14	500.0	500.0	64	18500.0	250.0
15	1000.0	500.0	65	18750.0	250.0
16	1500.0	500.0	66	19000.0	500.0
17	2000.0	500.0	67	19500.0	500.0
18	2500.0	500.0	68	20000.0	500.0
19	3000.0	500.0	69	20500.0	500.0
20	3500.0	250.0	70	21000.0	500.0
21	3750.0	250.0	71	21500.0	500.0
22	4000.0	250.0	72	22000.0	500.0
23	4250.0	250.0	73	22500.0	500.0
24	4500.0	500.0	74	23000.0	500.0
25	5000.0	500.0	75	23500.0	500.0
26	5500.0	500.0	76	24000.0	500.0
27	6000.0	500.0	77	24500.0	500.0
28	6500.0	250.0	78	25000.0	500.0
29	6750.0	250.0	79	25500.0	500.0
30	7000.0	500.0	80	26000.0	500.0
31	7500.0	250.0	81	26500.0	500.0
32	7750.0	250.0	82	27000.0	500.0
33	8000.0	500.0	83	27500.0	500.0
34	8500.0	500.0	84	28000.0	500.0
35	9000.0	125.0	85	28500.0	500.0
36	9125.0	125.0	86	29000.0	500.0
37	9250.0	125.0	87	29500.0	500.0

\*

C.F.E. GEOTERMIA

\*

Node	LOCATION	SPACING	Node	LOCATION	SPACING
38	9375.0	125.0	88	30000.0	750.0
39	9500.0	500.0	89	30750.0	1125.0
40	10000.0	125.0	90	31875.0	1687.5
41	10125.0	125.0	91	33562.5	2531.2
42	10250.0	125.0	92	36093.7	3796.9
43	10375.0	125.0	93	39890.6	5695.3
44	10500.0	500.0	94	45585.9	8543.0
45	11000.0	500.0	95	54128.9	12814.5
46	11500.0	500.0	96	66943.4	19221.7
47	12000.0	500.0	97	86165.0	28832.5
48	12500.0	500.0	98	114997.6	43248.8
49	13000.0	500.0	99	158246.3	64873.2
50	13500.0	500.0	100	223119.5	

NODES IN Z DIRECTION 40 VALUES			5 ELEMENTS IN AIR		
Node	LOCATION	SPACING	Node	LOCATION	SPACING
1	-6814.1	2433.1	21	-1043.3	60.3
2	-4381.0	1216.6	22	-983.0	60.3
3	-3164.5	608.3	23	-922.8	60.3
4	-2556.2	304.1	24	-862.5	35.1
5	-2252.1	152.1	25	-827.4	57.4
6	-2100.0	30.0	26	-770.0	96.2
7	-2070.0	70.0	27	-673.8	96.2
8	-2000.0	66.7	28	-577.6	166.3
9	-1933.3	66.7	29	-411.4	166.3
10	-1866.7	66.7	30	-245.1	267.6
11	-1800.0	23.1	31	22.5	382.3
12	-1776.9	77.2	32	404.8	512.1
13	-1699.8	77.2	33	916.9	695.3
14	-1622.6	77.2	34	1612.2	979.4
15	-1545.5	145.5	35	2591.6	1450.0
16	-1400.0	61.5	36	4041.6	2191.5
17	-1338.5	52.7	37	6233.2	3306.9
18	-1285.7	80.8	38	9540.1	5684.2
19	-1204.9	80.8	39	15224.3	17052.7
20	-1124.1	80.8	40	32277.0	

BACKGROUND VALUES  
 RESISTIVITY: 50.000  
 BODY IS 2-DIMENSIONAL

BODY 1, 10 VERTICES  
 RESISTIVITY: 200.000



BODY IS 2-DIMENSIONAL

V No.	X-LOC	Z-LOC	V No.	X-LOC	Z-LOC
1	7750.00	-800.0	6	16750.00	-2000.0
2	9250.00	-800.0	7	16350.00	-2000.0
3	10600.00	-950.0	8	15850.00	-2100.0
4	15750.00	-1650.0	9	15300.00	-2100.0
5	18400.00	-1400.0	10	11400.00	-1200.0

BODY 2, 17 VERTICES  
RESISTIVITY: 30.000  
BODY IS 2-DIMENSIONAL

V No.	X-LOC	Z-LOC	V No.	X-LOC	Z-LOC
1	3400.00	-870.0	10	21200.00	-1200.0
2	4750.00	-100.0	11	18400.00	-1400.0
3	6000.00	-300.0	12	15750.00	-1650.0
4	9250.00	-600.0	13	10600.00	-950.0
5	10600.00	-750.0	14	9250.00	-800.0
6	15750.00	-1200.0	15	7750.00	-800.0
7	18400.00	-1100.0	16	6000.00	-770.0
8	21600.00	-1000.0	17	5000.00	-850.0
9	21700.00	-1200.0			

BODY 3, 11 VERTICES  
RESISTIVITY: 5.000  
BODY IS 2-DIMENSIONAL

V No.	X-LOC	Z-LOC	V No.	X-LOC	Z-LOC
1	4750.00	-100.0	7	18400.00	-1100.0
2	5000.00	100.0	8	15750.00	-1200.0
3	6000.00	100.0	9	10600.00	-750.0
4	9250.00	-150.0	10	9250.00	-600.0
5	10600.00	-400.0	11	6000.00	-300.0
6	18400.00	-500.0			

BODY 4, 13 VERTICES  
RESISTIVITY: 500.000  
BODY IS 2-DIMENSIONAL

V No.	X-LOC	Z-LOC	V No.	X-LOC	Z-LOC
1	-10000.00	-800.0	8	5000.00	100.0
2	600.00	-800.0	9	6000.00	100.0
3	2000.00	-1040.0	10	9250.00	-150.0

\*

C.F.E. GEOTHERMIA

\*

V No.	X-LOC	Z-LOC	V No.	X-LOC	Z-LOC
4	2550.00	-980.0	11	10600.00	1600.0
5	3000.00	-1020.0	12	10600.00	12000.0
6	3400.00	-870.0	13	-10000.00	12000.0
7	4750.00	-100.0			

BODY 5, 17 VERTICES  
 RESISTIVITY: 1000.000  
 BODY IS 2-DIMENSIONAL

V No.	X-LOC	Z-LOC	V No.	X-LOC	Z-LOC
1	40000.00	-2000.0	10	22150.00	-1400.0
2	28000.00	-2000.0	11	22000.00	-1400.0
3	27150.00	-1900.0	12	21700.00	-1200.0
4	24850.00	-1600.0	13	21600.00	-1000.0
5	24750.00	-1500.0	14	21250.00	-500.0
6	24300.00	-1400.0	15	18400.00	2500.0
7	23850.00	-1400.0	16	18400.00	12000.0
8	23150.00	-1070.0	17	40000.00	12000.0
9	22700.00	-1070.0			

BODY 6, 4 VERTICES  
 RESISTIVITY: 2.000  
 BODY IS 2-DIMENSIONAL

V No.	X-LOC	Z-LOC	V No.	X-LOC	Z-LOC
1	15300.00	2500.0	3	18400.00	12000.0
2	18400.00	-500.0	4	15300.00	12000.0

BODY 7, 7 VERTICES  
 RESISTIVITY: 20.000  
 BODY IS 2-DIMENSIONAL

V No.	X-LOC	Z-LOC	V No.	X-LOC	Z-LOC
1	-10000.00	12000.0	5	318500.00	302000.0
2	40000.00	12000.0	6	INFINITY	302000.0
3	-10000.00	12000.0	7	INFINITY	12000.0
4	318500.00	12000.0			

BODY 8, 4 VERTICES  
 RESISTIVITY: 100.000  
 BODY IS 2-DIMENSIONAL

V No.	X-LOC	Z-LOC	V No.	X-LOC	Z-LOC

\*

\*

1	18400.00	-1100.0	3	21250.00	-500.0
2	18400.00	-500.0	4	21600.00	-1000.0

\*

C.F.E. GEOTHERMIA

\*

DATA SET: CESWNE18

CLIENT: COMISION FEDERAL ELECTRICIDAD                      DATE: 30/06/94  
 LOCATION: POZO CEBORUCO (CB-1)                                LINE: SW-NE  
 COUNTY: AHUACATLAN, NAY.                                      AZIMUTH:  
 PROJECT: EL CEBORUCO, NAY.                                    EQUIPMENT: EMI  
 UNITS: m

MT data: both E- and H-parallel modes

CPU TIME USED: 1:20:24.93

NODES IN X DIRECTION 100 VALUES					
Node	LOCATION	SPACING	Node	LOCATION	SPACING
1	-193119.5	64873.2	51	14000.0	500.0
2	-128246.3	43248.8	52	14500.0	500.0
3	-84997.6	28832.5	53	15000.0	500.0
4	-56165.0	19221.7	54	15500.0	500.0
5	-36943.4	12814.5	55	16000.0	500.0
6	-24128.9	8543.0	56	16500.0	500.0
7	-15585.9	5695.3	57	17000.0	500.0
8	-9890.6	3796.9	58	17500.0	500.0
9	-6093.7	2531.2	59	18000.0	100.0
10	-3562.5	1687.5	60	18100.0	100.0
11	-1875.0	1125.0	61	18200.0	100.0
12	-750.0	750.0	62	18300.0	100.0
13	0.0	500.0	63	18400.0	100.0
14	500.0	500.0	64	18500.0	250.0
15	1000.0	500.0	65	18750.0	250.0
16	1500.0	500.0	66	19000.0	500.0
17	2000.0	500.0	67	19500.0	500.0
18	2500.0	500.0	68	20000.0	500.0
19	3000.0	500.0	69	20500.0	500.0
20	3500.0	250.0	70	21000.0	500.0
21	3750.0	250.0	71	21500.0	500.0
22	4000.0	250.0	72	22000.0	500.0
23	4250.0	250.0	73	22500.0	500.0
24	4500.0	500.0	74	23000.0	500.0
25	5000.0	500.0	75	23500.0	500.0
26	5500.0	500.0	76	24000.0	500.0
27	6000.0	500.0	77	24500.0	500.0
28	6500.0	250.0	78	25000.0	500.0
29	6750.0	250.0	79	25500.0	500.0
30	7000.0	500.0	80	26000.0	500.0
31	7500.0	250.0	81	26500.0	500.0

\*

C.F.E. GEOTERMIA

\*

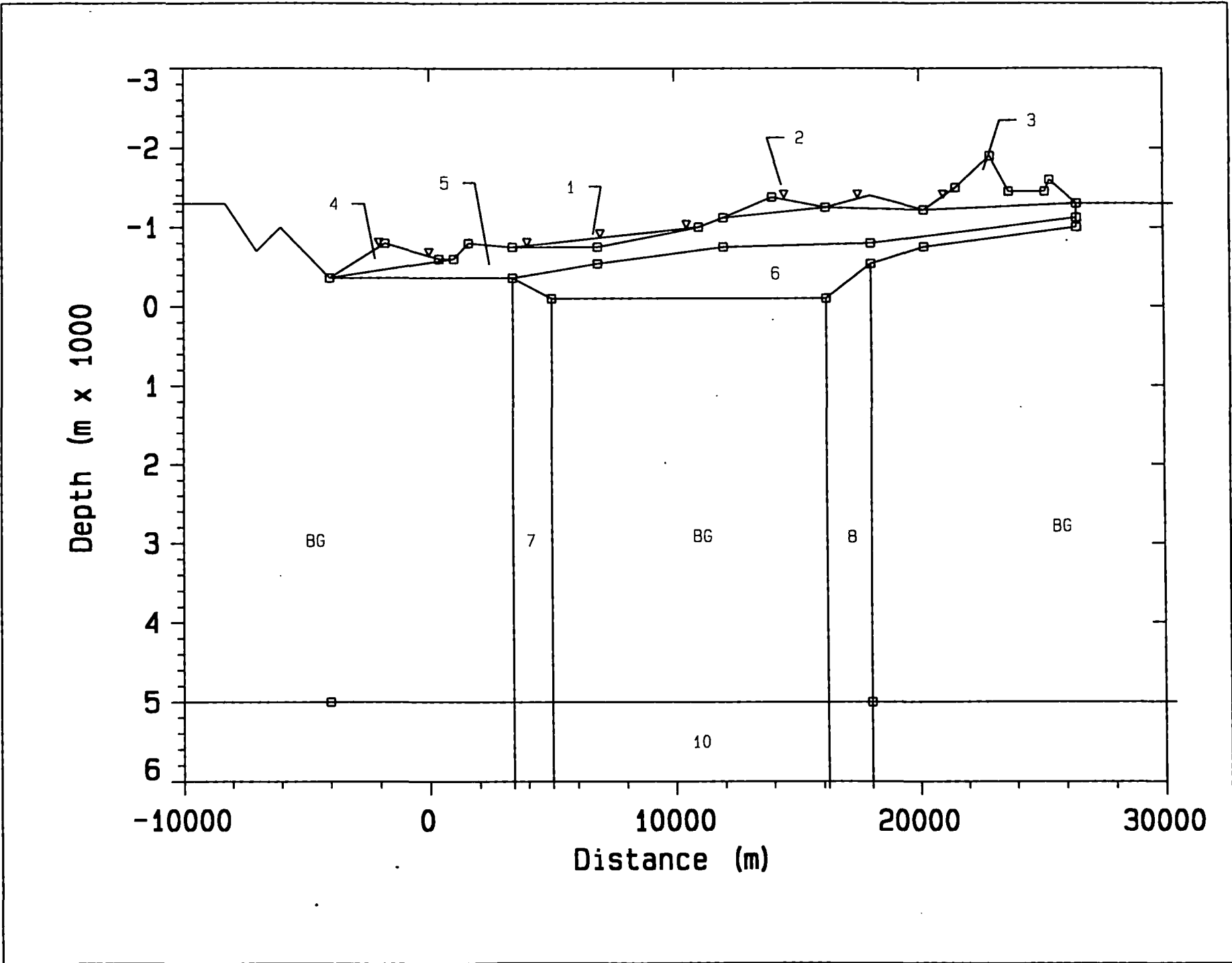
Node	LOCATION	SPACING	Node	LOCATION	SPACING
32	7750.0	250.0	82	27000.0	500.0
33	8000.0	500.0	83	27500.0	500.0
34	8500.0	500.0	84	28000.0	500.0
35	9000.0	125.0	85	28500.0	500.0
36	9125.0	125.0	86	29000.0	500.0
37	9250.0	125.0	87	29500.0	500.0
38	9375.0	125.0	88	30000.0	750.0
39	9500.0	500.0	89	30750.0	1125.0
40	10000.0	125.0	90	31875.0	1687.5
41	10125.0	125.0	91	33562.5	2531.2
42	10250.0	125.0	92	36093.7	3796.9
43	10375.0	125.0	93	39890.6	5695.3
44	10500.0	500.0	94	45585.9	8543.0
45	11000.0	500.0	95	54128.9	12814.5
46	11500.0	500.0	96	66943.4	19221.7
47	12000.0	500.0	97	86165.0	28832.5
48	12500.0	500.0	98	114997.6	43248.8
49	13000.0	500.0	99	158246.3	64873.2
50	13500.0	500.0	100	223119.5	

NODES IN Z DIRECTION 40 VALUES			5 ELEMENTS IN AIR		
Node	LOCATION	SPACING	Node	LOCATION	SPACING
1	-6814.1	2433.1	21	-1043.3	60.3
2	-4381.0	1216.6	22	-983.0	60.3
3	-3164.5	608.3	23	-922.8	60.3
4	-2556.2	304.1	24	-862.5	35.1
5	-2252.1	152.1	25	-827.4	57.4
6	-2100.0	30.0	26	-770.0	96.2
7	-2070.0	70.0	27	-673.8	96.2
8	-2000.0	66.7	28	-577.6	166.3
9	-1933.3	66.7	29	-411.4	166.3
10	-1866.7	66.7	30	-245.1	267.6
11	-1800.0	23.1	31	22.5	382.3
12	-1776.9	77.2	32	404.8	512.1
13	-1699.8	77.2	33	916.9	695.3
14	-1622.6	77.2	34	1612.2	979.4
15	-1545.5	145.5	35	2591.6	1450.0
16	-1400.0	61.5	36	4041.6	2191.5
17	-1338.5	52.7	37	6233.2	3306.9
18	-1285.7	80.8	38	9540.1	5684.2
19	-1204.9	80.8	39	15224.3	17052.7
20	-1124.1	80.8	40	32277.0	

\*

C.F.E. GEOTHERMIA

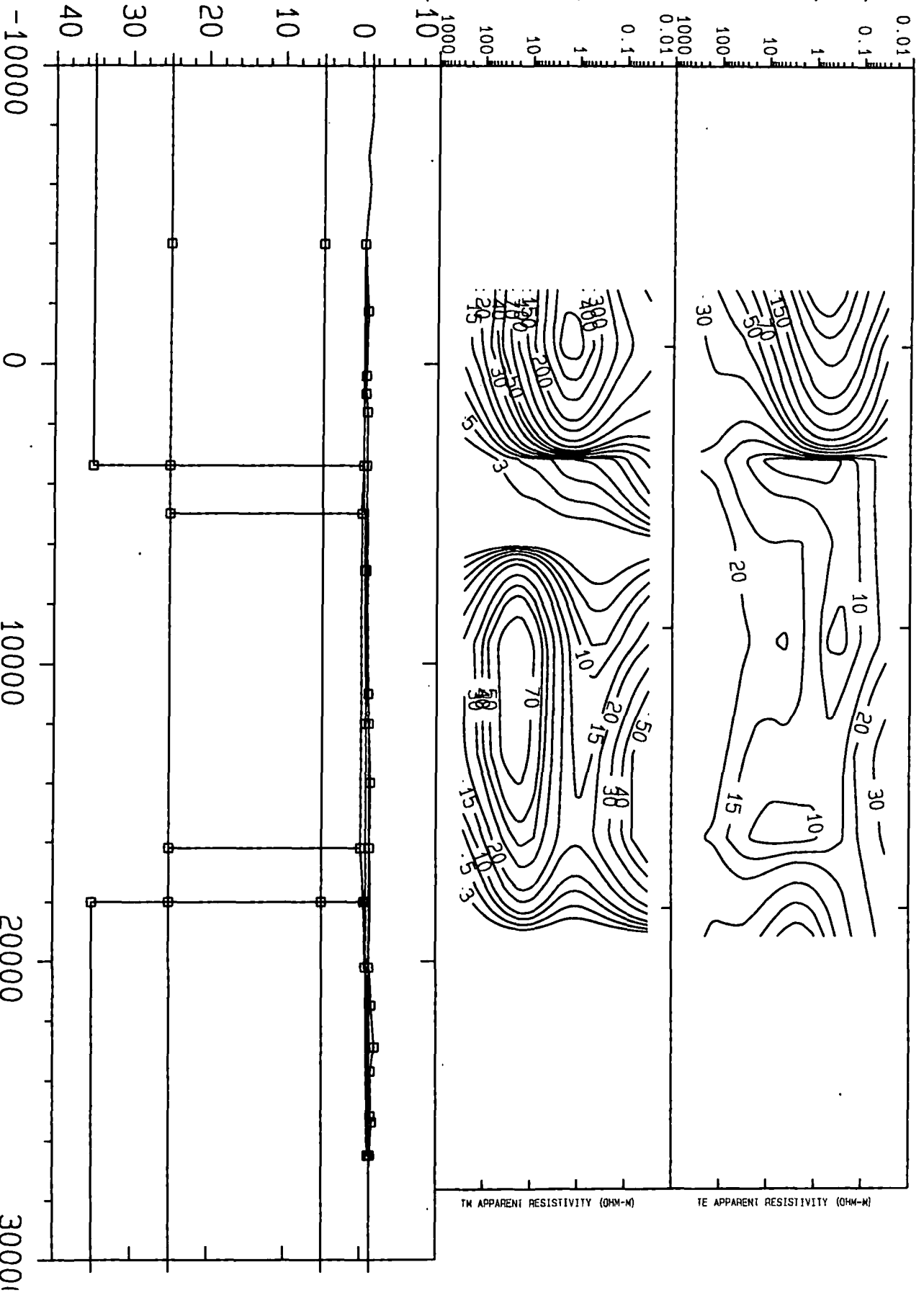
\*



Depth (m x 1000)

PERIOD (sec)

PERIOD (sec)



TM APPARENT RESISTIVITY (OHM-M)

TE APPARENT RESISTIVITY (OHM-M)

Distance (m)

DATA SET: CB2-CB3R

CLIENT: COMISION FEDERAL ELECTRICIDAD                      DATE: 16/11/94  
 LOCATION: AMADO NERVO-LAS GUASIMAS                      LINE: 2-2'  
 COUNTY: NAYARIT, MEX.                                      AZIMUTH:  
 PROJECT: EL CEBORUCO, NAY.                                  EQUIPMENT:  
 UNITS: m

MT data: both E- and H-parallel modes

CPU TIME USED: 0:28:14.62

APPARENT RESISTIVITY (OHM-M) : Ex Mode

STATION	ELEVATION	PERIOD (SEC) -----							
		262.	131.	65.5	32.7	16.3	8.19	4.09	2.04
1 -2000.	-751.1	30.2	39.2	45.2	55.0	80.8	137.	251.	433.
2 0.000	-637.2	27.8	33.7	35.2	37.6	47.9	72.7	125.	218.
3 4000.	-769.7	19.4	18.0	13.8	10.2	7.99	6.57	5.73	5.42
4 7000.	-868.4	23.7	25.1	21.7	17.9	15.7	15.0	15.3	15.2
5 10500.	-983.5	25.0	27.5	24.8	21.1	19.4	19.8	20.6	17.4
6 14500.	-1350.	23.2	23.6	19.6	15.5	13.2	12.5	13.2	12.9
7 17500.	-1358.	20.5	19.2	14.9	11.2	9.07	7.94	7.63	8.08
8 21000.	-1392.	27.6	32.2	32.0	32.0	36.5	44.7	53.3	57.8

APPARENT RESISTIVITY (OHM-M) : Ex Mode

STATION	ELEVATION	PERIOD (SEC) -----						
		1.02	.512	.256	.128	.0640	.0320	
1 -2000.	-751.1	594.	629.	529.	381.	261.	182.	
2 0.000	-637.2	320.	369.	330.	236.	143.	77.5	
3 4000.	-769.7	5.56	6.18	7.57	10.1	13.9	18.2	
4 7000.	-868.4	13.5	10.7	8.58	9.40	13.5	19.0	
5 10500.	-983.5	11.3	7.18	6.61	8.84	12.4	16.2	
6 14500.	-1350.	11.1	10.9	14.0	20.9	29.1	36.3	
7 17500.	-1358.	9.27	11.3	14.5	19.3	25.6	31.3	
8 21000.	-1392.	51.1	37.7	25.4	18.2	17.6	23.0	

IMPEDANCE PHASE (deg) : Ex Mode

STATION	ELEVATION	PERIOD (SEC) -----							
		262.	131.	65.5	32.7	16.3	8.19	4.09	2.04
1 -2000.	-751.1	65.7	61.9	61.1	65.7	71.8	75.5	74.5	67.3
2 0.000	-637.2	62.1	56.7	54.7	58.5	65.2	70.9	72.7	68.1
3 4000.	-769.7	47.7	38.1	32.3	31.4	33.0	35.8	39.7	44.3
4 7000.	-868.4	54.1	45.3	39.3	38.3	40.1	42.3	42.9	40.7

\*

C.F.E. GEOTERMIA

\*



IMPEDANCE PHASE (deg) : Ex Mode

STATION	ELEVATION	PERIOD (SEC)								
		262.	131.	65.5	32.7	16.3	8.19	4.09	2.04	
5	10500.	-983.5	55.9	47.5	41.4	40.2	41.8	42.5	38.5	30.9
6	14500.	-1350.	52.4	43.3	37.4	36.7	39.3	43.1	44.5	42.7
7	17500.	-1358.	48.6	39.2	33.7	33.5	36.3	40.5	45.5	50.4
8	21000.	-1392.	59.7	53.1	49.5	50.8	53.2	53.0	49.5	42.7

IMPEDANCE PHASE (deg) : Ex Mode

STATION	ELEVATION	PERIOD (SEC)								
		1.02	.512	.256	.128	.0640	.0320			
1	-2000.	-751.1	55.7	43.7	33.5	27.1	24.8	24.1		
2	0.000	-637.2	58.0	45.6	32.9	22.1	14.3	10.1		
3	4000.	-769.7	49.0	53.7	57.9	60.1	58.7	53.5		
4	7000.	-868.4	37.6	37.3	44.1	55.2	60.8	59.8		
5	10500.	-983.5	27.3	34.2	48.5	57.8	59.5	58.8		
6	14500.	-1350.	44.6	52.5	60.4	62.5	59.5	54.8		
7	17500.	-1358.	54.5	57.6	59.7	59.8	57.4	52.3		
8	21000.	-1392.	34.6	29.5	29.5	36.7	47.9	54.8		

APPARENT RESISTIVITY (OHM-M) : Hx Mode

STATION	ELEVATION	PERIOD (SEC)								
		262.	131.	65.5	32.7	16.3	8.19	4.09	2.04	
1	-2000.	-751.1	10.6	16.4	29.0	53.8	100.	187.	330.	467.
2	0.000	-637.2	12.0	18.4	32.4	59.9	111.	208.	374.	558.
3	4000.	-769.7	.861	1.42	2.46	3.99	5.18	5.71	7.25	9.42
4	7000.	-868.4	.00007	.00003	.00001	.00002	.00000	.00000	.00000	.00000
5	10500.	-983.5	20.8	32.8	55.5	85.5	97.9	69.4	38.3	19.5
6	14500.	-1350.	19.0	30.2	51.0	78.1	88.0	61.9	34.7	19.2
7	17500.	-1358.	6.10	10.6	19.1	32.1	43.6	39.6	26.7	17.8
8	21000.	-1392.	6.	E-1.	E-2.	E-.000003.	E-1.	E-3.	E-8.	E-15

APPARENT RESISTIVITY (OHM-M) : Hx Mode

STATION	ELEVATION	PERIOD (SEC)								
		1.02	.512	.256	.128	.0640	.0320			
1	-2000.	-751.1	437.	300.	193.	133.	108.	95.8		
2	0.000	-637.2	565.	408.	269.	187.	148.	118.		
3	4000.	-769.7	10.0	10.3	12.3	16.6	23.6	33.3		
4	7000.	-868.4	.00000	.00000	.00000	.000008.	E-4.	E-10		
5	10500.	-983.5	10.6	7.26	7.32	10.0	14.1	18.7		
6	14500.	-1350.	13.6	14.9	22.4	35.5	51.1	67.6		
7	17500.	-1358.	15.6	18.8	26.2	37.2	51.3	65.8		
8	21000.	-1392.	3.	E-.000006.	E-3.	E-1.	E-7.	E-11		

\*

C.F.E. GEOTHERMIA

\*

IMPEDANCE PHASE (deg): Hx Mode

STATION	ELEVATION	PERIOD (SEC)							
		262.	131.	65.5	32.7	16.3	8.19	4.09	2.04
1 -2000.	-751.1	59.7	71.0	77.3	79.2	81.1	76.7	68.3	53.4
2 0.000	-637.2	59.0	70.4	77.0	79.2	81.4	77.7	70.3	56.4
3 4000.	-769.7	61.7	69.8	71.0	66.6	60.5	58.4	59.5	56.3
4 7000.	-868.4	.0170	.0327	.0595	.0566	179.	.0879	.0461	179.
5 10500.	-983.5	56.6	64.8	64.1	55.3	39.3	23.2	14.8	14.1
6 14500.	-1350.	57.1	65.1	64.3	55.5	40.1	25.8	20.5	25.4
7 17500.	-1358.	69.4	73.6	72.3	65.0	52.1	38.1	31.6	35.9
8 21000.	-1392.	90.0	90.0	90.0	179.	90.0	90.0	90.0	90.0

IMPEDANCE PHASE (deg): Hx Mode

STATION	ELEVATION	PERIOD (SEC)						
		1.02	.512	.256	.128	.0640	.0320	
1 -2000.	-751.1	37.4	27.9	25.9	29.2	34.3	37.8	
2 0.000	-637.2	40.2	29.6	26.1	27.5	29.8	29.3	
3 4000.	-769.7	52.8	55.0	59.8	63.7	65.4	65.5	
4 7000.	-868.4	179.	.570	1.10	2.12	3.92	6.73	
5 10500.	-983.5	21.0	34.4	49.8	59.0	61.5	62.4	
6 14500.	-1350.	39.2	54.9	64.4	66.1	64.1	61.4	
7 17500.	-1358.	47.0	56.8	61.7	62.8	61.4	58.0	
8 21000.	-1392.	90.0	179.	179.	179.	179.	178.	

TOPOGRAPHY: 21 VERTICES.

Point #	Distance	Elevation	Point #	Distance	Elevation
1	-8300.0	1300.0	12	14000.0	1380.0
2	-7000.0	700.0	13	16200.0	1250.0
3	-6000.0	1000.0	14	18000.0	1400.0
4	-4000.0	360.0	15	20200.0	1220.0
5	-1750.0	800.0	16	21500.0	1500.0
6	400.0	600.0	17	22900.0	1900.0
7	1000.0	600.0	18	23700.0	1450.0
8	1600.0	800.0	19	25200.0	1450.0
9	3400.0	750.0	20	25400.0	1600.0
10	11000.0	1000.0	21	26500.0	1300.0
11	12000.0	1120.0			

NODES IN X DIRECTION 105 VALUES

Node	LOCATION	SPACING	Node	LOCATION	SPACING
1	-5868500.0	4687500.0	54	7875.0	437.5
2	-1181000.0	937500.0	55	8312.5	437.5

\*

C.F.E. GEOTHERMIA

\*

Node	LOCATION	SPACING	Node	LOCATION	SPACING
3	-243500.0	187500.0	56	8750.0	583.3
4	-56000.0	37500.0	57	9333.3	583.3
5	-18500.0	7500.0	58	9916.7	583.3
6	-11000.0	1500.0	59	10500.0	666.7
7	-9500.0	1500.0	60	11166.7	666.7
8	-8000.0	1500.0	61	11833.3	666.7
9	-6500.0	1500.0	62	12500.0	666.7
10	-5000.0	1500.0	63	13166.7	666.7
11	-3500.0	500.0	64	13833.3	666.7
12	-3000.0	500.0	65	14500.0	750.0
13	-2500.0	500.0	66	15250.0	375.0
14	-2000.0	1000.0	67	15625.0	187.5
15	-1000.0	1000.0	68	15812.5	187.5
16	0.0	666.7	69	16000.0	187.5
17	666.7	666.7	70	16187.5	93.7
18	1333.3	666.7	71	16281.2	93.7
19	2000.0	500.0	72	16375.0	125.0
20	2500.0	250.0	73	16500.0	125.0
21	2750.0	250.0	74	16625.0	125.0
22	3000.0	125.0	75	16750.0	187.5
23	3125.0	125.0	76	16937.5	187.5
24	3250.0	62.5	77	17125.0	375.0
25	3312.5	31.2	78	17500.0	218.7
26	3343.7	31.2	79	17718.7	109.4
27	3375.0	15.6	80	17828.1	54.7
28	3390.6	7.8	81	17882.8	54.7
29	3398.4	7.8	82	17937.5	27.3
30	3406.2	15.6	83	17964.8	27.3
31	3421.9	15.6	84	17992.2	13.7
32	3437.5	31.2	85	18005.9	13.7
33	3468.7	31.2	86	18019.5	27.3
34	3500.0	62.5	87	18046.9	54.7
35	3562.5	62.5	88	18101.6	54.7
36	3625.0	125.0	89	18156.2	109.4
37	3750.0	250.0	90	18265.6	109.4
38	4000.0	166.7	91	18375.0	218.7
39	4166.7	166.7	92	18593.7	218.7
40	4333.3	166.7	93	18812.5	437.5
41	4500.0	125.0	94	19250.0	875.0
42	4625.0	125.0	95	20125.0	875.0
43	4750.0	125.0	96	21000.0	875.0
44	4875.0	125.0	97	21875.0	875.0
45	5000.0	166.7	98	22750.0	875.0
46	5166.7	166.7	99	23625.0	875.0
47	5333.3	166.7	100	24500.0	4375.0
48	5500.0	375.0	101	28875.0	21875.0

\*

C.F.E. GEOTHERMIA

\*

Node	LOCATION	SPACING	Node	LOCATION	SPACING
49	5875.0	375.0	102	50750.0	109375.0
50	6250.0	750.0	103	160125.0	546875.0
51	7000.0	291.7	104	707000.0	2734375.0
52	7291.7	291.7	105	3441375.0	
53	7583.3	291			

NODES IN Z DIRECTION 53 VALUES			3 ELEMENTS IN AIR		
Node	LOCATION	SPACING	Node	LOCATION	SPACING
1	-8828.6	4796.7	28	704.1	166.3
2	-4031.9	1598.9	29	870.4	223.4
3	-2433.0	533.0	30	1093.8	223.4
4	-1900.0	266.5	31	1317.2	300.0
5	-1633.5	266.5	32	1617.2	300.0
6	-1367.0	127.8	33	1917.2	402.9
7	-1239.2	127.8	34	2320.0	402.9
8	-1111.4	127.8	35	2722.9	541.0
9	-983.6	115.1	36	3263.9	541.0
10	-868.4	108.0	37	3804.8	726.4
11	-760.4	123.2	38	4531.2	468.8
12	-637.2	138.6	39	5000.0	931.1
13	-498.6	138.6	40	5931.1	931.1
14	-360.0	125.0	41	6862.3	1248.7
15	-235.0	62.5	42	8111.0	1248.7
16	-172.5	31.2	43	9359.7	1674.6
17	-141.3	15.6	44	11034.3	1674.6
18	-125.6	15.6	45	12708.9	2245.7
19	-110.0	10.0	46	14954.6	2245.7
20	-100.0	30.0	47	17200.3	3011.5
21	-70.0	90.1	48	20211.8	3011.5
22	20.1	90.1	49	23223.4	1776.6
23	110.2	90.1	50	25000.0	4341.5
24	200.3	90.1	51	29341.5	5658.5
25	290.4	123.7	52	35000.0	8393.9
26	414.2	123.7	53	43393.9	
27	537.9	166			

BACKGROUND VALUES  
 RESISTIVITY: 1000.000  
 BODY IS 2-DIMENSIONAL

BODY 1, 3 VERTICES  
 RESISTIVITY: 150.000  
 BODY IS 2-DIMENSIONAL

V No.	X-LOC	Z-LOC
1	3400.00	-750.0
2	11000.00	-1000.0

BODY 2, 3 VERTICES  
 RESISTIVITY: 300.000  
 BODY IS 2-DIMENSIONAL

V No.	X-LOC	Z-LOC
3	6900.00	-750.0

V No.	X-LOC	Z-LOC
1	16200.00	-1250.0
2	14000.00	-1380.0

BODY 3, 7 VERTICES  
 RESISTIVITY: 150.000  
 BODY IS 2-DIMENSIONAL

V No.	X-LOC	Z-LOC
3	12000.00	-1120.0

V No.	X-LOC	Z-LOC
1	20200.00	-1220.0
2	21500.00	-1500.0
3	22900.00	-1900.0
4	23700.00	-1450.0

BODY 4, 4 VERTICES  
 RESISTIVITY: 150.000  
 BODY IS 2-DIMENSIONAL

V No.	X-LOC	Z-LOC
5	25200.00	-1450.0
6	25400.00	-1600.0
7	26500.00	-1300.0

V No.	X-LOC	Z-LOC
1	-4000.00	-360.0
2	-1750.00	-800.0

BODY 5, 15 VERTICES  
 RESISTIVITY: 30.000  
 BODY IS 2-DIMENSIONAL

V No.	X-LOC	Z-LOC
3	400.00	-600.0
4	1000.00	-600.0

V No.	X-LOC	Z-LOC
1	1000.00	-600.0
2	1600.00	-800.0
3	3400.00	-750.0
4	6900.00	-750.0
5	11000.00	-1000.0
6	12000.00	-1120.0
7	16200.00	-1250.0

V No.	X-LOC	Z-LOC
9	26500.00	-1300.0
10	26500.00	-1120.0
11	18000.00	-800.0
12	12000.00	-750.0
13	6900.00	-540.0
14	3400.00	-360.0
15	-4000.00	-360.0

\*

\*

V No.	X-LOC	Z-LOC
8	20200.00	-1220.0

BODY 6, 10 VERTICES  
 RESISTIVITY: 5.000  
 BODY IS 2-DIMENSIONAL

V No.	X-LOC	Z-LOC
1	3400.00	-360.0
2	6900.00	-540.0
3	12000.00	-750.0
4	18000.00	-800.0
5	26500.00	-1120.0

BODY 7, 4 VERTICES  
 RESISTIVITY: 1.500  
 BODY IS 2-DIMENSIONAL

V No.	X-LOC	Z-LOC
1	5000.00	25000.0
2	5000.00	-100.0

BODY 8, 4 VERTICES  
 RESISTIVITY: 1.500  
 BODY IS 2-DIMENSIONAL

V No.	X-LOC	Z-LOC
1	18000.00	25000.0
2	18000.00	-540.0

BODY 9, 8 VERTICES  
 RESISTIVITY: 1.500  
 BODY IS 2-DIMENSIONAL

V No.	X-LOC	Z-LOC
1	-45000.00	70000.0
2	-45000.00	35000.0
3	3400.00	35000.0
4	3400.00	25000.0

BODY 10, 6 VERTICES  
 RESISTIVITY: 20000.000  
 BODY IS 2-DIMENSIONAL

V No.	X-LOC	Z-LOC
-------	-------	-------

V No.	X-LOC	Z-LOC
6	26500.00	-1000.0
7	20200.00	-750.0
8	18000.00	-540.0
9	16200.00	-100.0
10	5000.00	-100.0

V No.	X-LOC	Z-LOC
3	3400.00	-360.0
4	3400.00	25000.0

V No.	X-LOC	Z-LOC
3	16200.00	-100.0
4	16200.00	25000.0

V No.	X-LOC	Z-LOC
5	18000.00	25000.0
6	18000.00	35000.0
7	60000.00	35000.0
8	60000.00	70000.0

\*

\*

V No.	X-LOC	Z-LOC	V No.	X-LOC	Z-LOC
1	-4000.00	5000.0	4	374500.00	418000.0
2	18000.00	5000.0	5	INFINITY	418000.0
3	374500.00	5000.0	6	INFINITY	5000.0

BODY 11, 6 VERTICES  
RESISTIVITY: 1000.000  
BODY IS 2-DIMENSIONAL

V No.	X-LOC	Z-LOC	V No.	X-LOC	Z-LOC
1	-4000.00	25000.0	4	374500.00	418000.0
2	18000.00	25000.0	5	INFINITY	418000.0
3	374500.00	25000.0	6	INFINITY	25000.0

\*

C.F.E. GEOTHERMIA

\*

DATA SET: CB2-CB3R

CLIENT: COMISION FEDERAL ELECTRICIDAD  
 LOCATION: AMADO NERVO-LAS GUASIMAS  
 COUNTY: NAYARIT, MEX.  
 PROJECT: EL CEBORUCO, NAY.  
 UNITS: m

DATE: 16/11/94  
 LINE: 2-2'  
 AZIMUTH:  
 EQUIPMENT:

MT data: both E- and H-parallel modes

CPU TIME USED: 0:28:14.62

NODES IN X DIRECTION 105 VALUES

Node	LOCATION	SPACING	Node	LOCATION	SPACING
1	-5868500.0	4687500.0	54	7875.0	437.5
2	-1181000.0	937500.0	55	8312.5	437.5
3	-243500.0	187500.0	56	8750.0	583.3
4	-56000.0	37500.0	57	9333.3	583.3
5	-18500.0	7500.0	58	9916.7	583.3
6	-11000.0	1500.0	59	10500.0	666.7
7	-9500.0	1500.0	60	11166.7	666.7
8	-8000.0	1500.0	61	11833.3	666.7
9	-6500.0	1500.0	62	12500.0	666.7
10	-5000.0	1500.0	63	13166.7	666.7
11	-3500.0	500.0	64	13833.3	666.7
12	-3000.0	500.0	65	14500.0	750.0
13	-2500.0	500.0	66	15250.0	375.0
14	-2000.0	1000.0	67	15625.0	187.5
15	-1000.0	1000.0	68	15812.5	187.5
16	0.0	666.7	69	16000.0	187.5
17	666.7	666.7	70	16187.5	93.7
18	1333.3	666.7	71	16281.2	93.7
19	2000.0	500.0	72	16375.0	125.0
20	2500.0	250.0	73	16500.0	125.0
21	2750.0	250.0	74	16625.0	125.0
22	3000.0	125.0	75	16750.0	187.5
23	3125.0	125.0	76	16937.5	187.5
24	3250.0	62.5	77	17125.0	375.0
25	3312.5	31.2	78	17500.0	218.7
26	3343.7	31.2	79	17718.7	109.4
27	3375.0	15.6	80	17828.1	54.7
28	3390.6	7.8	81	17882.8	54.7
29	3398.4	7.8	82	17937.5	27.3
30	3406.2	15.6	83	17964.8	27.3
31	3421.9	15.6	84	17992.2	13.7

\*

C.F.E. GEOTERMIA

\*



Node	LOCATION	SPACING	Node	LOCATION	SPACING
32	3437.5	31.2	85	18005.9	13.7
33	3468.7	31.2	86	18019.5	27.3
34	3500.0	62.5	87	18046.9	54.7
35	3562.5	62.5	88	18101.6	54.7
36	3625.0	125.0	89	18156.2	109.4
37	3750.0	250.0	90	18265.6	109.4
38	4000.0	166.7	91	18375.0	218.7
39	4166.7	166.7	92	18593.7	218.7
40	4333.3	166.7	93	18812.5	437.5
41	4500.0	125.0	94	19250.0	875.0
42	4625.0	125.0	95	20125.0	875.0
43	4750.0	125.0	96	21000.0	875.0
44	4875.0	125.0	97	21875.0	875.0
45	5000.0	166.7	98	22750.0	875.0
46	5166.7	166.7	99	23625.0	875.0
47	5333.3	166.7	100	24500.0	4375.0
48	5500.0	375.0	101	28875.0	21875.0
49	5875.0	375.0	102	50750.0	109375.0
50	6250.0	750.0	103	160125.0	546875.0
51	7000.0	291.7	104	707000.0	2734375.0
52	7291.7	291.7	105	3441375.0	
53	7583.3	291			

NODES IN Z DIRECTION 53 VALUES			3 ELEMENTS IN AIR		
Node	LOCATION	SPACING	Node	LOCATION	SPACING
1	-8828.6	4796.7	28	704.1	166.3
2	-4031.9	1598.9	29	870.4	223.4
3	-2433.0	533.0	30	1093.8	223.4
4	-1900.0	266.5	31	1317.2	300.0
5	-1633.5	266.5	32	1617.2	300.0
6	-1367.0	127.8	33	1917.2	402.9
7	-1239.2	127.8	34	2320.0	402.9
8	-1111.4	127.8	35	2722.9	541.0
9	-983.6	115.1	36	3263.9	541.0
10	-868.4	108.0	37	3804.8	726.4
11	-760.4	123.2	38	4531.2	468.8
12	-637.2	138.6	39	5000.0	931.1
13	-498.6	138.6	40	5931.1	931.1
14	-360.0	125.0	41	6862.3	1248.7
15	-235.0	62.5	42	8111.0	1248.7
16	-172.5	31.2	43	9359.7	1674.6
17	-141.3	15.6	44	11034.3	1674.6
18	-125.6	15.6	45	12708.9	2245.7
19	-110.0	10.0	46	14954.6	2245.7
20	-100.0	30.0	47	17200.3	3011.5

\*

C.F.E. GEOTERMIA

\*

Node	LOCATION	SPACING	Node	LOCATION	SPACING
21	-70.0	90.1	48	20211.8	3011.5
22	20.1	90.1	49	23223.4	1776.6
23	110.2	90.1	50	25000.0	4341.5
24	200.3	90.1	51	29341.5	5658.5
25	290.4	123.7	52	35000.0	8393.9
26	414.2	123.7	53	43393.9	
27	537.9	166			

\*

C.F.E. GEOTHERMIA

\*