

( №3 異常帯 )

Class	Sample №	Ag contents(ppm)
A	A-1	35.4
	2	14.3
	4	9.8
	5	6.5
	6	13.4
	9	4.1
	10	5.9
	12	8.7
	13	5.9
	14	4.0
B	17	3.2
	A-11	1.8
	15	1.6
	16	1.5
	M-2	1.0

る性質の可能性もある。異常帯の構成要素はつぎのとおりである。

表のように、本異常帯を構成するのは11個のA級異常値(3.2~35.4ppm)でB級異常帯(1.0~1.8ppm)は4個に過ぎない。

№4異常帯：№2異常帯の北方延長部に相当する位置において、幅約10mで南北に約70m延長する、小規模かつ低品位の異常帯である。

K線上の3試料(K-8~10)が0.8ppm~3.0ppmを示し、この部分からD線40及び41を通り、J線の2,6及び7につながる異常帯であって、K線上の高異常

を示すほかはC級の弱い異常である。地質的な位置は、本異常帯の東側に大分布する流紋岩体と、西側に分布する、下盤の凝灰質礫岩の接触部付近の流紋岩側に主体がある。

№5異常帯：地区中央西端部のH線上の2点・H-1及び2のA級異常値(2.2~3.5ppm)よりなる小規模なものである。地質は凝灰質礫岩の所である。

以上のように、Agの地化学異常帯は、大局的に、地区中央部から東方にかけて大規模分布する流紋岩体の北限から西限をふちどるように分布する。そして地区南端部に位置する岩株状流紋岩中の特異な金・銀の挙動を除き、金の異常帯は地区東部に集中分布し、さらに東方に広がる傾向を示すのに対し、銀の異常帯はこれを取りまく周辺部に分布し、そこは、地質的に、流紋岩体とその下盤の凝灰質礫岩の境界部付近に相当する。

### 2-6-6 ボーリング調査による鉱化帯深部の状況

本年度実施の水平ボーリング3孔は、第3年次調査によって得られた金・銀地化学異常帯の下部状況の調査を目的としていた。

MJM-1号及び2号は調査地区南部の流紋岩分布域(標高2,307m)からN30°E及びN50°E方向に、またMJM-3号は地区北東端部(標高2,426m)からS35°E方向に計画された。

結果、MJM-1号及び2号の孔井地質は、孔口から約50mは流紋岩であるが、それ以後の大部分は流紋岩の基盤である閃緑岩及びその上に不整合でなる凝灰質礫岩・流紋岩質凝灰角礫岩などから構成されている。そしてMJM-2号孔では、基盤及び礫岩・凝灰角礫岩類を貫通して深度240m付近から僅かに流紋岩体に入っている状態が観察される。したがって、地区南端部の流紋岩体は、地区中央部から北東部にかけて広く分布する流紋岩本体とは別の岩体で、小岩株状



をなして孤立分布していることが判明した。一方、MJM-3号は、孔口から約20mの基盤及び礫岩部を通過した後は流紋岩本体の中を貫通している。

このような各孔から得られた岩芯には各種の鉍化変質作用が認められる。それらの状況はつぎのとおりである。

#### MJM-1号孔の状況(PL.21参照)

孔井の地質は、大略、孔口から60m付近まで緻密質流紋岩、その後凝灰質礫岩をはさんで約68m付近から122m付近まで、主として基盤の閃緑岩、それ以後206.10mまでは礫岩を主とし流紋岩質角礫岩、閃緑岩などが小部分を占める。206.10mから246.85mまで再び基盤の閃緑岩で占められるが、それ以後は、少量の基盤の閃緑岩、凝灰質礫岩をささむ角礫状流紋岩となる。

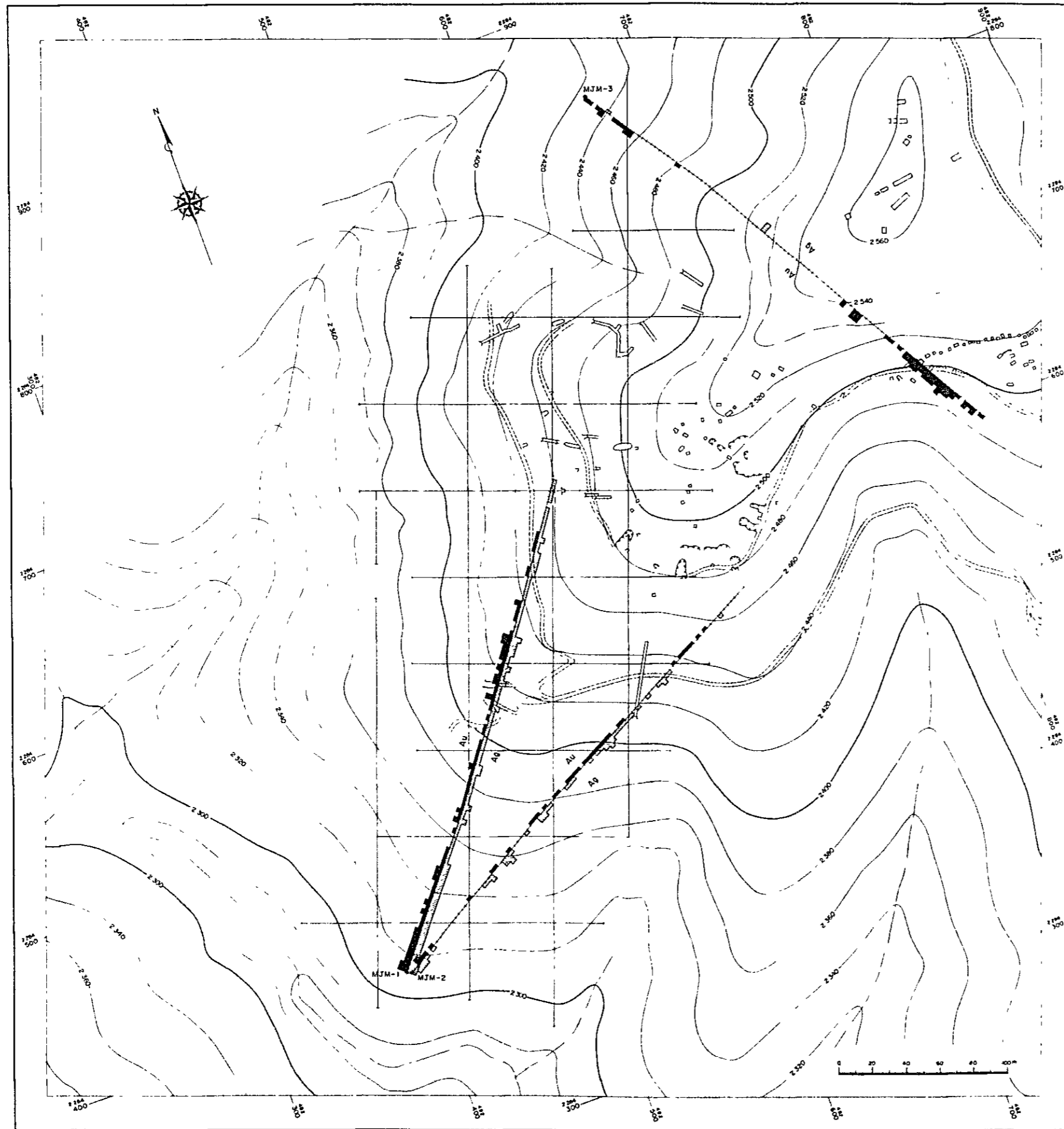
緑泥石化作用及び緑簾石化作用は、両者重複して基盤の閃緑岩全体に特徴的に観察されるが、流紋岩類及び凝灰質礫岩中にはほとんど認められない。一方、珪化作用は流紋岩類及び凝灰質礫岩中に、部分的に観察されるのみである。粘土化作用は、さらに局所的であって、破碎帯や割目に沿って局部的にしか認められない。黄鉄鉍化作用は、全コアに観察されるが、珪化帯や凝灰質礫岩の基質部において特に顕著である。

#### 銅・鉛・亜鉛鉍化帯

少量の黄銅鉍をともない、閃亜鉛鉍及び方鉛鉍を鉍染状に産する鉍化帯が次の各区間、62.08m~65.35m, 124.30m~125m, 189.75m~190.30m, 196.80m~196.95m, 203.60m~204.50m, 244.80m~248.90m及び298.25m~298.75mに観察される。これらは、鉍脈状ではなく、母岩中に鉍染状に産する。これらの区間の試料の顕鏡結果によれば、主要鉍石鉍物は黄鉄鉍・閃亜鉛鉍・方鉛鉍などからなり、付屬的に黄銅鉍・四面銅鉍・磁鉄鉍・赤鉄鉍・針鉄鉍などが含まれている。深度196.85mで採取した試料(DSI-3P)は、角礫状流紋岩の基質部に鉍染する黄鉄鉍・閃亜鉛鉍及び方鉛鉍からなり、鏡下では閃亜鉛鉍中に点滴状黄銅鉍が多数存在し、これら点滴状黄銅鉍が格子状に配列する離溶組織も認められる。また黄鉄鉍中に方鉛鉍が包有される部分もある。

また、EPMAの定量分析によれば、閃亜鉛鉍はZn 63.3~65%, S 31.7~33.0%, Cu 0.2~0.5%, Fe 0.1~2.1%, Cd 0.4~0.7%の成分を持っており、Fe含有量の非常に少ない特徴を示す(Apx. 8 参照)。

以上の銅・鉛・亜鉛鉍化帯の中の代表的な部分からの採取試料の品位は次のとおりである。



**LEGEND**

Geochemical Au and Ag anomalies

- Au 1.00 ppm
- 0.12 ppm (M + 2σ)
- 0.05 ppm (M + σ)
- 0.02 ppm (Mean)
- 0.33 ppm (Mean)
- Ag 0.99 ppm (M + σ)
- 3.01 ppm (M + 2σ)

Fig. 2-38 Geochemical Anomalies of the Drilling Holes



区間(m)	Ag g/t	Pb%	Zn%	Cu%	Au g/t
62 ~ 63	4	0.14	0.49	0.04	0.08
63 ~ 64	3	0.14	0.53	0.01	0.07
244 ~ 245	3	0.30	0.94	0.08	0.02
298 ~ 299	3	0.08	0.25	tr	0.01

このように、地表の試料では認められなかった亜鉛・鉛の鉱化作用が、低品位ではあるが観察される。

#### 金・銀の鉱化作用

2-6-4章で記述された地化学異常値の階級分類基準によって分類した、主なる異常区間は次のとおりである。

#### Au 異常区間

区間 (m)	異常の級	Au含有量(g/t) (区間平均値)
0 ~ 6	A	0.14 ~ 0.39
6 ~ 27	B	0.05 ~ 0.10
57 ~ 66	B	0.07 ~ 0.08
168 ~ 171	A	0.14
192 ~ 201	B	0.05 ~ 0.09
201 ~ 207	A	0.22 ~ 0.23

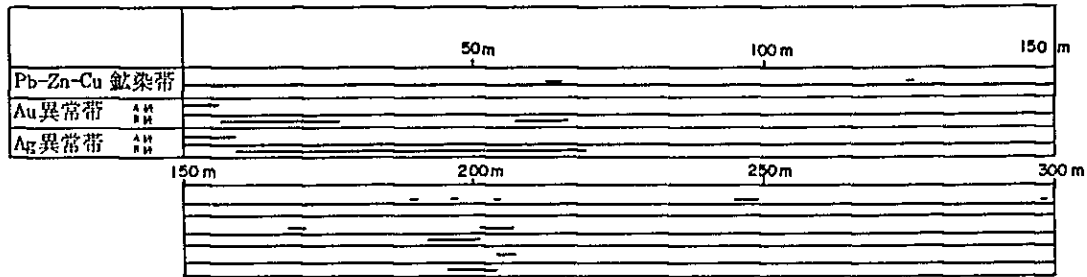
#### Ag 異常区間

区間 (m)	異常の級	Ag含有量(g/t) (区間平均値)
0 ~ 9	A	4.0 ~ 14.8
9 ~ 69	B	1.1 ~ 2.6
195 ~ 204	B	2.5 ~ 3.0
204 ~ 207	A	3.5

これら、[Pb-Zn-(Cu)]-(Au)-(Ag)の異常帯の位置関係を次図に示す。



Fig.2-36 Correlation of Geochemically Anomalous Sections of MJM-1 Drill Hole for [Pb-zn-(Cu)-Au-Ag]



このように、MJM-1号の3m区間毎のコア-平均試料のAu含有量の最も高い区間は、深度0mから6mの間にあり、最高値でもAu 0.39 g/tである。Agの最高含有値を示す区間は0mから9mの間にあり、ほぼAu区間に重複しているが、この区間では、Pb,Zn,Cuの硫化鉱物などは観察されていない。深度200m付近では、Pb,Zn,Cuの硫化鉱物の弱い鉱染とAu及びAgの異常帯が、ほぼ重複しているが、その他の部分では、両者は相互に独立的に分布する。

#### MJM-2号の状況 (PL.22 参照)

孔井の地質は、MJM-1号に類似しているが、層準的には、それよりやや上位のものを示す。MJM-1号では、2区間にわたって基盤貫入岩に縫着しているが、本孔では、基盤岩は僅かな区間にのみみられるに過ぎない。その孔井地質の概要を次に示す。

孔口から51.20mまでは緻密質流紋岩、その後232.70mまでは、凝灰質礫岩層を主体とし、その中に、砂岩、閃緑岩、流紋岩、流紋岩質凝灰角礫岩、同質角礫岩などが挟在する。

その後孔底までは緻密質流紋岩で占められる。

本孔に認められる熱水変質作用は、主として珪化作用が、その他僅かに、粘土化作用、緑泥石化作用、緑簾石化作用、炭酸塩化作用も認められる。珪化作用は、多くの場合、黄鉄鉱及び他の硫化鉱物の鉱染をともなって、波状的に繰り返し観察されるが、その主体は、深度51.20mから232.70mまでの区間内にある。しかし、深度108.72mから117.65mの区間にある閃緑岩は特徴的に緑泥石化作用及び緑簾石化作用を受けている。これは同岩が初生的により塩基性であったためと考えられる。緑泥石化作用は、凝灰質礫岩中の破碎帯において、粘土化作用と重複して観察される。黄鉄鉱鉱染は全孔にわたって観察されるが、深度約50mから190m付近にかけて顕著である。

#### 銅・鉛・亜鉛鉱化帯

黄鉄鉱のほか、黄銅鉱・閃亜鉛鉱・方鉛鉱を鉱染状に産する鉱化帯が次の各区間：54.95m~55.05m, 70.33m~79.00m, 86.80m~88.00m, 174.70m~179.65m, 181.65m~182.22m及び202m~204mに観察される。





これらの区間から採取した鉱石試料の顕鏡結果によれば、主要鉱石鉱物は黄鉄鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱、黄銅鉱などで、微量鉱物として四面銅鉱、磁硫鉄鉱、赤鉄鉱、斑銅鉱などが含まれる。1例を挙げると、深度54.90mで採取した鉱石試料(DS2-1P)の顕鏡結果は、閃亜鉛鉱の巨晶と黄鉄鉱が主要鉱物で、これらに挟まれて黄銅鉱と方鉛鉱が観察される。磁鉄鉱は閃亜鉛鉱と黄銅鉱の境界部に産出し、磁硫鉄鉱は微小のものが黄鉄鉱中にみられる。斑銅鉱は黄銅鉱と格子状に共生する。

閃亜鉛鉱のEPMAによる定量分析結果は、Zn 61.9%~66.4%、S 32.6%~33.5%、Cu 0.2%~1.6%、Fe 1.1%~2.8%、Cd 0.06%の値を示した(Apx.8参照)。

以上の鉱化帯の代表的なものの鉱石品位は次のようである。

区間(m)	Ag(g/t)	Pb(%)	Zn(%)	Cu(%)
70~71	3	0.12	0.06	tr
74~75	5	0.16	0.59	0.02
174~175	3	0.48	0.81	0.01
175~176	2	1.48	3.74	tr
176~177	2	0.33	0.78	0.01
177~178	3	1.63	3.45	0.02
178~179	3	1.50	4.68	0.03
202~203	1	0.14	0.47	tr
203~204	1	0.16	0.12	tr

このように、深度174mから179mにわたる5mの区間における、鉛・亜鉛を主体とする鉱化帯が最大である。そしてMJM-1号に比較すると、本孔の方が鉛・亜鉛の鉱化作用は顕著であって、深度174mから179mにかけては、鉛1.63%、亜鉛4.68%の最高値を示している。

これら鉛・亜鉛の鉱化作用に比較して、本孔にみられる金・銀の鉱化作用は非常に微弱である。Au含有量の最高値は0.10g/tであって、深度90mから93mの区間の1試料のみがこの値を示すに過ぎない。ここではAg含有量は4.3g/tで、これも最高値である。これ以外に特記すべき部分はない。ただ、深度174mから183mにかけての区間ではAgが2~3g/tの値を示し、他の区間よりは高い傾向をみせる。

これらのことは、2-7の項で後述するように、本地区の鉱化作用の垂直的累帯配列によるものと考えられ、地表部では金・銀の鉱化作用が優勢であるが、地下深部に向って漸次劣勢になり、これとは反対に、鉛・亜鉛の鉱化作用が地下深部で優勢になる傾向を示しているものと考えられる。さらに、MJM-1号ではAu及びAgの最高品位を示す試料は、孔口の0m~6mの区



間の流紋岩の中にあった。本孔の孔口にある流紋岩中でも両者は若干高い傾向が認められる。これらのことから、金・銀の鉱化作用は母岩及び深度両面から規制を受けているものと考察される。

#### MJM-3号の状況（PL. 23 参照）

孔井の地質は、孔口から4.50 mまでは基盤貫入岩の変質閃緑岩、4.50 m～16.50 mまでは砂質礫岩、砂質凝灰岩及び凝灰岩などの小分布、16.50 mから252.50 mまで塊状緻密質流紋岩、252.50 m～300.50 m（孔底）までの流理組織をもつ流紋岩容岩などで構成される。

このように本孔の地質は流紋岩を主体とする。

本孔に認められる熱水変質作用は、主として珪化作用で、この他、粘土化作用、緑泥石化作用、緑簾石化作用なども認められる。

珪化作用は、岩体中で強弱の差はあるが、主に深度10.65 m～56.00 m、80.80 m～94.60 m、177.00 m～195.00 m、237.00 m～249.10 m間などで顕著に認められ、黄鉄鉱の鉱染を伴う所が多い。粘土化作用は主に破碎帯中の割れ目沿いに認められる。緑泥石化作用と緑簾石化作用は、孔口から22.80 m間に部分的に認められる。さらに、孔口付近の閃緑岩中では両者が重複して特に顕著にみられるほか、珪化した凝灰岩中にも認められる。緑泥石化作用は16.50 m～22.80 m間の流紋岩中の割れ目沿いやこの間にある石英細脈に認められる。

#### 銅・鉛・亜鉛 鉱化帯

鉱化帯の鉱石鉱物は、黄銅鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱などからなるが、黄銅鉱を主体とする。これらの鉱石鉱物は、孔口から131.65 m間に産出するが、これより孔底側では認められない。

鉱石鉱物は、珪化帯中の石英細脈や割れ目に沿って産するのが主体をなし、鉱染状のものはただ1ヶ所にすぎない。この産状は、MJM-1号及び2号で観察された、鉱染状鉱化帯とは非常に異なっている。石英細脈及び割れ目に沿う鉱化は、深度28.20 m～29.00 m、37.15 m～38.80 m、51.25 m、93.60 m、131.65 mなどで、鉱染状には深度82.45 m～84.60 m間のみ認められる。これらの区間内の鉱石鉱物は黄銅鉱が主体をなし、閃亜鉛鉱は2ヶ所、方鉛鉱は1ヶ所のみ観察される。

#### 金・銀の鉱化作用

2-6-4項で記述された地化学異常値の階級分類基準によって分類した主な異常区間は次のとおりである。



## Au 異常区間

区 間	異常の級	Au含有量(g/t)区間平均	区 間	異常の級	Au含有量(g/t)区間平均
12m~ 15m	B	0.06	255m~264m	A	0.14~0.28
30m~ 36m	B	0.05~0.08	264m~267m	B	0.09
192m~195m	B	0.05	267m~270m	AA	1.65
201m~207m	A	0.47~0.50	270m~276m	A	0.16~0.25
240m~249m	B	0.06~0.12	276m~279m	B	0.06
249m~252m	A	0.33	285m~288m	B	0.07
252m~255m	B	0.11	291m~294m	B	0.08

このように、MJM-3号の3m区間毎のコアの平均試料のAu含有量は、坑口から36m間でわずかに高いが、その主体は深度192mから294mに集中しており、最高値は267m~270m間のAu 1.65g/tである。これらの金含有量の高い部分には、銅・鉛・亜鉛の鉱化作用は全く認められない。

銀の鉱化作用は、MJM-1号及び2号孔に比較して極端に弱く、ただ1ヶ所深度129m~132m間で銀含有量が4g/tを示す点を除き他にみるべきものはない。この銀含有量の高い深度129m~132m間には、131.65m地点の黄銅鉱と方鉛鉱を伴う鉱石脈(2cm)が含まれており、この鉱化作用と関係して銀含有量が高くなったものと思われる。

このように本孔は、MJM-1号及び2号に比較して、金の鉱化作用が強く、これとは反対に、銀と銅・鉛・亜鉛の鉱化作用が弱い傾向を示している。

本孔は地形的に高所で実施されたため、その掘削位置は、地表部からの深さで見ると、孔口から順次深くなり、深度170m付近で最も深く約120mであるが、これから孔底に向って順次浅くなり、孔底付近では約70mの深さになっている。したがって、金の鉱化作用が強くなる192mから孔底にかけての掘削位置は、地表下約70m~80mの位置に相当する。

### 2-7 調査結果の総括及び考察

#### (1) トレンチ試料による地化学Au異常帯の分布・規模及びSAN SEVERIANO 鉱化帯との関係

異常帯は、地区東央部から北東部の流紋岩上に集中的・大規模に分布するものと、地区南部の岩株状流紋岩中のものに分けられる。前者は異常帯の中に2区画の高品位部をもつ。その中の一つは、平均幅15mで延長100m以上の区域を占め平均品位はAu 1.18g/tをもつ。他の一つは、平均幅12mで50m延長し、平均品位は1.5g/tである。Fig.6-1にみられるように、SAN



SEVERIANO 鉱山から本異常帯までの区間で、現在迄に採取された試料の分析値に高品位のものが点在していること及び本異常帯が全体としてSAN SEVERIANO 鉱山方向に開いていることから、この異常帯からSAN SEVERIANO 鉱山に至るまでの200m×400mの区間が、今後の探鉱対象として重要であると位置づけられる。

## (2) Au及びAg両地化学異常帯の関係

今次の調査において、両地化学異常帯は重複せず、累帯的に分布することが明らかにされた。すなわち、Au地化学異常帯は、地区東部から東側の流紋岩体中央部にかけて分布し、一方、Ag地化学異常帯は前者をとりまく周辺部において、流紋岩体と、その下盤の凝灰質礫岩との境界部付近に沿って分布している。そして、地形的には、Au異常帯は地区東部の尾根周辺（標高2,450m以上）部に、Ag地化学異常帯は、その周辺の山麓側の低標高部にそれぞれ位置している。

## (3) ボーリングコアの分析品位と地表試料分析品位の比較

ボーリングコアのAu分析値は、一般に地表試料のものに比較して低品位であった。しかし、MJM-3号において深度200m付近から孔底に至る区間は一般に高く、1.65g/tの最高値を示す区間もあった。この区間は、地表下約70mの位置に相当し、深度的に地表から最も浅い位置にあっているが、MJM-1号及び2号では孔底付近は地表下約160mの位置にあたりより深い。さらに両孔においては、流紋岩体の基盤付近の凝灰質礫岩中を掘削している。

一方、ボーリングコア中には、多くの部分で閃亜鉛鉱、方鉛鉱、黄銅鉱の鉱染した鉱化帯が観察される。

以上、AuとAgの地化学異常帯の分布関係、ボーリングコアに観察される銅・鉛・亜鉛の鉱化作用及び各鉱帯の母岩などを総合して考察すれば、本地区の金、銀及び銅・鉛・亜鉛各鉱化帯の分布は、本地区の鉱化作用の垂直的累帯配列を示しているものと考えられる。





## 第3章 PROVIDENCIA地区



## 第3章 PROVIDENCIA 地区

### 3-1 調査経緯

第2年次の地質調査(精査)で、本地区内に露天掘跡や旧坑跡が数ヶ所で確認された。さらに、これと並行して実施された地化学探査(河川堆積物試料による)の結果、本地区を含み、この周辺の河川沿いに地化学異常帯が検出され、今後の探鉱指標として推奨された。

したがって、第3年次は、調査面積6km<sup>2</sup>の範囲で、地質調査(精査)、電気探査(IP法)及び地化学探査(土壌試料による)などが実施された。その結果、本地区に点在する多数の鉱床露頭、電気探査による高分極率異常帯及び地化学探査によるPbの地化学異常帯などが相互に密接な関係をもって検出され、今後の探鉱対象地区として推奨された。

本年次は、第3年次の結論に基づいて選出された面積0.48km<sup>2</sup>の範囲を対象とする地質調査(精査)及びボーリング調査が実施された。

地質調査(精査)では、本地区に点在する多数の鉱床露頭の状況及びそれらの分布と、地質構造の関係を明らかにすること、また、垂直ボーリング2本からなるボーリング調査では、第3年次の地化学異常帯と高分極率異常帯の下部の鉱況探査という目的をそれぞれもっていた。

これらの調査によって本地区の鉱化帯の評価及び今後の探鉱価値を検討する資料を得ることを指向した。

### 3-2 位置・集落・地形・植生

本地区はIxmiquilpan市の北北東約24kmの山間部に位置し、幅600mで北北西方向に800m伸長する、面積0.48km<sup>2</sup>の範囲である。

最寄りの部落は、本地区南南東約5kmにあるYonth部落で、この部落から本地区に至る道路沿いには数軒の民家が点在するだけである。

本地区はProvidencia山塊の北東斜面に位置し、その標高は2,350m～2,580m間の比較的急峻な地形を示す地区である。本地区内にはほぼ中央部を横切り、南南西から北北東に流下する枯沢があり、この沢を挟んで東側と西側で北北東方向に尾根が張り出している。

植生は、松柏類と灌木を主体とし、まれに竜舌らん等の耐乾性植物が認められる。これらは一般に地形が急な所では、疎林であるが、緩傾斜の所では比較的密集して生えている。

### 3-3 地 質

本地区及びその周辺の一般地質は、ジュラ紀初期から白亜紀後期に対比される堆積岩類と、これらを貫ぬく小岩脈から構成される。本地区の南西方には、最下位のLas Trancas累層が分布

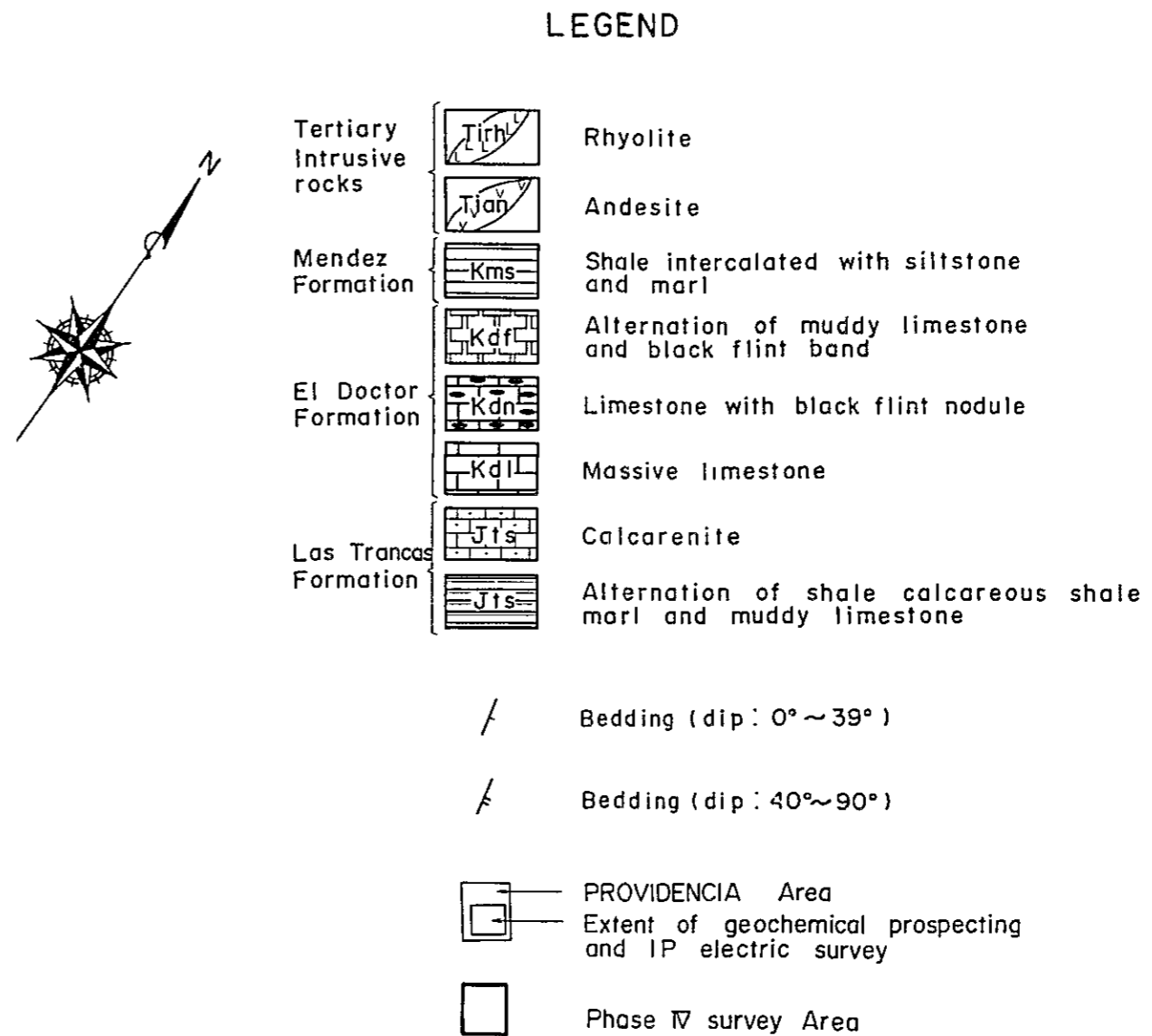
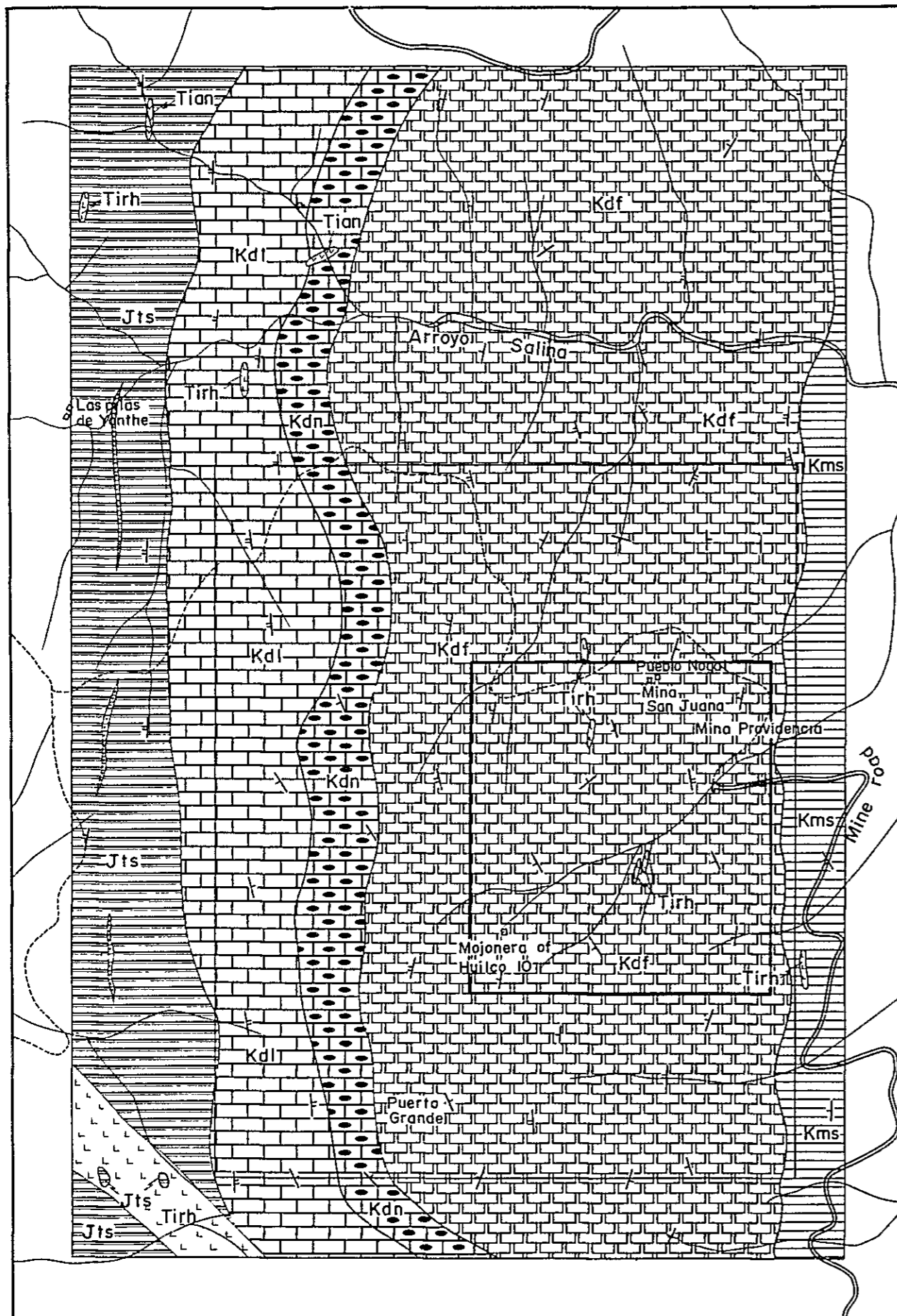
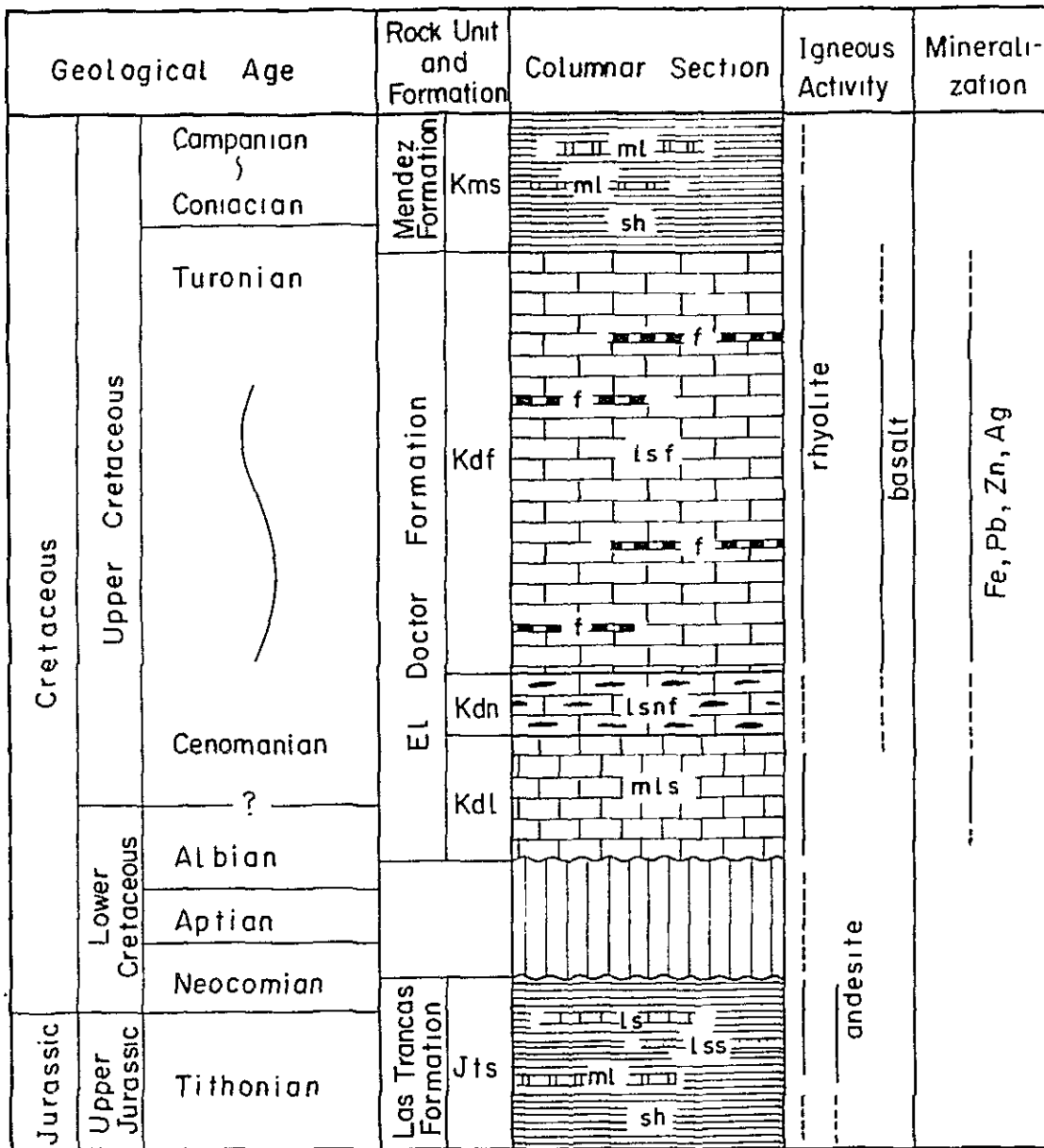


Fig.3-1 Geological Map of the Phase III Surveyed Area, PROVIDENCIA  
( after JICA and MMAJ 1982 )





Abbreviations

- |      |                                   |    |        |
|------|-----------------------------------|----|--------|
| ml   | marl                              | Fe | iron   |
| sh   | shale                             | Pb | lead   |
| f    | black flint                       | Zn | zinc   |
| lsf  | limestone with black flint band   | Ag | silver |
| lsnf | limestone with black flint nodule |    |        |
| mls  | massive limestone                 |    |        |
| ls   | limestone                         |    |        |
| lss  | calcarenite                       |    |        |

Fig.3 - 2 Stratigraphic Column of the Phase III Surveyed Area, PROVIDENCIA (modified from Phase III)

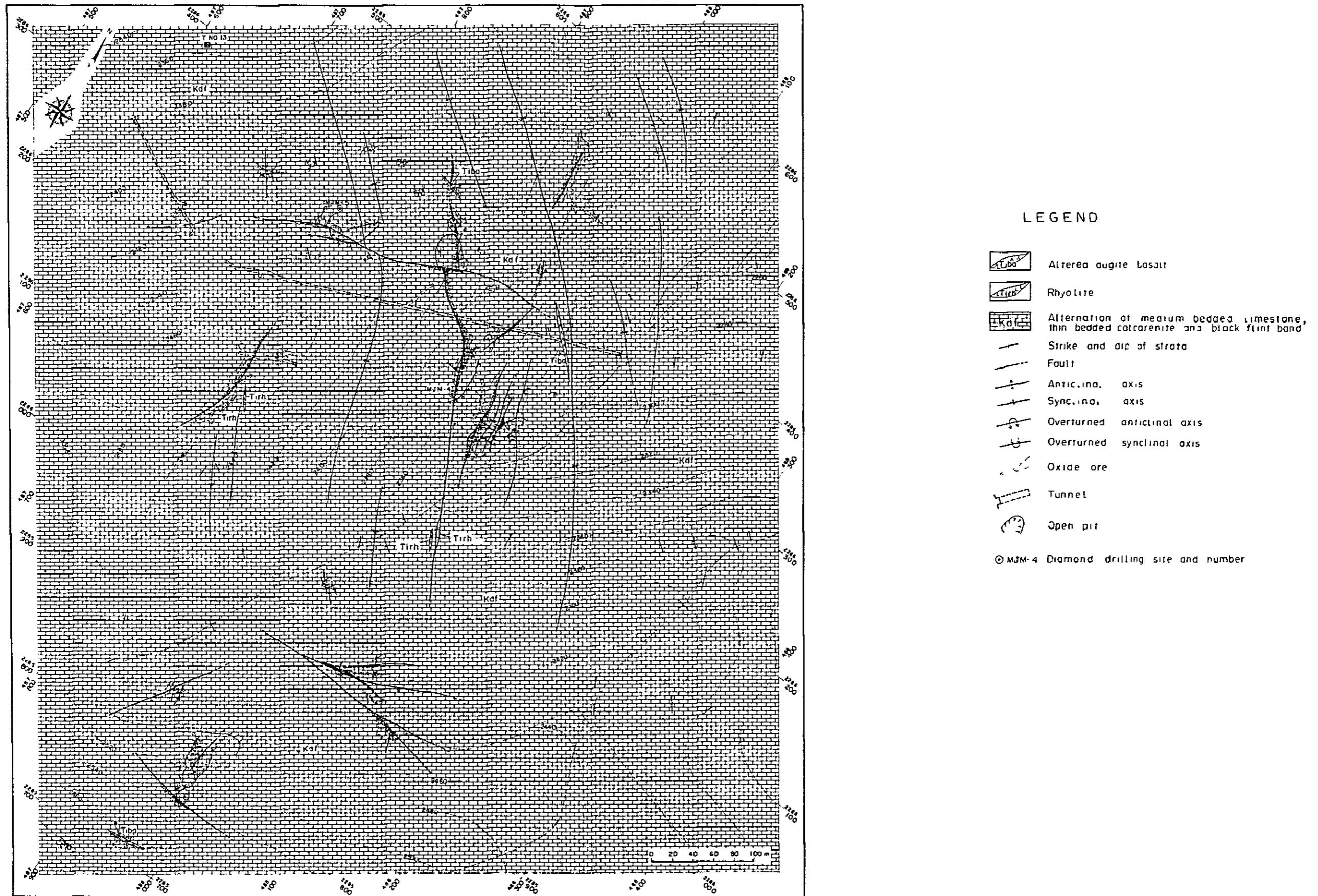
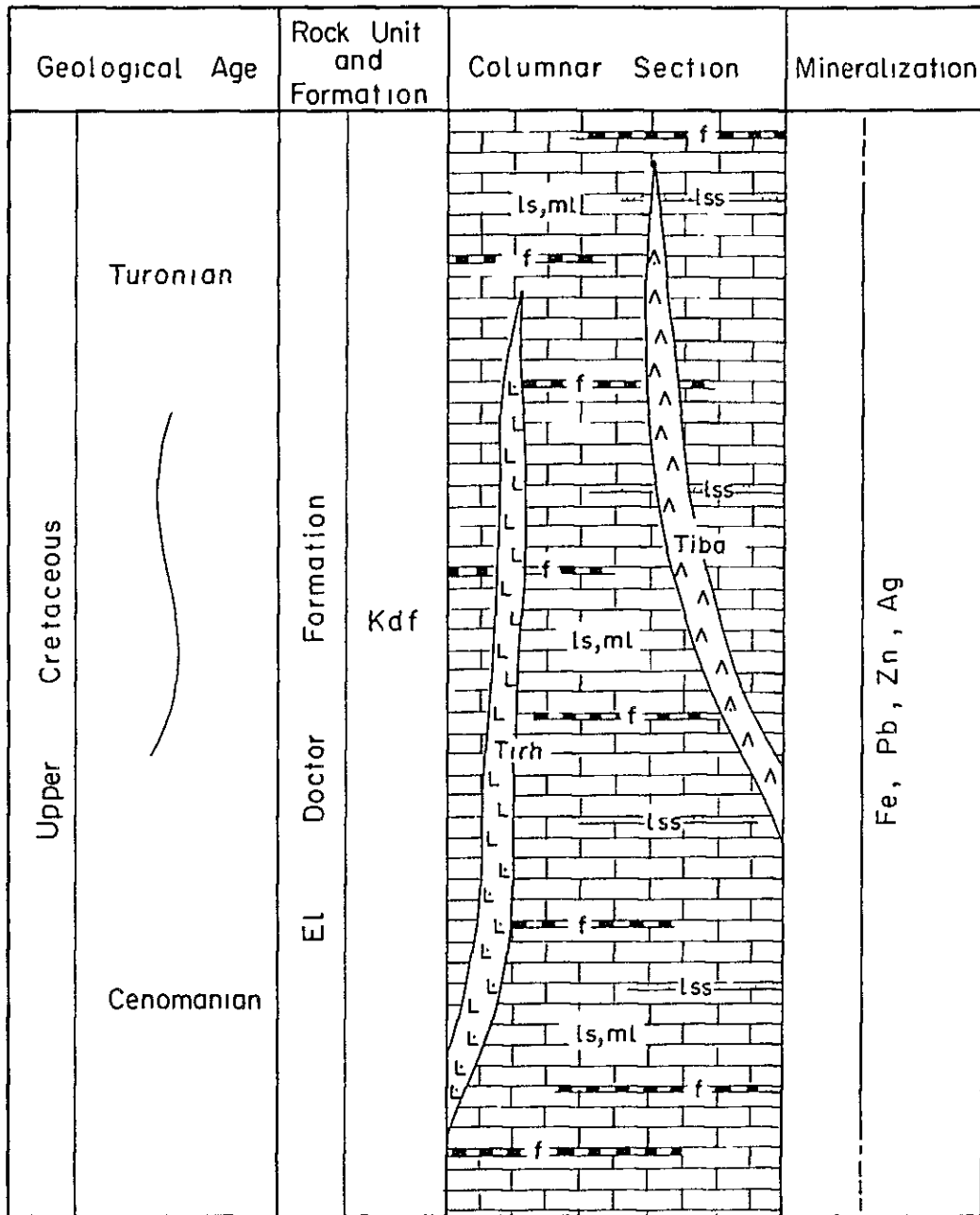


Fig.3-3 Geological Map of the PROVIDENCIA Area







Abbreviations

- |                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| f . black flint | Tirh . rhyolite |
| lss calcarenite | Tiba basalt     |
| ls limestone    |                 |
| ml marl         |                 |

Fig.3-4 Stratigraphic Column of the PROVIDENCIA Area

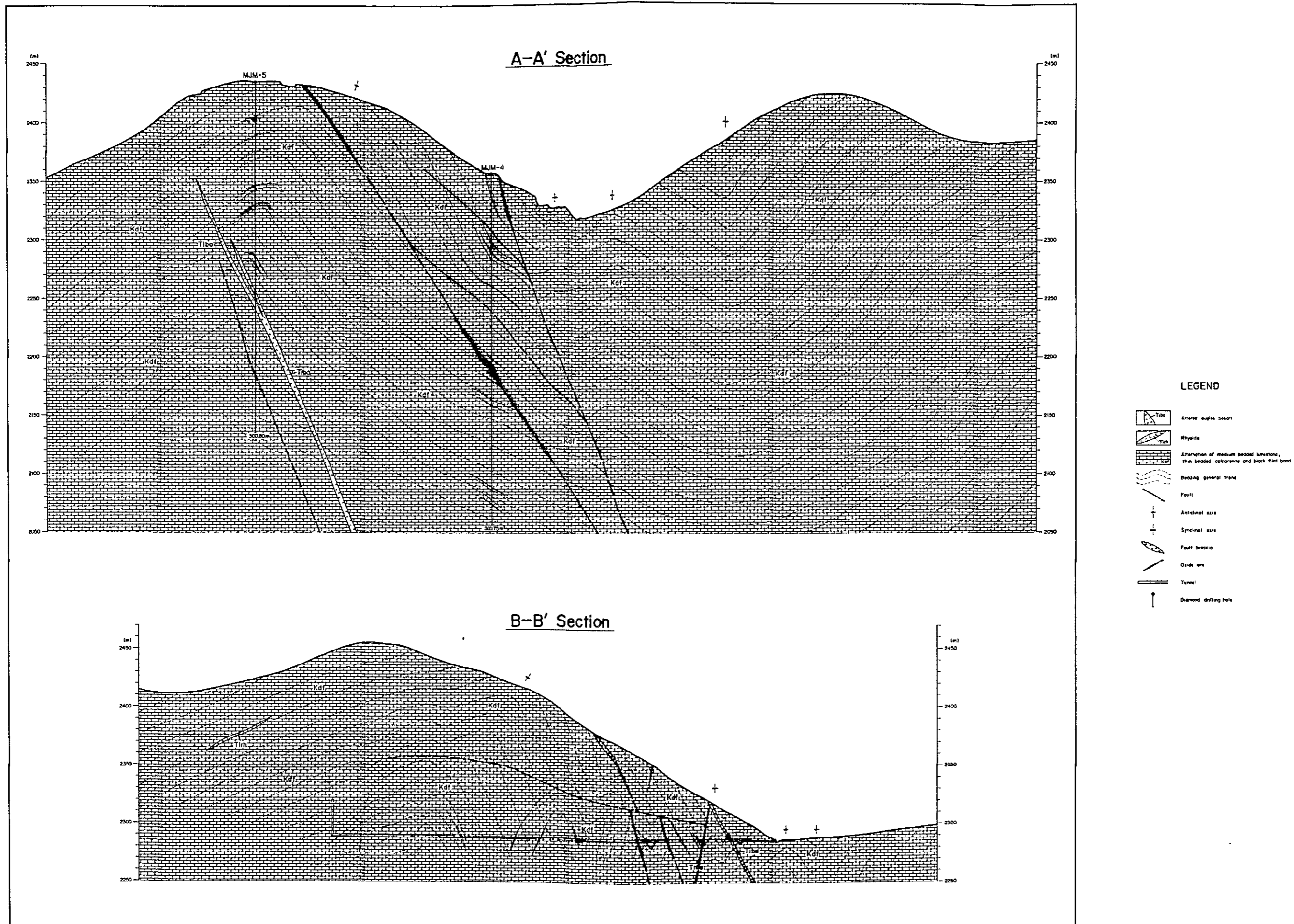


Fig.3-5 Geological Profiles of the PROVIDENCIA Area



し、その北東側にある本地区には El Doctor 累層、本地区の北東方には Mendez 累層が順次分布し、南西側から北東側に順次上位の地層となる。これらの一般走向は NW、傾斜は SW である。したがって、逆転した層序関係を示している。これは本地区が一對の大規模な過褶曲背斜及び向斜軸の両軸面に挟まれた位置にある為である (Fig.2-1, 3-1, 3-2 参照)。

本地区の地質は、これらの地質環境の内、白亜紀の堆積岩類である El Doctor 累層の黒色フリント挟在石灰岩部層 (Kdf) と、これらを貫く小岩脈類で構成される (Fig.3-3, 3-4 参照)。

#### 黒色フリント挟在石灰岩部層 (Kdf)

本地区は全域が本部層 (Kdf) の分布範囲内に含まれる。本部層は一般に暗灰色～灰色の色調を示す薄層理 (3~10cm) 板状石灰岩、石灰岩質砂岩と泥灰岩の互層が主体をなし、一部で中層理 (10~30cm) の石灰岩も挟まれる。また、これらの石灰岩と泥灰岩の互層は、暗灰色～灰色薄層理 (1~10cm) の石灰質砂岩、砂岩及び一部で薄層理 (1cm 以下) の黒色頁岩などとしばしば互層をなし、これに黒色～暗灰色の薄い (2~5cm) フリントが特徴的に挟まれる。

石灰岩や泥灰岩は非晶質であり、これに挟まれて互層をなす石灰質砂岩に接する付近ではマイクロクリット質石灰岩が観察される。

石灰質砂岩、砂岩及び黒色頁岩などは相互に漸移関係で接しており、しばしば級化層理や葉片状の構造が認められる。

板状に挟まれる黒色フリントの単層は、走向方向の連続性が悪く、一般に数 10メートルの間で尖滅する。しかしこれらは本部層中に多数挟まれるため、局部的には他の単層と互層状に現われる。

本年次実施した 2本の垂直ボーリングは、いずれも本部層 (Kdf) 中を掘削しており、孔井地質は全体的には地表部のものとほぼ同様である。しかしボーリングコアでは、本部層中に岩相変化が認められ、板状の石灰岩や石灰質砂岩などが優勢な所が観察される。すなわち、板状石灰岩は、MJM-4号孔では深度 0m~28.40m 間、288.00m~296.80m 間で、また MJM-5号孔では、深度 54.70m~79.80m 間、219.00m~259.50m 間及び 275.80m~281.00m 間などで優勢となり、石灰質砂岩は MJM-5号の深度 50.00m~54.70m 間及び 281.00m~300.80m (孔底) 間などで優勢となっている。

本部層はフレッシュ性堆積物と考えられ、その堆積時期は、第 2年次の調査で、本地区外の同部層から産出した化石の鑑定により、白亜紀オーブ階中部～上部チューロン階とされた (JICA and MMAJ 1981 参照)。

#### 岩脈類

本地区に貫入する岩脈類は流紋岩 (Tirh) 及び玄武岩 (Tiba) の小岩脈である。

流紋岩は、本地区の中央部付近で 2箇所、これらの南方約 230m 付近で 2箇所などに小規模に分布する。玄武岩は、本地区の中央北部付近で 3箇所、南端部で 1箇所などに分布する。こ



れらはいずれも本地区の黒色フリント挟在石灰岩部層を貫く小規模な岩脈である。

ボーリングコアで、玄武岩岩脈はMJM-5号孔の深度180.05m~195.00m間で3箇所を観察される。

流紋岩岩脈は、灰白色~淡褐色の色調を呈し、弱い珪化作用と粘土化作用を受けている。

玄武岩岩脈は、全般に強い酸化作用を受けて褐色の色調を示す。本岩は、鏡下では斑状構造を呈し、斑晶は斜長石及び普通輝石からなり、石基は斜長石及び普通輝石の微晶とガラスからなる。本岩は全般に変質作用を受けており、二次鉱物としてサポナイトが杏仁状の空けきを満たしているほか、方解石の細脈が観察される。

これらの岩脈類の貫入時期は明らかでない。

### 3-4 地質構造

本地区は、第2年次の地質調査で明らかにされた、本地区外の南西にあるNW-SE方向の軸をもちSW方向に傾斜する過褶曲背斜軸面の東翼部に位置している。したがって本地区に分布する黒色フリント挟在石灰岩部層は上下が逆転関係にある。

このような大褶曲構造の一部に当たる本地区の地層中には、褶曲と断層が顕著に観察される。

#### 褶曲構造

本地区内で観察される褶曲構造は、本地区北半の中央部付近にある一対の向斜及び背斜構造が最も大規模で、そのほか、これらにほぼ平行な軸をもつ小規模な褶曲構造が多数観察される(Fig 3-3, 3-5 参照)。

最も大規模な向斜構造は、本地区の北東側で、NW-SE方向の軸を持ち、その軸面はほぼ垂直に近いものと思われる。この褶曲軸部は、地区北東に坑口を持ち西南西方向に掘削されたT. Ⅱ1立入坑道(Fig.3-7)の50m付近で観察され、ここでは向斜軸部付近で小褶曲を繰り返し、全体として大きな向斜構造をなしている。

最も大規模な背斜構造は、前述の向斜構造の南西側約180m付近にある、背斜軸の方向はNW-SE方向で、その軸面は南西に急傾斜している。背斜軸部は、T. Ⅱ1立入坑道の坑口から310m付近で観察され、ここでも小褶曲の繰り返しが観察される。

これらの背斜及び向斜軸の間に観察される小褶曲構造のうち、本地区のほぼ中央部にあるP. Ⅱ1採掘跡やT. Ⅱ3探鉱坑道などでは、向斜及び背斜構造のほかに過褶曲向斜及び背斜構造が観察され、地層は複雑に褶曲している(Fig.3-8 参照)。

このほか本部層中には、多数の小褶曲構造や微褶曲構造が観察される。

#### 断層構造

本地区の断層構造は、NNW-SSE系、ENE-WSW系及びNNE-SSW系などが顕著に観察され、

•



これらはいずれも鉍化帯を伴っている。

NNW-SSE系の断層は、本地区中央部のP. №2及びP. №3の採掘跡で観察され、幅2m以上の断層破砕帯を伴っている。この断層の走向・傾斜はN20°W・80°NEである(Fig.3-9参照)。

ENE-WSW系の断層は、本地区の中央やや北寄りにあるP. №3, P. №6及びP. №7などの採掘跡で観察される。この断層はその一般走向・傾斜がN70°E・60°SEで、幅0.5m~1.5mの断層破砕帯を伴っている。この断層は前述のNNW-SSE系の断層を切っている(Fig.3-10, 3-11参照)。この断層はボーリングMJM-4号の深度169.60m~172.45m間の破砕帯に連続するものと推定される。

これと同系の断層は、本地区南部のP. №11及びP. №13などの採掘跡で観察され、ここでは、幅0.4m~0.5mの断層破砕帯を伴う。この断層の一般走向・傾斜は、EW, 40°~80°Sであるが、この東側では3方向に分かれる。また、この南部のP. №15採掘跡にも同系の断層が観察される。

NNE-SSW系の断層は、北部のT. №2坑内、中央西寄りのT. №15坑内、南部のP. №17採掘跡などで観察される。

### 3-5 鉍化作用及び鉍化帯

#### 概 要

本地区には多数の露天採掘跡、掘削跡及び探採掘坑道跡などが観察される。これらは、過去においてMina Providencia, Mina San Juana, Mina San Juan及びMojonera of Huilco 10などと呼ばれて、ほとんど手掘りで探採掘が行われたと思われる。

これらの探採掘によって産出した鉍石は、本地区外北部の南西から北東に流下するSalina川に沿って作られた小規模な製錬所に入力で運搬され、製錬されたものと思われる。このことは、現在でも川沿いに半壊した製錬所跡や水路跡などが点々と残っていることから推察される。

本地区の鉍化作用は、El Doctor累層の黒色フリント挟在石灰岩部層(Kdf)中に観察され、鉍化帯は全般に強い酸化作用を受けて褐色の焼けとなっている。このほか本部層中に多くの網状方解石細脈と一部で網状石英脈等が観察される。しかし鉍床母岩の変質は弱く本部層中には、再結晶作用は認められない。

鉍床は、本部層中に発達する断層破砕帯及び褶曲軸面付近の破砕帯などに沿って胚胎した、不規則塊状、角礫状及び一部で鉍染状をなす鉍体と、本部層の層理面に沿って胚胎した鉍染状の鉍体などからなる。これらのうち前者の形態を示す鉍体はその規模及び品位において、後者のものより優勢である。

これらの鉍床は熱水型の裂か充填鉍床または鉍脈型鉍床と考えられる。



## 鉱床各論

本地区の鉱化帯は、中央部を南西から北東に流下する枯沢の北西側に位置する Mina Providencia, Mina San Juana 及び Mina San Juan と、枯沢上流の南側に位置する Mojonera of Huiico 10 などがある。これらの鉱山名及び探採掘跡の位置は PL. 19 及び Fig. 3-6 に示した。また、これらの鉱化帯の産状や規模は Table 3-1 に、採取した鉱石の分析品位は Apx. 7 及び Fig. 3-6 に示した。

### (1) Mina Providencia 鉱化帯

本鉱化帯は、本地区の中央北部寄りに位置し、5ヶ所の採掘跡と9ヶ所の探採掘坑道跡及びこれらの周辺の小規模な探採跡などを含む範囲を占める。

鉱体は、大小含めて8ヶ所に分かれるが、この中で比較的まとまった鉱体は4鉱体である。すなわち、鉱化帯南端部の P. №1 の東鉱体、この西側で P. №1 から T. №3 に連続する鉱体、この北西側で P. №2 から北北西方向に P. №3, P. №4, T. №6 及び T. №17 まで連続する鉱体、鉱化帯北端部の T. №2 の鉱体などである。

P. №1 の東鉱体 ( Fig. 3-8 参照 ) は、南北の走向で西に急傾斜する軸面をもつ小規模な過褶曲向斜軸部に沿って胚胎したレンズ状の塊状酸化鉱体で、鉱体幅は約 4 m 前後である。この鉱体の鉱石は、黒色～黒褐色、一部褐色の酸化鉱からなり、鏡下に、主要鉱物は石英の周辺を充填した赤鉄鉱と球顆状組織を示す針鉄鉱からなり、微量鉱物として石英中に微小の黄鉄鉱が観察される。

本鉱体から採取した局部試料 ( KP-1PM ) の分析品位は Pb 6.06%, Zn 0.52% である。

P. №1 から T. №3 に連続する鉱体 ( Fig. 3-8 参照 ) は、走向がほぼ南北で西に緩く傾斜する軸面をもつ過褶曲向斜軸面に沿って胚胎した鉱染状の酸化鉱体である。鉱石は過褶曲軸面付近に発達する小規模な破砕帯とこれに近接した母岩の層理面に沿って濃集したものと、過褶曲軸面とわずかに斜交する小断層に沿って濃集したものとが観察される。この鉱体の鍾幅は約 1 m 前後で走向方向に約 70 m 連続する。

鉱石は一般に黒褐色～褐色の針鉄鉱と赤鉄鉱からなる酸化鉱で、過褶曲軸面に沿う鉱石試料 ( KP3-PM ) の分析品位は Pb 1.38%, Zn 41.78% である。

P. №2 からこの北北西方向に T. №7 まで連続する鉱体 ( Fig. 3-6, 3-9, 3-10 参照 ) は、NNW-SSE系の断層破砕帯に沿って胚胎した角礫状、鉱染状及び塊状の鉱石を伴う酸化鉱体である。

この鉱体は本地区の鉱体のうち最も大規模なもので、鉱体幅約 2 m で、断層に沿って約 200 m 連続する。この鉱体のはほぼ中央部に相当する P. №3 の南側で、本鉱体は ENE-WSW系の断層によって切れ、北側の鉱体は南側の鉱体に対して相対的に東へ約 15 m 転移している。この P. №3 にある ENE-WSW系の断層破砕帯に沿って幅 1.5 m 前後の角礫状鉱体があり、両断層の交差



部付近で富鉛部を形成している。

鉛体の北端部に位置する T. №7 の坑内で、本鉛体は N 85°W 方向に貫入した幅 1 m の玄武岩の小岩脈に切られる。

P. №2 にある巨大鉛鉱から採取した鉛石試料(KP-5P)の顕鏡結果では、針鉄鉛と赤鉄鉛の球状組織とこれに含まれる珪酸塩鉛物に伴う異極鉛が観察される。

P. №2 の北側では、主鉛体から北北東に分岐する鉛体が観察され、この分岐部周辺で鉛体の鍾幅は厚くなり、富鉛部を形成している。この分岐する鉛体から採取した試料(KP-4M)の分析品位は、Pb 0.94%, Zn 32.87%である。主鉛体の北部に位置する T. №6 から採取した鉛石試料(VL-8PM)の分析品位は、Pb 6.66%, Zn 0.90%である。

T. №2 の鉛体(PL. 19 参照)は、地表部では露頭が確認されていないが、坑内で探採掘が行なわれている。この鉛体は、N-S 方向の小断層に伴う破碎帯と母岩に発達する微褶曲による割れ目に沿って胚胎しており、鉛体の鍾幅は約 70cm 前後で、方解石の細脈を伴う破碎状の酸化鉛体からなる。この鉛体の富鉛部と考えられる部分では走向延長約 35m あり、この両鍾先は破碎された母岩に鉛染する低品位酸化鉛体からなり、全体で約 60m 前後連続する。

この鉛体の北端部から採取した鉛石試料(VL-11PM)の顕鏡結果では、珪酸塩鉛物と白鉛鉛を核とし、この周辺を赤鉄鉛が取り囲む組織が観察された。この鉛石の分析品位は Pb 7.90%, Zn 1.19% である。

Mina Providencia 鉛化帯の下部探鉛として、本地区の北東側から西南西方向に 400 m の立入探鉛坑道が過去に掘られている。この坑内には鉛床といえる鉛化帯は認められないが、坑口から 75m 付近、95m 付近及び 110m ~ 130m 間などにある割れ目や褶曲軸部付近で酸化帯が観察されるほか、坑口から 215m 及び 235m 付近で方解石脈が母岩を切って貫いている所が観察される (Fig. 3-7 参照)。

## (2) Mina San Juana 鉛化帯

本鉛化帯は、Mina Providencia 鉛化帯の南西側に隣接し、北北東に張り出した尾根付近に位置する。ここでは 3ヶ所の露天掘跡と 4ヶ所の探採掘坑道跡がみられる。この内、大半の探採掘跡は本鉛化帯の北側に位置するが、この約 150m 南側に T. №15 坑道が独立して掘られている。

この鉛化帯に含まれる鉛体は、P. №6 から P. №7 に連続する鉛体と T. №15 坑内の鉛体が主なもので、このほかはいずれも小規模なものである (PL. 19, Fig 3-11 参照)。

P. №6 から P. №7 に連続する鉛体は、ENE-WSW 系の断層破碎帯に沿って胚胎した角礫状または塊状酸化鉛体である。この鉛体の鍾幅は約 1.5m で、走向方向に約 40m 確認されるが、さらにこの両鍾先にも連続すると考えられる。

P. №6 露天掘跡の東側で、ENE-WSW 系の断層から南西側に分岐する NE-SW 系の断層があ



り、これに沿って角礫状の酸化鋳が観察される。この酸化鋳には、白色粘土と方解石を伴う不規則レンズ状の淡褐色部が挟まれており、これから採取した試料(KP-9M)の顕鏡結果、この淡褐色部には異極鋳が方解石や他の珪酸塩鋳物と複雑に共生し、これらに微量のPb-Mn 鋳物、赤鉄鋳、針鉄鋳などが含まれる。この試料の分析品位は、Pb 0.24%, Zn 43.25%である。また、同じ場所から採取した試料(KP-10T)の鋳石薄片では、重晶石が観察される。

T. №15トンネル内の鋳体は、N-S系の断層破碎帯とこれから分岐する小断層に沿って胚胎した角礫状または鋳染状の酸化鋳体である。この鋳体は走向方向に約70m連続するが、この間で鋳体は複雑に分岐するため、富鋳部といえるものは、鋳体のほぼ中央部の鍾幅約1.5m、走向長約25m間であり、この両鍾先は低品位鋳となっている。

### (3) Mina San Juan 鋳化帯

本鋳化帯は、本地区西部に位置し、T. №12の立入坑道によって探鋳されているが、鋳床となるべき鋳化作用は認められない。坑内では、坑口から38m付近の網状方解石脈と、105m付近にある酸化鋳を伴う幅30cmの方解石脈などが観察される。

### (4) Mojonera of Huilco 10 鋳化帯

本鋳化帯は、本地区南部に位置し、北東側で4ヶ所、南西側で4ヶ所の露天採掘跡がみられる(PL. 19, Fig. 3-6 参照)。

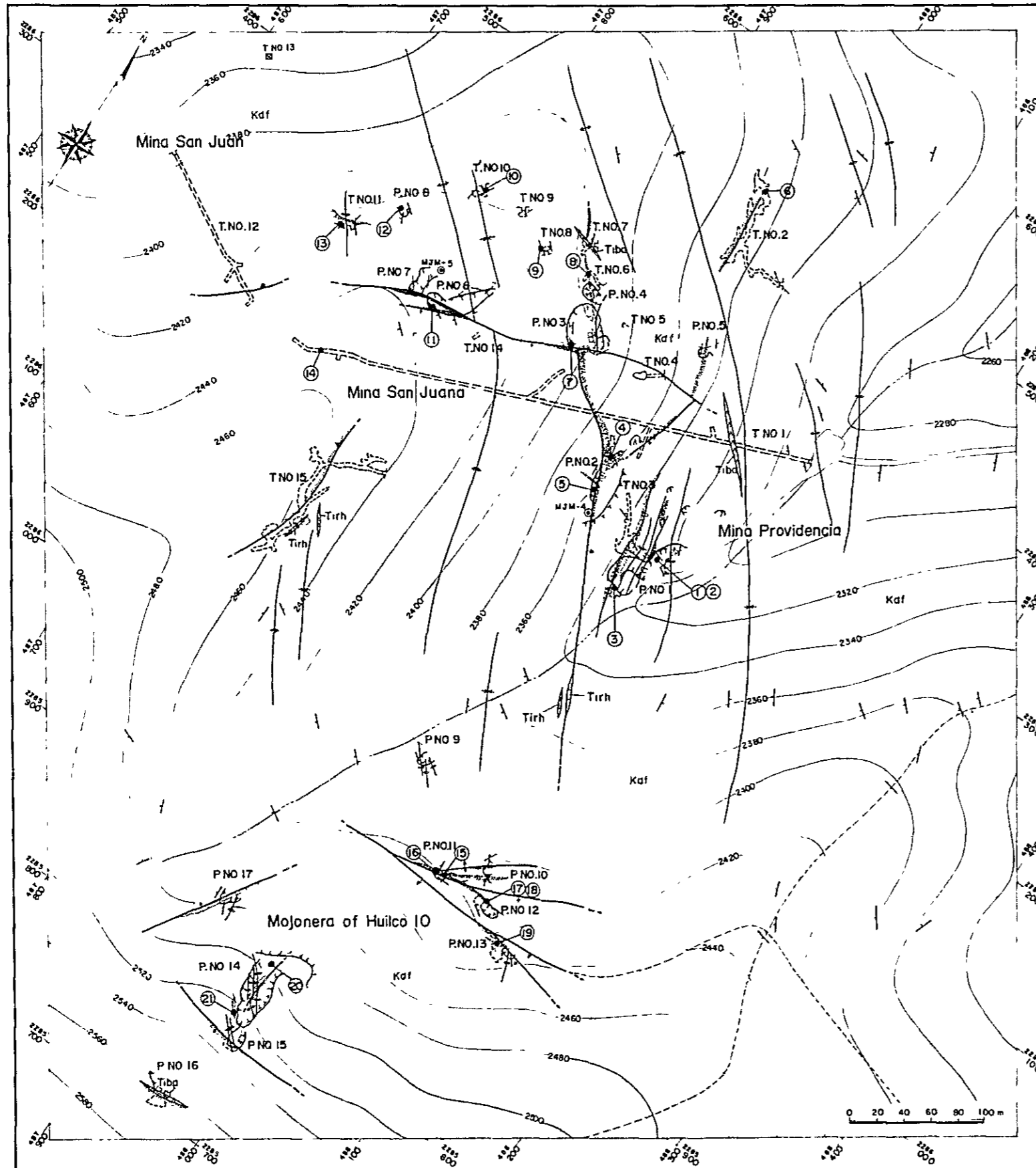
この鋳化帯のうち、主要鋳体はP. №10からP. №13の露天掘跡にみられる鋳体である。この鋳体は、E-W系の断層及びこれから分岐した断層または割れ目に沿って胚胎し、角礫状、塊状、一部鋳染状などの鋳石を含む酸化鋳体である。

この鋳体の特徴は、P. №11 (Fig. 3-12)で観察され、ここでは、E-W系の断層破碎帯に沿う鋳体とこれから分岐する鋳体が観察される。鋳体の幅は、いずれも約1m前後であるが、両鋳体の分岐部で鋳体の鍾幅は厚くなる。この鋳体の東部鍾先は、南側のものがP. №12の鋳床露頭へ、北側の分岐鋳体はP. №10の鋳体へ連続すると考えられる。またP. №13の鋳床はE-W系の派生断層に沿って胚胎した小規模な酸化鋳体である。















P. №11から採取した酸化鋳の顕鏡結果によると、鋳石は針鉄鋳と赤鉄鋳が球顆組織を示す酸化鋳である。

本鋳体の分析品位は一般に低品位であるが、P. №12の鋳床露頭から採取した試料(NP-9M)の分析品位はPb 0.93%, Zn 23.76%と高品位な値を示した。

鋳化帯の南西部にあるP. №14の採掘跡では、NNE-SSW系断層と複雑な褶曲構造に沿って胚胎した塊状鋳と思われるが、この鋳体はすでに採掘済みで、鋳床露頭はなく、鋳石は転鋳のみである。この南側のP. №15採掘跡には、E-W系の断層に沿って胚胎した小規模な鋳体がある。この鋳体の北側で、網状の方解石細脈と石英細脈が破碎された母岩を貫いており、石英細脈中



LEGEND

-  Altered augite basalt
-  Rhyolite
-  Kaf Alternation of medium bedded limestone, thin bedded calcarenite and black flint band
-  Strike and dip of strata
-  Fault
-  Anticlinal axis
-  Synclinal axis
-  Overturned anticlinal axis
-  Overturned synclinal axis
-  Oxide ore
-  Tunnel
-  Open pit
-  MJM-4 Diamond drilling site and number
-  Sample Location and number

Chemical Analysis of Ore Samples

Ser No	Sample No.	Metal Contents				
		Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %
1	KP-1PM	0.01	11	0.01	6.06	0.52
2	KP-2PM	—	10	0.03	2.56	2.63
3	KP-3PM	—	13	0.08	1.38	41.78
4	KP-4M	0.01	19	0.01	0.94	32.87
5	VL-aPM	<0.01	12	0.02	1.18	7.61
6	VL-1IPM	—	7	Tr	7.90	1.91
7	KP-6M	0.03	21	0.05	8.80	33.39
8	VL-8PM	—	10	0.01	6.66	0.90
9	VL-3PM	<0.01	14	0.02	0.55	44.78
10	KP-8PM	—	18	0.01	10.28	25.71
11	KP-9PM	—	8	0.04	0.24	43.25
12	VL-2PM	0.03	3	0.01	0.06	0.72
13	VL-5PM	—	4	Tr	0.04	37.77
14	Ol4-1M	—	3	0.01	0.01	0.22
15	NP-5M	<0.01	6	0.02	1.98	4.65
16	NP-7M	—	7	0.02	1.93	3.97
17	NP-9M	—	5	Tr	0.93	23.76
18	NP-10PM	<0.01	3	Tr	0.91	6.41
19	NP-8M	—	4	0.02	1.33	2.62
20	NP-3PM	0.01	8	0.01	1.63	4.08
21	NP-2M	0.05	15	0.01	2.34	18.96

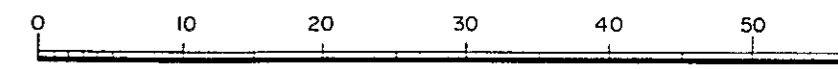
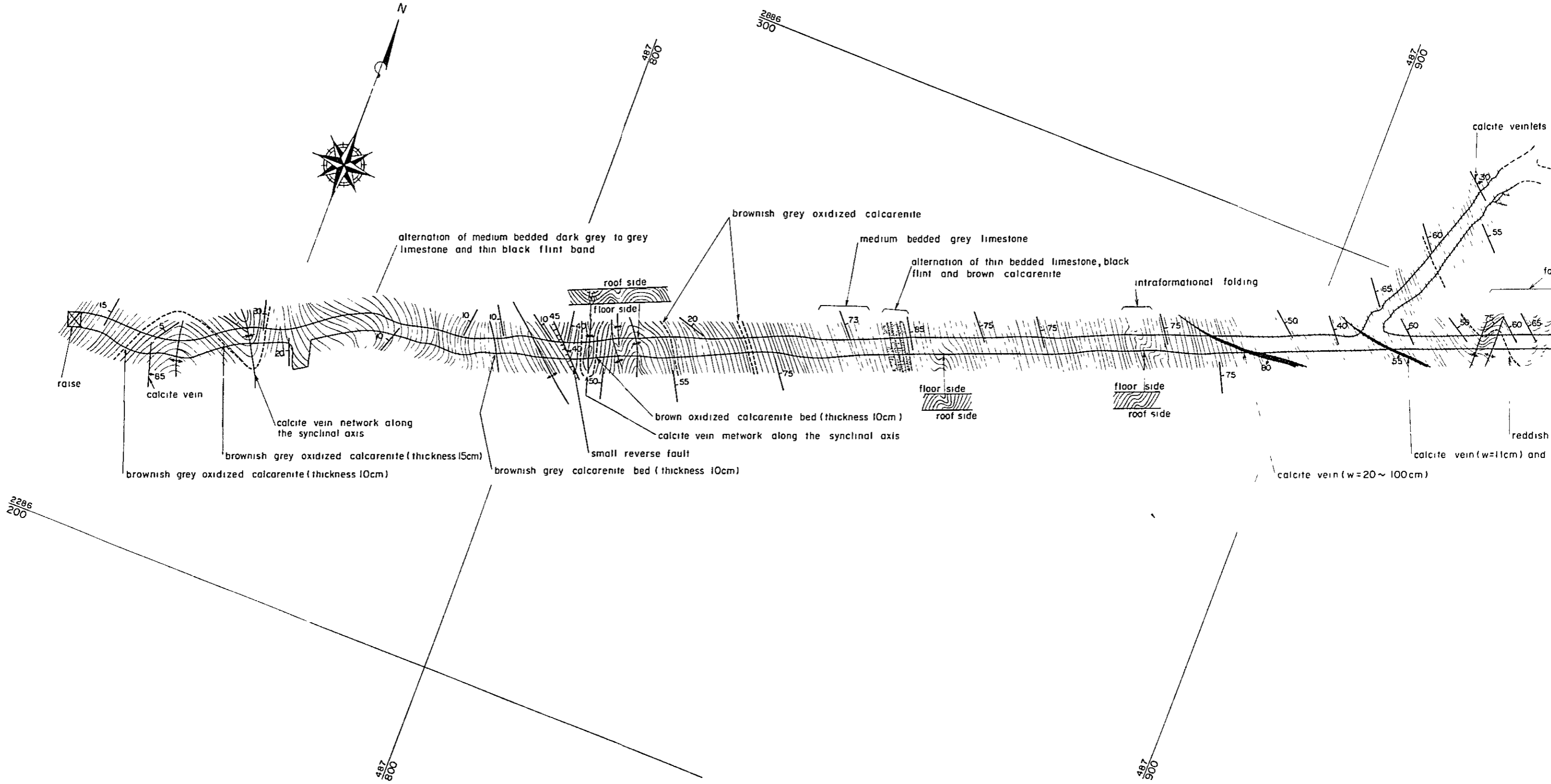
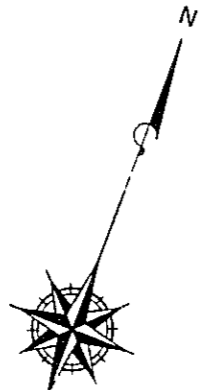
Tr Trace — Not assayed

Fig. 3-6 Geological Sketch of the PROVIDENCIA Mineralized Area

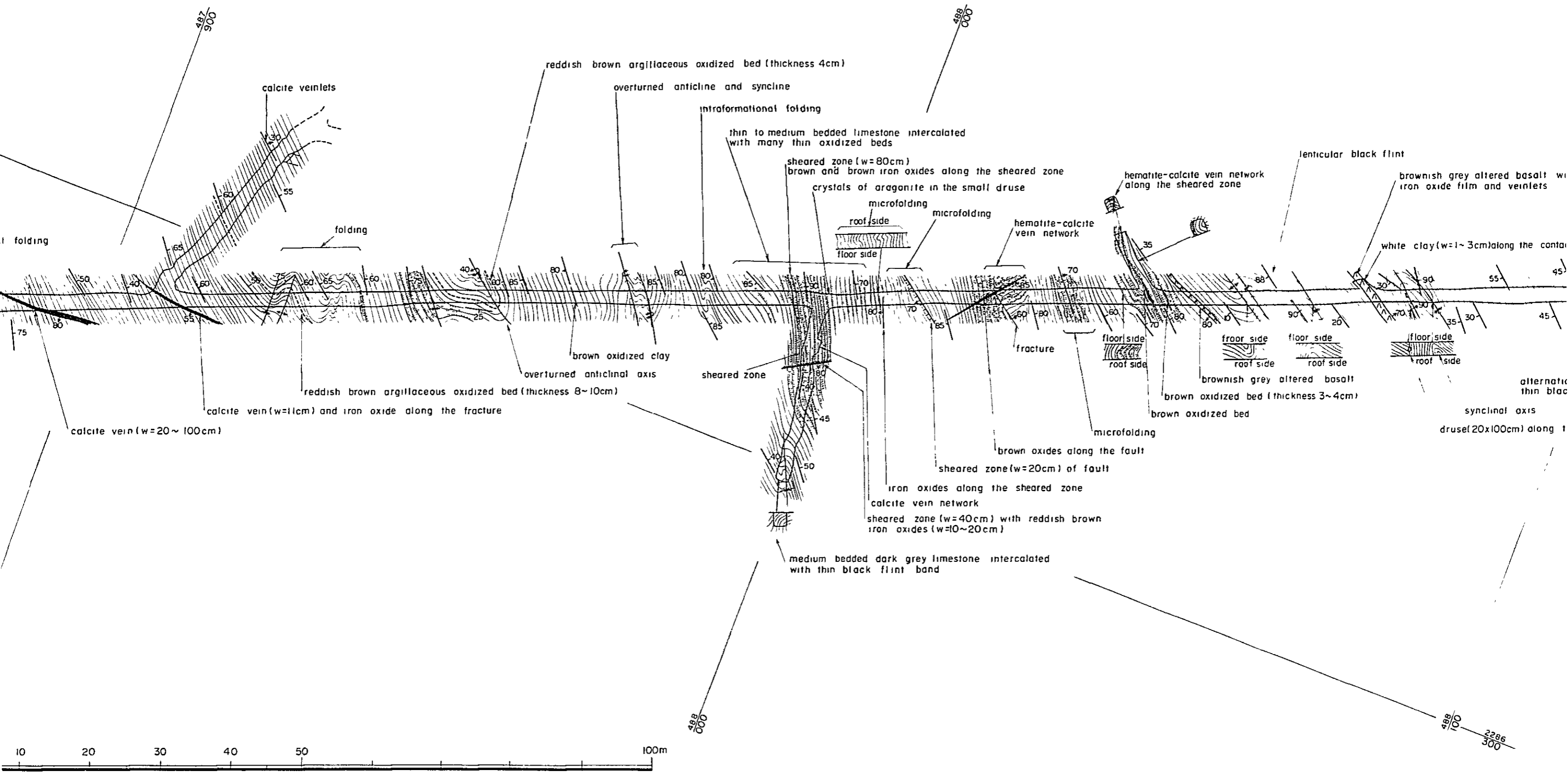


Table 3-1 List of Mines, Prospects and Ore Showings in the PROVIDENCIA Area

Name of Mine	Pit and Tunnel No.	Mode of occurrence	Principal ore mineral	Scale of ore body	General trend of ore body	Reference Sample	
				width, length			
Mina Providencia	P No.1	massive and dissemination	hematite, goethite	4m± , 25m±	N20°W	KP-1PM, KP-2M	
	P No.1 T No.3	massive and dissemination	goethite	1m± , 45m±	N10°W	KP-3PM	
	T No.2	brecciated ore and dissemination	hematite, cerussite	0.7± 60m±	NS	VL-11P	
	T No.5	dissemination	goethite	1m- , 5±	N40°W		
	P No.2	brecciated ore, dissemination and partly massive ore along the fault	hematite, goethite	2m±, 200m±	N30°W	KP-4M, KP-5P, VL-aM KP-6M, KP-7T, VL-8PM KP-11T KP-11T	
	P No.3						
	P No.4						
	T No.6						
	T No.7						
	T No.8	massive and dissemination	Mn-mineral, hemimorphite	0.3m±, 15m±	N30°E	VL-3PM	
T No.9	calcite vein network	goethite	0.5m±, -	--			
P No.5	dissemination	goethite	0.5m±, 15m±	N20°W			
Mina San Juana	P No.6	massive and dissemination	hemimorphite, hematite	1.5m-, 60m±	N80°E	KP-9PM, KP-10T	
	P No.7	ore along the fault					
	P No.8	dissemination	hematite, goethite	1m- , 10m±	N10°E	VL-2PM	
	T No.10	dissemination	hemimorphite, goethite, hematite	1m- . 10m-	N50°E	KP-8PM	
	T No.11	massive and dissemination	Mn-mineral	0.5m±, 15m±	N70°E	VL-5PM	
	T No.14	dissemination	goethite, hematite	0.3m±, 3m±	N10°E		
T No.15	brecciated ore and dissemination	goethite, hematite	1.5m±, 70m±	NS			
Mina San Juan	T No.12	calcite vein with iron oxides	goethite, hematite	0.3m, 2m±	N35°E		
Mojonera of Huilco 10	P No.10	massive and brecciated ore	goethite, hematite	0.3m-, 15m±	N45°W		
	P No.11	massive and brecciated ore	goethite, hematite	1.0m±, 30m±	N70°E	NP-5M, NP-6P, NP-7M	
	P No.12	massive and dissemination	goethite, hematite	0.85m-, 10m±	N60°W	NP-9M, NP-10PM	
	P No.13	brecciated ore and massive	goethite, hematite	0.75m, 10m±	N80°E	NP-8M	
	P No.14	massive (stocked ore)	hematite, goethite, barite	? ?	?	NP-2M, NP-3PM, NP-4P	
	P No.15	massive	goethite, hematite	2m±, 10m±	N80°W		
	P No.16	massive	goethite, hematite	1m± 10m±	N80°E		
P No.17	brecciated ore	goethite, hematite	1m±, 30m±	N35°E			



Scale 1 : 500

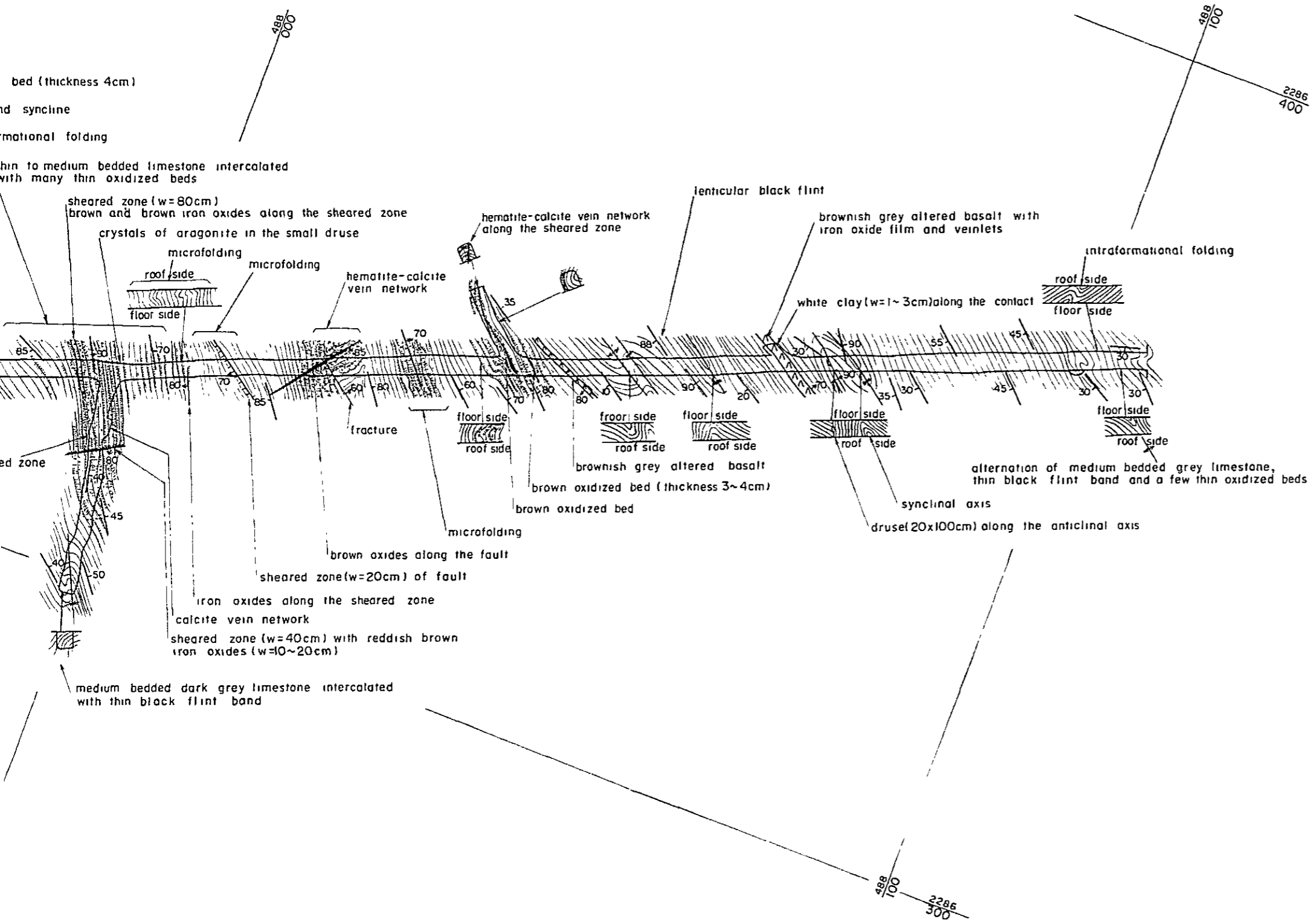


Scale 1:500

488  
000

488  
100

2286  
300



**LEGEND**

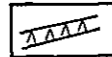











-  Altered basalt dike
-  Intercalation of oxidized calcarenite
-  Alternation of medium bedded limestone and thin black flint band
-  Strike and dip of strata
-  Normal fault
-  Reverse fault
-  Anticlinal axis
-  Synclinal axis
-  Overturned anticlinal axis
-  Overturned synclinal axis
-  Calcite vein
-  Iron oxides

Fig.3-7 Geological Sketch of No.1 Cross Cut Tunnel of the PROVIDENCIA Area



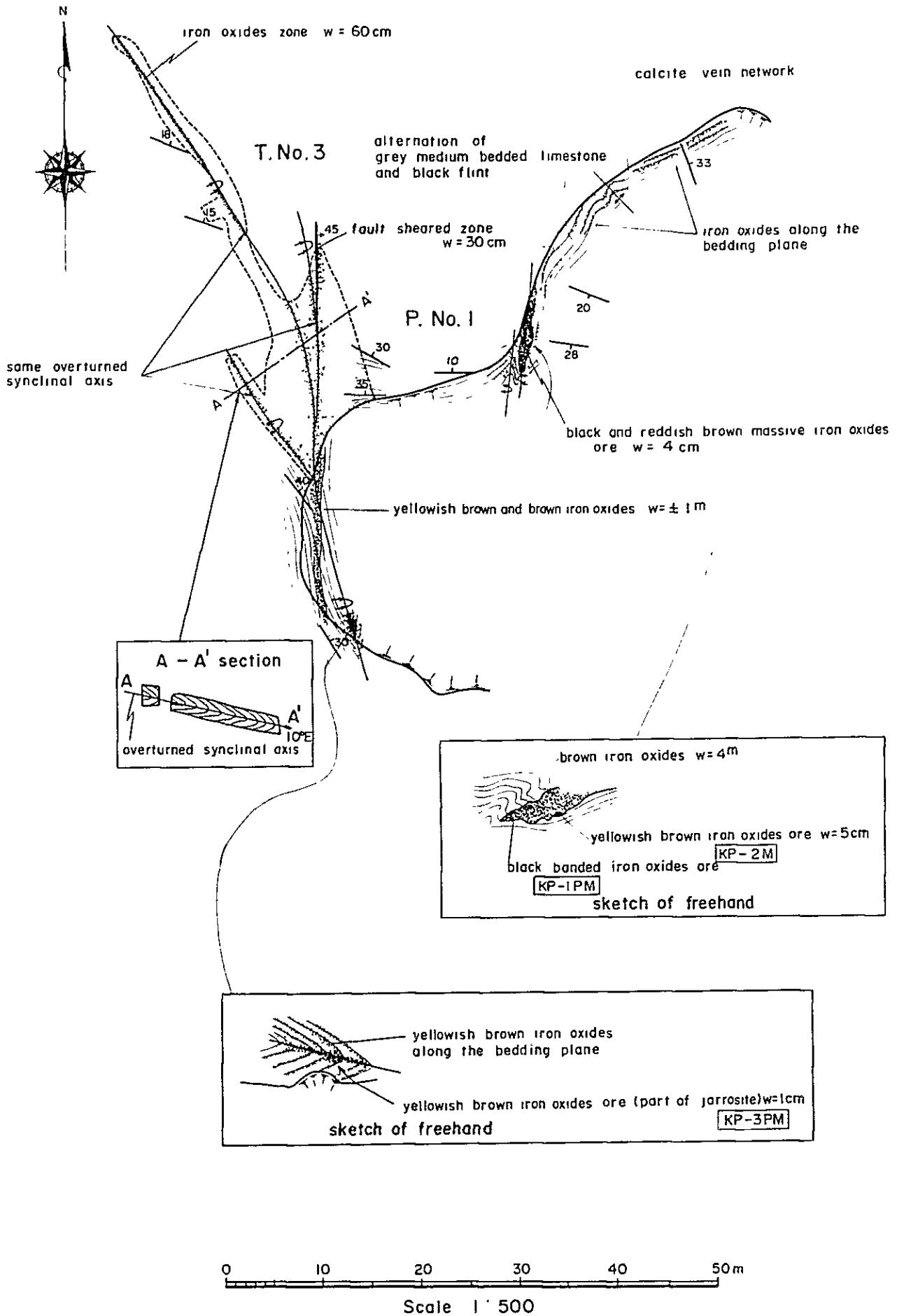


Fig.3-8 Geological Sketch of No.1 Open Pit and No.3 Tunnel of the PROVIDENCIA Area



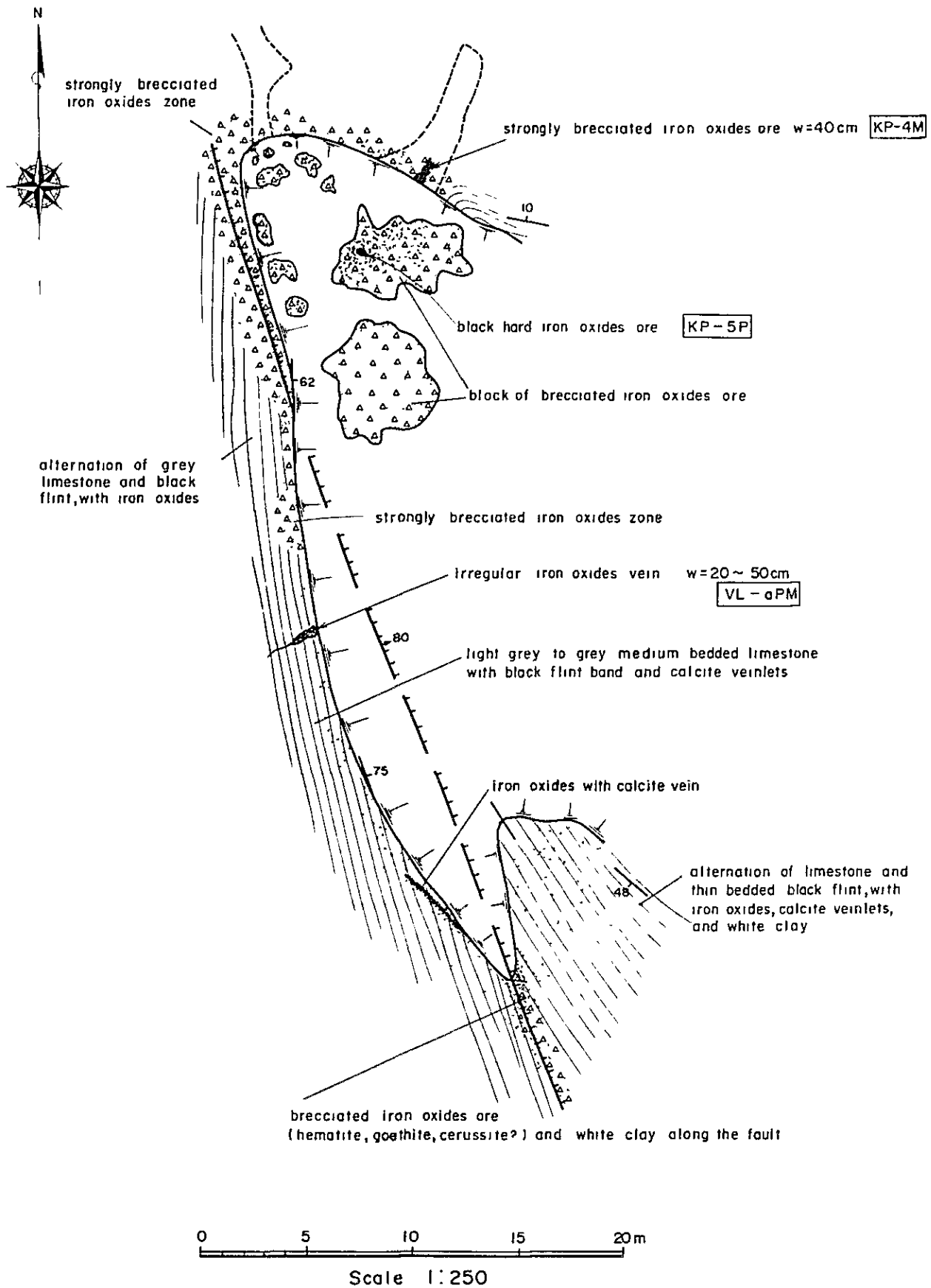


Fig.3-9 Geological Sketch of No.2 Open Pit of the PROVIDENCIA Area





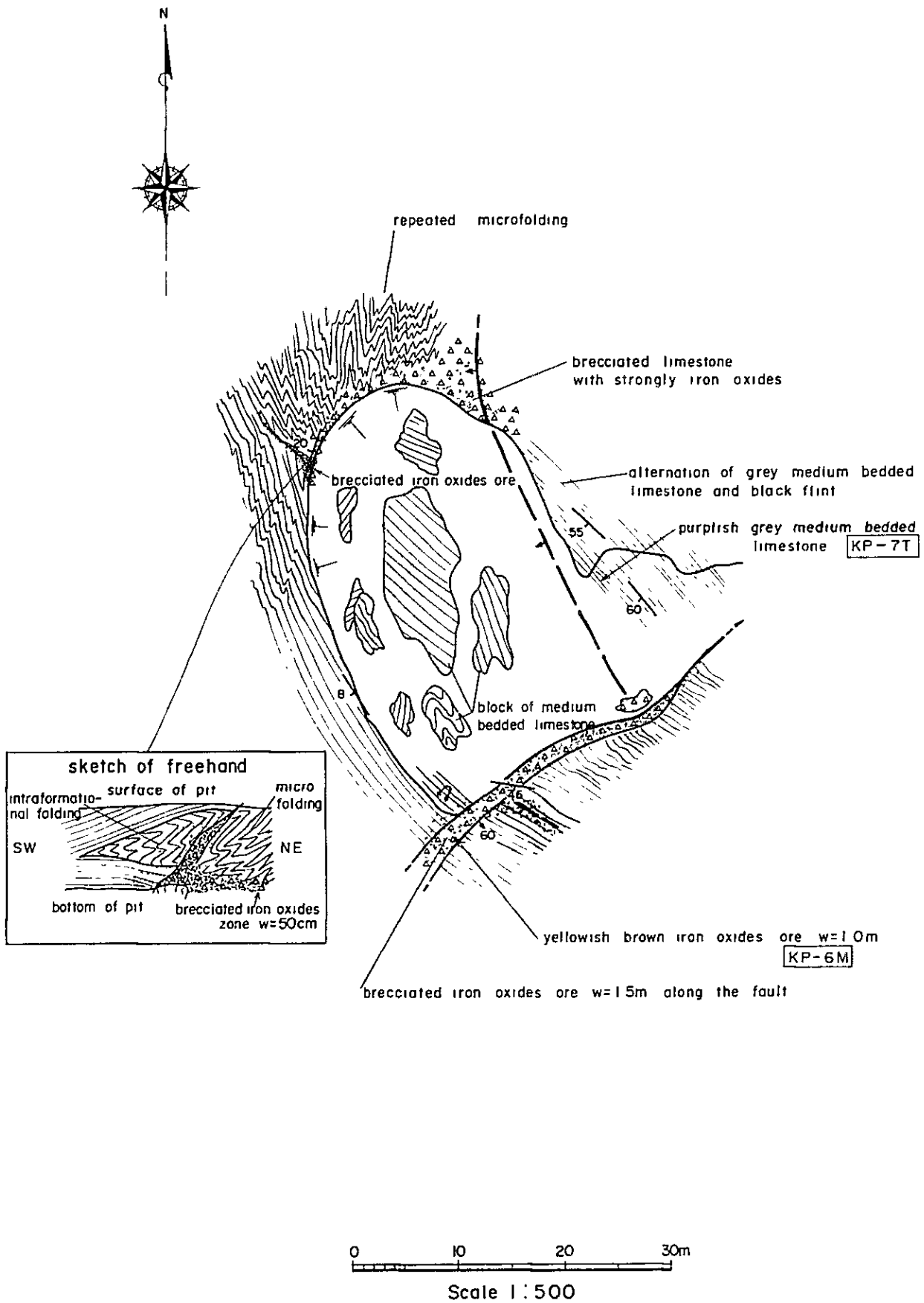


Fig.3-10 Geological Sketch of No.3 Open Pit of the PROVIDENCIA Area



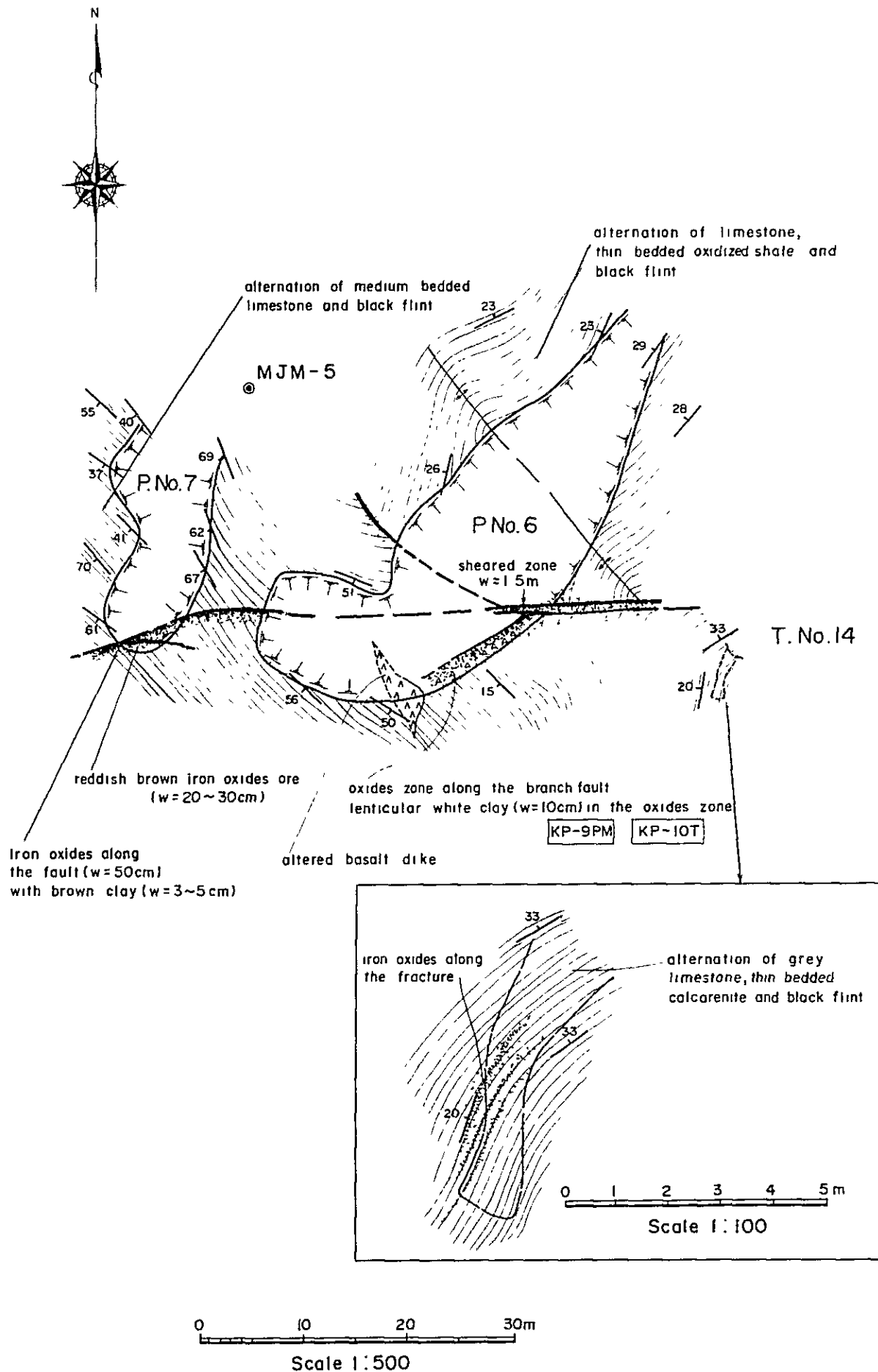
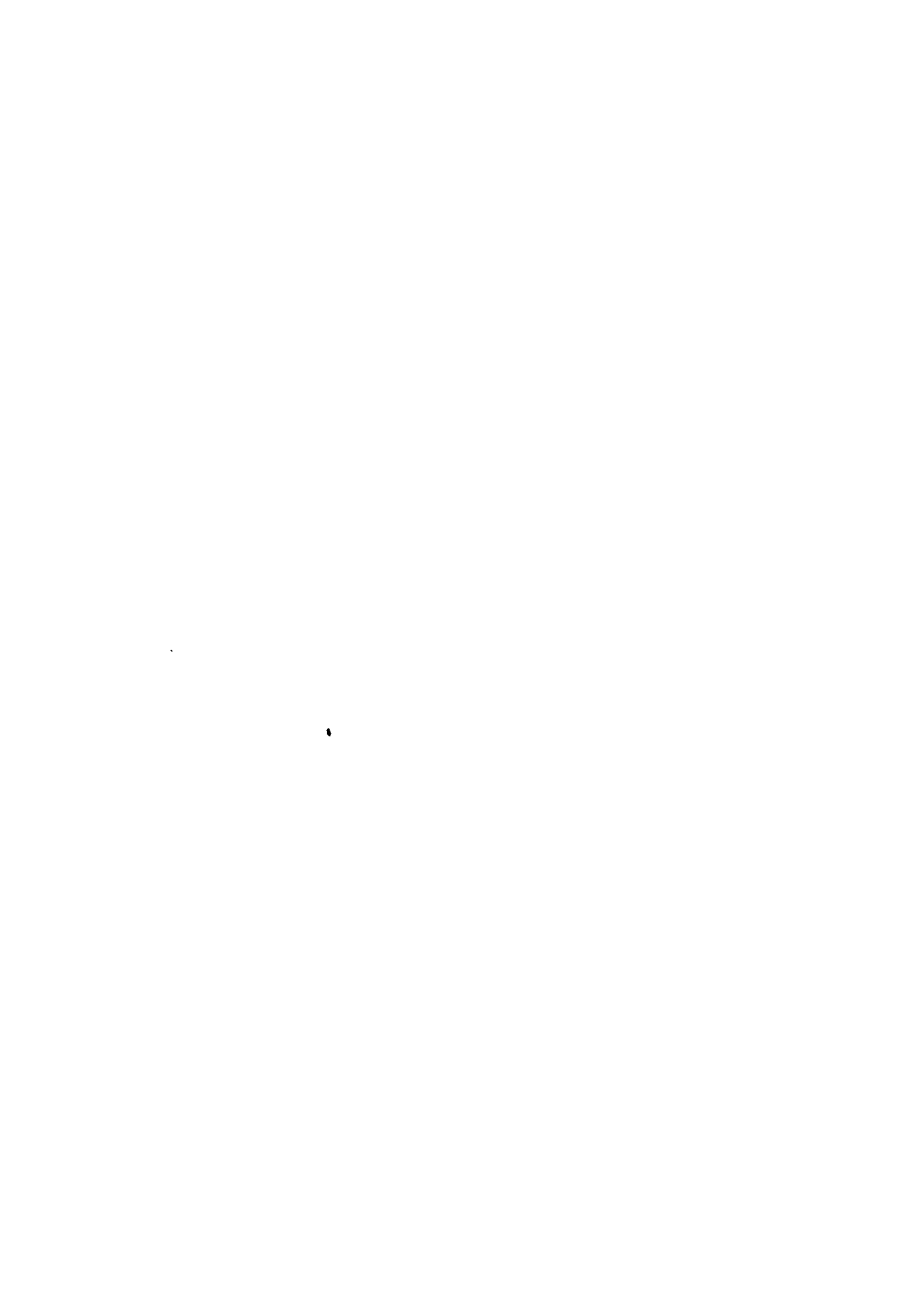


Fig.3-11 Geological Sketch of No.6 and No.7 Open Pits and No.14 Tunnel of the PROVIDENCIA Area



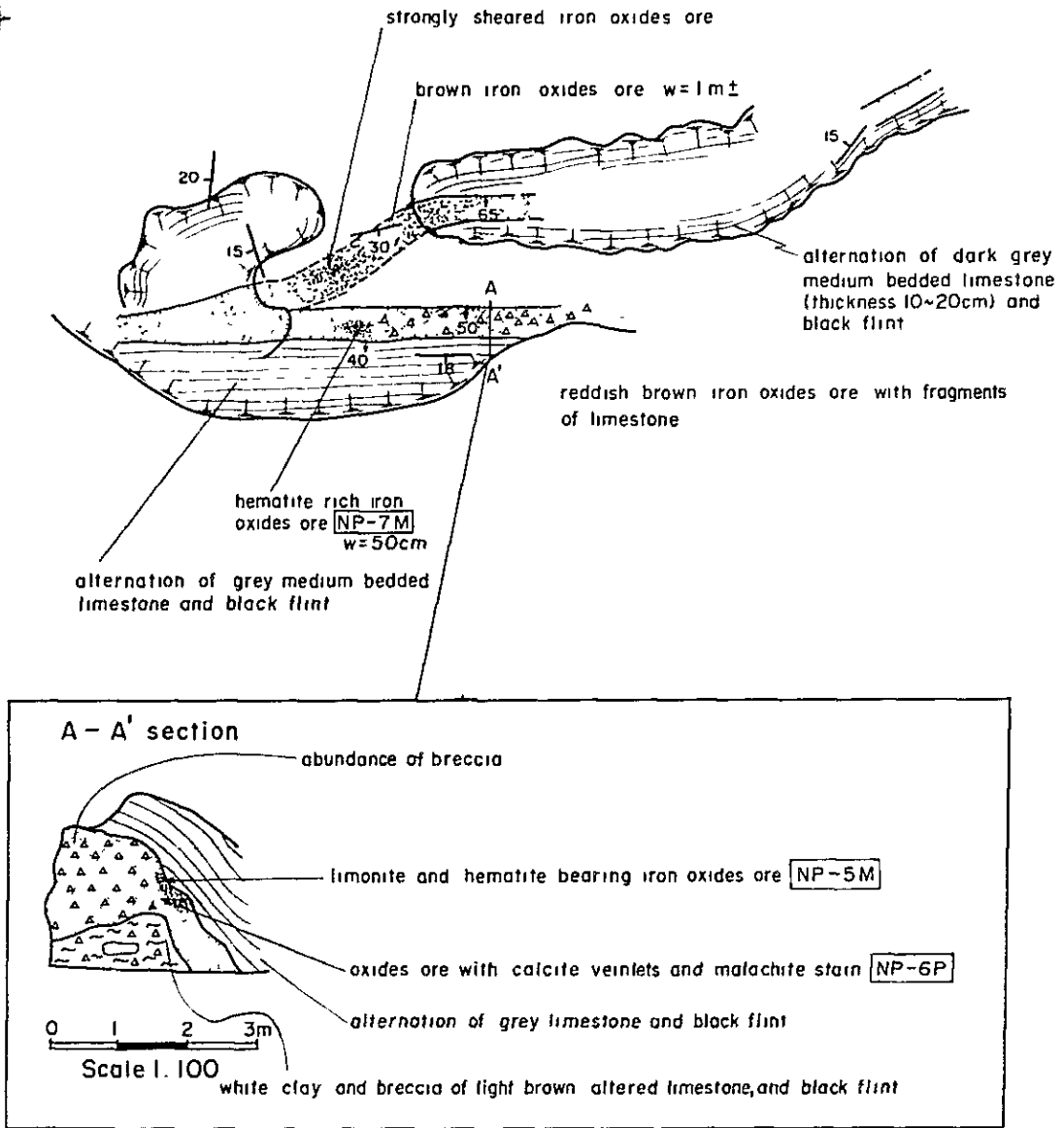


Fig. 3-12 Geological Sketch of No.11 Open Pit of the PROVIDENCIA Area



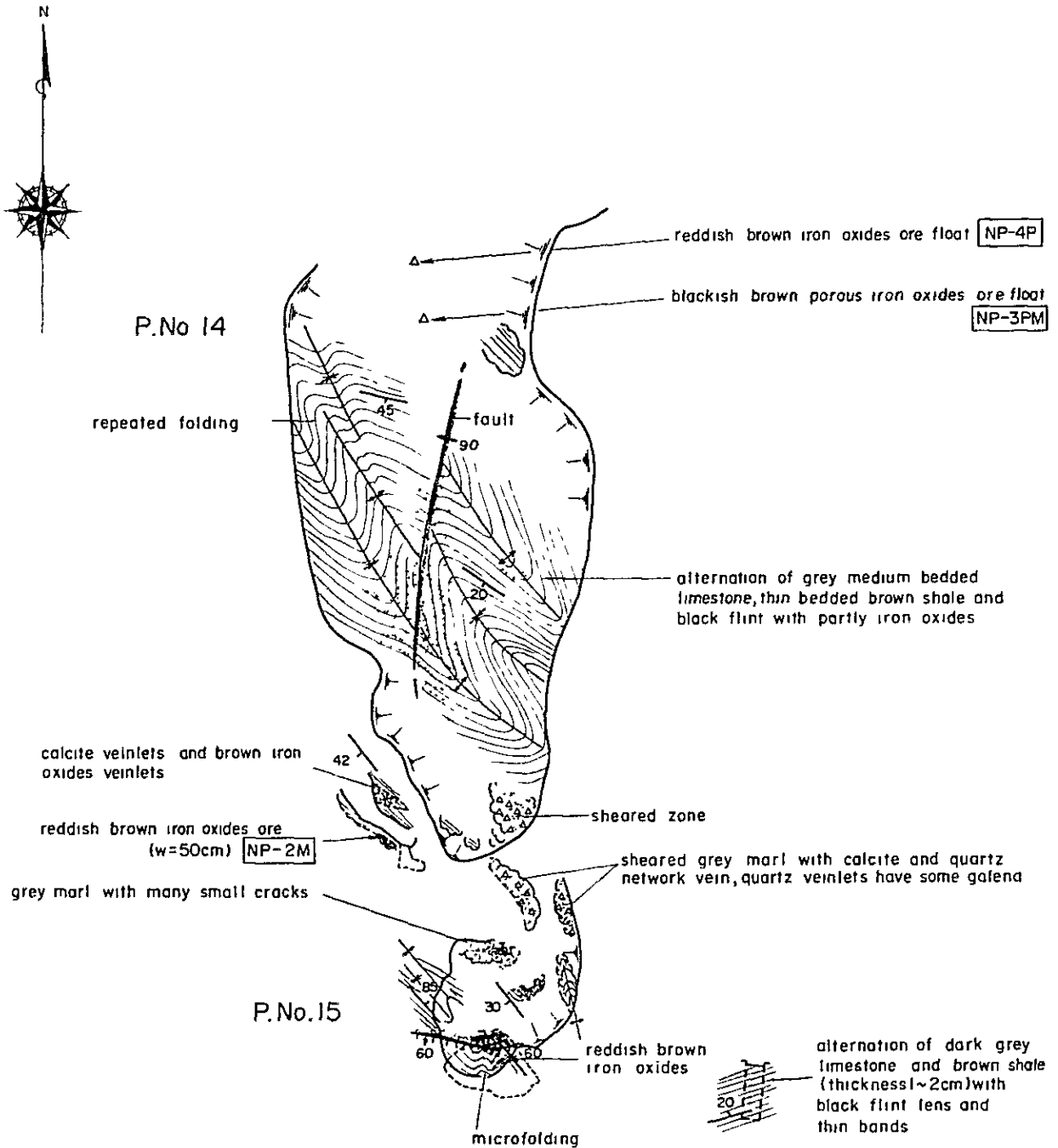


Fig.3-13 Geological Sketch of No.14 and No.15 Open Pits of the PROVIDENCIA Area





に方鉛鉱の小粒が観察される。

P. №17の探採掘跡では、NE-SW系の断層沿いに石英細脈を伴う角礫状酸化鋳体が認められるが、低品位なものである。

### 3-6 ボーリング調査による鋳化帯深部の状況

今回実施した垂直ボーリング2孔は、第3年次に実施した電気探査(IP法)と地化学探査の結果得られた高分極異常帯と鉛の地化学異常帯の重複する場所で実施された。すなわち、MJM-4号はMina Providencia 鋳化帯のP. №2 露天掘跡の南側で、また、MJM-5号はMina San Juana 鋳化帯のP. №7 露天掘跡の北側でそれぞれ実施された。これらのボーリングコアで観察される鋳化部は次のとおりである。

#### MJM-4号孔(P.L. 24 参照)

MJM-4号孔のコアで観察される鋳化部は、塊状鋳と鋳染鋳を含め、6ヶ所で観察される。これらは深度18.05m~18.20m間、57.85m~72.62m間、96.72m~97.12m間、159.25m~172.45m間、193.10m~198.35m間及び268.70m~283.20m間などである。このうち塊状酸化鋳は、深度18.05m~18.20m(15cm)間、57.85m~58.10m(25cm)間、67.00m~68.70m(170cm)間、72.35m~72.62m(23cm)間、96.72m~97.12m(40cm)間及び165.65m~165.90m(25cm)間などの6ヶ所で観察される。

深度58.00m、67.50m及び97.00mから採取した塊状酸化鋳の試料の顕鏡結果では、鋳石はいずれも針鉄鋳を主体とし、これに赤鉄鋳が含まれる酸化鋳である。

ボーリングの深度67.00m~68.70m(170cm)間にみられる最も優勢な塊状酸化鋳の平均分析品位は、Pb 1.87%、Zn 0.68%である。また深度96.72m~97.12m(40cm)間の酸化鋳の分析品位は、Pb 0.13%、Zn 29.16%で、深度57.85m~58.10m(25cm)間の酸化鋳の分析品位は、Pb 1.69%、Zn 1.84%である。その他の酸化鋳の分析品位は、Pb、Znとも1%以下の低品位なものである。

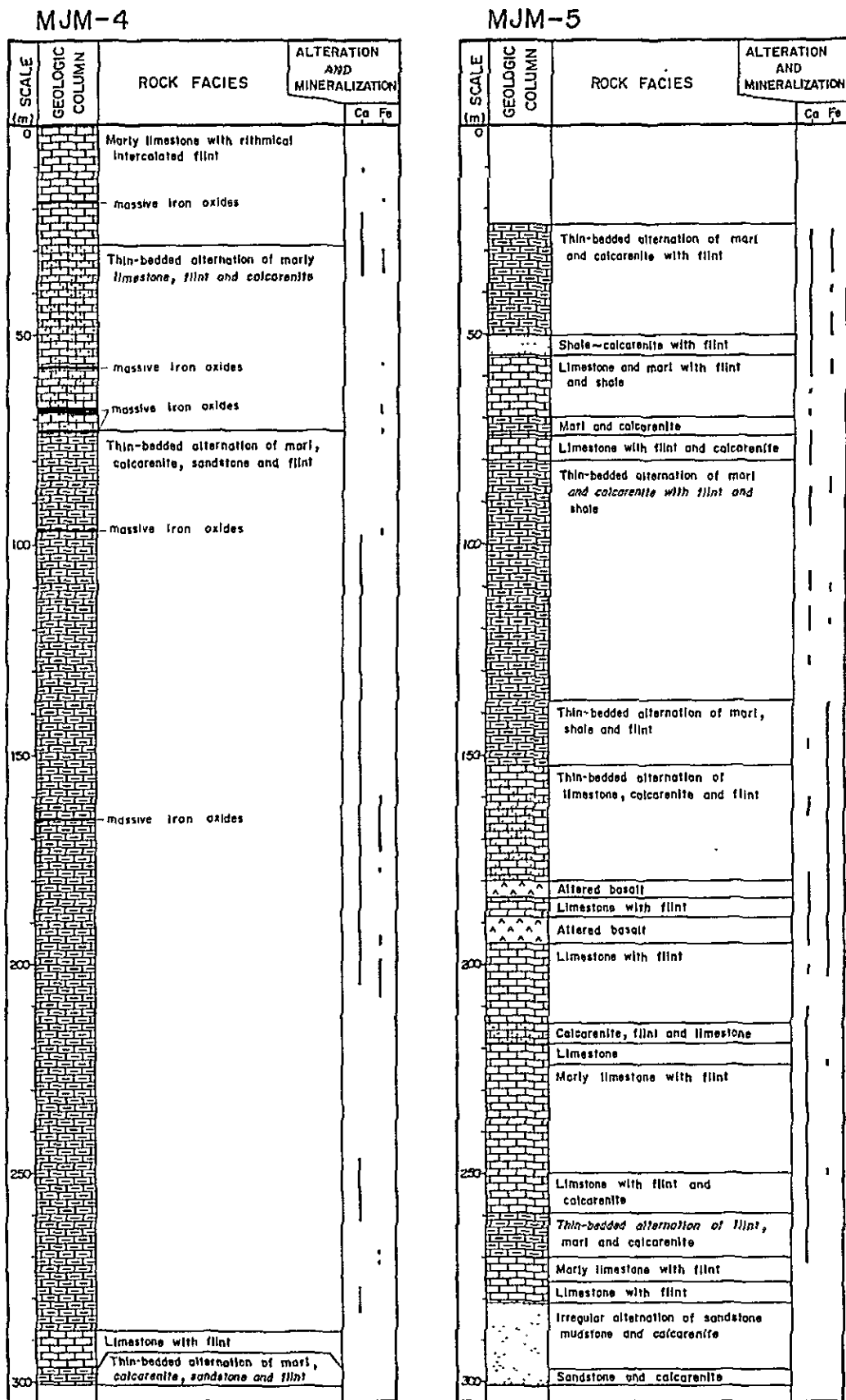
これらの鋳化帯と地表部の鋳化帯との関係は、深度169.60m~172.45m間にある鋳染状の酸化鋳と方解石細脈を伴う断層破砕帯が、地表部のMJM-5号の南側の探掘跡(P. №6及びP. №7)にあるENE-WSW系の断層下部に相当する。したがって、深度159.25m~172.45m間の鋳化帯は、地表部のENE-WSW系の断層に沿う鋳化帯の下部鋳先に対比される(Fig. 3-5参照)。このほかの酸化鋳化帯には、地表部の鋳化帯と直接対比できるものが認められない。

方解石脈は、深度10.65m~12.00m間、97.12m~98.10m間、169.60m~172.45m間、278.00m~279.10m間及び281.00m~281.50m間などで網状に板状石灰岩や泥灰岩を貫いている。これらは一部で酸化鋳を伴うが、大半の網状方解石脈は酸化鋳を伴わない。

#### MJM-5号孔(P.L. 25 参照)

MJM-5号孔のコアで観察される鋳化部は、MJM-4号孔に比べて貧弱なものであり、母岩の割





**ABBREVIATIONS**

Ca : Calcite veinlets

Fe : Iron oxides

Fig.3-14 Summary of Geological Core Logs of the MJM-4 and MJM-5 Drilling Holes, PROVIDENCIA



れ目に沿った酸化焼け、方解石脈に伴う酸化鉍、及び母岩の層理面に沿う薄い鉍染状鉍化帯などである。

本孔にみられる酸化帯の主なものは、深度28.00m~33.10m間、44.30m~48.55m間、55.55m~56.95m間、87.20m~88.80m間、155.42m~156.30m間、224.10m~224.28m間、249.70m~250.20m間などで観察される。これらのうち、深度155.42m~155.52m間、224.10m~224.28m間及び249.70m~250.20m間の酸化帯は、方解石脈に伴う酸化帯であるが、他のものは母岩の割れ目に沿った酸化帯である。これらはいずれも鉍床といえる鉍化帯ではない。

酸化鉍は褐色~赤褐色または暗褐色の針鉄鉍と赤鉄鉍からなる。割れ目に沿った酸化鉍は幅1mm~5mmの薄いもので、割れ目周辺の岩石中ではわずかに鉍染している。

方解石細脈はしばしば板状石灰岩や泥灰岩を貫いているが、これらが密集している所は、深度26.45m~33.10m間、45.06m~57.35m間、87.20m~93.50m間、155.42m~155.52m間、183.95m~188.05m間、224.10m~224.28m間及び249.70m~250.20m間などである。

本孔には、方解石脈の周辺部で板状石灰岩や泥灰岩が脱色されて白色化している所が観察される。これらは深度26.45m~33.10m間、44.20m~48.72m間及び55.55m~56.95m間の網状方解石脈と割れ目に沿って観察され、特に44.20m~45.06m間は脱色が顕著である。

本孔の鉍化帯は微弱であり、地表部の鉍化帯と対比されるものは認められない。

### 3-7 考 察

本地区の地質は、白亜紀の堆積岩類である黒色フリント挟在石灰岩部層(Kdf)からなり、本部層は上下が逆転した地質構造をもっている。

本部層は薄層理板状の石灰岩と泥灰岩を主体とし、薄層理の石灰質砂岩、砂岩、頁岩などと互層をなし、これに薄い黒色フリントが特徴的に挟まれる。

鉍床は、本部層中の断層構造と褶曲構造に支配されて胚胎する熱水型の鉍床で、レンズ状、鉍脈状及び一部で鉍染状の形態を示す。

鉍床の規模は、Mina Providencia 鉍化帯のNNW-SSE系の断層に沿って胚胎した鉍体が最も大規模で、鉍体幅は約2mで、鉍体の走向延長は約200mである。このほか多数の鉍体を確認しているが、これらは比較的小規模な鉍体である。

鉍石は、塊状、角礫状及び鉍染状を示す酸化鉍で、針鉄鉍、赤鉄鉍を主体とし、これに異極鉍や白鉛鉍などが含まれる。

鉍石の分析品位は、金、銀、銅とも低品位であるが、鉛と亜鉛の分析品位は高く、その最高値はそれぞれPb 10.28%、Zn 43.25%を示した。

ボーリング調査の結果、MJM-4号孔では塊状酸化鉍に6ヶ所で着鉍した。このうち最も鉍体



幅の厚いものは67.00m~68.70m(170cm)間のものである。MJM-5号孔では、顕著な鉍化帯は認められない。

ボーリングの調査結果と第3年次に実施した地化学探査による地化学異常帯との関係は次のように考察される。

MJM-4号孔で確認された鉍化帯を地質構造から判断して、地表部のものに対比すると、すべての鉍化帯がPbの地化学異常帯の中に含まれる。したがって、ボーリングで着鉍したことは地化学探査の結果とよく一致する。

MJM-5号孔は、このボーリングの実施位置がPbの地化学異常帯の西端部付近に位置するが、地質構造的にボーリングの孔井地質を地表部に投影すると、実際の位置はPbの地化学異常帯から外れていることになる。したがって、このボーリングで顕著な鉍化帯が確認されなかったことは、地化学探査の結果とは整合的であるが、物理探査による高分極異常帯に対比されるものは現われていない。しかし、本年度の調査では、本地区の鉍化帯と密接な関係をもつと思われる火成岩類が確認されていないことから、高分極異常帯は、さらに地下深部に潜在する火成岩体か、あるいは本地区の鉍化帯深部の鉍化作用を反映している可能性も残されている。

このように2本の垂直ボーリングは、いずれも、未だ酸化帯あるいは酸化溶脱帯の中にあり、当地区における酸化帯は予想以上に、深部に展開していることが判明した。また、地表の露頭試料では酸化富化作用によって高品位を示す試料は少なくないが、ボーリングコアの試料は低品位のものが多く、酸化溶脱帯中であることを示している。

このようなことから、本地区の今後の探鉍は、さらに深部の硫化鉍体の鉍況探査を主題にして行うべきものであると結論される。そのため、地表で確認された主鉍化帯(Providencia鉍化帯)の深部の鉍況探査のための試錐を実施し、その結果によって将来の探鉍方針を策定することが望ましい。





## 第4章 SAN CLEMENTE地区の ボーリング調査



## 第4章 SAN CLEMENTE地区のボーリング調査

### 4-1 概 要

本年次のボーリング調査では、第3年次の地化学探査によって得られた金・銀の地化学異常帯の深部における地質及び地質構造と金銀の鉱化作用との関係を明らかにすることを目的として、3孔(MJM-1号, MJM-2号, MJM-3号)の水平ボーリングが実施された(Fig.4-1参照)。

試錐作業は、日本人試錐技師の技術協力のもとでメキシコ鉱物資源局(CRM)によって実施され、期間は1982年7月18日から1983年1月8日までの175日間である。このうち全掘削作業日数は154日間である。しかしその内、実掘削作業日数は106日間で残りはエンジン故障、孔内事故及び休日などにあてられており、これらは全掘削日数の31%を占めている。

試錐作業班の宿舎は、SAN CLEMENTE地区とPROVIDENCIA地区のほぼ中間地点に位置するCardonal部落に設けられた。この宿舎からSan Clemente部落まで車で約30分を要しその先は徒歩でMJM-1号及び2号現場までは15分~20分、MJM-3号までは40分を必要とする。

試錐作業人員は、1名のメキシコ人監督技師の現場管理のもとで技術員1名と現場作業員3名の計4名を1班とする2~4班に編成され、1日2方~4方制で試錐作業にあたった。

### 4-2 試錐工法及び使用機械

掘削の対象となる主な岩石は、塊状流紋岩、凝灰質礫岩、角礫状流紋岩で多少の亀裂と鉱化帯付近には粘土層の存在が予測された。そのため、NQ(180~200m)及びBQ(180~300m)の2段のワイヤーライン掘削ツールスが用意された。試錐機はロングイヤー製L-38型機が選ばれた。水平ボーリングのため、ロッドの摩擦抵抗の減少・孔壁の保護及びビットライフ向上を計る目的で全孔において清水100に対し0.2~0.3%の切削油を添加使用した。使用した試錐機、その他の機械類はTable 4-1、消耗品の使用明細はTable 4-2、ダイヤモンドビット使用状況表はTable 4-3、に示すとおりである。

### 4-3 試錐作業

#### 4-3-1 搬入・設営・移設・撤去作業

機材の搬入は、メキシコ市内から国道85号線を使って試錐現場近くの道路終点まで車輛で、そこから試錐座までの搬入は、ヘリコプターと試錐機の自走により行った。この試錐座では、MJM-1及びMJM-2の2孔のボーリングを実施した。これらの掘削が完了した後、MJM-3号への移設はヘリコプターを使用し、試錐完了後の撤去もヘリコプターにより行った。用水については、当初谷川より落差を利用して得ていたが、MJM-1号孔掘削中に160~180m間において60~



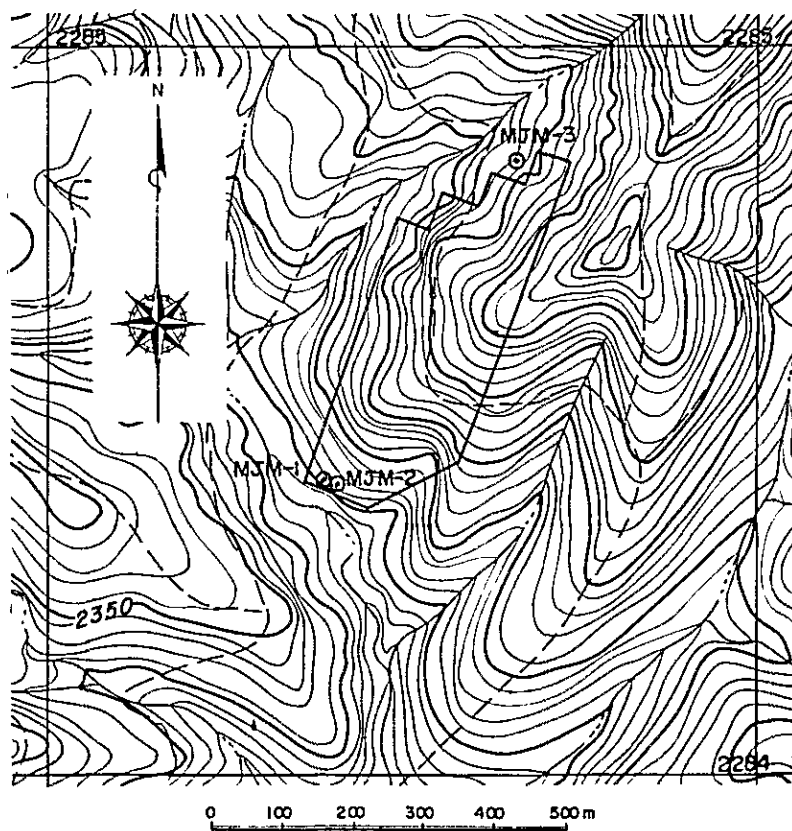
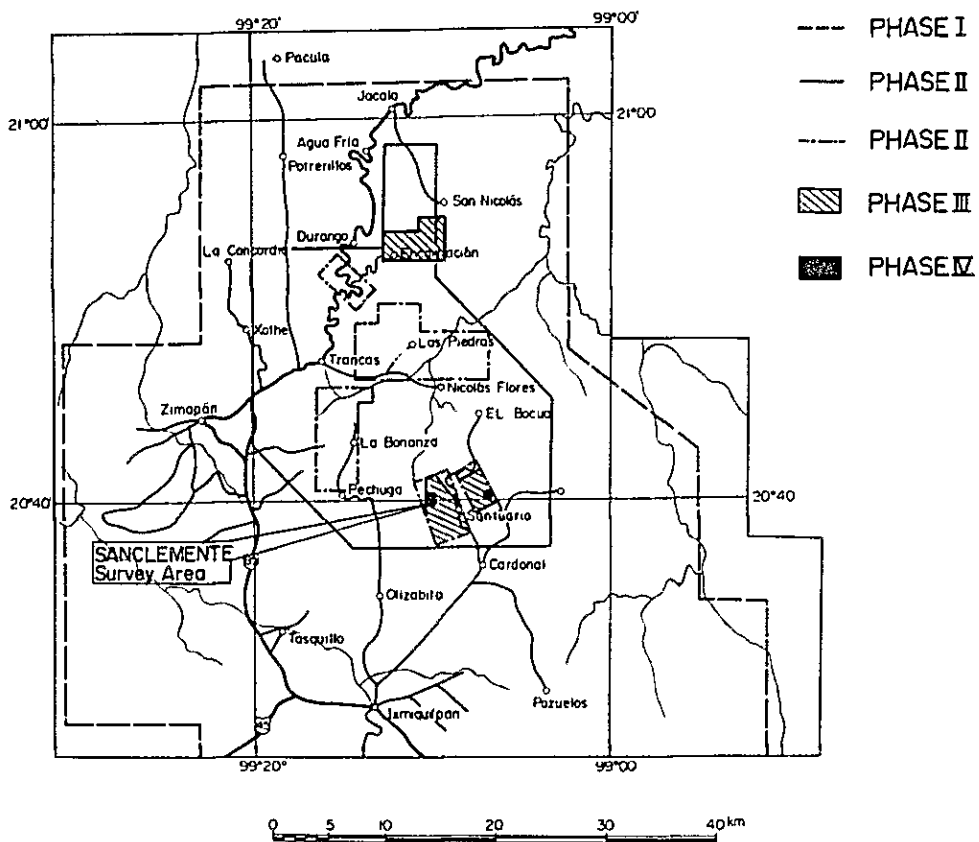


Fig. 4-1 Drilling Sites of the SAN CLEMENTE Area



120ℓ/分の湧水があり、MJM-2号の掘削にはこの湧水を利用した。MJM-3号では、この湧水と更に谷川にも揚水ポンプを設け2台で揚水し、揚水ポンプの故障等による手待時間をなくした。

#### 4-3-2 掘進作業

各孔別の掘進状況は、工事総括表 (Table 4-4, 4-5, 4-6), 工程図 (Fig. 4-2, 4-3, 4-4), 掘進実績表 (Table 4-7), 孔曲り測定結果表 (Table 4-8, 4-9, 4-10) に示したとおりである。

##### 1) MJM-1号

孔口より安定した岩盤が露出しているため掘削には、当初予定されていたとおりNQワイヤーライン工法が用いられた。予測したより珪化作用が強くビットライフ及び掘削スピードの低下が見られたので、100m以降については切削油を0.2~0.3%清水に添加して使用した結果、孔壁との摩擦抵抗も少なくなりロッドの回転を上げることが出来、併せてビットライフも上昇した。191.45mまで掘削したところで、BWケーシングパイプを孔底まで挿入し、BQワイヤーライン工法に切替え予定深度300mまで掘削した。

##### 2) MJM-2号

MJM-1号と同じ試錐座において、方向のみ変更してNQワイヤーライン工法によって掘削を開始した。用水は、MJM-1号の湧水を利用した。掘削途中若干の崩落箇所が見られたが掘削に支障はなかった。189.3mにおいてBWケーシングパイプ挿入後、BQワイヤーライン工法に切替え予定深度まで掘削した。

##### 3) MJM-3号

孔口付近の岩石は未固結で軟弱な岩盤なので、NQワイヤーライン工法にて掘削を開始した。12mまで掘削後、NWケーシングパイプシュールビットにて追切りし、孔口保護パイプとした。引続いてNQワイヤーライン工法にて161.65mまで掘削したが、亀裂の発達によって崩落を伴い抵抗が増大し掘削困難となり、BWケーシングパイプを挿入した。その後174.10mまで掘削し、ビット交換を行っていた所ケーシング尻を過ぎてから、ツールスが元孔に戻らなくなった。そのため、ケーシングパイプの入替え作業等を繰返し、最終的にはBWケーシングパイプを174.05mまで追加挿入し、BQワイヤーライン工法で300.50mまで掘削した。本孔の工事が大幅におくれた理由としては、BWケーシング挿入に際して予かじめ指示された挿入予定深度まで挿入されていなかった。そのため、崩落を招来しケーシングの追加挿入に時間を要したこと及び規格寸法外の不良ビット、リーマーによる脱落、焼付事故があげられる。

#### 4-4 孔井地質

本地区で実施した3孔の水平ボーリングの孔井地質は次のとおりである。





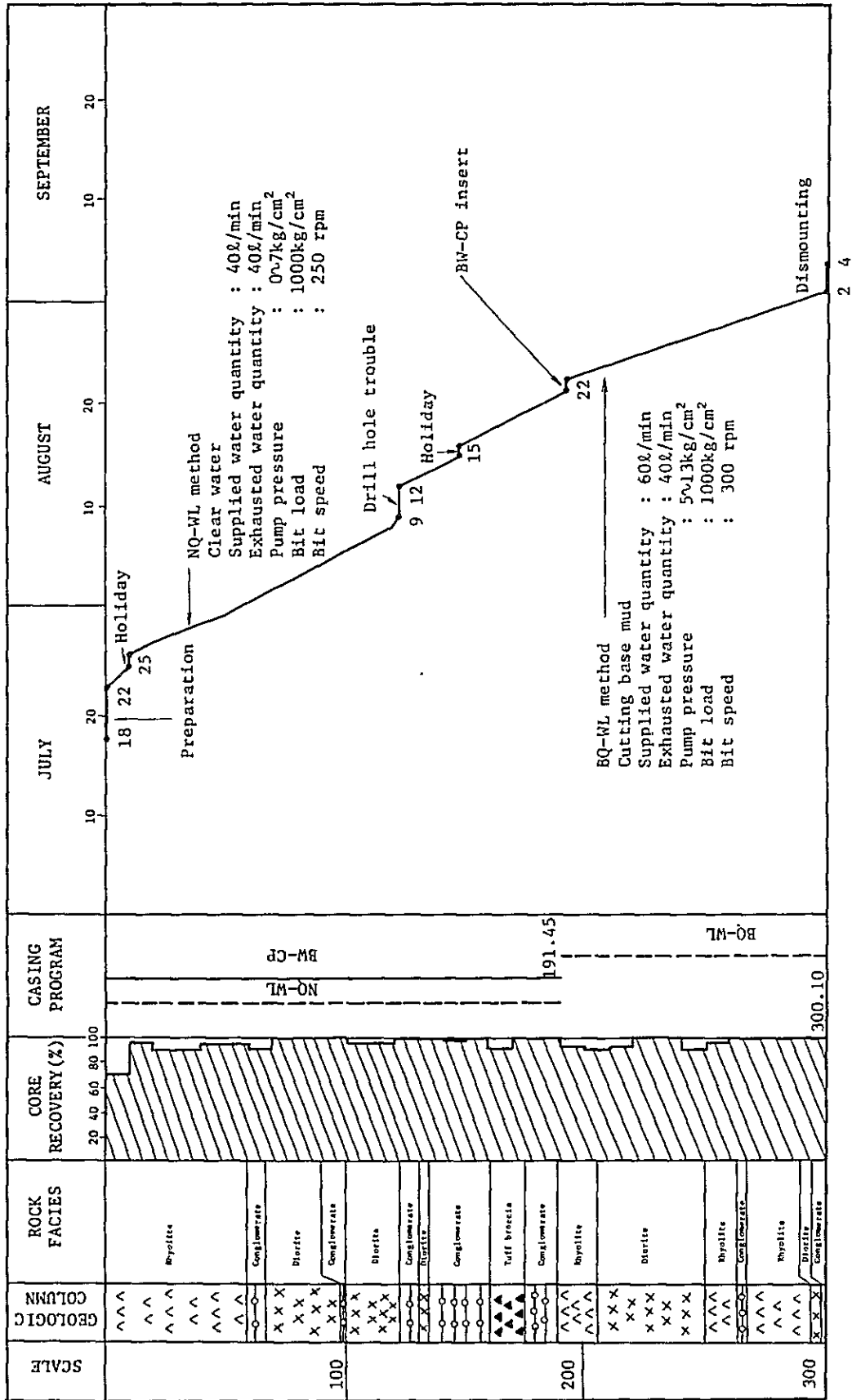


Fig. 4-2 Drilling Progress of the SAN CLENENTE Area (MIN-1)



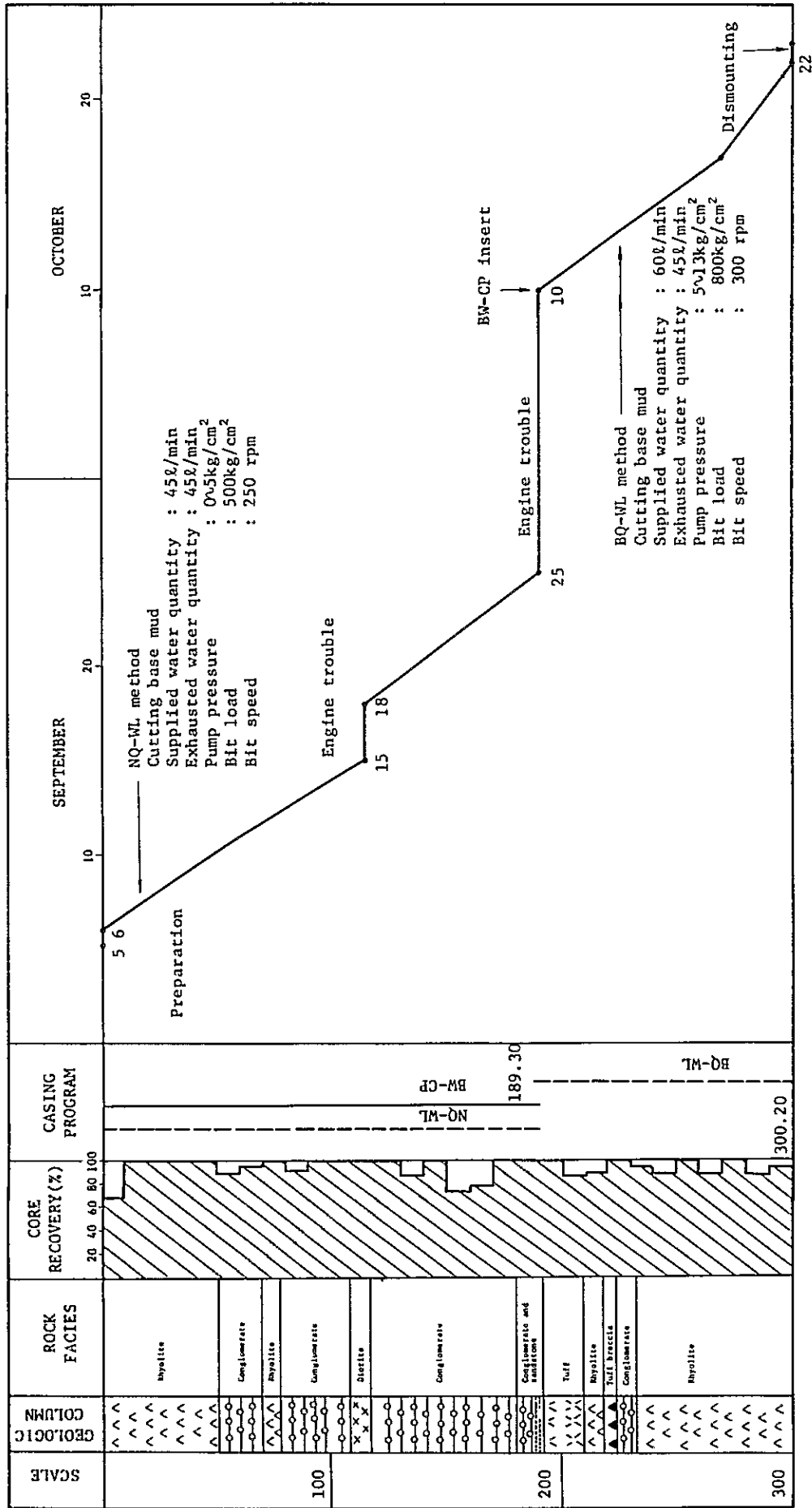


Fig. 4-3 Drilling Progress of the SAN CLEMENTE Area (NUN-2)



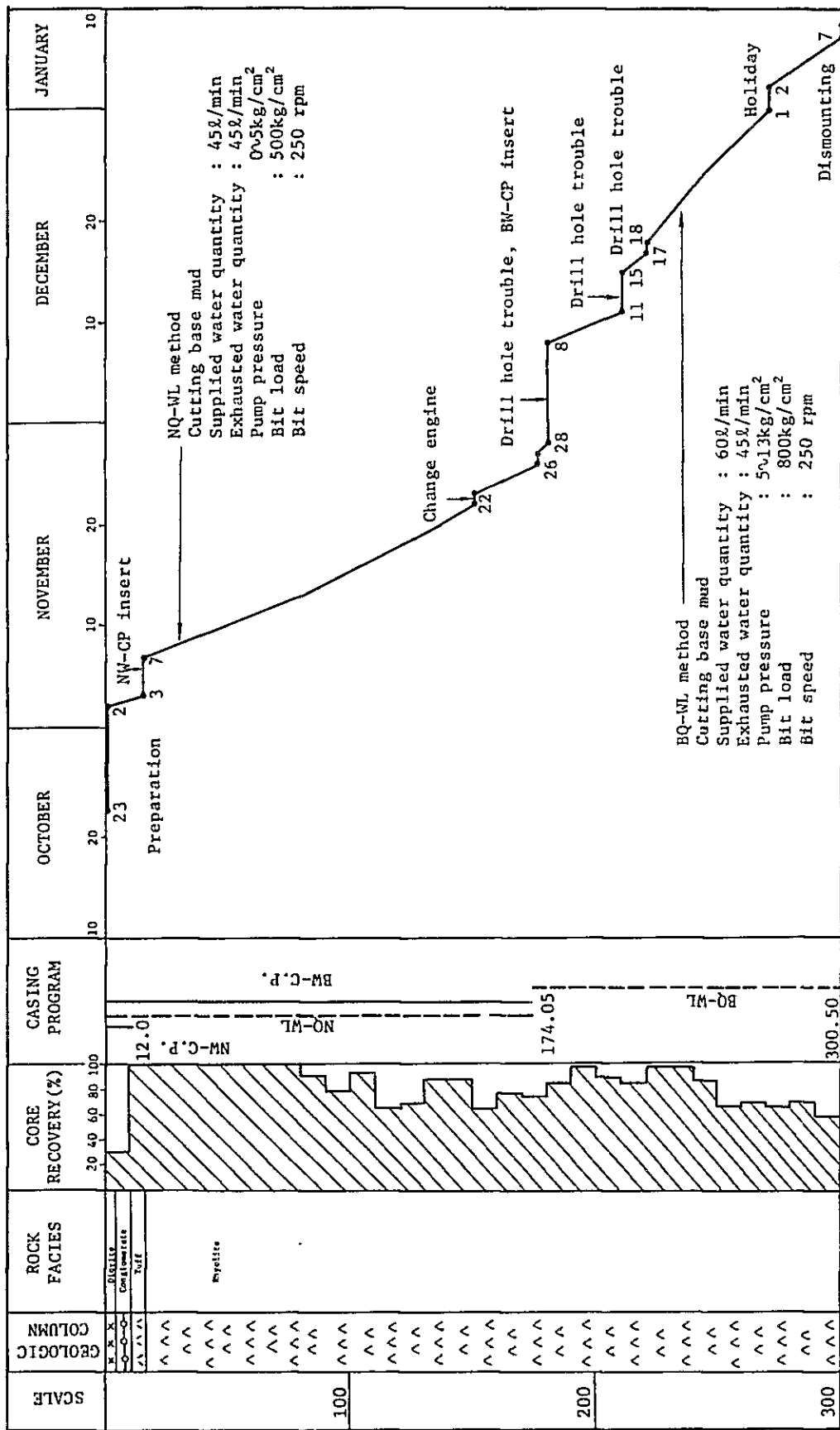


Fig. 4-4 Drilling Progress of the SAN CLEMENTE Area (MN-3)



Table 4-1 Drilling Equipment: MJM-1, 2, 3

Item	Type	Quantity	Specification
Drilling machine	L-38 (Long year, Co.)	1 set	Capacity: NQ 575m, BQ 725m Inner diameter of spindle: 148m/m Spindle speed: 300 rpm Weight (except engine): 1300kg
Wireline hoist		1 set	Attached to drilling machine
Engine for drill	(Ford, Co.)	1 set	Diesel engine: 4 cycle Revolution: 1800 rpm Related Power: 20 PS
Drilling pump	F.M.C. (Long year, co.)	1 set	Type: 3 cylinders-single acting Capacity (max.): 140 ℓ/min. Pressure (max.): 56 kg/cm <sup>2</sup>
Engine for pump	No. C106SP5 (TWIN DISC, Co.)	1 set	Diesel engine Revolution: 1800 rpm Related power: 18 PS
Mud mixer			
Engine for mixer			
Derrick			
Generator			
Engine for generator			
Water tank		2 sets	Plastic tank (3 m <sup>3</sup> )





Table 4-2 Consumed Materials: MJM-1, 2, 3

Article	Specification	Unit	Quantity			
			MJM-1	MJM-2	MJM-3	Total
Diesel fuel	Drilling machine & Drilling Pump Water Pump	ℓ	1,500	1,040	2,000	4,540
Gasoline	Jeep	ℓ	1,200	750	1,500	3,450
Engine oil	Drilling machine & Drilling Pump	ℓ	40	80	80	200
Cylinder oil	Drilling machine	ℓ	100	40		140
Grease		kg	48	48		96
Bentonite						
Cement		sx	20	11	23	54
Cutting oil		ℓ	65	140	210	415
Diamond bit	NQ	pcs	12	21	11	44
	BQ	pcs	6	5	24	35
Diamond reaming shell	NQ	pcs	3	3	5	11
	BQ	pcs	2	2	9	13
Core barrel	NQ	pcs	2	2	2	6
	BQ	pcs	1	1	1	3
Drill rod	NQ	m	200	200	200	600
	BQ	m	300	300	300	900
Core lifter	NQ	pcs	4	4	4	12
	BQ	pcs	4	4	4	12
Core lifter case	NQ	pcs	2	2	2	6
	BQ	pcs	2	2	2	6
Chuck piece	NQ	pcs	3	3	2	8
	BQ	pcs	2	3	1	6
Wire	1/2" m/m	m	200			200
	6 m/m	m	1,000	700	700	2,400
Lost circulation materials						



Table 4-3 Results of Bit Works: MJM-1, 2, 3

MJM-1

Item \ Depth (m)		0~106.30	106.30~202.60	202.60~300.10
Circulating water		Clear water	Cutting base mud	Cutting base mud
Change bit		NQ-WL D.B. 7 times	NQ-WL D.B. 5 times BQ-WL D.B. 1 time	BQ-WL D.B. 5 times
Pump	Pressure (kg/cm <sup>2</sup> )	0~7	5~10	5~13
	Supplied water quantity (l/min)	40	60	60
	Exhausted water quantity (l/min)	40	40	40
Bit	Load (kg/cm <sup>2</sup> )	300~1000	500~1200	500~1000
	Speed (rpm)	150~280	250~300	300
Core recovery (%)		92	97	97

MJM-2

Item \ Depth (m)		0~103.00	103.00~198.10	198.10~300.20
Circulating water		Cutting base mud	Cutting base mud	Cutting base mud
Change bit		NQ-WL D.B. 15 times	NQ-WL D.B. 6 times	BQ-WL D.B. 5 times
Pump	Pressure (kg/cm <sup>2</sup> )	0~5	5~10	5~13
	Supplied water quantity (l/min)	45	60	60
	Exhausted water quantity (l/min)	45	45	45
Bit	Load (kg/cm <sup>2</sup> )	300~500	300~700	500~800
	Speed (rpm)	250~300	250~300	250~300
Core recovery (%)		95	96	93

MJM-3

Item \ Depth (m)		0~99.50	99.50~200.60	200.60~300.50
Circulating water		Cutting base mud	Cutting base mud	Cutting base mud
Change bit		NQ-WL D.B. 8 times	NQ-WL D.B. 3 times BQ-WL D.B. 8 times	BQ-WL D.B. 16 times
Pump	Pressure (kg/cm <sup>2</sup> )	0~5	5~10	5~13
	Supplied water quantity (l/min)	45	60	60
	Exhausted water quantity (l/min)	45	45	45
Bit	Load (kg/cm <sup>2</sup> )	300~500	300~700	500~800
	Speed (rpm)	200~250	200~250	200~250
Core recovery (%)		90	75	78

Note : D.B. means Diamond Bit.



Table 4-4 Summary of Drilling Results: MJM-1

Item	Working period			Number of days	Actual working days	Re-pairing days	No working days	Total number of workers	
Preparation	18th Jul. '82~22nd Jul. '82			5	5	—	—	48	
Drilling	23rd Jul. '82~ 1st Sep. '82			41	34.5	3.5	3	301	
Dismounting	2th Sep. '82~ 4th Sep. '82			3	3	—	—	24	
<b>Total</b>	<b>18nd Jul. '82~ 4th Sep. '82</b>			<b>49</b>	<b>42.5</b>	<b>3.5</b>	<b>3</b>	<b>373</b>	
Drilling length, etc.				Core recovery for each 100m section					
Planned length	300m	Over burden	0m	Depth of hole		Section	Total		
Increase or decrease in length	0.10m	Core length	286.40m	0~106.30		92%	92%		
				106.30~202.60		97%	94%		
Length drilled	300.10m	Core recovery	95%	202.60~300.10		97%	95%		
Working time	Drilling	Drilling	217°35'	42.1%	37.1%	Drilling efficiency			
		Hoisting & lowering rod, casing	243°25'	47.1%	41.5%	Total drilling length / Working period		7.32 m/day	
		Repairing	56°00'	10.8%	9.5%	Total drilling length / Net working days		7.90 m/day	
		Sub total	517°00'	100.0%	88.1%	Total drilling length / Net drilling days		8.70 m/day	
	Preparation	40°00'		6.8%	Total drilling workers / Total drilling length		1.00 man/m		
	Dismounting	30°00'		5.1%					
	Others								
	Total	587°00'		100.0%					
Inserting casing pipe	Pipe size & inserted length (m)		$\frac{\text{inserted length}}{\text{Drilling length}} \times 100(\%)$	Recovery of casing pipe (%)		Drilling length by each size (m)			
	BW.C.P. 191.45m		63.8%	100%		Bit size	NQ	BQ	
						Drilling length	191.45	108.65	
						Core length	180.70	105.70	
Remarks:									



Table 4-5 Summary of Drilling Results: MJM-2

Item	Working period			Number of days	Actual working days	Re-pairing days	No working days	Total number of workers	
Preparation	5th Sep. '82			1	1	—	—	8	
Drilling	6th Sep. '82~21st Oct. '82			46	28	18	—	287	
Dismounting	22nd Oct. '82			1	1	—	—	8	
Total	5th Sep. '82~22nd Oct. '82			48	30	18	—	303	
Drilling length, etc.				Core recovery for each 100m section					
Planned length	300m	Over burden	0m	Depth of hole	Section	Total			
Increase or decrease in length	0.20m	Core length	284.45m	0~103.0	95%	95%			
				103.0 ~205.15	96%	96%			
Length drilled	300.20m	Core recovery	95%	205.15~300.20	93%	95%			
Working time	Drilling	Drilling	185°45'	25.8%	25.2%	Drilling efficiency			
		Hoisting & lowering rod, casing	238°15'	33.1%	32.4%	Total drilling length / Working period		6.53 m/day	
		Repairing	296°00'	41.1%	40.2%	Total drilling length / Net working days		6.53 m/day	
		Sub total	720°00'	100.0%	97.8%				
	Preparation	8°00'			1.1%	Total drilling length / Net drilling days		10.72 m/day	
	Dismounting	8°00'			1.1%				
	Others					Total drilling workers / Total drilling length		0.96 man/m	
	Total	736°00'			100.0%				
Inserting casing pipe	Pipe size & inserted length (m)	Inserted length / Drilling length ×100(%)	Recovery of casing pipe (%)	Drilling length by each size (m)					
	Bit size	NQ	BQ						
	BW.C.P. 189.30m	63.1%	100%	Drilling length		189.30	110.90		
				Core length		180.50	103.95		
Remarks:									





Table 4-6 Summary of Drilling Results: MJM-3

Item	Working period		Number of days	Actual working days	Re-pairing days	No working days	Total number of workers
Preparation	23rd Oct. '82~ 1st Nov. '82		9	8	—	1	136
Drilling	2nd Nov. '82~ 7th Jan. '83		67	44	21	2	751
Dismounting	8th Jan. '83~		1	1	—	—	7
Total	23rd Oct. '82~		77	53	21	3	894
Drilling length, etc.				Core recovery for each 100m section			
Planned length	300m	Over burden	0m	Depth of hole	Section	Total	
Increase or decrease in length	0.50m	Core length	243.50m	0~ 99.50	90%	90%	
				99.50~200.60	75%	82.5%	
Length drilled	300.50m	Core recovery	81%	200.60~300.50	78%	81%	
Working time	Drilling	Drilling	507°50'	37.2%	Drilling efficiency		
		Hoisting & lowering rod, casing	390°20'	28.6%	Total drilling length / Working period		4.49 m/day
		Repairing	468°00'	34.2%	Total drilling length / Net working days		4.62 m/day
		Sub total	1366°10'	100.0%			
	Preparation	168°00'		Total Drilling length / Net drilling days		6.83 m/day	
	Dismounting						
	Others						
Total				Total drilling workers / Total drilling length		2.50 man/m	
Inserting casing pipe	Pipe size & inserted length (m)	Inserted length / Drilling length ×100 (%)	Recovery of casing pipe (%)	Drilling length by each size (m)			
				Bit size	NQ	BQ	
	NW.C.P. 12.0 m	4.0%	100%	Drilling length		161.65	138.85
	BW.C.P. 174.05m	57.9%	100%	Core length		131.70	111.80
Remarks:							



Table 4-7 Generalized Drilling Results

Drill Hole No.	Machine Type	Drilling Period	Drilled Length (m)	Core		Number of Drilling Shift			Drilling Speed		
				Length (m)	Recovery (%)	Drilling	Casing, etc.	Accident	Total	m/shift*	m/shift**
MJM-1	L-38	23th Jul. '82 ~ 1st Sep. '82	300.10	286.40	95	56	1	7	64	4.69	5.36
MJM-2	L-38	6th Sep. '82 ~ 21th Oct. '82	300.20	284.45	95	52	1	37	90	3.34	5.77
MJM-3	L-38	2nd Nov. '82 ~ 7th Jan. '83	300.50	243.50	81	113	1	76	190	1.58	2.66
Total			900.80	814.35	90.4	221	3	120	344	2.62	4.08

Notes \* Drilling Length per one shift covering total works operated.

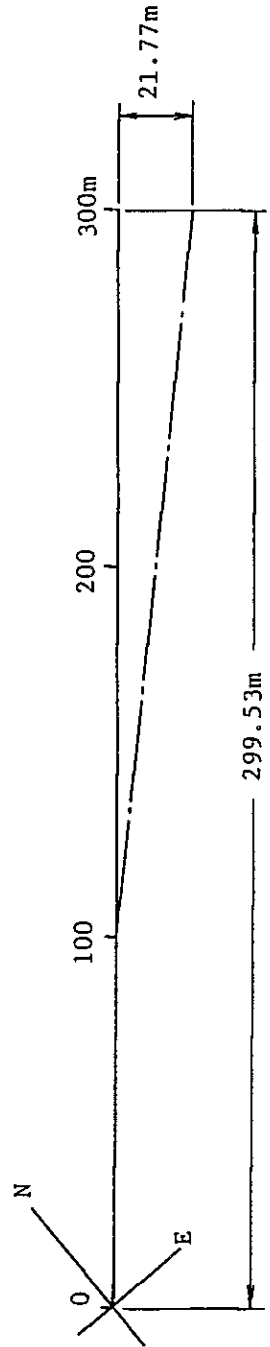
\*\* Drilling Length per one shift covering net drilling operations.



Table 4-8 Surveying Results of Drill Hole : MJM-1

MJM-1

Depth (m)	Apparent Angle	True Angle	Dip	Horizontal Deviation		Horizontal Deviation		Vertical Deviation	
				Cos	Total	Sin	Total	Sin	Total
0	N32°00'E	N40°00'E	±0	100.00	100.00		0		0
200	N28°30'E	N36°30'E	-6°	149.72	249.72	9.16	9.16	15.68	15.68
300	N27°00'E	N33°00'E	-7°	49.81	299.53	4.36	13.52	6.09	21.77



Section of Drill Hole

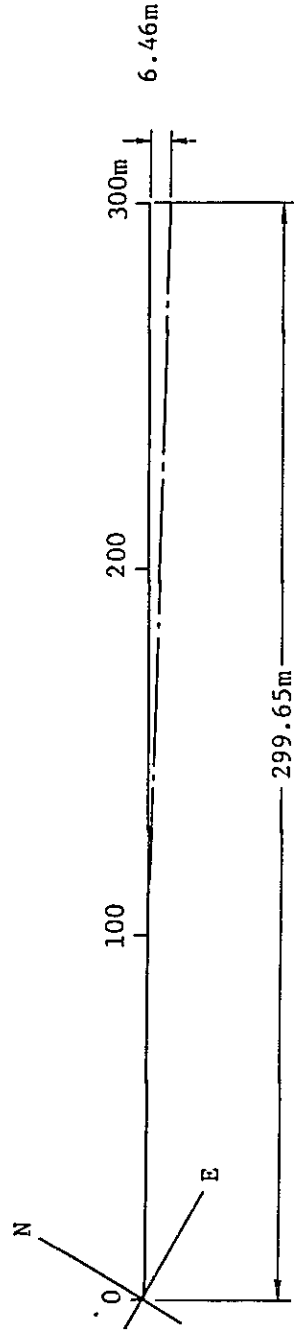
S = 1:2000



Table 4-9 Surveying Results of Drill Hole : MJM-2

MJM-2

Depth (m)	Apparent Angle	True Angle	Dip	Horizontal Deviation		Horizontal Deviation		Vertical Deviation	
				Cos	Total	Sin	Total	Sin	Total
0	N52°00'E	N60°00'E	±0	115.00	115.00		0		
230	N55°30'E	N63°30'E	-2°						
				184.65	299.65	11.29	11.29	6.46	6.46



Section of Drill Hole

S = 1:2000

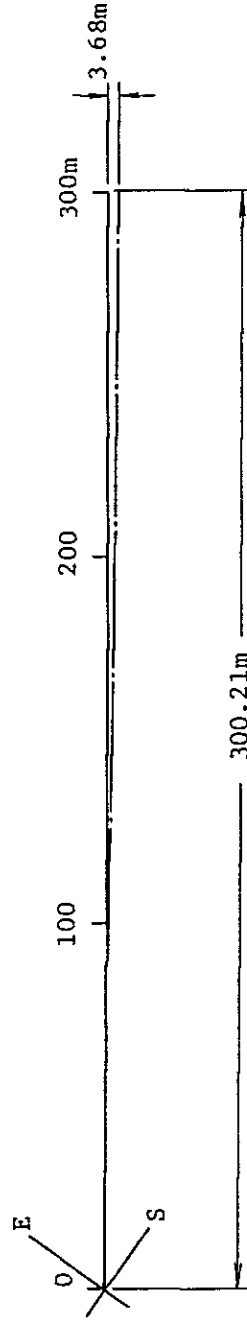




Table 4-10 Surveying Results of Drill Hole : MJM-3

MJM-3

Depth (m)	Apparent Angle	True Angle	Dip	Horizontal Deviation		Horizontal Deviation		Vertical Deviation	
				Cos	Total	Sin	Total	Sin	Total
0	S43°00'E	S35°00'E	±0		89.5		0		0
141.0									
179.0	S40°00'E	S32°00'E	-1°	210.71	300.21	11.0	11.0	3.68	3.68



Section of Drill Hole

S = 1:2000



### MJM-1号(PL. 21参照)

0m～59.65m：白色～淡褐色の塊状緻密質流紋岩よりなる。数ヶ所に晶洞が発達し、空隙に石英の微晶、酸化鉄及び黑色鉍物(Mn?)などが充填している。破碎帯は11ヶ所で認められ、一部の破碎帯の割れ目に白色粘土と酸化鉄が充填している。55.30m～59.65m間は珪化帯で、黄鉄鉍が鉍染している。

59.65m～67.50m：淡灰色の凝灰質礫岩よりなる。礫岩の基質部に黄鉄鉍が鉍染している。62.80m～62.82m間は石英脈で、閃亜鉛鉍と黄銅鉍が鉍染している。62.82m～63.35m間は礫岩の基質部に閃亜鉛鉍が鉍染している。66.90m～67.50m間は破碎帯である。

67.50m～98.20m：緑色～暗緑色の変質閃緑岩よりなる。92.35m～98.20m間は強珪化帯である。68.57m～68.60m間は緑泥石-石英脈で、閃亜鉛鉍、黄銅鉍、黄鉄鉍を伴っている。94.55m～97.20m間は淡緑色石英脈で、レンズ状の緑簾石を伴う。

98.20m～101.50m：淡灰色の凝灰質礫岩よりなる。礫岩の基質部に黄鉄鉍が鉍染する。100.40mの割れ目に沿って黄銅鉍が鉍染している。

101.50m～122.20m：緑色～暗緑色の変質閃緑岩よりなる。

122.20m～131.45m：凝灰質細礫岩と中礫岩の互層よりなる。123.75m～125.35m間及び126.20m～126.80m間は強珪化帯で、黄鉄鉍と少量の方鉛鉍が鉍染している。

131.45m～134.00m：暗緑色の変質閃緑岩よりなる。

134.00m～148.10m：灰色～暗灰色の凝灰質中礫岩よりなる。

148.10m～150.05m：強珪化変質閃緑岩よりなる。148.10m～149.07m間に淡緑色の網状石英脈が貫いている。

150.05m～161.00m：暗緑灰色の凝灰質礫岩よりなる。

161.00m～161.90m：緑色変質閃緑岩よりなる。

161.90m～174.70m：淡灰色の流紋岩質凝灰角礫岩よりなる。171.60m～171.70m間の割れ目沿いに微小の黄銅鉍が鉍染している。

174.70m～188.68m：暗灰色～灰色の凝灰質中礫岩よりなる。

188.68m～199.45m：灰白色～白色の角礫状流紋岩及び塊状流紋岩よりなる。189.85mの網状石英脈に黄鉄鉍と黄銅鉍が鉍染している。193.05m～199.45m間の角礫状流紋岩の基質部に黄鉄鉍、方鉛鉍、閃亜鉛鉍などが鉍染している。

199.45m～201.55m：灰色凝灰質中礫岩よりなる。

201.55m～202.60m：緑灰色強変質閃緑岩よりなる。

202.60m～206.10m：灰色～緑灰色の強変質流紋岩よりなる。203.60m～204.50m間に黄鉄鉍と少量の方鉛鉍が鉍染している。



206.10m～243.20m：緑色～暗緑色の変質閃緑岩よりなる。

243.20m～243.52m：凝灰質礫岩よりなる。

243.52m～246.85m：緑色変質閃緑岩よりなる。245.60m～246.85m間は破碎帯である。

245.35m～245.60m間に網状方解石脈が貫いている。

246.85m～249.75m：淡灰色の流紋岩質凝灰角礫岩よりなる。248.90mで方鉛鉱が礫岩の基質部に鉱染している。

249.75m～252.30m：淡緑色～暗灰色の変質閃緑岩よりなる。

252.30m～263.30m：淡灰色の流紋岩からなり、塊状部と角礫状部がある。259.85m～260.50m間の割れ目沿いに酸化鉄が充填している。

263.30m～267.65m：灰色の凝灰質中礫岩で、264.80m～267.65m間は成層している。

267.65m～290.30m：白色の角礫状流紋岩よりなる。基質部は緑泥石を伴う珪質物質よりなる。281.50m～284.50m及び286.00m～287.00m間の基質部に細脈状及び鉱染状に黒色鉱物(Mn?)が認められる。

290.30m～291.20m：凝灰質礫岩よりなる。

291.20m～294.50m：白色流紋岩からなり、全般に破碎され、割れ目沿いに粘土化している。291.65m～293.00m間に黒色鉱物(Mn?)の網状細脈がある。

294.50m～298.25m：緑色変質閃緑岩よりなる。295.95m～296.15m間は珪化している。

298.25m～300.10m：凝灰質礫岩からなり、295.95m～298.75mの基質部に黄鉄鉱と少量の方鉛鉱が鉱染している。

#### MJM-2号(PL. 22参照)

0m～51.20m：淡灰色～灰色の塊状緻密質流紋岩よりなる。数ヶ所に晶洞があり、石英の微晶が生じている。割れ目沿いに酸化鉄が充填している。42.00m～44.00m及び46.70m～47.50m間は強珪化帯で、黄鉄鉱が鉱染している。

51.20m～70.33m：白色～灰白色の凝灰質中礫岩よりなる。51.20m～55.05m間は強珪化帯で、黄鉄鉱が著しく鉱染している。54.95m～55.05m間に閃亜鉛鉱、黄銅鉱が鉱染している。70.00m～70.30m間は破碎帯で、白色粘土を伴っている。

70.33m～78.00m：白色の塊状流紋岩よりなる。強珪化帯で多数の石英細脈が貫いている。70.50m～70.55m及び74.25m～74.65m間に閃亜鉛鉱、方鉛鉱、黄銅鉱が鉱染している。75.45mに方鉛鉱が、76.95mに閃亜鉛鉱と黄銅鉱が鉱染している。

78.00m～108.72m：淡灰色～灰色の凝灰質礫岩よりなる。85.30m～86.80m間に炭質物が濃集している。97.30m～98.92m間は淘汰の良い粗粒(1～2mm)砂岩である。86.80m～91.00m間は著しく変質し白色化している。86.80m～88.00m間に閃亜鉛鉱、方鉛鉱、黄銅鉱が鉱染してい



る。

108.72m～117.65m：緑色の中粒～粗粒変質閃緑岩からなる。本岩と凝灰質礫岩との接触部は著しく粘土化している。

117.65m～159.50m：淡灰色～灰色の凝灰質礫岩よりなる。137.70m～147.00m間は珪化している。138.70m～143.25m間に少量の黄銅鉱が鉱染している。153.05m～157.14m間に粘土を伴う破碎帯がある。

159.50m～160.35m：淡緑色の変質閃緑岩よりなる。

160.35m～181.10m：淡灰色～灰色の凝灰質礫岩よりなる。164.65m～179.65m間に珪化と粘土化が認められる。174.70m～179.65m間に閃亜鉛鉱，方鉛鉱及び少量の黄銅鉱が鉱染している。

181.10m～181.65m：淡緑色変質閃緑岩よりなる。

181.65m～193.00m：凝灰質礫岩と凝灰質砂岩の互層よりなる。

193.00m～209.55m：流紋岩質火砕岩よりなる。202.00m～204.00m間に少量の閃亜鉛鉱と方鉛鉱が基質部に鉱染している。

209.55m～213.60m：白色塊状流紋岩よりなる。

213.60m～216.45m：白色の流紋岩質凝灰角礫岩よりなる。基質部に少量の黒色頁岩の岩片が含まれる。

216.45m～219.10m：白色の塊状流紋岩よりなる。

219.10m～224.20m：白色～灰色の流紋岩質凝灰角礫岩よりなる。221.60m～224.20m間は基質部がやや砂質である。

224.00m～232.70m：凝灰質礫岩よりなる。

232.70m～300.20m：白色塊状流紋岩よりなる。249.35m～252.10m間は角礫状で，自破碎溶岩の見掛けを呈する。本区間中に7ヶ所の破碎帯がある。241.00m～243.00m間の破碎帯は粘土を，また，260.00m～266.15m間の破碎帯は割れ目沿いに酸化鉄を伴う。

#### MJM-3号(PL. 23参照)

0m～4.50m：褐緑色の細粒変質閃緑岩よりなる。

4.50m～10.65m：淡褐色の砂質礫岩よりなる。礫の大半は変質閃緑岩と頁岩である。

10.65m～13.80m：砂質凝灰角礫岩よりなる。珪化され黄鉄鉱が鉱染している。

13.80m～16.50m：緑灰色の強珪化凝灰岩よりなる。網状に緑泥石－緑簾石脈が貫いている。

16.50m～252.50m：淡灰色～淡褐色の塊状緻密質流紋岩よりなる。破碎帯は8ヶ所に認められ，主要な破碎帯は87.70m～92.00m，147.00m～154.85m，177.00m～184.10m，249.10m～





252.50m間などである。

鉍化作用は次に示すような場所で観察される。

16.50m～ 17.85m : 強珪化帯で、黄鉄鉍が著しく鉍染している。

17.85m～ 22.80m : 割れ目沿いに赤鉄鉍が充填している。

22.80m～ 28.20m : 割れ目沿いに赤鉄鉍、黄鉄鉍及び粘土を伴う細脈が認められる。

28.20m～ 29.00m : 石英細脈中に閃亜鉛鉍と黄銅鉍が鉍染している。

30.80m～ 42.80m : 強珪化帯で、黄鉄鉍が著しく鉍染している。37.15m～38.80m間の割れ目沿いに黄銅鉍が鉍染している。

51.25m～ 51.45m : 割れ目沿いに黄銅鉍が鉍染している。

82.45m～ 84.60m : 黄銅鉍が鉍染している。

92.00m～ 94.60m : 強珪化帯で、黄鉄鉍が鉍染している。93.60mで石英細脈中に黄銅鉍が認められる。

103.00m～110.35m : 割れ目沿いに黄鉄鉍とスコロダイトが認められる。

110.35m～122.85m : 割れ目沿いに酸化マンガン鉍が鉍染している。

122.85m～132.40m : 割れ目沿いに酸化鉄が鉍染している。131.65mに幅2cmの黄銅鉍－方鉛鉍－孔雀石脈が貫いている。

177.00m～195.00m : 強珪化帯で、黄鉄鉍が鉍染している。

195.00m～206.60m : 酸化鉄が鉍染している。

219.10m～229.50m : 割れ目沿いに酸化鉄が鉍染している。

242.00m～249.10m : 強珪化帯で、割れ目沿いに酸化マンガン鉍が鉍染している。

252.50m～300.50m : 淡桃灰色の流理構造をもつ緻密質流紋岩よりなる。破碎帯は5ヶ所に認められ、割れ目沿いに酸化鉄が鉍染している。260.80m～266.50m間に顕著な破碎帯が認められる。



## 第5章 PROVIDENCIA地区の ボーリング調査



## 第5章 PROVIDENCIA 地区のボーリング調査

### 5-1 概 要

本年次のボーリング調査は、第3年次実施の電気探査(IP法)による高分極率異常帯及び地化学探査による地化学異常帯の重複する地区において、深部の地質、地質構造及び鉱化状況を明らかにすることを目的として、2孔(MJM-4号、MJM-5号)の垂直ボーリングが計画された(Fig. 5-1 参照)。

MJM-4号は調査地区の中央やや北寄りの標高2,357mにある採掘跡(P. №2)の南側で、垂直に300.75m掘削された。

MJM-5号は調査地区北西部の標高2,435mの屋根付近にある採掘跡(P. №7)の北東側で、垂直に300.80m掘削された。

試錐作業は、日本人試錐技師の技術協力のもとにメキシコ鉱物資源局(CRM)によって実施され、期間は1982年7月18日から1982年11月20日までである。全掘削作業日数はMJM-4号が61日間、MJM-5号が82日間である。しかしその内、実掘削作業日数は、前者が35日間、後者は45日間であって、残りは用水不足による手待、機械故障及び孔内事故にあてられており、これらは全掘削作業日数の44%にあたる。

試錐作業班の宿舎は、SAN CLEMENTE地区とPROVIDENCIA地区とのほぼ中間に位置するCardonal 部落に設けられた。この宿舎から現場近くの道路終点まで車で約30分かかり、その先は徒歩でさらに15分～20分を要する。

試錐作業人員は、1名のメキシコ人監督技師の現場管理のもとで技術員1名と現場作業員3名の計4名を1班とする2～3班に編成され、1日2方～3方制で作業にあたった。

### 5-2 試錐工法及び使用機械

地質は、板状石灰岩を主体とする岩石で、亀裂も多く発達し、全量逸水が予測されたが大きな崩落はないものと判断された。そのため、工法についてはNQとBQの2段のワイヤーライン工法掘削ツールが用意された。試錐機は、掘削予定深度を考慮しロングイヤー製L-38型機が選ばれた。逸水防止剤として、ベントナイト、テルストップ(粉、粒)、セメント等を用意し孔壁との摩擦抵抗を小さくする(バイブレーション防止)ため切削油も用意された。使用した試錐機、その他の機械類は(Table 5-1)、消耗品の使用明細は(Table 5-2)、ダイヤモンドビット使用状況表は(Table 5-3)に示したとおりである。



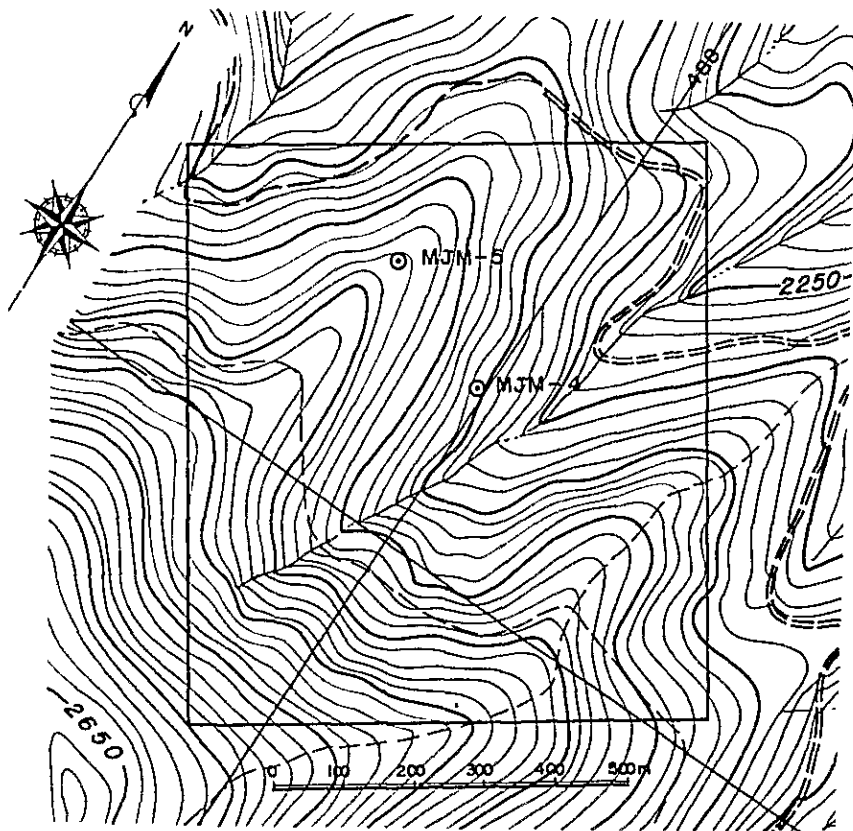
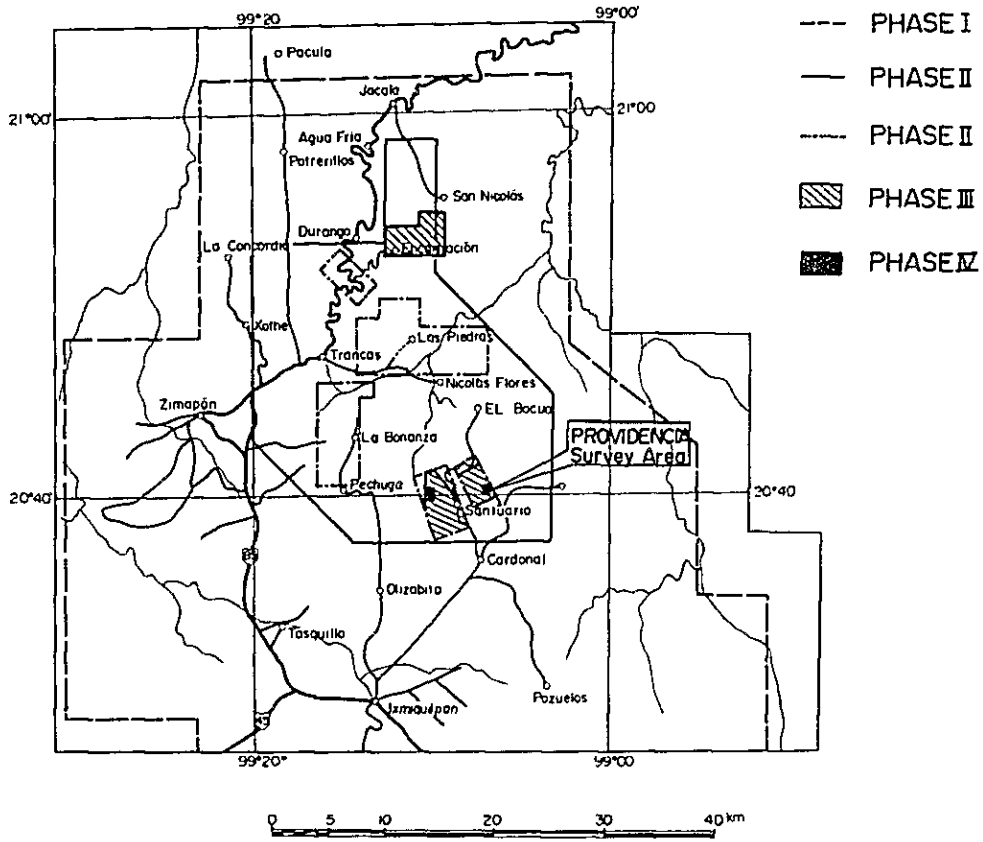


Fig. 5-1 Drilling Sites of the PROVIDENCIA Area





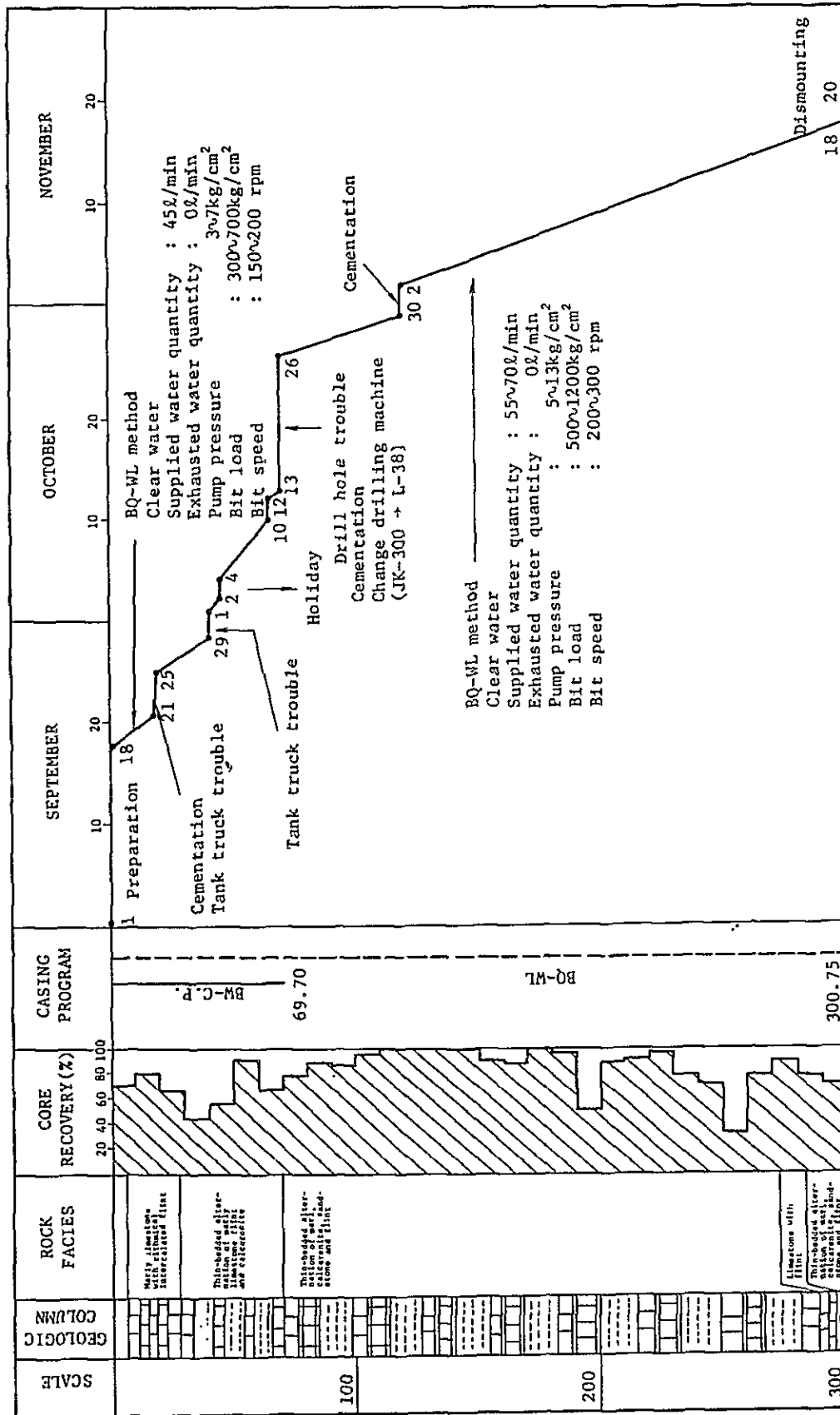


Fig. 5-2 Drilling Progress of the PROVIDENCIA Area (NUN-4)



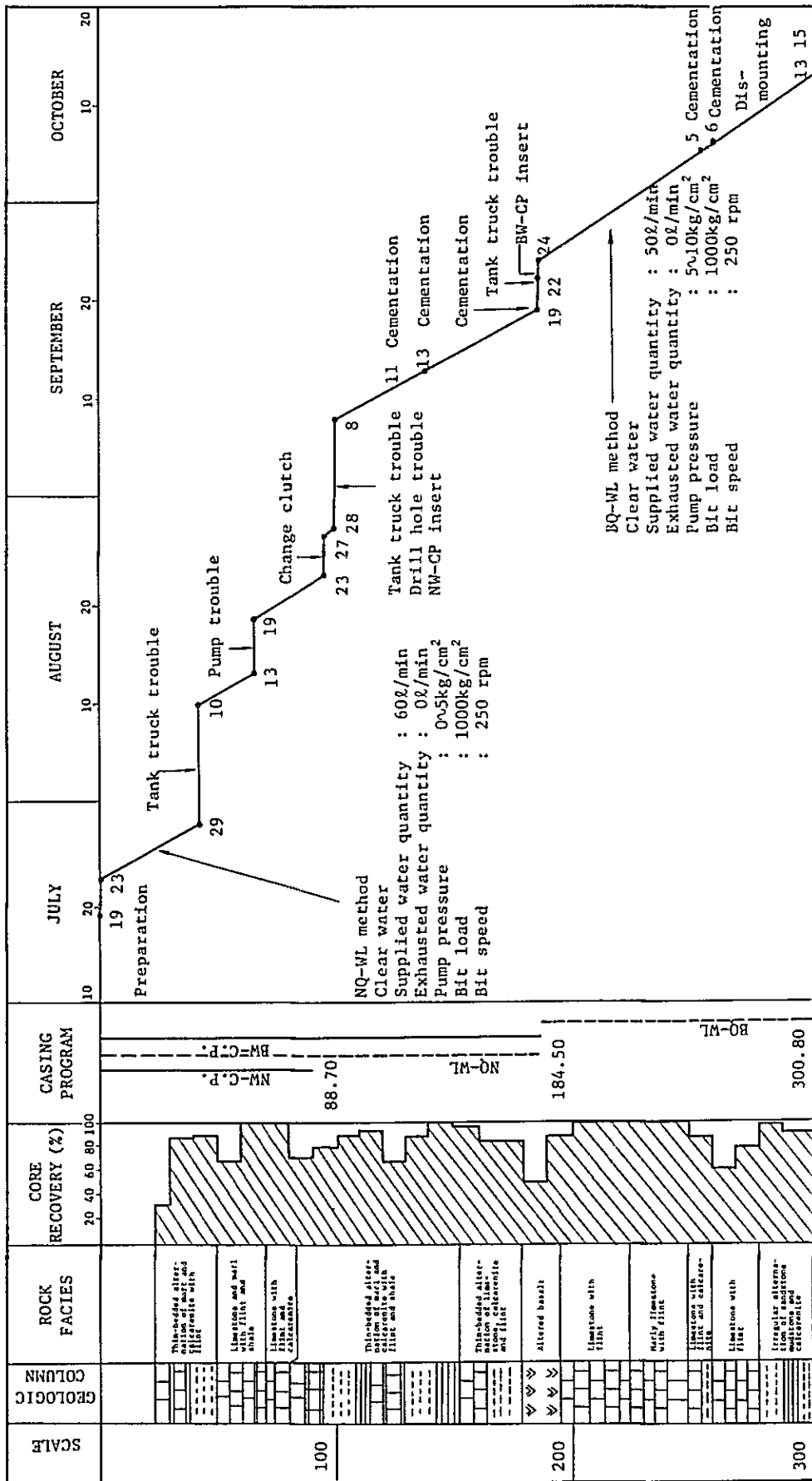


Fig. 5-3 Drilling Progress of the PROVIDENCIA Area (MJN-5)



Table 5-1 Drilling Equipment: MJM-4, 5

Item	Type	Quantity	Specification
Drilling machine	L-38 (Long year, Co.)	1 set	Capacity: NQ 575m, BQ 725m Inner diameter of spindle: 148 m/m Spindle speed: 300 rpm Weight (except engine): 1300 kg
Wireline hoist		1 set	Attached to drilling machine
Engine for drill	F4L 912 (Mitui DEUTZ)	1 set	Diesel engine: 4 cycle Revolution: 1500 rpm Related power: 43 ps
Drilling pump	F.M.C. (Long year, Co.)	1 set	Type: 3 cylinders-single acting Capacity (max.): 140 l/min. Pressure (max.): 56 kg/cm <sup>2</sup>
Engine for pump	No. C106SP5 (TWIN DISC, Co.)	1 set	Diesel engine Revolution: 1800 rpm Related power: 18 ps
Mud mixer			
Engine for mixer			
Derrick	BV-3820 mast	1 set	Steel structural derrick (vertical) Maximum load capacity: 6t Effective length of pull rod: 6 m
Generator			
Engine for generator			
Water tank	5 m <sup>3</sup> 3 m <sup>3</sup>	2 sets 1 set	Plastic tank



Table 5-2 Consumed Materials: MJM-4, 5

Article	Specification	Unit	Quantity			
			MJM-4	MJM-5		Total
Diesel fuel	Drilling machine & Drilling Pump Water Pump	ℓ	4,450	4,000		8,450
Gasoline	Jeep	ℓ	1,500	1,500		3,000
Engine oil	Drilling machine & Drilling Pump	ℓ	100	60		160
Cylinder oil	Drilling machine	ℓ	120	100		220
Grease		kg	64	50		114
Bentonite		t	0.5			0.5
Cement		sx	45	35		80
Cutting oil		ℓ	400			400
Diamond bit	NQ	pcs		10		10
	BQ	pcs	15	5		20
Diamond reaming shell	NQ	pcs		5		5
	BQ	pcs	5	3		8
Core barrel	NQ	pcs		2		2
	BQ	pcs	2	2		4
Drill rod	NQ	m		200		200
	BQ	m	300	300		600
Core lifter	NQ	pcs	4	4		8
	BQ	pcs	4	4		8
Core lifter case	NQ	pcs	2	2		4
	BQ	pcs	2	2		4
Chuck piece	NQ	pcs	3	2		5
	BQ	pcs	3	1		4
Wire	6 m/m	m	700	300		1,000
	16 m/m	m	25			25
Lost circulation materials		kg	275			275





Table 5-3 Results of Bit Works: MJM-4, 5

MJM-4

Item		Depth (m)		
		0~99.45	99.45~200.50	200.50~300.75
Circulating water		Clear water	Clear water	Clear water
Change bit		BQ-WL D.B. 8 times	BQ-WL D.B. 5 times	BQ-WL D.B. 2 times
Pump	Pressure (kg/cm <sup>2</sup> )	3~7	5~10	5~13
	Supplied water quantity (ℓ/min)	45	55~70	55~70
	Exhausted water quantity (ℓ/min)	0	0	0
Bit	Load (kg/cm <sup>2</sup> )	300~700	500~1000	500~1200
	Speed (rpm)	150~200	200~300	200~300
Core recovery (%)		72	93	75

MJM-5

Item		Depth (m)		
		0~102.65	102.65~200.30	200.30~300.80
Circulating water		Clear water	Clear water	Clear water
Change bit		NQ-WL D.B. 5 times	NQ-WL D.B. 5 times	BQ-WL D.B. 5 times
Pump	Pressure (kg/cm <sup>2</sup> )	0~5	5~10	5~10
	Supplied water quantity (ℓ/min)	60	60	50
	Exhausted water quantity (ℓ/min)	0	0	0
Bit	Load (kg/cm <sup>2</sup> )	500~1000	500~1000	500~1000
	Speed (rpm)	250	250	250
Core recovery (%)		66.2	85.2	92.5

Note : D.B. means Diamond Bit



Table 5-4 Summary of Drilling Results: MJM-4

Item	Working period		Number of days	Actual working days	Re-pairing days	No working days	Total number of workers
Preparation	1st Sep. '82~17th Sep. '82		17	17	—	—	92
Drilling	18th Sep. '82~17th Nov. '82		61	35	24	2	337
Dismounting	18th Nov. '82~20th Nov. '82		3	3	—	—	33
<b>Total</b>	<b>1st Sep. '82~20th Nov. '82</b>		<b>81</b>	<b>55</b>	<b>24</b>	<b>2</b>	<b>462</b>
Drilling length, etc.				Core recovery for each 100m section			
Planned length	300m	Over burden and weathering zone	2.55m	Depth of hole	Section	Total	
Increase or decrease in length	0.75m	Core length	240.15m	0~ 99.45	72%	72%	
				99.45~200.50	93%	82.5%	
Length drilled	300.75m	Core recovery	80%	200.50~300.75	75%	80%	
Working time	Drilling	Drilling	302°40'	42.5%	34.5%	Drilling efficiency	
		Hoisting & lowering rod, casing	217°20'	30.5%	24.7%	Total drilling length / Working period = 4.93 m/day	
		Repairing	192°00'	27.0%	21.9%	Total drilling length / Net working days = 5.10 m/day	
		Sub total	712°00'	100.0%	81.1%		
	Preparation	136°00'		15.5%	Total rilling length / Net drilling days = 8.59 m/day		
	Dismounting	30°00'		3.4%			
	Others				Total drilling workers / Total drilling length = 1.12 man/m		
	Total	878°00'		100.0%			
Inserting casing pipe	Pipe size & inserted length (m)	Inserted length / Drilling length ×100 (%)	Recovery of casing pipe (%)	Drilling length by each size (m)			
				Bit size	NQ	BQ	
	BW.C.P. 69.70m	23.2%	100%	Drilling length		300.75	
				Core length		240.15	
Remarks:							



Table 5-5 Summary of Drilling Results: MJM-5

Item	Working period		Number of days	Actual working days	Re-pairing days	No working days	Total number of workers
Preparation	19th Jul. '82~22nd Jul. '82		4	4	—	—	48
Drilling	23rd Jul. '82~12th Oct. '82		82	45	33	4	539
Dismounting	13th Oct. '82~15th Oct. '82		3	3	—	—	24
Total	19th Jul. '82~15th Oct. '82		89	52	33	4	611
Drilling length, etc.				Core recovery for each 100m section			
Planned length	300m	Over burden and weathering zone	22.80m	Depth of hole	Section	Total	
Increase or decrease in length	0.80m	Core length	244.10m	0~102.65	66.2%	66.2%	
				102.65~200.30	85.2%	75.5%	
Length drilled	300.80m	Core recovery	81.2%	200.30~300.80	92.5%	81.2%	
Working time	Drilling	Drilling	282°20'	29.3%	27.9%	Drilling efficiency	
		Hoisting & lowering rod, casing	341°40'	35.4%	33.7%	Total drilling length / Working period = 3.67 m/day	
		Repairing	341°00'	35.3%	33.7%	Total drilling length / Net working days = 3.86 m/day	
		Sub total	965°00'	100.0%	95.3%		
	Preparation	32°00'		3.2%	Total drilling length / Net drilling days = 6.68 m/day		
	Dismounting	16°00'		1.5%			
	Others				Total drilling workers / Total drilling length = 1.79 man/m		
	Total	1013°00'		100.0%			
Inserting casing pipe	Pipe size & inserted length (m)	Inserted length / Drilling length × 100 (%)	Recovery of casing pipe (%)	Drilling length by each size (m)			
				Bit size	NQ	BQ	
	NW.C.P. 88.70m	29.5%	100%	Drilling length		184.50	116.30
	BW.C.P. 184.50m	61.3%	100%	Core length		140.25	103.85
Remarks:							



Table 5-6 Generalized Drilling Results

Drill Hole No.	Machine Type	Drilling Period	Drilled Length (m)	Core		Number of Drilling Shift		Drilling Speed			
				Length (m)	Recovery (%)	Drilling	Casing, Accident etc.	Total	* m/shift	** m/shift	
MJM-4	JK-300 L-38	18th Sep. '82 ~ 17th Nov. '82	300.75	240.15	80.0	65	1	23	89	3.38	4.63
MJM-5	L-38	23th Jul. '82 ~ 12th Oct. '82	300.80	244.10	81.2	76	2	42	120	2.51	3.96
Total			601.55	484.25	80.5	141	3	65	209	2.88	4.27

Notes \* Drilling Length per one shift covering total works operated.

\*\* Drilling Length per one shift covering net drilling operations.





### 5-3 試錐作業

#### 5-3-1 搬入・設営・移設・撤去作業

機材は、SAN CLEMENTE 地区と同様メキシコ市内から試錐現場近くの道路終点まで車輛により輸送され、MJM-5号の試錐座まではヘリコプターによって搬入された。MJM-5号の試錐座からMJM-4号の試錐座への移設と撤去作業については、試錐機の自走により実施した。用水は、10t タンクローリーで（片道約10km~40km）試錐現場近くの道路終点まで運搬し、ここから試錐座まで（高低差約180m）は、2台の揚水ポンプを使用して送水した。

#### 5-3-2 掘進作業

各孔別の掘進状況については、工事総括表(Table 5-4, 5-5), 工程図(Fig 5-2, 5-3), 掘進実績表(Table 5-6)に示したとおりである。

##### 1) MJM-4号(垂直)

MJM-4号はMJM-5号孔の掘削完了後、同一機械で実施することになっていたが、MJM-5号が大幅におくれることを見越してMJM-4号には、別の機械(JK-300型)を搬入し、9月18日よりBQワイヤーライン工法にて掘削を開始した。65m地点を掘削中ジャーミング事故が発生し、機械の能力も小さいので、事故の回復作業は困難と判断し、MJM-5号の機械をMJM-4号へ移設し、人替作業を行なって事故発生日より14日目に掘削を再開した。BWケーシングパイプを69.70mまで延長挿入し、引続きBQワイヤーライン工法を用いて予定深度まで掘削した。

##### 2) MJM-5号(垂直)

表土は、予想したより深く石灰岩の風化帯によりコア採取率も低下した。NQワイヤーライン工法にて数m掘削しては、NWケーシングシュールビットで追切りする方法を繰り返した。NQワイヤーライン工法にて184.50mまで掘削したが、孔内の崩落による抵抗が大きくなり、やむを得ずBWケーシングパイプを孔底まで挿入し、BQワイヤーライン工法に切替え予定深度まで掘削した。

本孔の工事が、大幅に遅れた理由として試錐機本体のクラッチ部の故障・タンクローリーの大故障・揚水ポンプの故障及び孔内事故があげられる。

### 5-4 孔井地質

本地区で実施した2孔の垂直ボーリングの孔井地質は次のとおりである。

#### MJM-4号(PL.24参照)

0m~ 28.40m : 灰色の板状泥質石灰岩を主体とし、黒色フrintの薄層を挟有する。  
21.90m~28.40m間は破砕帯で、割れ目沿いに方解石脈が貫いている。18.05m~18.20m間に塊状酸化鉄鉱が認められる。



28.40m～72.62m：灰色薄層理の泥灰岩質石灰岩，石灰砂岩及び黒色フリントの互層よりなる。57.85m～72.62m間は破砕帯で，割れ目や層理面に沿って酸化鉄が鉍染している。この区間の57.85m～85.10m(25cm)間，67.00m～68.70m(170cm)間及び72.35m～72.62m(27cm)間には塊状酸化鉄鉍が認められる。67.00m～68.70m(170cm)間の鉍石の平均分析品位はPb 1.87%, Zn 0.68%である。

72.62m～288.00m：暗灰色の薄層理泥灰岩と薄層理の石灰砂岩，砂岩，黒色フリントとの互層よりなる。268.70m～268.90m(20cm)間及び271.10m～271.30m(20cm)間に褐色の玄武岩岩脈が貫いている。破砕帯は十数ヶ所に認められ，一部の破砕帯には割れ目沿いに酸化鉄が鉍染している。酸化鉄は層理面に沿って鉍染している所も認められる。

本区間の主な破砕帯及び酸化帯は以下に示すような場所で観察される。

96.72m～97.12m：赤褐色酸化鉄鉍で，方解石の微細脈に貫かれている。この間の平均分析品位はPb 0.13%, Zn 29.16%である。

159.25m～159.55m：層理面に沿って酸化鉄が鉍染している。

163.30m～168.00m：酸化鉄が鉍染している。165.56m～165.90m間は塊状酸化鉄鉍で層理面に沿って胚胎している。

169.60m～172.45m：破砕帯で，割れ目沿いに酸化鉄と方解石細脈を伴う。

193.10m～195.10m：破砕帯で，酸化鉄を伴う。

214.00m～214.75m：強破砕帯で，網状石英脈を伴う。

247.00m～261.35m：破砕帯で，酸化鉄がわずかに鉍染している。

278.00m～279.10m：方解石脈である。

288.00m～296.80m：淡灰色の石灰岩で，黒色フリントをわずかに挟有する。

296.80m～300.75m：薄層理の泥灰岩，石灰砂岩，砂岩，黒色フリントの互層よりなる。

#### MJM-5号(PL. 25参照)

0m～23.40m：この区間は強風化帯で，コアは採取されなかった。

23.40m～50.00m：暗灰色の薄層理泥灰岩と灰色石灰砂岩の互層からなり，黒色フリントの薄層を挟有する。26.45m～33.10m間には層理面に沿って薄い酸化鉄の濃集部が認められる他，8ヶ所で方解石細脈(幅3～5cm)が貫いている。38.95mに方解石脈(幅7cm)があり，酸化鉄を伴う。44.20m～48.72m間に網状方解石脈が貫いており，母岩は脱色し白色化している。

50.00m～54.70m：暗灰色の石灰砂岩と石灰質頁岩の互層からなり，黒色フリントの薄層を挟有している。50.85m～54.70m間には網状方解石脈が貫いている。

54.70m～69.33m：淡灰色～灰色の薄層理石灰岩と泥灰岩の互層からなり，薄層理の黒色フリントと石灰質頁岩を挟有している。54.70m～57.35m間に網状方解石脈が貫いている。



55.55m~56.95m間の割れ目沿いに酸化鉄が充填している。

69.33m~74.00m：暗灰色の薄層理泥灰岩と石灰砂岩の互層からなり、黒色フリントを挟有する。

74.00m~79.80m：淡灰色~灰色の石灰岩からなり、黒色フリントと黒色石灰砂岩を挟有する。

79.80m~136.90m：暗灰色薄層理泥灰岩と石灰砂岩の互層からなり、黒色フリントと褐色頁岩を挟有する。石灰砂岩中に逆の級化層理が認められる。82.00m~88.25m及び120.70m~136.90m間は破砕帯で、一部の割れ目沿いに酸化鉄が充填している。91.00m~93.50m間に網状石英脈が貫いている。

136.90m~138.80m：白灰色の石灰岩からなり、灰色の薄層理泥灰岩を挟有する。

138.80m~148.35m：黒灰色の薄層理泥灰岩、褐色頁岩及び黒色フリントの互層よりなる。141.80m~144.50m間は酸化鉄が割れ目沿いに充填している。

148.35m~150.00m：石灰砂岩と黒色フリントの互層よりなる。層理面に沿って酸化鉄が鉍染している。

150.00m~152.35m：暗灰色の塊状石灰岩からなり、黒色フリントを挟有する。

152.35m~161.00m：泥灰岩質石灰岩、石灰砂岩、砂質黒色フリントの互層よりなる。155.42m~155.52m間に酸化鉄の細脈が貫いている。156.30m~161.00m間の層理面に沿って酸化鉄が鉍染している。

161.00m~163.00m：淡灰色石灰岩と黒色フリントの互層よりなる。

163.00m~174.00m：薄層理の石灰砂岩、砂質石灰岩及び黒色フリントの互層よりなる。層理面に沿って少量の酸化鉄が鉍染している。

174.00m~176.00m：淡灰色の泥灰岩質石灰岩よりなる。174.40m~174.45m間に酸化鉄が鉍染している。

176.00m~177.00m：淡灰色の石灰質砂岩よりなる。

177.00m~180.05m：石灰砂岩と泥灰岩の互層よりなる。

180.05m~195.00m：黒色フリントを挟む石灰岩層中に、緑灰色~淡褐色の変質玄武岩岩脈が3ヶ所で貫いている。188.75m~195.00m間は最大幅をもつ玄武岩岩脈で、赤鉄鉍の細脈と網状方解石脈が貫いている。

195.00m~214.00m：薄層理の泥灰岩質石灰岩と黒色フリントの互層よりなる。200.30m~200.50m間の石灰砂岩中に酸化鉄が濃集している。

214.00m~219.00m：薄層理の石灰砂岩、泥灰岩質石灰岩、黒色フリントの互層よりなる。

219.00m~224.28m：灰色の塊状石灰岩からなり、一部に石灰砂岩を挟有する。224.10m



～ 224.28 m 間に酸化鉄を伴う網状方解石脈が貫いている。

224.28 m ～ 242.55 m : 褐灰色の泥灰岩質石灰岩を主体とし、黒色フリントを挾有する。

242.55 m ～ 244.10 m : 褐灰色の石灰砂岩からなり、黒色フリントを挾有する。方解石細脈が多数貫いている。

224.10 m ～ 245.00 m : 淡灰色の塊状石灰岩よりなる。

245.00 m ～ 250.20 m : 褐灰色の泥灰岩質石灰岩を主体とし、暗灰色石灰砂岩及び黒色フリントを挾有する。249.70 m ～ 250.20 m 間は破砕帯で、酸化鉄を伴う方解石脈が認められる。

250.20 m ～ 259.80 m : 淡灰色の石灰岩からなり、石灰砂岩と黒色フリントを挾有する。

259.80 m ～ 270.30 m : 薄層理の泥灰岩、石灰砂岩、石灰質砂岩の互層よりなる。

270.30 m ～ 273.95 m : 褐灰色の泥灰岩質石灰岩からなり、黒色フリントと石灰砂岩を挾有する。

273.95 m ～ 275.80 m : 薄層理石灰砂岩と砂岩の互層よりなる。

275.80 m ～ 281.00 m : 淡灰色の砂岩、頁岩、石灰砂岩の不規則な互層からなり、黒色フリントを挾有する。

281.00 m ～ 300.80 m : 褐灰色の石灰砂岩及び砂岩の互層よりなる。





## 第6章 結論及び勧告



## 第6章 結論及び勧告

### 6-1 結論

#### A. SAN CLEMENTE 地区

##### (1) トレンチ試料による地化学Au異常帯の分布・規模及び SAN SEVERIANO 鉱化帯との関係

異常帯は、地区東央部から北東部の流紋岩上に集中的・大規模に分布するものと、地区南部の岩株状流紋岩中のものに分けられる。前者は異常帯の中に2区画の高品位部をもつ。その中の一つは、平均幅15mで延長100m以上の区域を占め平均品位はAu 1.18g/tをもつ。他の一つは、平均幅12mで50m延長し、平均品位は1.5g/tである。Fig. 6-1にみられるように、SAN SEVERIANO 鉱山から本異常帯までの区間で、現在迄に採取された試料の分析値に高品位のものが点在していること及び本異常帯が全体としてSAN SEVERIANO 鉱山方向に開いていることから、Au異常帯の主要分布域は地区東方に延長する可能性が強い。

##### (2) Au及びAg両地化学異常帯の関係

今次の調査において、両地化学異常帯は重複せず、累帯的に分布することが明らかにされた。すなわち、Au地化学異常帯は、地区東部から東側の流紋岩体中央部にかけて分布し、一方、Ag地化学異常帯は前者をとりまく周辺部において、流紋岩体と、その下盤の凝灰質礫岩との境界部付近に沿って分布している。そして、地形的には、Au異常帯は地区東部の尾根周辺（標高2,450m以上）部に、Ag地化学異常帯は、その周辺の山麓側の低標高部にそれぞれ位置している。

##### (3) ボーリングコアの分析品位と地表試料分析品位の比較

ボーリングコアのAu分析値は、一般に地表試料のものに比較して低品位であった。しかし、MJM-3号において深度200m付近から孔底に至る区間は一般に高く、1.65g/tの最高値を示す区間もあった。この区間は、地表下約70m下部に相当し、深度的に地表から最も浅い位置にあたっているが、MJM-1号及び2号では孔底付近は地表下約160mの位置にあたりより深い。さらに両孔においては、流紋岩体の基盤付近の凝灰質礫岩中を掘削している。

一方、ボーリングコア中には、多くの部分で閃亜鉛鉱・方鉛鉱・黄銅鉱が鉱染した鉱化帯が観察される。

以上、AuとAgの地化学異常帯の分布関係、ボーリングコアに観察される銅・鉛・亜鉛の鉱化作用及び各鉱化帯の母岩などを総合考察すれば、本地区の金、銀及び銅・鉛・亜鉛各鉱化帯の分布は、本地区の鉱化作用の垂直的累帯配列を示している。



## B. PROVIDENCIA 地区

### (1) 鉍化帯と地質構造との関係

本地区の鉍化帯は、黒色フリント挟在中層石灰岩中の断層、褶曲軸付近の破碎帯に沿って胚胎する、不規則塊状及び一部鉍染状を示す鉍体と、石灰岩の層理面に沿って賦存する鉍染状鉍体からなるが、前者が規模・品位共優勢である。そしてこれらの中では、Mina Providencia鉍化帯が最も大規模・高品位である。

### (2) 鉍石の品位、規模

本地区にみられる鉍体はすべて酸化鉍からなり、個々の鉍体は幅数10cm~数m、走向延長10~10数mであるが、Mina Providencia鉍化帯では、NNW-SSE系断層破碎帯に沿って幅約2mで約200m連続する。

鉍石の品位は鉛数%、亜鉛数10%、銀 $n \times 10 \sim n \times 100$  g/tであるが、銅は微量である。

### (3) ボーリング調査結果

MJM-4号及び5号2孔のボーリング調査の結果、MJM-4号は6ヶ所で鉍化部に着鉍した。鉍石は鏡下で針鉄鉍と赤鉄鉍を主体とする酸化鉄で、67.00m~68.70m間にみられる最も優勢な塊状酸化鉍の平均分析品位はPb 11.87%、Zn 0.68%、96.72m~97.12m間の酸化鉍はPb 0.13%、Zn 27.16%、深度57.85m~58.10m間の酸化鉍はPb 1.69%、Zn 1.84%を示したが他は1%以下の低品位なものである。MJM-5号孔では顕著な鉍化帯は認められない。

今次地表地質調査及びボーリング調査の結果、鉍床は断層・褶曲軸部の破碎帯などと密接な関係をもって賦存している。一方、ボーリング調査によれば、MJM-4号では6ヶ所で鉍化部に着鉍している。しかしながら、未だ酸化帯の中にあり、電気探査(IP法)によって推定される深部の硫化鉍帯には達していないことが判明した。

## 6-2 勸告

本プロジェクトは今次調査をもって終了するが、今後メキシコ側が継続して調査するならば、両地区については次の調査を行うことを薦める(Fig. 6-1, 6-2, PL. 26, 27 参照)。

### (1) SAN CLEMENTE 地区

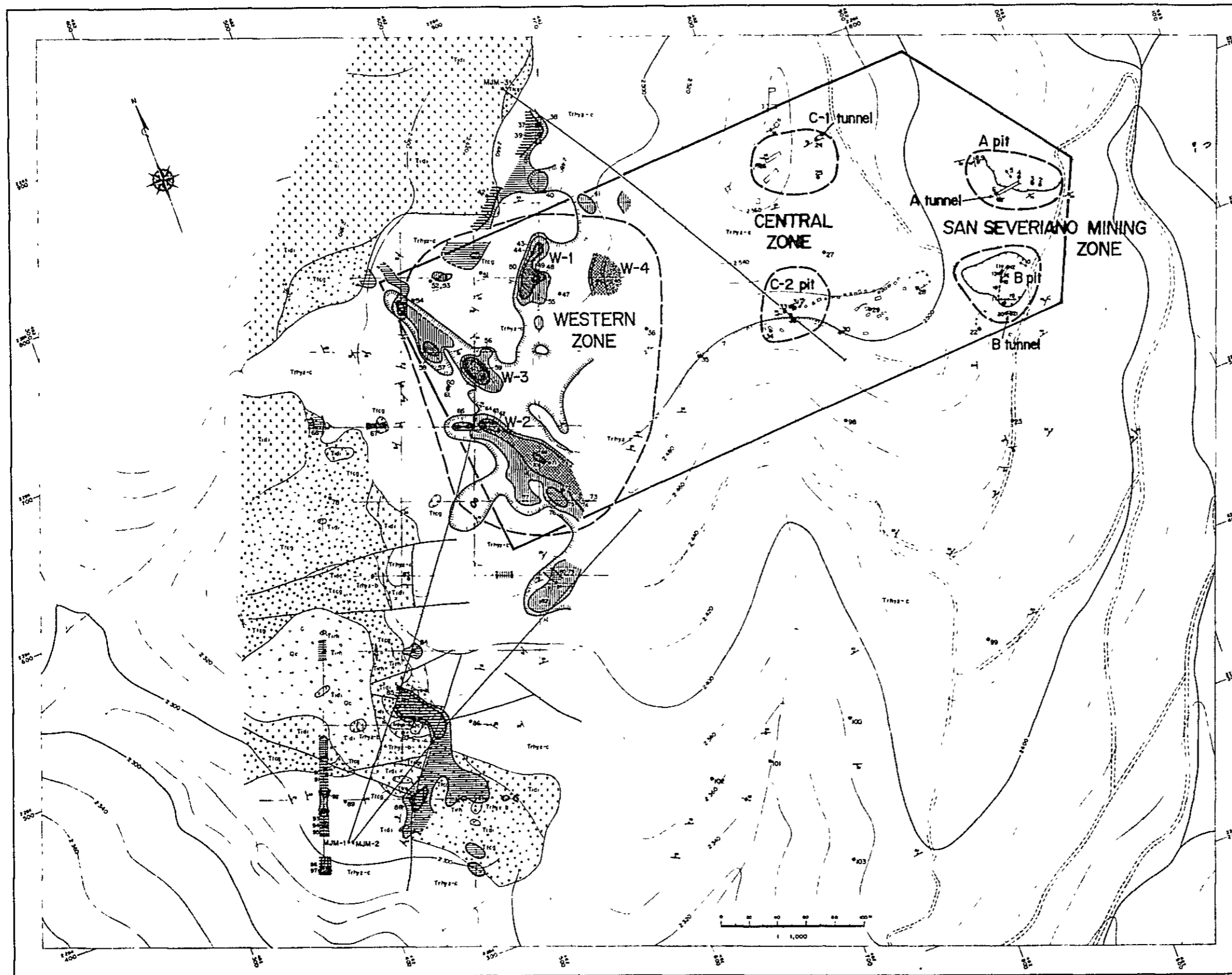
SAN SEVERIANO鉍山から第4年次調査地区東部にいたる区域(150m×400m)を対象とし、地表部の金・銀品位の分布を調査すること。この為に、PL. 26に示されている位置において、50m間隔で格子状にトレンチ開削を行い、トレンチに沿った連続岩石試料の採取(3m毎のchannel sampling)によって、計540試料を得、金・銀分析を行うこと。この結果が有望と考えられる場合は、さらに、定間隔(50m~100m)・格子状に地点を選定し、深度50m~100mの浅掘り試錐を実施し下部鉍況を調査すること。



## (2) PROVIDENCIA 地区

探査の主題を、背斜軸、弱線部に沿って分布する鉍化帯の深部に伏在の推定される硫化鉍体の探査におくこと。その為、PL.27に示されている位置において、垂直及び $-70^{\circ}$ で予定深度が、それぞれ500mのボーリング探査を実施すること。この2孔の結果が有望と考えられる場合は次段階の探鉍方針を策定する。





**LEGEND**

- (Dotted) Calcite
  - (Horizontal lines) Tertiary-Cretaceous rocks
  - (Vertical lines) Tertiary-Basaltic rocks
  - (Stippled) Tuffaceous conglomerates
  - (Diagonal lines) Intrusive rocks:
    - (Diagonal lines /) Diorite
    - (Diagonal lines \) Gabbro
    - (Diagonal lines -) Andesite
    - (Diagonal lines =) Altered gabbro
  - (Dashed line) Strike and dip of strata
  - (Dashed line with arrow) Strike and dip of joint
  - (Dashed line with arrow) Fault
  - (Dashed line with arrow) Tunnel
  - (Dashed line with arrow) Open pit
  - (Dashed line with arrow) Trench
  - (Dashed line with arrow) Diamond drilling
  - (Dashed line with arrow) Line of trench
  - (Circle with dots) Au anomalies:
    - ≥ 1.00 ppm
    - ≥ 2.00 ppm
    - ≥ 0.30 ppm
    - ≥ 0.09 ppm
    - ≥ 0.027 ppm
  - (Circle with dots) Ag anomalies:
    - ≥ 2.00 ppm
    - ≥ 0.76 ppm
- @ 32 Chip samples contained 0.5% Au and/or higher contents  
 | 90 Channel samples contained 0.25% Au and/or higher contents (Phase II samples) and 0.5% Au and/or higher contents (Phase I, II samples) respectively
- (Circle) Mineralized zone
  - (Arrow) Recommended area for next step exploration

Sample No.	Phase	Depth (m)	Sample Type	Au (ppm)	Ag (ppm)	Remarks
1	C1	0.2	Chip	0.5	0.2	
2	C1	0.5	Chip	0.5	0.2	
3	C1	1.0	Chip	0.5	0.2	
4	C1	1.5	Chip	0.5	0.2	
5	C1	2.0	Chip	0.5	0.2	
6	C1	2.5	Chip	0.5	0.2	
7	C1	3.0	Chip	0.5	0.2	
8	C1	3.5	Chip	0.5	0.2	
9	C1	4.0	Chip	0.5	0.2	
10	C1	4.5	Chip	0.5	0.2	
11	C1	5.0	Chip	0.5	0.2	
12	C1	5.5	Chip	0.5	0.2	
13	C1	6.0	Chip	0.5	0.2	
14	C1	6.5	Chip	0.5	0.2	
15	C1	7.0	Chip	0.5	0.2	
16	C1	7.5	Chip	0.5	0.2	
17	C1	8.0	Chip	0.5	0.2	
18	C1	8.5	Chip	0.5	0.2	
19	C1	9.0	Chip	0.5	0.2	
20	C1	9.5	Chip	0.5	0.2	
21	C1	10.0	Chip	0.5	0.2	
22	C1	10.5	Chip	0.5	0.2	
23	C1	11.0	Chip	0.5	0.2	
24	C1	11.5	Chip	0.5	0.2	
25	C1	12.0	Chip	0.5	0.2	
26	C1	12.5	Chip	0.5	0.2	
27	C1	13.0	Chip	0.5	0.2	
28	C1	13.5	Chip	0.5	0.2	
29	C1	14.0	Chip	0.5	0.2	
30	C1	14.5	Chip	0.5	0.2	
31	C1	15.0	Chip	0.5	0.2	
32	C1	15.5	Chip	0.5	0.2	
33	C1	16.0	Chip	0.5	0.2	
34	C1	16.5	Chip	0.5	0.2	
35	C1	17.0	Chip	0.5	0.2	
36	C1	17.5	Chip	0.5	0.2	
37	C1	18.0	Chip	0.5	0.2	
38	C1	18.5	Chip	0.5	0.2	
39	C1	19.0	Chip	0.5	0.2	
40	C1	19.5	Chip	0.5	0.2	
41	C1	20.0	Chip	0.5	0.2	
42	C1	20.5	Chip	0.5	0.2	
43	C1	21.0	Chip	0.5	0.2	
44	C1	21.5	Chip	0.5	0.2	
45	C1	22.0	Chip	0.5	0.2	
46	C1	22.5	Chip	0.5	0.2	
47	C1	23.0	Chip	0.5	0.2	
48	C1	23.5	Chip	0.5	0.2	
49	C1	24.0	Chip	0.5	0.2	
50	C1	24.5	Chip	0.5	0.2	
51	C1	25.0	Chip	0.5	0.2	
52	C1	25.5	Chip	0.5	0.2	
53	C1	26.0	Chip	0.5	0.2	
54	C1	26.5	Chip	0.5	0.2	
55	C1	27.0	Chip	0.5	0.2	
56	C1	27.5	Chip	0.5	0.2	
57	C1	28.0	Chip	0.5	0.2	
58	C1	28.5	Chip	0.5	0.2	
59	C1	29.0	Chip	0.5	0.2	
60	C1	29.5	Chip	0.5	0.2	
61	C1	30.0	Chip	0.5	0.2	
62	C1	30.5	Chip	0.5	0.2	
63	C1	31.0	Chip	0.5	0.2	
64	C1	31.5	Chip	0.5	0.2	
65	C1	32.0	Chip	0.5	0.2	
66	C1	32.5	Chip	0.5	0.2	
67	C1	33.0	Chip	0.5	0.2	
68	C1	33.5	Chip	0.5	0.2	
69	C1	34.0	Chip	0.5	0.2	
70	C1	34.5	Chip	0.5	0.2	
71	C1	35.0	Chip	0.5	0.2	
72	C1	35.5	Chip	0.5	0.2	
73	C1	36.0	Chip	0.5	0.2	
74	C1	36.5	Chip	0.5	0.2	
75	C1	37.0	Chip	0.5	0.2	
76	C1	37.5	Chip	0.5	0.2	
77	C1	38.0	Chip	0.5	0.2	
78	C1	38.5	Chip	0.5	0.2	
79	C1	39.0	Chip	0.5	0.2	
80	C1	39.5	Chip	0.5	0.2	
81	C1	40.0	Chip	0.5	0.2	
82	C1	40.5	Chip	0.5	0.2	
83	C1	41.0	Chip	0.5	0.2	
84	C1	41.5	Chip	0.5	0.2	
85	C1	42.0	Chip	0.5	0.2	
86	C1	42.5	Chip	0.5	0.2	
87	C1	43.0	Chip	0.5	0.2	
88	C1	43.5	Chip	0.5	0.2	
89	C1	44.0	Chip	0.5	0.2	
90	C1	44.5	Chip	0.5	0.2	
91	C1	45.0	Chip	0.5	0.2	
92	C1	45.5	Chip	0.5	0.2	
93	C1	46.0	Chip	0.5	0.2	
94	C1	46.5	Chip	0.5	0.2	
95	C1	47.0	Chip	0.5	0.2	
96	C1	47.5	Chip	0.5	0.2	
97	C1	48.0	Chip	0.5	0.2	
98	C1	48.5	Chip	0.5	0.2	
99	C1	49.0	Chip	0.5	0.2	
100	C1	49.5	Chip	0.5	0.2	

Abbreviations: Channel sample length of sample! C150m, Chip sample length of sample!

Fig.6-1 Interpretation Map of the SAN SEVERIANO Mining Area, SAN CLEMENTE

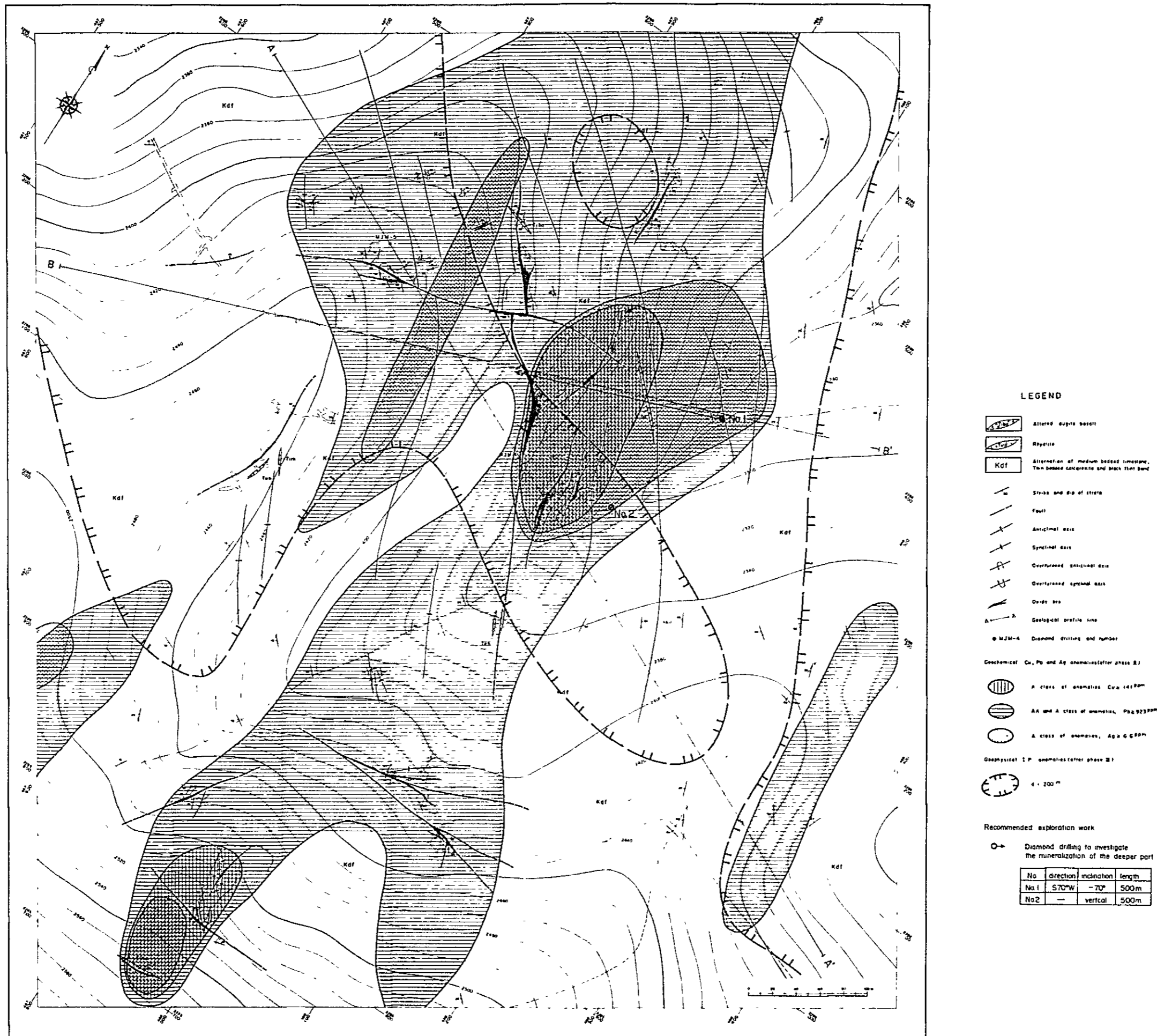


Fig.6-2 Interpretation Map of the PROVIDENCIA Mining Area, PROVIDENCIA



#### REFERENCES

- 1) Aguilar Garcia, M., 1972      Prospección geológico-minera de la región de Maconí, Zimapán, Pachuca, Edos. de Queretaro e Hidalgo : Tesis Profesional, I.P.N.
- 2) Bastin, E.S., 1948            Mineral relationships in the ores of Pachuca and Real del Monte, Hidalgo, México : Econ. Geol., v. 43, p. 53-65.
- 3) Benites M., J.A., 1972        Informe mensual de la zona Cardonal, Hgo. : C.R.N.N.R. (inedito).
- 4) Boyle, R.W., 1976            The geochemistry of gold and its deposits (together with a chapter on geochemical prospecting for the element) : Geological Survey of Canada, Bulletin 280.
- 5) Carrillo Bravo, J., 1965       Estudio geológico de una parte del Anticlinorio de Huayacocotla : Asoc. Mex. Geol. Petrol., v. 13.
- 6) Casarrubias Jimenez, J.S., 1973      Exploración geológico minera del área de el Cardonal, Estado de Hidalgo : Tesis Profesional, 52 p., I.P.N.
- 7) Chairez Blanco, J., 1978      Estudio geológico-minero de la Mina San Miguel, la Pechuga, Mpio. de Ixmiquilpan , Hidalgo : Tesis Profesional, I.P.N.
- 8) Cumming, G.L., et al., 1979    Isotopic composition of lead in Mexican mineral deposits : Econ. Geol., v. 74. pp. 1395-1407.
- 9) De la Crus, Trejo, M., 1975    Guías útiles de la prospección de minerales en el distrito minero de Zimapán, Edo. de Hidalgo : Tesis Profesional, I.P.N.
- 10) De Pablo Galan, L., 1965      Los minerales de manganeso de Molango, Hidalgo : Univ. Nac. Autón. Méx. Inst. Geol., Bol. 76, pte. 1, p. 1-38.
- 11) Fries, C., Jr., 1956            Bosquejo geológico de la región entre México, D.F. y Taxco, Guerrero : Internat. Geol. Cong., 20th, Mexico, 1956, Guide book Excursions A-4 and C-2, P.11-35.
- 12) Galicia F., J., 1972            Informes mensuales de la zona de Encarnación, Hgo. : C.R.N.N.R.



- 13) Geyne, A.R., 1949 Mineral relationships in the ores of Pachuca and Real del Monte, Hidalgo, México - A reply : Econ. Geol., v. 44, p.233-234.
- 14) Geyne,A.R., and Wilson, I.F., et al., 1963 Geology and mineral deposits of the Pachuca-Real del Monte District, State of Hidalgo, México: C.R.N.N.R., Mem.5 E.
- 15) Imlay, R.W., 1944 a Cretaceous formations of Central America and Mexico :Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., v. 28, p. 1077-1195.
- 16) ————— 1944b Correlation of the Cretaceous formations of the Greater Antillers, Central America, and Mexico : Bull. Geol. Soci. Amer.,v. 55, p. 1005-1046.
- 17) —————1952 Correlation of the Jurassic formations of North America, exclusive of Canada : Bull. Geol. Soci. Amer., v. 63, p.953-992.
- 18) JICA and MMAJ, 1980-1982 Report on geological survey of the Pachuca-Zimapán area, Central Mexico ; phase I-III., Japan International Cooperation Agency and Metal Mining Agency of Japan.
- 19) Krauskopf, K.B., 1979 Introduction to Geochemistry : 721 p., MacGraw-Hill Book Co.
- 20) Kuno, H. 1976 Volcanoes and Volcanic Rocks ( in Japanese) 2nd ed., 283 p., Iwanami Press.
- 21) Lee Moreno, J.L., 1974 Geochemical prospecting for epithermal precious metals veins in the vicinity of the Pachuca-Real del Monte mining district in Mexico : Soci. Min. Eng., AIME, p. 1-16.
- 22) Miyashiro, A. and Kushiro,I., 1977 Petrology I, II and III ( in Japanese) : Kyoritsu Press.
- 23) Quintus Bosz, R.L., 1972 Estudio geológico de la zona fosforitica de San Francisco, Municipio de Pacula, Edo. de Hgo. : C.R.N.N.R., p.28-45.
- 24) Restovic Peres, I.V., 1973 Estudio geológico minero del área de Encarnacion, Mpio. de Zimapán, Edo. Hgo.: Tesis Profesional, U.N.A.M.
- 25) Rösler and Lange, 1972 Geochemical Tables : Elsevier



- 26) Salas, G.P., 1975 Carta y provincias metarogeneticas de la Republica Mexicana : C.R.M. de México, Publicación 21 E.
- 27) Schulze, G., 1951 Mantos intrusivos en formaciones volcanicas en sus relaciones con vetas : Convención Interamericana de Recursos Minerales, 1<sup>a</sup>, México., 1951, Mem., p.202-207.
- 28) Segerstrom, K., 1962 Geology of south-central Hidalgo and northeastern Mexico, Mexico : U.S.Geol. Survey, Bull., 1104-C, p.87-162.
- 29) Simons, F.S. and Mapes V.E., 1957 Geologia y yacimientos minerales del distrito minero de Zimapán, Hidalgo : Instituto Nacional para Investigación de Recursos Minerales.
- 30) Smith, R.L. et al Hidalgoite, a new mineral : U.S.Geol. Survey, Washington, D.C., p.1218-1224.
- 31) Takeda, H., 1977 Las características de la mineralización de los depositos de plomo, zinc, y plata en las calizas de la parte norte de la Sierra Madre Oriental, México : VI seminario interno sobre exploración geológico-minera, de C.R.M.
- 32) Tavera Amezcua, E. and Alexandri,R., 1963 Los yacimientos de manganeso del área de Molango, Hidalgo : Vth Convención de la Asoc. de Ings. de Minas, Met. y Geólogos de México, Torreon, Coahuila.
- 33) Thornburg, C.L., 1945 Some applications of structural geology to mining in the Pachuca-Real del Monte area, Pachuca silver district, Mexico : Econ. Geol., v. 40, p. 283-297.
- 34) Turban, E., 1947 Estudio de la minalización a la profundidad en los minerales de Pachuca y Real del Monte, Estado de Hidalgo : Minas y Petróleo, Bol., v. 16, p. 3-6.
- 35) White, D.E., 1947 Diagenetic origin of chert lenses in limestone at Soyatal of Queretaro, México : Amer. Jour. Sci., v. 245, p.49-55.
- 36) \_\_\_\_\_ 1948 Antimony deposits of the Soyatal district, State of Queretaro, México : U.S. Geol. Survey, Bull. 960-B, p. 35-38.
- 37) Wisser, E., 1937 Formation of the north-south fractures of the Real del Monte Area, Pachuca silver district, Mexico : Amer. Inst. Mining Metall. Engineers, Trans., v. 126, p. 442-486.





- 38) ————— 1951            Tectonic analysis of a mining district  
   -Pachuca, Hidalgo : Econ. Geol., v. 46,  
   p. 459-477.
- 39) Wittich, E. and            La celestita de Atotonilco el Grande,  
      Vivar, G., 1913            Hidalgo : Soc. Geol. Mex. Bol., p.5-8.

