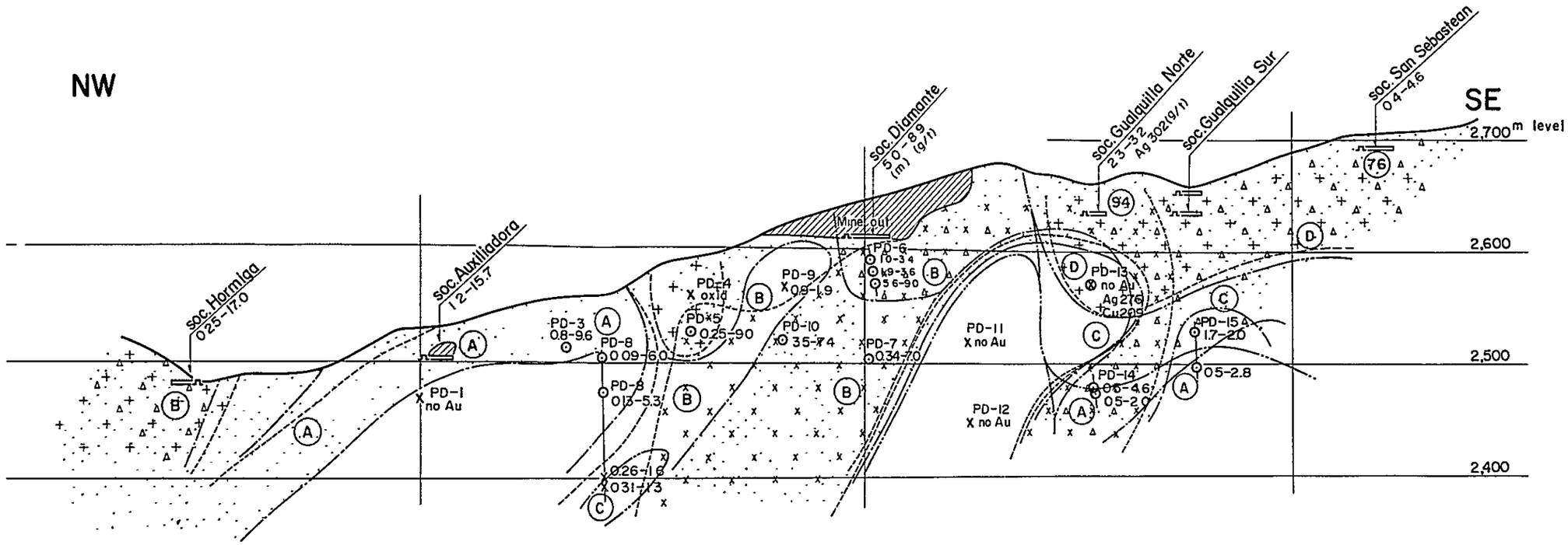
図２－１－２　Diamante 鉱床研究縦断面図



L E G E N D

Ag/Au	area
(A)	1～5
(B)	6～15
(C)	16～30
(D)	31～

Cu > 0.3 %

Pb > 0.1 %

As > 2.0 %

Zn > 2.0 %

Possible limit of Au ore zone (>0.25m with 3 g/t)

Ore / no Au-Ore } Drilling survey

2.0-45 (m)(g/t) Horizontal width of vein and Au g/t

soc. Tunnel for mining

0 100 200m

表2－1－1　Diamante鉱床主脈埋蔵鉱量

レベル区分		鉱量(t)	品位					
			Au g/t	Ag g/t	Cu%	Pb%	Zn%	As%
地表	V－1	－	－	－	－	－	－	－
	V－2	－	－	－	－	－	－	－
2,600m	V－3	169,420	5.7	205	0.36	0.21	0.57	2.13
Sub－total		169,420	5.7	205	0.36	0.21	0.57	2.13
2,600m	V－1	18,690	3.6	44	0.13	0.08	2.98	4.09
	V－2	42,310	4.8	28	0.06	0.03	1.92	1.79
2,530m	V－3	123,660	8.6	77	0.19	0.11	3.54	4.02
Sub－total		184,660	7.2	62	0.15	0.09	3.11	3.52
2,530m	V－1	20,620	5.7	45	0.13	0.10	1.96	5.64
	V－2	5,960	9.6	5	0.04	0.00	0.00	0.01
2,450m	V－3	70,540	9.7	38	0.37	0.05	2.91	3.63
Sub－total		97,120	8.8	37	0.30	0.06	2.53	3.83
TOTAL		451,200	7.0	110	0.26	0.13	2.03	3.06

図 2 — 1 — 3　Diamante　V — 1　鉱画分布図

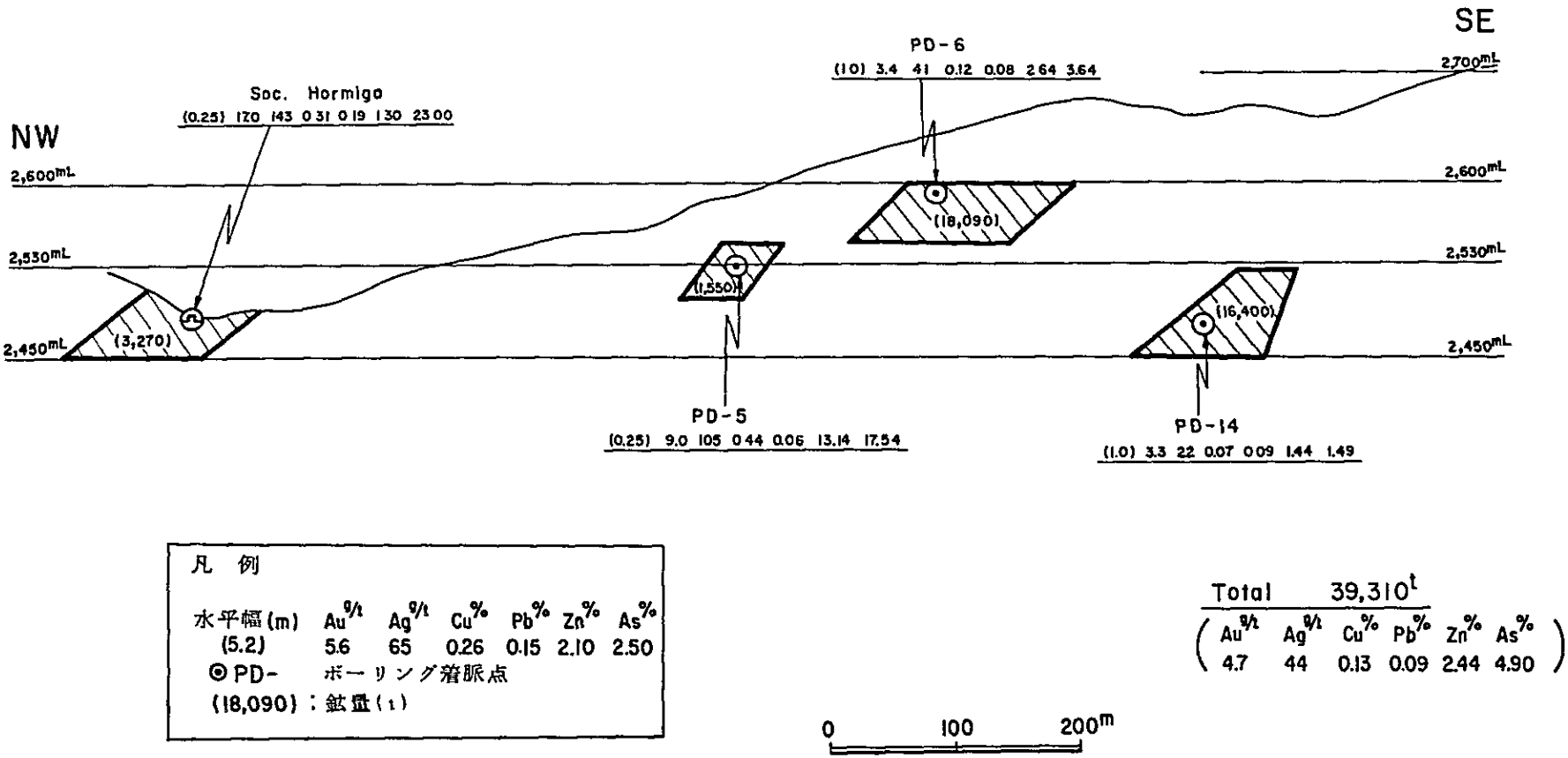


図 2－1－4　Diamante V－2 鉱画分布図

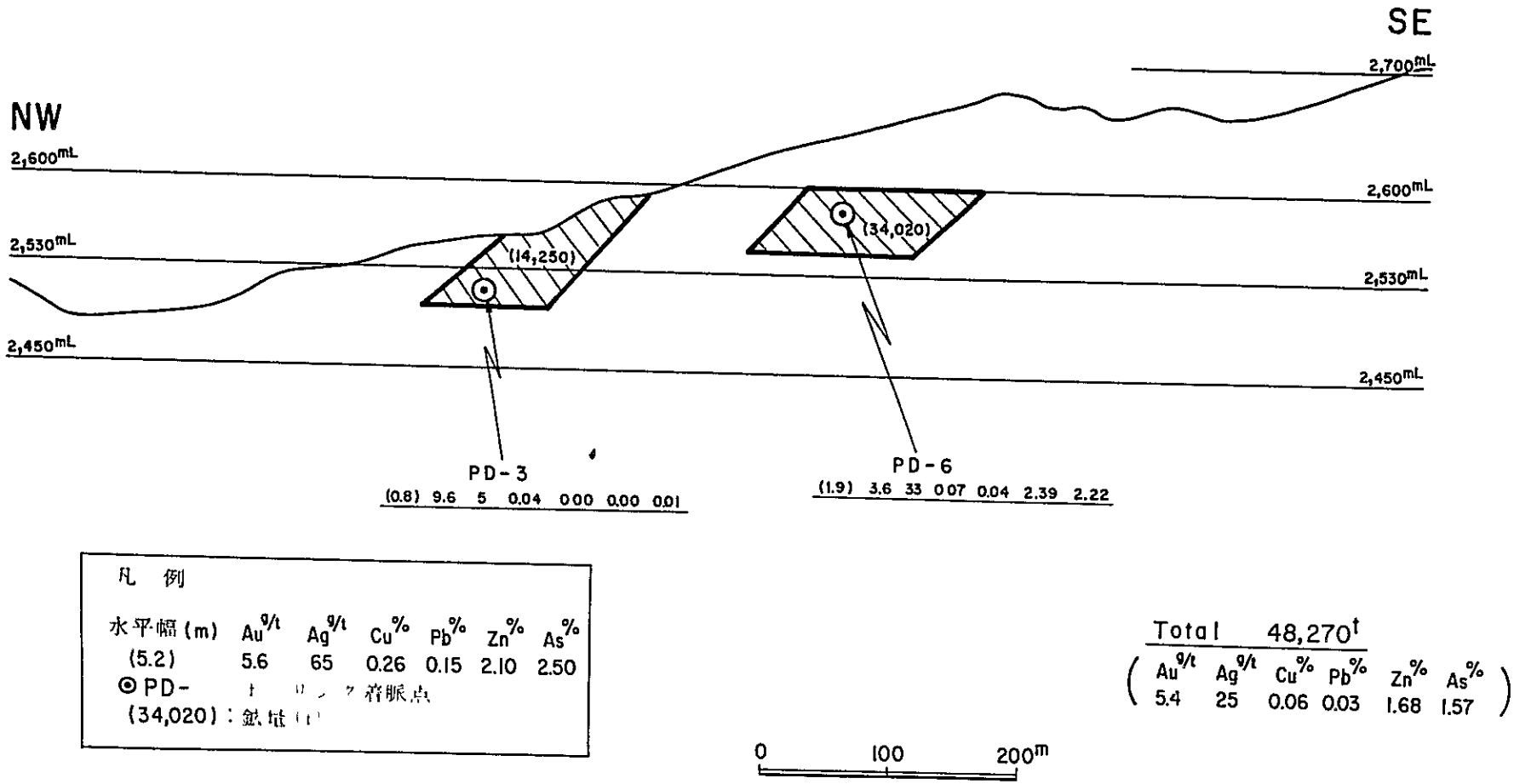
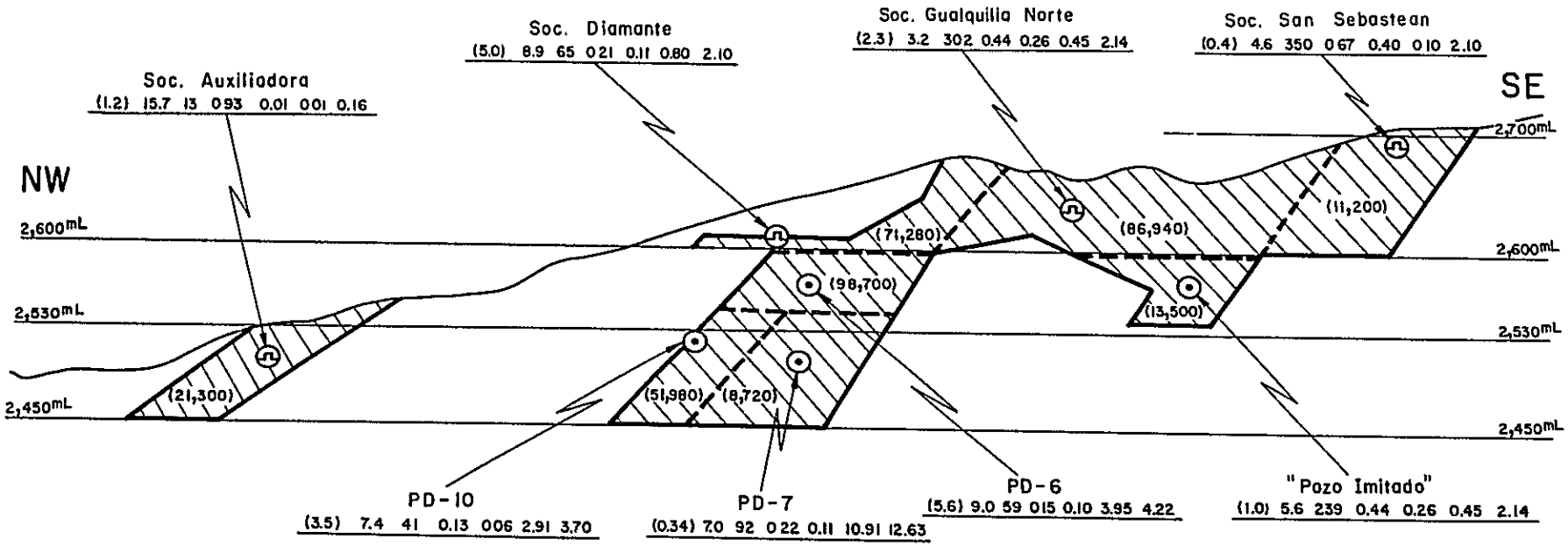


図 2 — 1 — 5　Diamante V — 3 鉱画分布図



凡　例

水平幅(m)	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	As %
(5.2)	5.6	65	0.26	0.15	2.10	2.50

⊙ PD-　ボーリング着脈点

(98,700)：鉱量(t)

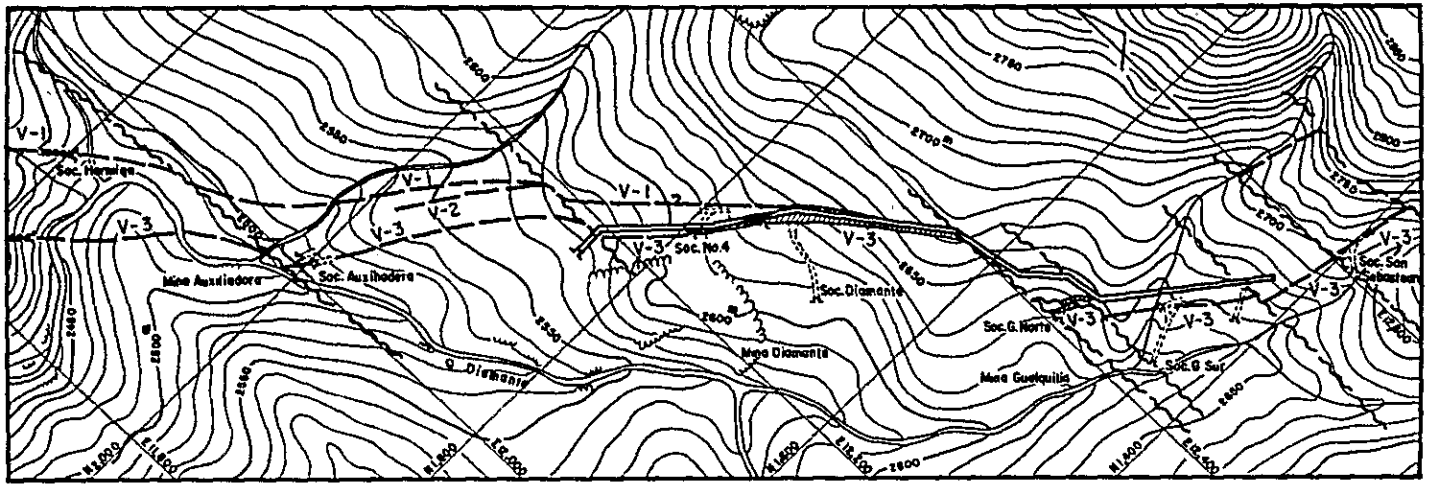
Total　363,620t

Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	As %
7.5	129	0.30	0.14	2.03	3.06

0　100　200m

A、地形及び鉱脈分布図

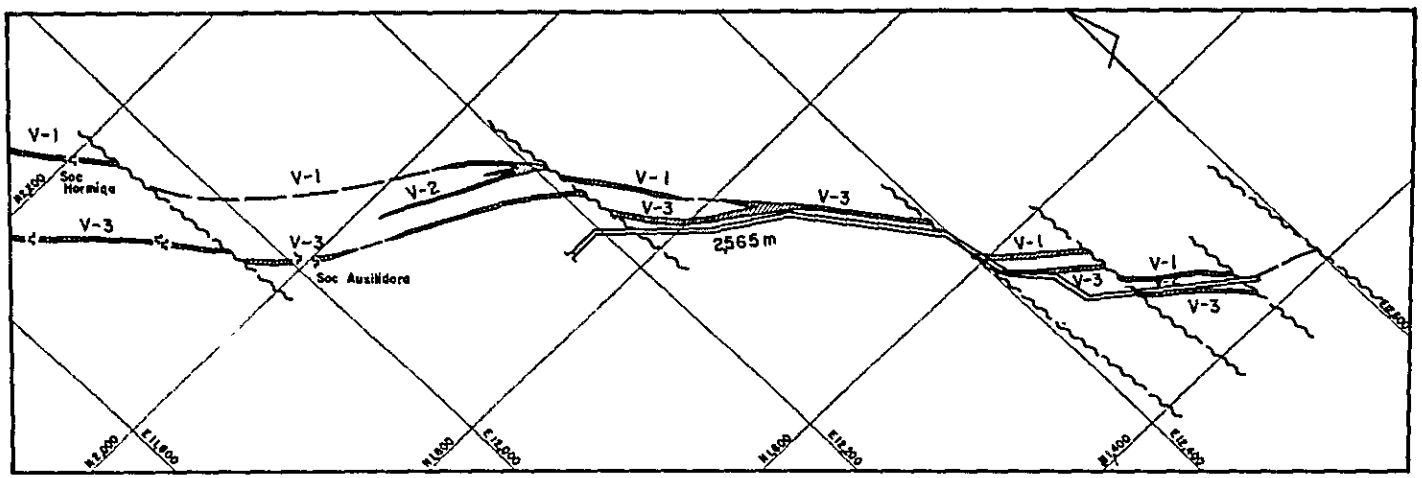
図2—1—6　Diamante鉱山鉱脈及び探鉱坑道計画位置図



凡　例　鉱　脈　V-3　断　層

0　100　200m

B．2,500mレベル鉱脈分布図



第2節　採　　鉱

2－1　前提条件の設定

2－1－1　可採粗鉱量及び品位

可採粗鉱量計算の基礎となる可採率，研混入率はDiamante鉱床の形状，規模，採鉱方法（後述）等から判断し，下記の数値を採用する。

可採率　88％　　研混入率　17％

埋蔵鉱量451,200tを基礎として上記の前提条件を適用すれば，可採粗鉱量及び品位は次表のごとくになる。

表2－2－1　可採粗鉱量及び品位

レベル別	埋蔵鉱量 (t)	可採粗鉱量 (t)	可採粗鉱品位					
			Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (％)	Pb (％)	Zn (％)	As (％)
地表～2,600m	169,420	179,600	4.7	170	0.30	0.17	0.47	1.77
2,600m～2,530m	184,660	195,800	6.0	51	0.12	0.07	2.58	2.92
2,530m～2,450m	97,120	103,000	7.3	31	0.25	0.05	2.10	3.18
計	451,200	478,400	5.8	91	0.22	0.11	1.68	2.54

2－1－2　主要運搬坑道のレベル設定

主要運搬坑道は鉱床の最下底部より開さくするのが得策である。Diamante鉱床開発についても，この原則に従うが，更に初期起業投資額及び選鉱場位置との関係を考慮して，2,530mレベルに主要水平運搬坑道を開さくするのが最適である。主要運搬坑道から蓄電池式電車により出鉱された鉱石は，積み替えることなく，直接選鉱場の原鉱ホッパーに投入する。

2－1－3　操業日数，操業規模，鉱山ライフ

可採粗鉱量478,400tを出鉱の対象鉱量とし，鉱山ライフを最低10年とすれば，年産45,000tが適当な出鉱規模となり，年間300日操業として150t／日出鉱となる。従って鉱山ライフは10.6年となる。

2－1－4　年度別出鉱量及び品位

主要運搬坑道を2,530mレベルとし採掘はこの水準より上方部分を下部より上部に向けて採掘

し，採鉱完了後，2,530 mレベル以下の採掘に移行する。

鉱量計算は主要運搬坑道レベルの2,530mを中心に上方部分と下方部分に区分して算出し，上方部については更に2,565レベルが探鉱坑道レベルとして適当と考えられるので，当準より下方部と上方部に分割して，鉱量及び品位を算定している。この鉱量及び品位を基礎とし，採掘順序に従って年度毎の出鉱品位を算定すれば，次表のとおりになる。

表2－2－2　年度別出鉱量及び品位

年度		1	2	3	4	5	6
出鉱量t／年		45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000
品位	Au g/t	6.0	6.0	60	6.0	5.2	47
	Ag g/t	51	51	51	51	128	170
	Cu %	0.12	0.12	0.12	0.12	0.24	0.30
	Pb %	0.07	0.07	0.07	0.07	0.13	017
	Zn %	2.58	2.58	2.58	2.58	121	0.47
	As %	2.72	292	2.92	2.92	2.17	1.77

年度		7	8	9	10	11	計
出鉱量t／年		45,000	45,000	45,000	45,000	28,400	478,400
品位	Au g/t	4.7	4.7	6.4	7.3	7.3	5.8
	Ag g/t	170	170	79	31	31	91
	Cu %	0.30	0.30	0.27	0.25	0.25	0.22
	Pb %	0.17	0.17	0.09	0.05	005	011
	Zn %	0.47	047	1.51	2.10	2.10	1.68
	As %	1.77	1.77	2.70	3.18	3.18	254

2－2　採鉱計画

2－2－1　採鉱法の選択

Diamante鉱床は鉱床幅の変化が激しく且つ品位変動も大きいので，採鉱法の選択にあたっては特に次の事項について充分な考慮を払う必要がある。

(1) 上下盤の土砂混入の防止

(2) 出鉱品位の変動を最少限度に抑えるため，適当な出鉱切羽数の確保

(3) 鉱床幅に対応した，適切なる採鉱法の選定

(4) 小規模鉱床採掘に対しての，高能率採鉱法の選定

これらの必須条件を満足させるために，採鉱法を鏈幅1.5 m以上， 1.5 m～0.7 m， 0.7 m以下の3種に区分し，それぞれ以下の採鉱法を適用することとした。

(1) 鏈幅 1.5 m以上 充填採鉱法

(2) 鏈幅 1 5 m～0.7 m 無充填上向採鉱法

(3) 鏈幅 0.7 m以下 充填2段採鉱法

2－2－2 探開坑計画

2－2－2－1 計画の概要

選鉱場建設位置との関連で，主要運搬坑道は， 2,530 mレベルが最適と判断される（前述）。

運搬坑道は，上方に35 m間隔で坑外より水平坑道開さくする。上部の鉱床が採掘終了したあと，下部鉱床を採掘するため，2,530 m坑道より斜坑をおろし最下底2,450 mとの中間に40 m間隔で運搬坑道を開さくする。

各坑道のレベルを下に示す。

上部 運搬坑道	2,670 m
〃	2,635 m
〃	2,600 m
〃	2,565 m
主要運搬坑道	2,530 m
下部 運搬坑道	2,490 m
〃	2,450 m

当鉱床の最底部は2,450 mとしているが，このレベル以下に鉱床の賦存が確認されれば，2,450 m以下に更に斜坑を延長し，30 m～40 m毎に運搬坑道を開さくする。

2－2－2－2 細部探開坑計画

(1) 使用機械

坑道掘進用機械類を以下に示す。

表2－2－3　坑道掘進用機械

機械名	仕様	記事
軽量レッグドリル	G／W 19.0 kg 空気使用量　2.7 m³/min 全長　615 mm	317－D
積込機	バケット容量　0.15 m³ 空気使用量　4.5～6.0 m³/min 重量　1,900 kg	TAIKU－600B
蓄電池式機関車	重量　1.0 t 牽引力　150 kg 全長　1,250 mm 幅　700 mm	BML I－H－508／610
鉱車	容量　1.0 m³ 重量　800 kg	

(2) 坑道加背，掘進長

坑道面の加背は，主要運搬坑道においては，2.0 t蓄電池式機関車，2.0 m³鉱石運搬車の運行に充分なる面積をとるため，幅2.2 m×高2.5 m（5.5 m²）とする。

中段坑道は，1.0 t蓄電池式機関車，1.0 m³鉱車の運行となるので，坑道加背を幅2.0 m×高2.2 m（4.4 m²）とする。

立坑の加背は鉱石，土砂，通気坑井とも2.0 m×1.5 m（30 m²）とし，下部捲上斜坑の加背は2.5 m×2.5 m（6.25 m²）とする。

水平坑道掘進長

主要運搬坑道	（2,530 mレベル）	700 m
運搬坑道	（2,565 mレベル※）	600 m
	（2,600 mレベル）	600 m
	（2,635 mレベル）	500 m
	（2,670 mレベル）	200 m
	上部運搬坑道小計	1,900 m
	（2,490 mレベル）	500 m
	（2,450 mレベル）	500 m
	下部運搬坑道小計	1,000 m

合計　3,600 m

※F／S探鉱坑道と共通

主要坑井掘進長

主要鉱石坑井（2,530 m～2,670 m）　140 m

主要土砂坑井（2,565 m～2,635 m）　70 m

合計　210 m

斜坑掘進長

下部鉱石捲揚斜坑（2,530 m～2,450 m）　400 m

各所追切量　300 m（1,000 m²）

(3) 穿孔，発破，火薬類原単位，使用量

坑道掘進穿孔本数

主要運搬坑道（2.2 m×2.5 m）　25本

運搬坑道　（2.0 m×2.2 m）　20本

下部捲揚斜坑（2.5 m×2.5 m）　28本

主要坑井　（2.0 m×1.5 m）　18本

発破方法

導火線使用の段発発破，心抜きはウエツジカットとする。

火薬類原単位　火薬類使用量の算定

	原単位	延長	使用量
主要運搬坑道	15.0kg／m	700 m	10,500 kg
運搬坑道	12.0kg／m	2,900 m	34,800 kg
下部捲揚斜坑	18.0kg／m	400 m	7,200 kg
主要坑井	10.0kg／m	210 m	2,100 kg
追　切	5.0kg／m	300 m	1,500 kg
合　計	12.4kg／m	4,510 m	56,100 kg

雷管使用量は，15.5本／m使用を基準として算出する。

15.5本／m×4,510 m＝70,000本

(4) 1日当り開坑進行度

主要運搬坑道掘進箇所には，2名配置し，工程を0.60 m／工と見込む。2方／日作業とすると0.60×2×2＝2.4 m／日の進行が見込まれる。中段坑道にも同様に2名配置，工程を0.70 m／工とすれば，0.70×2×2＝2.8 m／日の進行となる。

主要坑井は2名配置，工程0.50 m／工として，0.50×2×2＝2.0 m／日と見込まれる。

(5) 開坑開さく進行度，工期

主要運搬坑道　　700 m÷2.4 m／日＝290日

運搬坑道

2,600 m　　600 m÷2.8 m／日＝220日

2,635 m
2,670 m　}　　700 m÷2.8 m／日＝250日

主要坑井

主要鉱石坑井　　140 m÷2.0 m／日＝　70日

主要土砂坑井　　70 m÷2.0 m／日＝　35日

計　105日

追　切　　300 m÷2　m／日＝150日

開さく工期は

主要運搬坑道	1箇所	12箇月
運搬坑道	3箇所	10箇月
主要坑井，及び追切	1箇所	10箇月
合　計	5箇所	12箇月

機器発注購入等の準備期間として，開坑開始前に6箇月をあてることとし，総工期は18箇月となる。

(6) 人　員

起業開坑に必要とされる人員は下記の如く見込まれる。

さく岩員

主要運搬坑道　2名／方×2方×1箇所＝　4名

運搬坑道　2名／方×2方×2箇所＝　8名

主要坑井及び追切

2名／方×2方×1箇所＝　4名

計　16名

支柱員

主要運搬坑道	4名／方×2方×1箇所＝	8名
運搬坑道	2名／方×2方×2箇所＝	8名
主要坑井その他	3名／方×2方×1箇所＝	6名
	計	22名

電車運転員	4名／方×2方＝	8名
工作員	5名／方×1方＝	5名
雑務員（採鉱関係）	5名／方×2方＝	10名
〃（地質測量関係）	2名／方×1方＝	2名
事務員	2名／方×1方＝	2名
	合計	65名

出勤率を85％と仮定し，必要在籍人員は76名となり，職員17名を加え合計93名となる。

(7) 鉱石，土砂坑井，通気坑井開さく

主要運搬坑道より，主要鉱石坑井1本を開さくする。位置は坑口より500m地点の，岩盤の強固なる箇所で，鉱床から外れた鉱床下盤側が適当である。

主要鉱石坑井以外に鉱体中に約30mを基準として切羽坑井を開さくし，坑井と坑井間を採掘の一区画として，採掘する。坑井は，充填採鉱の場合は，充填材投入，人道，材料運搬及び通気坑井として使用し，無充填採鉱に対しては，人道，材料運搬及び通気坑井として使用する。

充填材は地表の剥土又は，採鉱及び開坑に伴って発生する土砂を使用し，これの投入通路として，主要土砂坑井を2,530mレベルより地表まで貫通させる。各運搬坑道で土砂を引抜く漏斗を設置して，充填切羽に土砂を投入する。

2－2－3　切羽計画

2－2－3－1　計画の概要

(1) 出鉱切羽数

一切羽当りの出鉱量は，鉱床幅，鉱床形状，岩盤強度等によってきまるが，脈幅0.30m～6.0mと変化が激しいので，切羽毎の出鉱量は大きく変動する。平均的に一日当り出鉱量を17t／切羽とし，出鉱切羽数を8切羽とする。これ以外に予備切羽として4切羽を見込み，合計12切羽を常時確保する必要がある。（2－2－3－2，(3) 参照）

(2) 採鉱法

<u>脈幅　1.5m以上の場合</u>

充填採鉱法を適用する。充填材として採鉱，開坑によって発生する土砂及び表土の剥土により得られる充填用土砂を使用し，土砂坑井より投入，スクレーパー又はオートローダーで切羽内に充填する。採掘はレッグさく岩機を上向きにセットし，天盤に対し斜めに平行穿孔して，都度発破しながら前進する。

起砕された鉱石はオートローダー又はスクレーパーによって，鉱石坑井に投入する。

採掘切羽の準備と採鉱，充填のサイクルを以下に示す。

① 運搬坑道より鉱床下盤側を追切し5 m程度切上る。

② 鉱石積込漏斗の作製。

③ 鉱床に沿って切上がり上方運搬坑道に貫通させる。

④ 運搬坑道天盤より3 mの水平ピラーを残して中段鏑押坑道を開さくする。一区画を原則として30 mとする。

⑤ 中段坑道の上下盤を採鉱し鉱床範囲まで拡げる。

⑥ 天盤採鉱打上高さ2.0 m，最終天盤高は最初の坑道高2.0 mを加えて4.0 mとする。

⑦ 鉱石漏斗の上方に鉄板坑井を組上げる。組上げ高さ2.0 m，1セット1.0 mを2セット組上げる。

⑧ 土砂坑井より，充填土砂投入しかきならす。充填完了後，上向き採鉱にかかる。

⑨ 以下同様のサイクルの繰返しとなる。

脈幅1.5 m～0.7 mの場合

無充填上向採鉱法を適用する上下盤の保持のため適当な間隔で1.0 m×1.0 mのピラーを残す。上下盤に打柱し板を乗せて仮足場を作り斜上向きに穿孔して段階状に発破しながら採掘する。

採掘切羽の準備及び採鉱法は以下のとおりである。

① 運搬坑道より鉱床下盤側を追切し，5 m程度切上る。

② 鉱石積込漏斗の作製。

③ 運搬坑道天盤より3.0 mの水平ピラーを残して，中段鏑押坑道を開さくする。一区画を30 mとする。

④ 中段坑道引立より上向採鉱し段階状に手前に採鉱しながら上方に掘り上げてゆく。

⑤ 穿孔仮足場は鉱床上下盤に打柱し，板を渡して作り，上向穿孔する。

⑥ 発破により起砕され下方にたまった鉱石をスクレーパーにより掻きよせ，鉱石坑井に投入する。

脈幅0.7 m以下の場合

細脈の場合は，作業者が入れる程度の切羽の幅を必要とするので，二度採掘が要求される。

図2－2－1　充填採鉱法

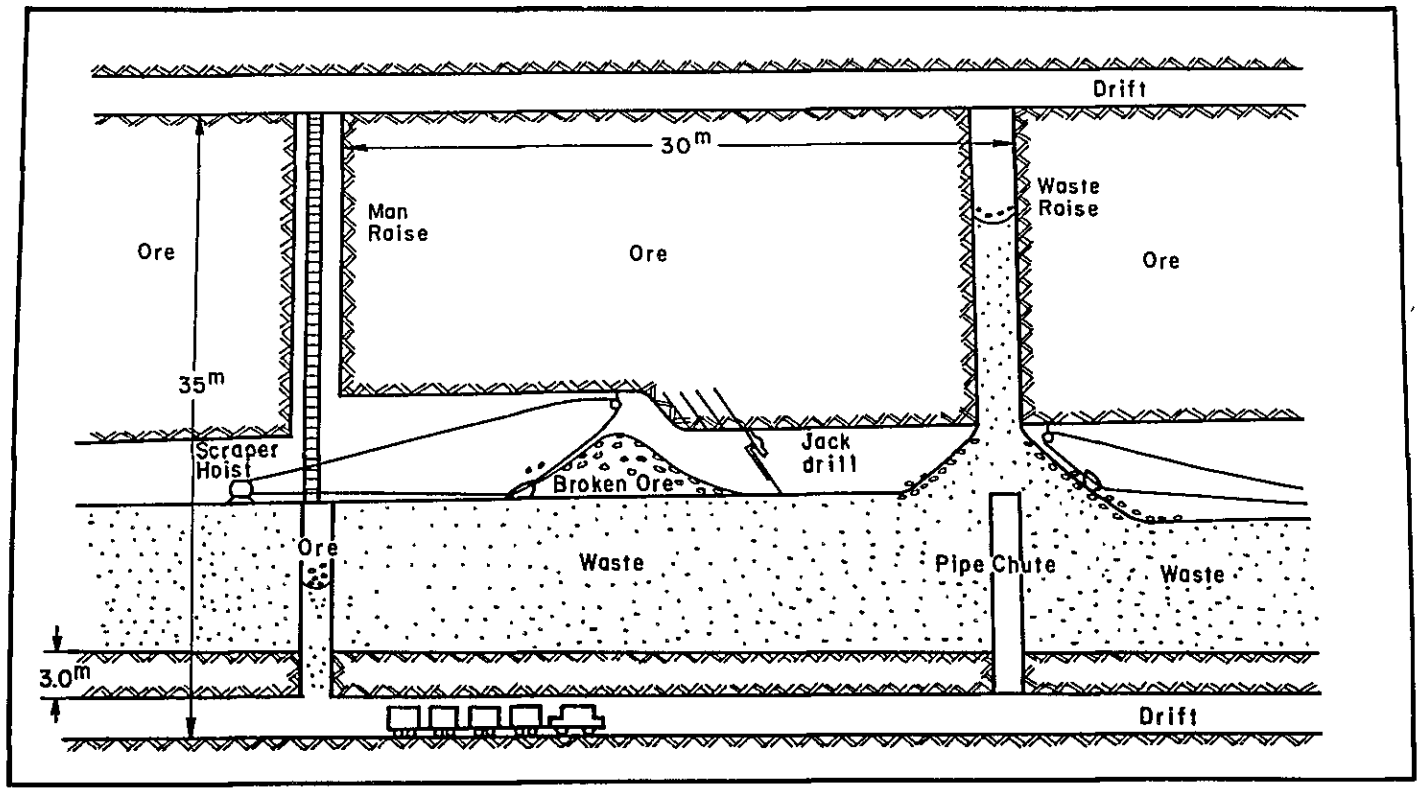
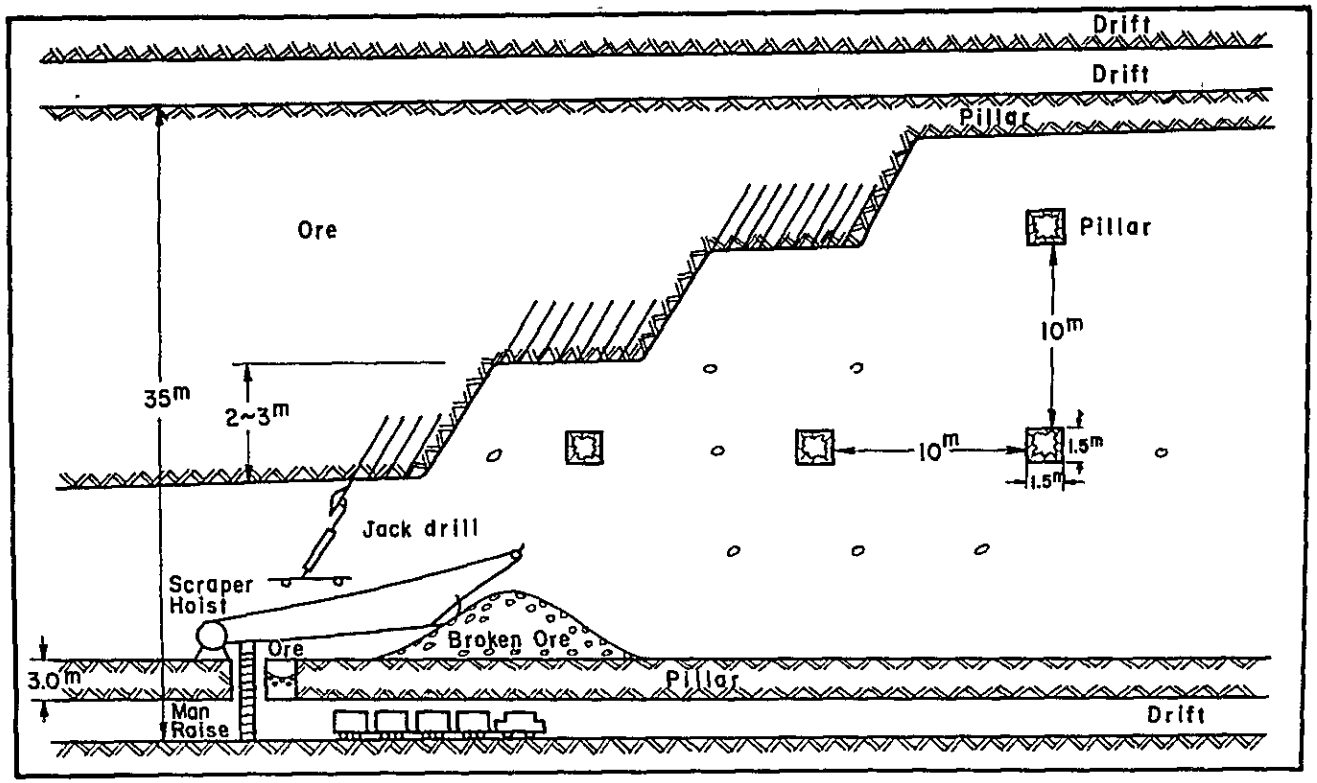

Drift
30m
Man
Raise
Ore
Ore
Waste
Raise
Ore
35m
Scraper
Hoist
Broken Ore
Jack
drill
Ore
Waste
Pipe Chute
Waste
3.0m
Drift

図２－２－２　無充塡上向採鉱法



最初に鉱石部を穿孔，発破し，坑井に投入後上下盤の土砂を穿孔，発破して発破による体積膨張により充填し，作業足場を確保しながら上方に採鉱してゆく。

採掘切羽の準備及び採鉱法を以下に示す。

① 運搬坑道より鉱床下盤を追切し，５ｍ切上る。

② 鉱石積込漏斗の作製。

③ 鉱床に沿って切上がり，上方運搬坑道に貫通させる。

④ 運搬坑道天盤より２ｍの水平ピラーを残して，中段坑道を開さくする。１区画３０ｍとする。

⑤ 天盤の鉱石部分を穿孔発破しスクレーパーで鉱石坑井に投入する。

⑥ 鉄板鉱石坑井を組上げる。

⑦ 上下盤土砂部分を穿孔発破して，体積膨張により充填する。

⑧ 以下採鉱，充填作業をくり返し行なう。

２－２－３－２　細部切羽計画

(1) 使用機械

採鉱用機械類の仕様を以下に示す。

表２－２－４　採鉱用機械類一覧

機械名	仕様	記事
軽量レッグドリル	G／W　１９.０kg 空気使用量　２.７m³／min 全長　６１５mm	３１７－D
オートローダー	総重量　３,２００kg バケット容量　０.１５m³ ホイールベース　８１０mm 走向速度　１００m／min 満載時登坂力　１３° 空気消費量　７～１２m³／min 積込，運搬能力　２５～３１m³／H	T２H
エアーホイスト	能力　１,０００kg・f ロープ速度　４５m／min 重量　４５０kg	HDD－１０ （１２HP）

註）オートローダーは鉱脈幅の大きい充填採鉱切羽の鉱石積込運搬及び土砂充填用に使用し，スクレーパーは細脈で無充填上向採鉱及び充填２段採鉱法に対して使用する。

(2) 穿孔，発破，火薬類原単位，使用量

穿孔最少抵抗線孔間隔；0.60m×0.60m，上向穿孔角度45°穿孔長1.8mとする。

発破方法は導火線による段発発破を適用する。

火薬類原単位，使用量については

鉱石採掘1ton当り火薬使用量　1.50kg／t

採掘用年間火薬使用量　1.50kg／t×40,000t＝60,000kg

採掘用年間雷管使用量　1.8／t×40,000t＝72,000個

但し雷管使用量＝1.8個／t

45,000t／年出鉱中5,000tは開坑に伴なう本番鉱とみなし，採掘鉱量は40,000tとなる。

(3) 採鉱能率，出鉱切羽数

1切羽に2名配置した場合，採鉱及び切羽内運搬を合計した能率を7.0t／工とし，2方／日の採鉱の場合，1日1切羽当り出鉱量は7.0t×2×2＝28となる。

一方充填能率を13.0m³／工とみると，鉱石換算量は13.0×3.0＝40.0tに相当する。従って採鉱と充填の期間割合は7.0：40.0即ち約1：6となる。

28t×$\frac{6}{7}$＝24.0tを一切羽当りの平均的出鉱能力とみなす。但し，充填採鉱の場合であって，それ以外の無充填上向採鉱，及び充填2段採鉱の場合においては以下のごとく試算される。

無充填上向採鉱では，採掘，足場入，切羽運搬を含めて4.0t／工とみなし，2名／方×2方／日＝4名／日を配番すれば4.0×4.0＝16t／日が平均的出鉱量となる。

充填2段採鉱法に於ては，2.0t／工とみなし，2名／方×2方／日＝4名／日を配番すれば，2.0×4.0＝8.0t／日が平均的出鉱量となる。

以上の前提条件の下に，各採鉱法別切羽の出鉱割合を各々，40%，30%，30%とみなし総合的に出鉱能力を試算すると，

(24.0t×0.4)＋(16.0t×0.3)＋(8.0t×0.3)＝17t

従って，150t／日のうち，切羽出鉱分130t／日(40,000t÷300日)に要する切羽数は8切羽，予備切羽を4切羽として，合計12切羽を必要とする。

(4) 人員

さく岩員　2名／切羽×2方／日×2切羽＝　8名

採鉱員　2名／切羽×2方／日×8切羽＝32名

支保要員

主要運搬坑道	4名／方×2方	＝ 8名
運搬坑道	2名／方×2方×3箇所	＝12名
その他	3名／方×2方×1箇所	＝ 6名
	計	26名
電車運転員	4名／方×2方	＝ 8名
雑役夫（採鉱）	10名／方×2方	＝20名
雑役夫（地質測量）	2名／方×1方	＝ 2名
工作員（溶接，修繕，配管，電気）	14名／方×1方	＝14名
事務員	2名／方×1方	＝ 2名
	合計	112名

出勤率を85％と仮定し，必要在籍人員は132名とする。

2－3　部門別計画

2－3－1　支　保

既存坑道の岩盤状況より判断して，坑道及び切羽には，相当量の支保を必要とすると判断される。現地で坑木類を購入し，三つ枠留付けを基準とするが，場所によって，ルーフボルト施工を実施する。

留付密度は1 m間隔を原則とし，岩盤状況に応じて適当な間隔をおいて，施工する。

2－3－2　運　搬

2－3－2－1　切羽内運搬

鉱床幅の大きい場合はハイダンプ型オートローダー，鉱床幅の小さい部分においてはスクレーパーを採用する。

表2－2－5　オートローダー仕様

型　　式	T2H
総　重　量	3,200 kg
バケット容量	0.15 m³
ホイールベース	810 mm
走行用空気圧力	5.6 kg／cm²
バケット昇降用空気圧力	5.6 kg／cm²

油圧ポンプ用空気圧力	5.6 kg／cm²
走向速度（最大）	100 m／min
満載時登坂能力	13°
空気消費量	7～12 m³／min
使用タイヤ	φ585×210
積込能力（距離20 m）	25～31 m³／h

表2－2－6　エアーホイスト仕様

型　　式	HDD－10（12PS）
能　　力	1,000kg・f
ロープ速度	45 m／min
重　　量	450kg・f

表2－2－7　スクレーパー仕様

型　　式	SC860
重　　量	230kg・f

2－3－2－2　電車運搬

(1) 主要坑道の鉱石運搬

2 t蓄電池式機関車1台，予備1台配置，2.0 m³鉄製グランビー鉱車5台連結によって，坑内主要鉱石坑井より坑外選鉱場に鉱石運搬し，選鉱場の原鉱ホッパーに直接投入する。

1往復当り運搬量　　2.0 m³×16 t／m³×5＝16 t

1日当り必要往復回数　　150 t／d÷16 t＝9回

(2) 中段運搬坑道の鉱石運搬

1 t蓄電池式機関車3台，予備2台を配置し1.0 m³手動横転式鉱車5台連結にて，運搬坑道の鉱石坑井に投入する。

1往復当り運搬量　　1.0 m³×16 t／m³×5＝8 t

1日当り必要延べ往復回数　150 t／日÷8 t＝19回

2－3－3　圧　気

2－3－3－1　必要圧気量の算出

軽量レッグドリル	2.7 m³／min × 8台 × 50％ =	11.0 m³／min
オートローダー	10.0 m³／min × 3台 × 40％ =	12.0 m³／min
スクレーパー	6.0 m³／min × 5台 × 40％ =	12.0 m³／min
ローダー	50 m³／min × 3台 × 40％ =	6.0 m³／min
その他エアーブロー等		10.0 m³／min
	合計	51.0 m³／min

2－3－3－2　圧縮機必要台数

表2－2－8　圧縮機仕様

圧縮機名称	日立バランス型圧縮機
型　　式	BT－15
吐　出　量	26 m³／min
圧　　力	7 kg／cm²
ストローク数	700 rpm
電動機出力	150 kW
電　　源	3,300 V　60 Hz

圧縮機必要台数の試算

51.0 m³／min ÷ 26 m³／min = 2台

予備1台を見込んで150kW圧縮機3台を設置する。

2－3－3－3　圧気管設置計画

メインパイプ（斜坑）6″鉄管		400 m
メインパイプ（水平）6″ 〃		700 m
メインパイプ（立坑）4″ 〃		500 m
中段坑道パイプ	3″ 〃	2,900 m
切羽パイプ	3″ 〃	1,000 m

このうち6″鉄管1,100m，4″鉄管500 mを初期投資として計上する。

2－3－4　通　気

2－3－4－1　通気方法

坑内外の温度差が小さいので，自然通気量では不足であり，扇風機による強制通気を必要とする。上部坑道に扇風機を設置し，吸い出し方式を適用する。入気は主要運搬坑道及び各運搬坑道とし，短絡を避けるため通気扉を適所に設置する。

末端切羽の通気は小型局部扇風機を使用して，吹き込み方式にて換気する。

2－3－4－2　所要通気量

内燃機関の使用はないので，坑内総通気量を６００㎥／minとする。これ以外に圧気使用機械から吐出する空気量も見込まれる。

2－3－4－3　扇風機所要馬力

下式により通気圧力降下ｈを求めて所要馬力を算出する。

$$h = k\frac{LUQ^2}{F^3} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad ①$$

但し　ｈ；圧力降下　mm

Ｆ；平均坑道断面積　2.0 m × 1.5 m ＝ 3 0 ㎡

Ｌ；坑道長　2,0 0 0 m

Ｕ；坑道断面周辺長　7.0 m

Ｑ；風量　6 0 0 ㎥／min（１０㎥／sec）

ｋ；摩擦係数　0.0 0 1 6

①式に相当数値を入れｈを求めると

$$h = 0.0016 \times \frac{2,000 \times 7.0 \times 10^2}{(3.0)^3} = 82.96\ mm$$

$$空気馬力 = \frac{hQ}{75} = \frac{82.96 \times 10}{75} = 11.1\ HP$$

機械総効率　η_1 ＝６５％とすると　１１.１÷０６５＝１７.１HP

電動機効率　η_2 ＝８０％とすると　１７.１÷0.８０＝２１.４HP

余裕をみて，２４HP（１８kW）の主要扇風機を上部坑口に設置する。

2－3－5　排　水

主要運搬坑道準より上方部の排水は自然排水とし2,５３０ｍ坑道より坑外に自然排水するが，下方部分については，2,４５０ｍレベルにて集水し2,５３０ｍレベルまでポンプアップする。水量を0.６㎥／minとして，所要馬力を試算する。

送水管直径　　１５０㎜として

$$H = Ha + Hp + Hv + Hr + Hm \quad \cdots\cdots ①$$

但し　H ；総揚程　　m

Ha ；実揚程　　８０ m

Hp ；圧力損失　　m　　大気中で０

Hv ；圧力損失水頭　　$V^2 / 2g$

Hr ；管路の摩擦損失水頭　　m

Hm ；管路の曲り，弁などによる損失水頭　　m

$Ha = 80\ m$，$Hp = 0$，$Hv = v^2 / 2g = (1.9)^2 / 2 \times 9.8 = 0.18\ m$

$$Hr = 4f \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g} \cdot r = 4 \times 0006 \times \frac{400}{0.15} \times \frac{(1.9)^2}{2 \times 9.8} \times 0.09 = 1.1\ m$$

$Hm = 2.0\ m$ と仮定

①により，$H = 800 + 328 \fallingdotseq 83.3\ m$

軸馬力　$HP_2 = \dfrac{83.3 \times 10}{75 \times 0.55} = 20.2\ HP$

但し　効率　$\eta = 55\%$

電動機馬力　$HP_3 = 20.2 \times 1.20 = 24.2\ HP = 18\ kW$

即ち１８kW電動機付揚水ポンプを，主要排水ポンプとして使用し，故障時の予備として他に１系列，同容量のポンプ，電動機を設置する。

２－３－６　保安衛生

作業員の保安衛生上特に注意すべき点は以下のとおりである。

(1) 上下盤の保持，特に軟弱岩盤部における支保の徹底。

(2) 発破跡ガスの除去。採掘切羽，掘進先端部の排気確保，局部扇風機の使用徹底。

(3) 鉱石積込，運搬機等の運転技術の教育徹底。

(4) その他保安意識高揚の教育徹底。

２－３－７　機器メインテナンス

機器の故障による生産停止を防止するため，日常点検及び定期点検の徹底が必要である。又部品切れによる機械の休転をなくすため，必要最小限度の部品確保をはかる。

2－3－8　坑内外施設建屋

坑内外で必要とされる施設建屋とその規模は次のとおりである。

表2－2－9　坑内外施設一覧

項　　目	設置箇所	容量，仕様
坑内排水ピット	坑内2,450mレベル	10m×5m×4m＝200m³
坑内休憩所	坑　内	10m×10m×2m＝200m³
主要扇風機室	上部坑道坑口	18KW，2m×5m＝10m²
さく岩用水槽	坑　内	2m×2m×1m＝4m³
コンプレッサー室	坑　外	100m²，鉄骨
事務所	〃	50m²，プレハブ
キャップランプ充電所	〃	25m²，プレハブ
更衣室	〃	50m²，プレハブ
火薬庫	〃	2t貯蔵，5m×5m＝25m²
機械修理工場	〃	10m×5m＝50m²

2－3－9　採鉱関係・電力量計算

表2－2－10　使用電力量積算一覧

機　種	kW／台	台　数	総　kW	需要率	最大電力(kW)	運転時間／日	kWh／日
コンプレッサー	150.0	2	300.0	0.7	2100	12.0	2,520
主要扇風機	18.0	1	18.0	1.0	18.0	16.0	290
局部扇風機	1.5	10	15.0	1.0	15.0	12.0	180
排水ポンプ	18.0	1	18.0	1.0	18.0	24.0	(430)
そ　の　他					20.0	15.5	310
計			351.0	0.8	2810		3,300 (3,730)

但し( )内は下部採鉱期間を示す。

上部地域採鉱期間の粗鉱t当り電力量は

3,310kWh÷150t／日＝22.07kWh／t

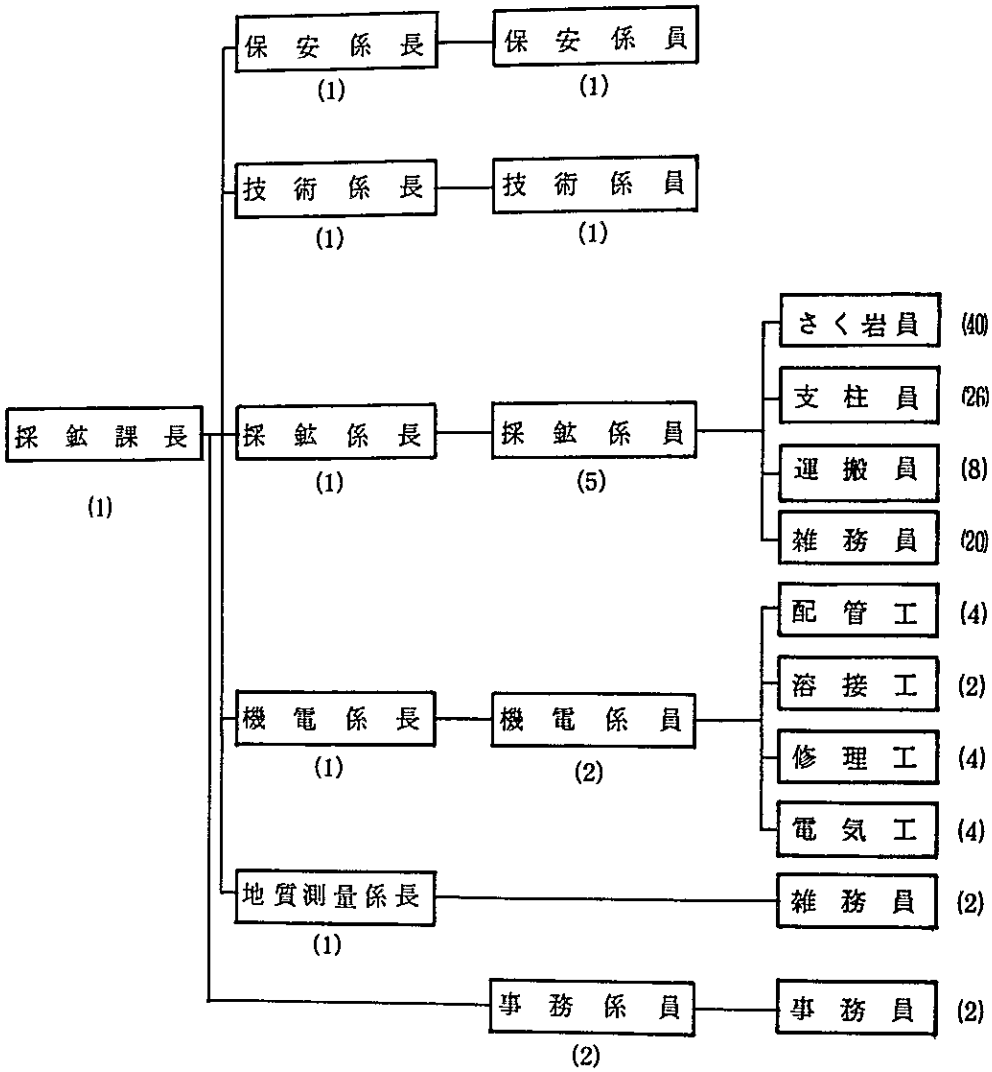
下部地域採鉱期間の粗鉱t当り電力量は

3,740kWh÷150t／日＝24.93kWh／tとなる。

2－4　人員計画

2－4－1　組　織

採鉱部門の組織は以下のとおり。( )内は人員を示す。



2－4－2　人　員

課長１名，係長５名，係員１１名，作業員１１２名

合計　１２９名

但し作業員１１２名については出勤率を８５％とみなし，作業者在籍人員は１３２名，職員１７名を加えて合計１４９名となる。

2－5 投資計画

2－5－1　採鉱機器

別紙表2－2－16初期投資費用（採鉱機器）参照。

2－5－2　開 坑 費（初期及び追加）

2－5－2－1　初期投資開坑の範囲

投資として計上される起業開坑は以下の範囲とする。

主要運搬坑道（2,530 m レベル）	700 m
運搬坑道（2,600 m レベル300 m，2,635 m レベル200 m）	500 m
下部捲揚斜坑（2,530 m～2,450 m）	400 m
主要鉱石坑井（2,530 m～2,670 m）	140 m
主要土砂坑井（2,565 m～2,635 m）	70 m
各所追切	300 m
合計	2,110 m

但し下部捲揚斜坑は，操業開始9年目に開さくするので，初期開坑量は1,710 m となる。

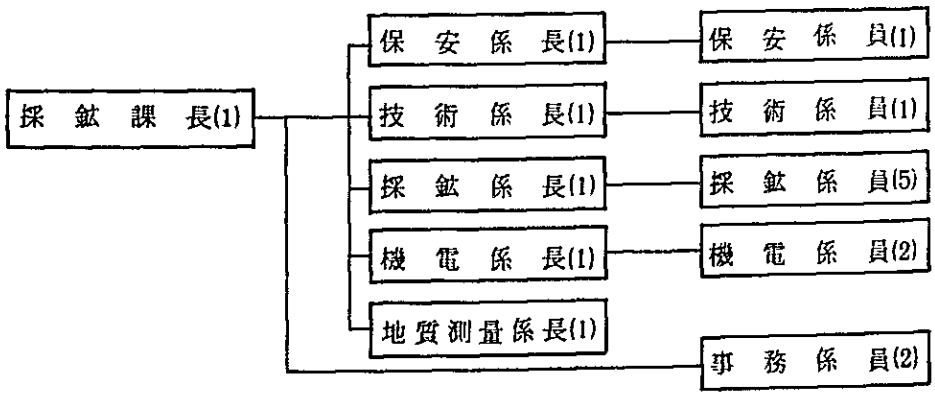
2－5－2－2　開坑費単価の算定

開坑費単価は以下のごとく見込まれる。

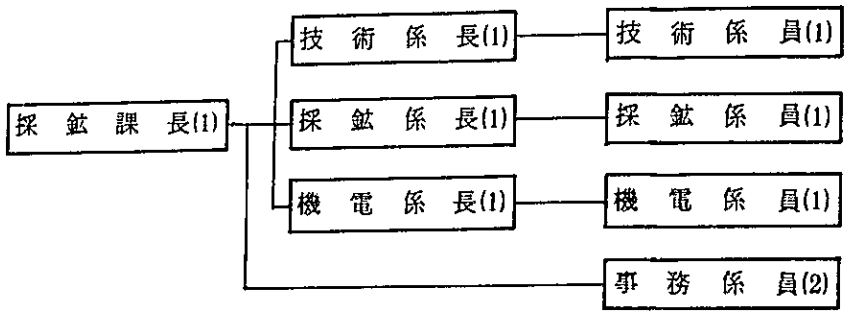
主要運搬坑道	16,070ペソ／m	（表2－2－17参照）
運搬坑道	14,030 〃	（〃2－2－18 〃）
主要切上	8,330 〃	（〃2－2－19 〃）
追　　切	6,780 〃	（〃2－2－20 〃）
斜道掘下り	18,240 〃	（〃2－2－21 〃）

2－5－2－3　初期投資開坑費の算定

起業開坑期間12ケ月中の職員組織と人員を以下とする。



起業開坑準備期間を6ケ月とし，職員組織，人員を以下とする。



初期投資開坑準備期間及び同開坑期間中の職員人件費，作業員人件費（開坑費中の人件費は除く）は以下のごとくになる。

表２－２－１１　人件費一覧

項目	単価／月	準備期間（６ケ月）		開坑期間（１２ケ月）		合計（１８ケ月）
		人員	人件費	人員	人件費	人件費
（職員）		(名)	(ペソ)	(名)	(ペソ)	(ペソ)
採鉱課長	60,000 ×1.70	1	612,000	1	1,224,000	1,836,000
担当係長	50,000 ×1.70	3	1,530,000	5	5,100,000	6,630,000
担当係員	40,000 ×1.70	5	2,040,000	11	8,976,000	11,016,000
計		9	4,182,000	17	15,300,000	19,482,000
（作業員）						
支柱員	16,500 ×1.70			10	3,366,000	3,366,000
運転員	15,000 ×170			8	2,448,000	2,448,000
雑務員	12,000 ×1.70	5	612,000	12	2,938,000	3,550,000
事務員	10,000 ×1.70	2	204,000	2	408,000	612,000
工作員	16,000 ×1.70			5	1,632,000	1,632,000
計		7	816,000	37	10,792,000	11,608,000

初期投資採開坑直接費の算定を以下に示す。

表２－２－１２　初期投資採開坑費一覧

（$：ペソ）

項　目	単　価 $／m	延　長 m	金　額 $
主要運搬坑道	１６,０７０	７００	１１,２４９,０００
運搬坑道	１４,０３０	５００	７,０１５,０００
主要立坑	８,３３０	２１０	１,７４９,０００
追　切	６,７８０	３００	２,０３４,０００
下部捲揚斜坑	１８,２４０	４００	７,２９６,０００
計	１３,９１０	２,１１０	２９,３４３,０００

但し　初期開坑費　　２２,０４７,０００ペソ

　　斜坑開さく費　　７,２９６,０００　〃

　　２９,３４３,０００　〃

２－５－３　坑内外施設建屋建設費

坑内外に建設する施設及び建屋の建設費については以下を見込む。

表２－２－１３　坑内外施設建屋

（$：ペソ）

項　目	容　量	単　価 $／m², m³	金　額 $
坑内休憩所	２００m²	５,０００	１,０００,０００
主要扇風機室	１０m²	１０,０００	１００,０００
さく岩用水槽	４m³	１０,０００	４０,０００
コンプレッサー室	１００m²	１０,０００	１,０００,０００
事務所	５０m²	３,０００	１５０,０００
キャップランプ充電室	２５m²	３,０００	７５,０００

更衣室	50㎡	3,000	150,000
火薬庫	25㎡	20,000	500,000
機械修理工場	50㎡	5,000	250,000
		小計	3,265,000
排水ピット	200㎡	5,000	1,000,000
		合計	4,265,000

2－5－4　初期及び追加投資費用総括

表2－2－14　初期及び追加投資費用総括

（単位：千ペソ）

項目	発生時期				合計
	1年	2年	7年	10年	
職員人件費	4,182	15,300			19,482
作業員人件費	816	10,792			11,608
採鉱機器	58,800	17,504	17,744	2,640	96,688
分析費		2,736			2,736
開坑直接費		22,047		7,296	29,343
坑内外施設費	2,265	1,000		1,000	4,265
小計	66,063	69,379	17,744	10,936	164,122
予備費（5％）	3,303	3,469	887	547	8,206
合計	69,366	72,848	18,631	11,483	172,328

但し，分析費の計算基礎は以下のとおりである。

初期投資採開坑長　1,710 m

サンプリング間隔　5.0 m

サンプル数　342箇

1サンプル分析費（5成分）　8,000ペソ／箇

分析費　2,736千ペソ

参考までに日産粗鉱1 ton当り初期投資費用は

初期投資額　948千ペソ／t

総合投資額　　1,149千ペソ／t

2－6　運転費用

2－6－1　運転費用算定の基本条件

2－5－2項にて初期及び追加投資開坑の範囲を規定したので，生産開始後の開坑は操業開坑とみなし，年間の操業開坑量を以下の基準により算定する。

粗鉱生産量1,000t当り採開坑量を20.0mとする。従って，年間開坑量は（150t／日×300日／年÷1,000）×20.0＝900m／年

900m／年の採開坑道開さくに伴って発生する鉱石は900m中の40％を見込み，360m相当分について鉱石生産を計上すると，

2.2m×2.0m×360m×3.0t／m³＝5,000t

年間出鉱量　150t×300日／年＝45,000t

15,000t－5,000t＝40,000t

即ち

切羽出鉱量；　40,000t

開鉱に伴なう出鉱量；5,000t

開坑900m／年に対しては，初期投資開坑にて算定した開坑単価を基礎として年間開坑費を算定，40,000tを年間採掘鉱量として，採鉱費を算定し，合計金額を年間の採鉱部門総経費とする。但し，職員の人件費は40,000t／年の採鉱費にて計上する。

2－6－2　運転費用の算定

年間開坑費

坑道開さく単価　　14,030ペソ／m

坑道開さく費　　14,030ペソ／m×900m／年＝12,627千ペソ／年

年間採鉱費

採鉱費を物品費，労務費，経費の3項目に分類し更に要素別に分割して採鉱費／年を算定し，これを表2－2－15運転費用総括に示した。

運転費用の総括

表２－２－１５　運転費用総括

（＄：ペソ）

項　　目	上部採鉱 45,000t／年		下部採鉱 45,000t／年	
	年間	出鉱t当	年間	出鉱t当
	千＄	＄	千＄	＄
坑道開さく費	12,627	281	12,627	281
採鉱費				
物品費	29,983	666	31,044	690
労務費	47,382	1,053	48,001	1,067
経費	53,456	1,188	54,124	1,203
小計	130,821	2,907	133,169	2,960
合計	143,448	3,188	145,796	3,241

初期投資費用償却を含めた採鉱t当原価は以下となる。

初期投資費用総額	１７２,３２８千ペソ
出鉱t当償却費	３６０ペソ／t
上部採鉱t当総原価	3,５４８ペソ／t
下部採鉱t当総原価	3,６０１ペソ／t

２－７　技術的問題点及びリコメンデーション

(1) 鉱床幅の変化が激しいので，採鉱方法が切羽によって変り，採鉱能率低下の原因となる。

(2) 上下盤の強度は全体的にみてむしろ軟弱であると思われる。これによる上下盤砕の混入が避けられないので，粗鉱品位の低下を招くおそれがある。

(3) 同様に上下盤軟弱な条件は可採率の低下につながり，可採粗鉱量が減少するおそれがある。

(4) 鉱床の条件を考慮すれば内燃機関使用の大型機械の適用は不可能であると思われ，小規模採鉱にならざるを得ないと考えられる。

(5) 既存探鉱坑道の支保状況より判断して新規開さく坑道についても，大部分において，坑木留付が必要と思われる。

(6) 主要運搬坑道以外の各運搬坑道は，探鉱目的も兼ね，出来るだけ鏈押坑道とする。

(7) 充填採鉱法を採用する場合，坑道と切羽間の水平ピラーは，将来回収不可能との前提に立って，保安上許される範囲内で，出来るだけうすく計画する。同様に上方坑道踏前面に残す水平ピラーも電車運搬に支障ない範囲でうすく掘り上げる。但し，いづれも保安上，安全な限度に抑えること。

(8) 強制通気によって，充分なる通気を確保し，局部扇風機で，末端切羽の換気をはかること。坑内外温度差小さく，自然通気は殆んど期待出来ないことに留意すべきである。

表２－２－１６　投資費用（採鉱機器）

（単位：千ペソ）

項目	単価	数量，台数	年度 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	合計
			−2	−1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
オートローダー	2,488	6		7,464					7,464							14,928
バケットローダー	1,160	10	5,800						5,800							11,600
蓄電池式機関車 2t	2,728	2	5,456													5,456
〃 1t	1,972	5	9,860													9,860
鉱車 2m³	440	10	4,400													4,400
〃 1m³	348	20	6,960													6,960
スクレーパー12HP	800	8		6,400												6,400
エアーホイスト1HP	136	10		1,360												1,360
斜道捲揚機	2,000	1										2,000				2,000
軽量ドリフター	68	60	1,020	1,020					2,040							4,080
軽量ストーパー	68	20	340	340					680							1,360
主要扇風機	400	1		400												400
局部扇風機	104	10	520	520												1,040
主要排水ポンプ	320	2										640				640
局部排水ポンプ	40	5	200													200
コンプレッサー	6,240	3	18,720													18,720
主要圧気管(6″,4″)			1,164													1,164
キャップランプ，充電機	1,760	2	1,760						1,760							3,520
変圧器	1,000	2	2,000													2,000
その他工具類	500	1	500													500
高圧ケーブル	0.20	500	100													100
計			58,800	17,504					17,744			2,640				96,688

表２－２－１７　開坑費単価，主要運搬坑道（２２ｍ×２５ｍ）

（単位：ペソ）

項目		数量	単位	単価	金額	記事
物品費	火薬	15	kg	300	4,500	
	雷管	16	個	20	320	25÷1.6＝16
	軌条	2	m	1,170	2,340	
	鉄管	1	m	480	480	
	ビットロッド	0.4	本	6,620	2,650	1.8×25÷70.0÷1.6＝0.40
	鋼材	5	kg	50	250	
	坑木木材	0.02	m³	1,250	30	
	その他				500	
計					11,070	
労務費	坑内賃金	3.67	工	660	2,420	1.0÷06×660＝1,100（さく岩員） 2.0×660＝1,320（支柱員）
	期手・退手・法福				1,690	賃金×0.70
計					4,110	
経費	電力費	200	kWh	4.45	890	
計					890	
合計					16,070	

表２－２－１８　開坑費単価，運搬坑道（２０ｍ×２２ｍ）

（単位：ペソ）

項目		数量	単位	単価	金額	記事
物品費	火薬	12	kg	300	3,600	
	雷管	13	個	20	260	20÷1.6＝13
	軌条	2	m	1,170	2,340	
	鉄管	1	m	480	480	
	ビットロッド	0.3	本	6,620	1,990	1.8×20÷700÷1.6＝030
	鋼材	4	kg	50	200	
	坑木木材	0.02	m³	1,250	30	
	その他				400	
計					9,300	
労務費	坑内賃金	3.43	工	660	2,260	1.0÷07×660＝940（さく岩員） 2.0×660＝1,320（支柱員）
	期手・退手・法福				1,580	賃金×0.70
計					3,840	
経費	電力費	200	kWh	4.45	890	
計					890	
合計					14,030	

表2－2－19　開坑費単価，切上（2.0 m × 1.5 m）　（単位・ペソ）

項目		数量	単位	単価	金額	記事
物品費	火薬	10	kg	300	3,000	
	雷管	15	個	20	300	18÷1.2＝15
	軌条					
	鉄管					
	ビットロッド	0.3	本	6,620	1,990	1.5×18÷70.0÷1.2＝0.30
	鋼材					
	坑木木材					
	その他				300	
	計				5,590	
労務費	坑内賃金	165	工	660	1,090	1.0÷0.60×660＝1,090
	期手・退手・法福				760	賃金×0.70
	計				1,850	
経費	電力費	200	kWh	4.45	890	
	計				890	
合計					8,330	

表2－2－20　開坑費単価，追切　（単位：ペソ）

項目		数量	単位	単価	金額	記事
物品費	火薬	7	kg	300	2,100	
	雷管	7	個	20	140	
	軌条					
	鉄管					
	ビットロッド	0.2	本	6,620	1,320	
	鋼材	2	kg	50	100	
	坑木木材	002	m³	1,250	30	
	その他				400	
	計				4,090	
労務費	坑内賃金	2.00	工	660	1,320	1.0÷1.0×660＝660 1.0×660　＝660
	期手・退手・法福				920	賃金×0.70
	計				2,240	
経費	電力費	100	kWh	4.45	450	
	計				450	
合計					6,780	

表２－２－２１　開坑費単価，斜坑掘下り（２５ｍ×2.5ｍ）

（単位：ペソ）

項目		数量	単位	単価	金額	記事
物品費	火薬	15	kg	300	4,500	
	雷管	18	個	20	360	28÷1.6＝18
	軌条	2	m	1,170	2,340	
	鉄管	1	m	480	480	
	ビットロッド	0.5	本	6,620	3,310	18×28÷70.0÷16＝050
	鋼材	7	kg	50	350	
	坑木木材	003	m³	1,250	40	
	その他				600	
計					11,980	
労務費	坑内賃金	5.33	工	660	3,520	10÷03×660＝2,200(さく岩員) 2.0×660　＝1,320(支柱員)
	期手・退手・法福				1,850	賃金×0.70
計					5,370	
経費	電力費	200	kWh	445	890	
計					890	
合計					18,240	

表２－２－２２　年間運転費用積算

（$・ペソ）

項目	単位	単価$	生産 原単位	生産 特性値	生産 数量	生産 金額千$	工作 原単位	工作 特性値	工作 数量	工作 金額千$	排水 原単位	排水 特性値	排水 数量	排水 金額千$	合計 金額千$	記事
（物品費）																
火薬	kg	300	15	40,000	60,000	18,000									18000	
雷管	個	20	18	40,000	72,000	1,440									1,440	
坑木木材	m³	1,250	0012	40,000	480	600									600	
軌条	kg	65	010	40,000	4,000	260									260	
ビット・ロッド	本	6,620	0012	40,000	480	3,178									3,178	
鋼材	kg	50	020	40,000	8,000	400			10,000	500					900	
鉄管	kg	50	040	40,000	16,000	800									800	3″ pipe
油脂類	Gal	61							5,000	305			(1,000)	(61)	305 (366)	
機械部品										3,000				(1,000)	3,000 (4,000)	
その他				40,000		1,000				500					1,500	
物品費計						25,678				4,305				(1,061)	29,983 (31,044)	
（賃金）																
さく岩員 1st	工	1,220			4,800	5,856									5,856	基準額×170.16×300=4,800
〃 2nd	〃	1,020			4,800	4,896									4,896	〃 〃
支柱員 1st	〃	1,220			3,900	4,758									4,758	〃 13×300=3,900
〃 2nd	〃	1,020			3,900	3,978									3,978	〃 〃
運搬員	〃	1,020			2,400	2,448									2,448	〃 8×300=2,400
配管工	〃	1,020			1,200	1,224									1,224	〃 4×300=1,200
溶接工	〃	1,090							600	654			(100)	(109)	654 (763)	〃 2×300= 600
修理工	〃	1,020							1,200	1,224			(300)	(306)	1,224 (1,530)	〃 4×300=1,200
電気工	〃	1,020							1,200	1,224			(200)	(204)	1,224 (1,428)	〃 4×300=1,200
事務員	〃	680			600	408									408	〃 2×300= 600
雑務員	〃	820			6,600	5,412									5,412	〃 22×300=6,600
小計						28,980				3,102					32,082 (32,701)	

項目	単位	単価$	生産				工作				排水				合計	記事
			原単価	特性値	数量	金額千$	原単価	特性値	数量	金額千$	原単位	特性値	数量	金額千$	金額千$	
（給料）																
課長	人・月	102,000			12	1,224									1,224	基準額×170　1×12=12
係長	〃	85,000			48	4,080			12	1,020					5,100	〃　4×12=48 1×12=12
係員	〃	68,000			108	7,344			24	1,632					8,976	〃　2×12=24 9×12=108
小計						12,618				2,652					15,300	
人件費計						41,628				5,754				(619)	47,382 (48,001)	
電力費	kWh	4.45	200	40,000	800,000	3,560	2.0	40,000	80,000	356			(150,000)	(668)	3,916 (4,584)	
外注費						28,440				10,000					38,440	ボーリング外注費　13,440千$含む
修繕費						1,500				1,500					3,000	
運賃						2,000				1,000					3,000	
諸費						200				100					300	
分析費		8,000			600	4,800									4,800	
経費計						40,500				12,956				(668)	53,456 (54,124)	
合計						107,806				23,015				(2,348)	130,821 (133,169)	

但し（　）内数値は排水費を含む金額

第3節　選　　鉱

本鉱床は含金多金属鉱脈型鉱床であり更に砒素鉱物を含む所謂難処理鉱物に属する。選鉱試験の結果から原鉱を全量青化処理し，貴液はZn末沈殿法によってAu，Ag殿物として回収し，一方その尾鉱からZnを回収する系統とする。

Au，Ag殿物はZona Miaeraに処理を依頼する。回収したZnは品位を50％以上とするが，一般にAs品位が0.2％以上の場合，買鉱拒否条項となる。而し本鉱山産Zn精鉱量は3.65t／日と少ないためAs品位が0.9未満ならば売鉱可能と判断し以下の計画を立案した。また，用水は青化処理及びZn回収系内でそれぞれ循環使用し，余剰水量を極力抑制するが，余剰水中に含まれるAsは排水処理系統を通すことによって殿物として回収し，排水中の有害成分含有率を基準以下として放流する。

3－1　選鉱設備

(1)　設計基準

選鉱試験の結果及び鉱山の規模品位から選鉱場設計の基準は次のとおりとする。

選鉱方式は全泥青化処理後Zn回収を実施することとし，150t／日の処理とする。

操業条件としては，年間操業日数300日，1日当り3方操業，1方当り8時間とする。

各セクション別の運転時間は破砕を10時間，摩鉱以下を24時間とする。

取扱鉱石の物性は表2－3－1のとおりである。

表2－3－1　取扱鉱石の物性

	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As
品　位	(g／t) 58	(g／t) 91	(%) 022	(%) 0.11	(%) 1.68	(%) 2.54
真　比　重	3.0					
含 水 率 (%)	50					

部門別の操業仕様は表２－３－２のとおりである。

表２－３－２　操業仕様

部　　門	項　　目	仕　　様
破　　砕	破砕方式	２段開回路
	給鉱最大サイズ	２４０㎜
	破砕産物　８０％サイズ	１次　　４０㎜
		２次　　１２㎜
	原鉱ホッパー	３０ｔ
	産物貯鉱舎	１５０ｔ
摩　　鉱	摩鉱方式	ボールミル－分級機閉回路
	分級方式	スパイラル分級機
	給鉱　　８０％サイズ	１２㎜
	産物　　〃	７４μ
	Ｗｉ	１０.６４
青化処理	リーチング方式	ＮａＣＮ抽出
	産　物	Ｚｎ末沈澱物
Ｚｎ　処　理	Ｚｎ浮選	浮選時間　２０㎜
廃滓処理	沈降速度	１０.８㎜／㎜
	水処理	Ｆｅ共沈法（Ａｓ）

(2) 主要機械設備

処理量１５０ｔ／日に要する主要機械設備は表２－３－３に示すとおりである。

表２－３－３　主要機械設備一覧

	機械名	仕様	数量	電動機 (kW)
破砕	ホッパー	３０ｔ	1	
	ベルトフィーダー	３６″	1	1.5
	グリズリー	２４０㎜	1	
	S.T.クラッシャー	２４″×１０″	1	22.
	ベルトコンベア	１６″	1	1.5
	水洗スクリーン	4′×6′	1	5.5
	コーンクラッシャー	3′φ	1	55.
	ベルトコンベア	１６″	1	1.5
	分級機	５００㎜φ	1	1.5
	シックナー	20′φ×3ｍ	1	1.5
摩鉱	ミルビン	5ｍφ×5ｍ (１５０ｔ)	1	
	ボールミル	7′φ×8′	1	150.
	分級機	７５０㎜φ	1	3.75
	テーブル	＃１０	3	1.5
青化処理	シックナー	40′φ× 3ｍ	1	7.5
	リーチングタンク	50′φ× 6ｍ	1	7.5
	リザーバータンク	40′φ× 3ｍ	1	7.5
	フィルター	8′φ×12′	1	3.75
	砂戸槽	12′φ×1.5ｍ	1	
	金液槽	30′φ× 3ｍ	1	
	Zn未添加設備		1	1.5
	フィルタープレス		1	

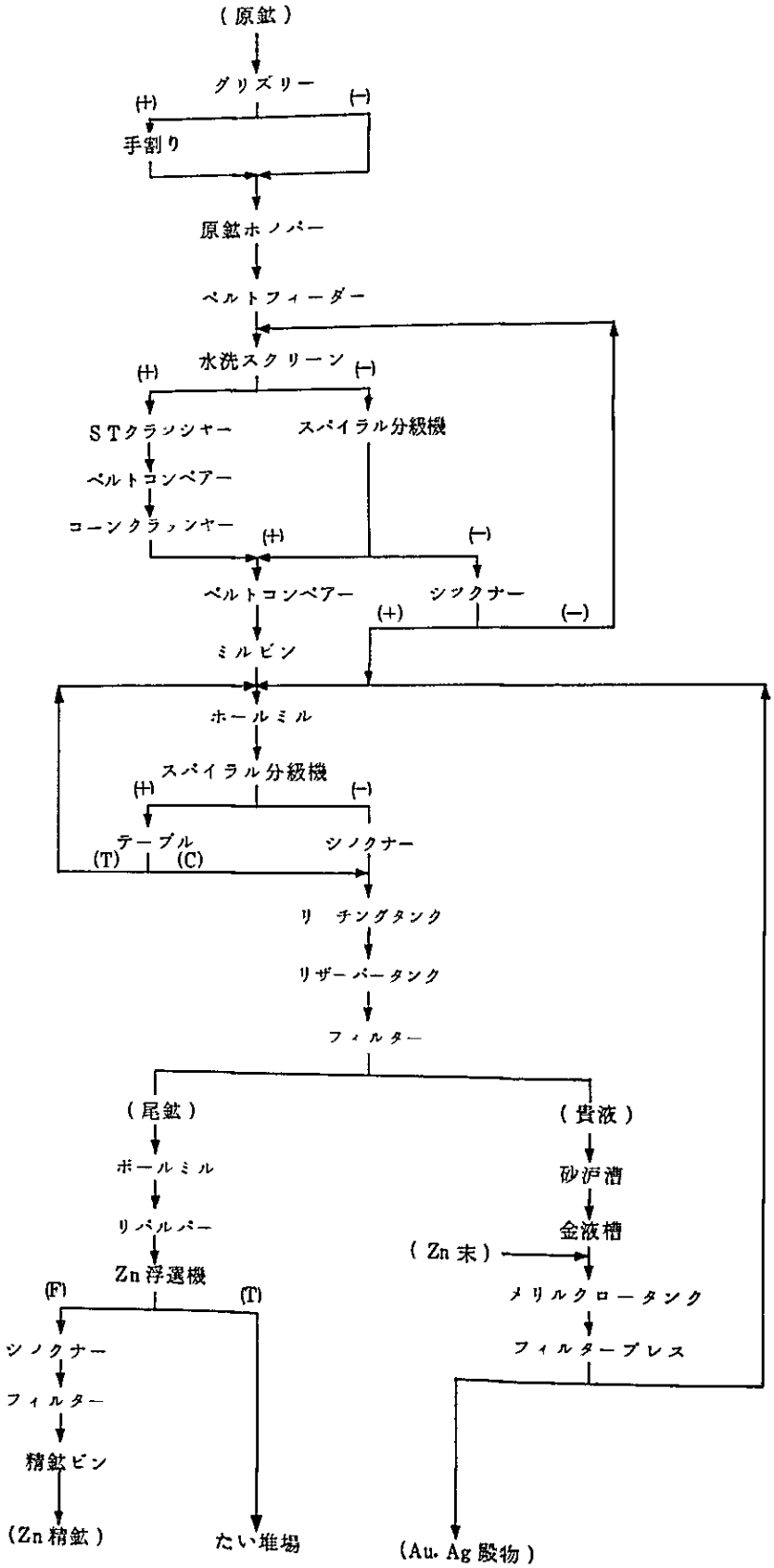
	機械名	仕様	数量	電動機 (kW)
Zn 回収	リバルバー		1	7.5
	Zn浮選機	#48AG	6	11.25
	〃	#24FW	8	7.5
	フィルター	4′φ×4′	1	1.5
	ミル	アトリション用 3′φ×3′	1	37.5
	精鉱ビン	(20t)	1	1
	シックナー	40′φ×1.5	1	1.5
その他	試薬溶解設備		1	15.
	ポンプ類		10	3.7
	パイプ類			
	ファン		1	0.75
	クレーン	3t×1, 2t×2		
	工具及び照明			1.8

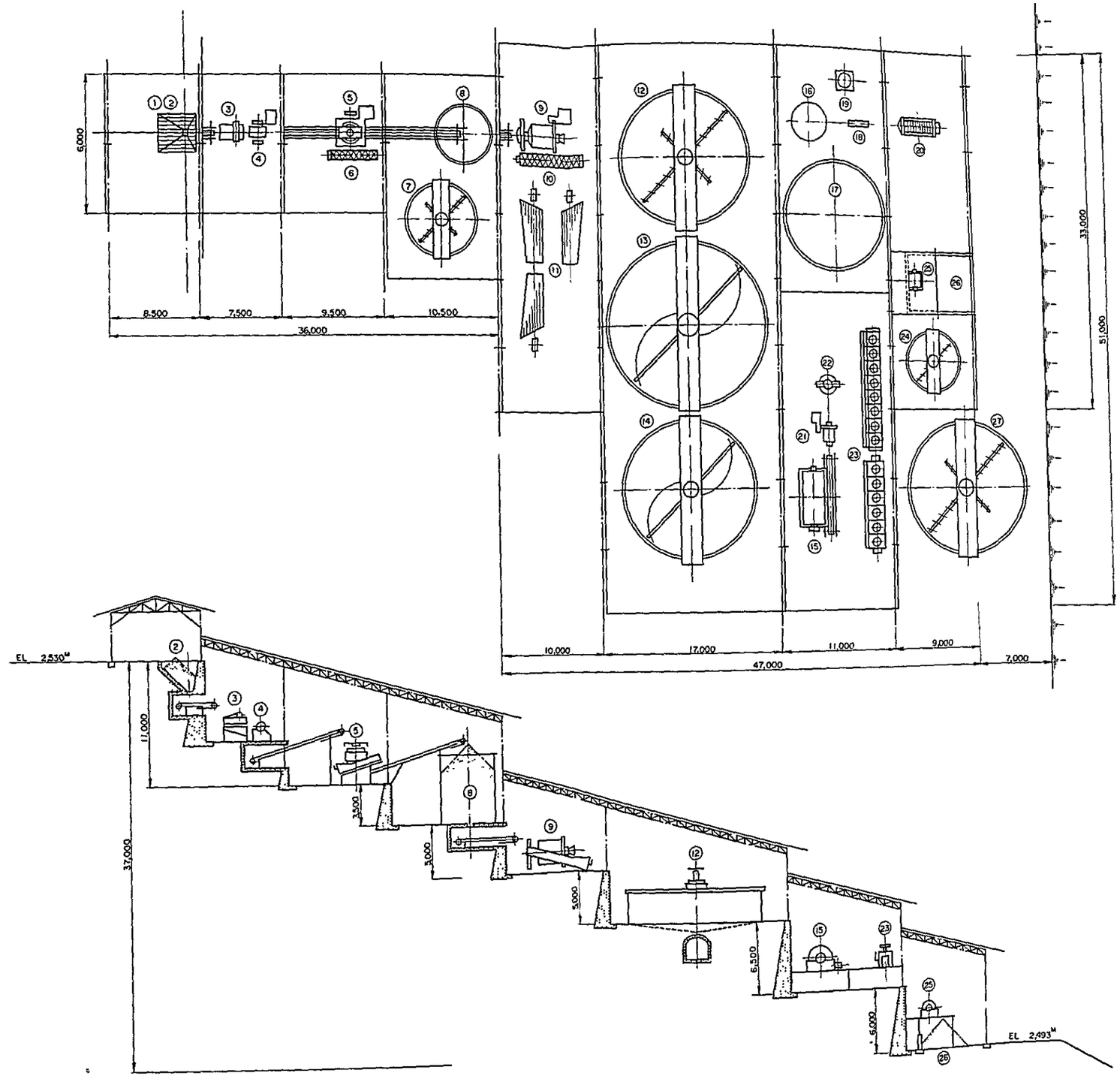
(3) フローシート及び操業見込成績

選鉱試験によつて得られた結果からフローシートは図2－3－1のとおりとした。即ち原鉱を直接CNリーチングした後，Zn回収を行う系統としまた粗粒Auのロスを防止するためテーブルを設置した。

また配置図は図2－3－2のとおりである。

図2－3－1　フローシート


(原鉱)
グリズリー
(+)
(−)
手割り
原鉱ホッパー
ベルトフィーダー
水洗スクリーン
(+)
(−)
STクラッシャー
スパイラル分級機
ベルトコンベアー
コーンクラッシャー
(+)
(−)
ベルトコンベアー
シックナー
(+)
(−)
ミルビン
ホールミル
スパイラル分級機
(+)
(−)
テーブル
(T)
(C)
シックナー
リーチングタンク
リザーバータンク
フィルター
(尾鉱)
(貴液)
ボールミル
砂沪槽
リバルバー
金液槽
(Zn末)
Zn浮選機
(F)
(T)
メリルクロータンク
シックナー
フィルタープレス
フィルター
精鉱ビン
(Zn精鉱)
たい堆場
(Au. Ag 殿物)



No	主要機械名	仕様
1	グリズリー	250mm
2	原鉱ホッパー	容量30t
3	水洗スクリーン	4′×6′
4	STクラッシャー	24″×10″
5	コーンクラッシャー	3′φ
6	スパイラル分級機	500mmφ
7	シックナー	20′φ
8	ミルビン	容量150t
9	ボールミル	7′φ×8′
10	スパイラル分級機	750mmφ
11	テーブル	#10
12	シックナー	40′φ
13	リーチングタンク	50′φ×6m
14	リザーバータンク	40′φ
15	フィルター	8′φ×12′
16	砂泥槽	12′φ×1.5m
17	金液槽	30′φ×3m
18	Zn末添加設備	
19	メリルクロータンク	
20	フィルタープレス	
21	ボールミル	3′φ×3′
22	リバルバー	6′φ
23	Zn浮選機	#48AG、#24FW
24	シックナー	18′φ
25	フィルター	4′φ×4′
26	精鉱ビン	容量20t
27	シックナー	40′φ

1 5 10 20m

図 2-3-2

昭和59年2月

DIAMANTE鉱山

選鉱場機械配置図

(4) 年度別操業見込成績

採鉱計画から得られた年度別出鉱品位に従い，年度別操業成績を推定し表２－３－４に示した。第５～８年目は原鉱のZn品位が低くZn精鉱は回収しない。

表２－３－４　年度別操業見込成績

年度	産物	鉱量		品位					採収率 (%)				
		単位	量	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Au	Ag	Cu	Pb	Zn
						(%)	(%)	(%)					
1	原鉱	t	45,000	6.0g/t	51 g/t	012	007	258					
	殿物	Kg	6,590	3.7 %	16.2 %				903	46.5	2		
	Zn 精鉱	t	1,997	2.1g/t	24.2g/t	0.8	0.4	50	1.5	40	29.6	24	86
2	原鉱	t	45,000	6.0g/t	51 g/t	0.12	007	258					
	殿物	Kg	6,590	3.7 %	16.2 %				90.3	46.5			
	Zn 精鉱	t	1,997	2.1g/t	242g/t	0.8	04	50	1.5	40	29.6	24	86
3	原鉱	t	45,000	6.0g/t	51 g/t	0.12	007	258					
	殿物	Kg	6,590	3.7 %	16.2 %				90.3	46.5			
	Zn 精鉱	t	1,997	2.1g/t	242g/t	0.8	04	50	1.5	40	29.6	24	86
4	原鉱	t	45,000	6.0g/t	51 g/t	012	007	258					
	殿物	Kg	6,590	3.7 %	16.2 %				90.3	46.5			
	Zn 精鉱	t	1,997	2.1g/t	242g/t	0.8	04	50	1.5	40	29.6	24	86
5	原鉱	t	45,000	5.2g/t	128g/t	0.24	0.13	021					
	殿物	Kg	10,070	2.1 %	45 %				88.8	787			
	Zn 精鉱	t	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
6	原鉱	t	45,000	4.7g/t	170g/t	0.30	0.17	0.47					
	殿物	Kg	14,271	1.3 %	45 %				87.7	83.9			
	Zn 精鉱	t	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－

年度	産物	鉱量		品位					採収率(%)				
		単位	量	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Au	Ag	Cu	Pb	Zn
						(%)	(%)	(%)					
7	原鉱	t	45,000	4.7g/t	170g/t	0.30	0.17	0.47	87.7	83.9			
	殿物	Kg	14,271	13 %	45 %								
	Zn 精鉱	t	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
8	原鉱	t	45,000	4.7g/t	170g/t	0.3	0.17	0.47	87.7	83.9			
	殿物	Kg	14,271	1.3 %	45 %								
	Zn 精鉱	t	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
9	原鉱	t	45,000	6.4g/t	79g/t	0.27	009	1.51	90.9	65.5			
	殿物	Kg	6,890	3.8 %	33.8 %								
	Zn 精鉱	t	1,044	3.5g/t	446g/t	2.8	0.9	50	14.	38	24	25	77
10	原鉱	t	45,000	7.3g/t	31g/t	0.25	005	2.10	92.1	35			
	殿物	Kg	7,560	4.0 %	6.5 %								
	Zn 精鉱	t	1,575	2.1g/t	290g/t	1.7	0.3	50	13.	37	24	21	83.3
11	原鉱	t	28,400	7.3g/t	31g/t	025	0.05	2.10	92.1	35			
	殿物	Kg	4,770	4.0 %	6.5 %								
	Zn 精鉱	t	994	2.5 g/t	478g/t	1.7	03	50	18.	17	24	21	83.3
計	原鉱	t	478,400	5.8g/t	91g/t	0.22	0.11	1.68	90.	71.3			
	殿物	Kg	98,463	2.5 %	31.7 %								
	Zn 精鉱	t	11,601	3.3g/t	400g/t	1.1	0.4	50	1.4	10.7	13	8.9	72.2

(5) 初期投資費用

150t/日選鉱場の初期投資費用は表2－3－5に示すとおりである。

表２－３－５　選鉱場初期投資費用　　（単位：千ペソ）

区分	機械名	数量	金額	経済費用			残存価値	
				内貨	外貨	計	財務	経済
破砕	ホッパー	1	333	300		300		
	ベルトフィダー	1	500	450		450	147	132
	グリズリー	1	67	60		60		
	S.Tクラッシャ	1	1,833		1,833	1,833	538	538
	ベルトコンベア	1	333	300		300	98	88
	水洗スクリーン	1	1,000		1,000	1,000	293	293
	コーンクラッシャ	1	4,000		4,000	4,000	1,173	1,173
	ベルトコンベア	1	500	450		450	147	132
	分級機	1	3,333		3,333	3,333	978	978
	シックナー	1	2,000		2,000	2,000	285	285
	小計		13,900	1,560	12,166	13,726	3,659	3,619
摩鉱	ミルビン	1	1,667	1,500		1,500		
	ボールミル	1	8,333		8,333	8,333	2,444	2,444
	分級機	1	5,000		5,000	5,000	1,467	1,467
	テーブル	3	4,200		4,200	4,200	1,232	1,232
	小計		19,200	1,500	17,533	19,033	5,143	5,143

（単位：千ペソ）

区分	機械名	数量	金額	経済費用			残存価値	
				内貨	外貨	計	財務	経済
青化処理	シックナー	1	4,333		4,333	4,333	1,271	1,271
	リーチングタンク	1	5,000		5,000	5,000	1,467	1,467
	リザーバータンク	1	4,333		4,333	4,333	1,271	1,271
	フィルター	2	9,000		9,000	9,000	2,640	2,640
	砂分槽	1	500		500	500	147	147
	金液槽	1	667		667	667	196	196
	亜鉛末添加設備	1	500		500	500	147	147
	フィルタープレス	1	8,333		8,333	8,333	2,444	2,444
	小計		32,666		32,666	32,666	9,583	9,583
Zn 回収	リバルバー	1	500		500	500	147	147
	亜鉛浮選機	6	4,000		4,000	4,000	1,173	1,173
	亜鉛浮選機	8	1,734		1,734	1,734	509	509
	フィルター	1	1,200		1,200	1,200	352	352
	ミル	1	900		900	900	264	264
	精鉱ビン	1	333	300		300		
	シックナー及び水処理施設	1	5,667		5,667	5,667	1,662	1,662
	小計		14,333	300	14,001	14,301	4,107	4,107
その他	試薬溶解設備	1	3,333		3,333	3,333	978	978
	ポンプ類	1	5,000		5,000	5,000	1,467	1,467
	パイプ類	1	3,333	3,000		3,000	978	880

（単位：千ペソ）

区分	機械名	数量	金額	経済費用			残存価値	
				内貨	外貨	計	財務	経済
	ファン	1	1,667		1,667	1,667	489	489
	クレーン	1	1,000		1,000	1,000	293	293
	工具	1	2,333	2,100		2,100	684	616
	予備品		10,977	846	10,037	10,883	3,220	3,192
	小計		27,643	5,946	21,037	26,983	8,109	7,915
機械設備計			107,743	9,306	97,403	106,709	30,601	30,367
輸出諸掛			4,870		4,870	4,870	1,429	1,429
海上・内陸運賃，保険，税金			24,351	4,383	14,611	18,994	7,143	5,572
機械据付工事			16,162	14,546		14,546	4,267	
土木建築工事			10,774	9,697		9,697	3,160	
電気工事			8,620	3,879	4,138	8,017	2,560	2,352
諸経費			17,252	7,764	8,281	16,045	5,061	
合計			189,772	49,575	129,303	178,878	54,190	39,720

3－2　たい積場

可採粗鉱量　478,4001よりほぼ，この量に匹敵するたい積容量が必要である。

現地は両岸とも比較的急傾斜であり緩傾斜の所でも20°位である。このためHormiga坑及びAuxiliadora坑附近の本流曲線部で河川の切換を行い，その河川敷にたい積場を構築することとした。そのため支流についても切換が必要となっている。

切換に当って本流及び支流の最大流出量は夫々120㎥／sec，40㎥／secとした。

たい積場の平面図，断面図，河川切換（本流及び支流）標準断面図，非常排水路標準断面図及び山腹水路（右岸及び左岸）標準断面図はそれぞれ図2－3－3，2－3－4及び図2－3－5に示す。

(1)　たい積場の仕様

たい積場の仕様は表2－3－6に示すとおりである。

表2－3－6　たい積場の仕様

項　　目	寸　　法	記　　事
容　　量	450,000㎥	比重≒1と仮定
面　　積	38,300㎡	
有効高さ	85m	
堤頂長さ	130m	
〃　巾	15m	
勾配	下流　上流	
石塊堤	1.7　1.5	
土堰堤	25　2.0	
鉱さい	35　20	
水路		
河川切替長（本流）	200m	
〃　（支流）	500m	
非常排水路	400m	
底設暗渠	500m	
山腹水路　（右岸）	220m	
〃　（左岸）	500m	
盲　溝	500m	

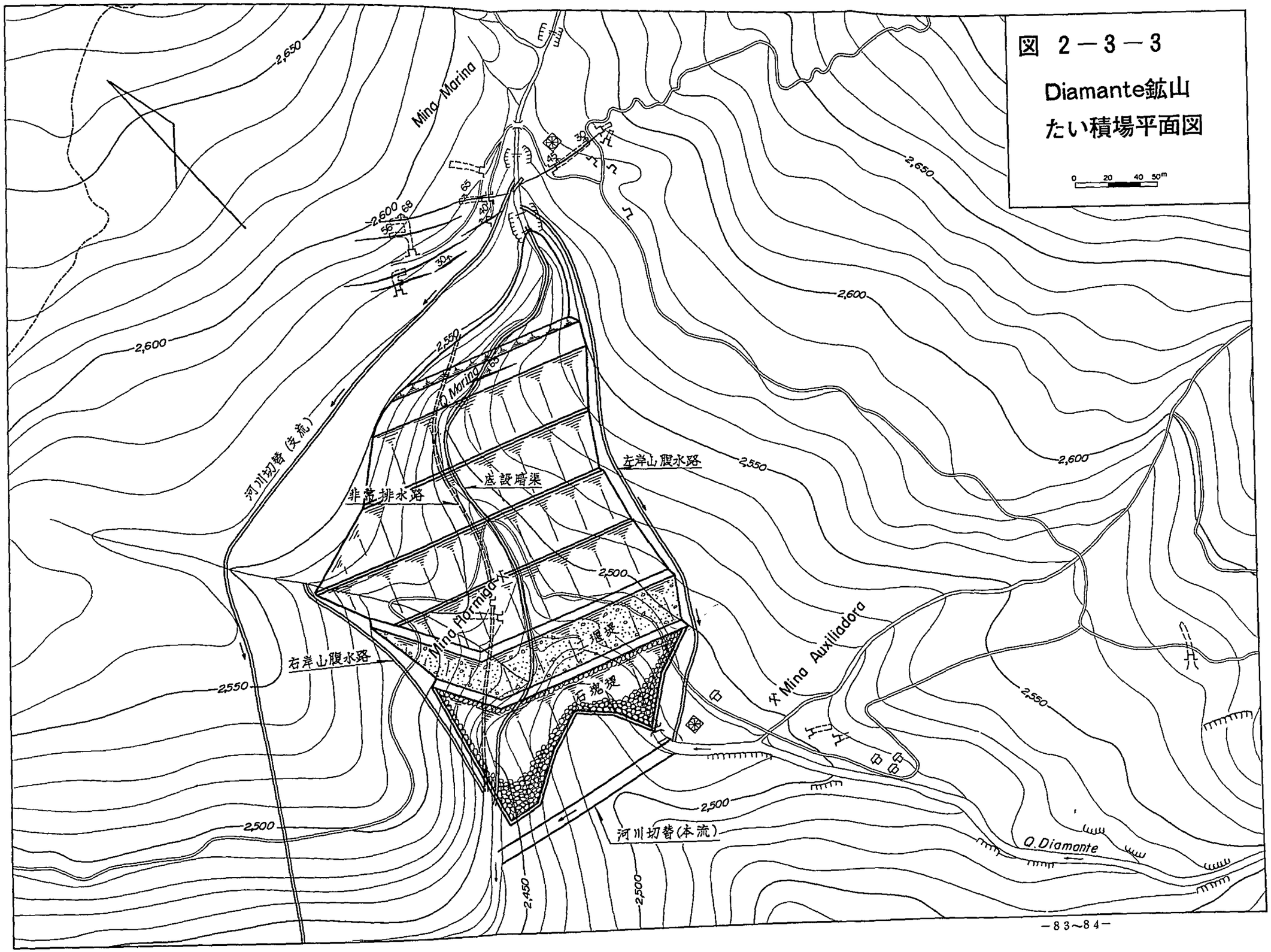


図 2－3－3
Diamante鉱山
たい積場平面図

0 20 40 50m

図２－３－４　たい積場縦断面図

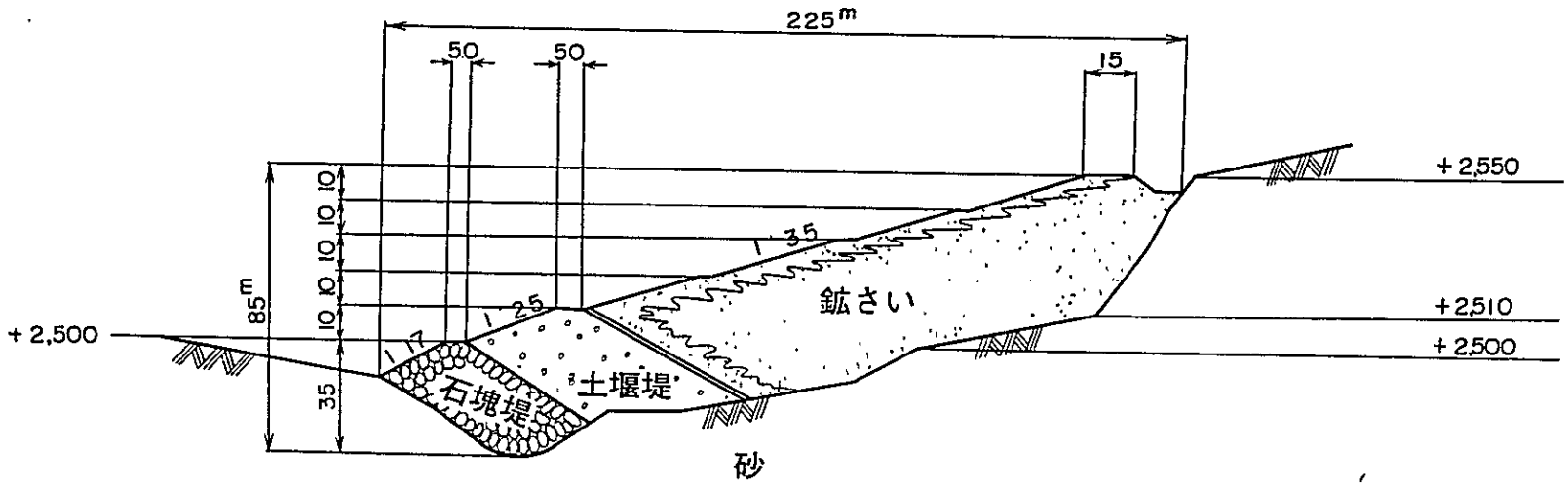
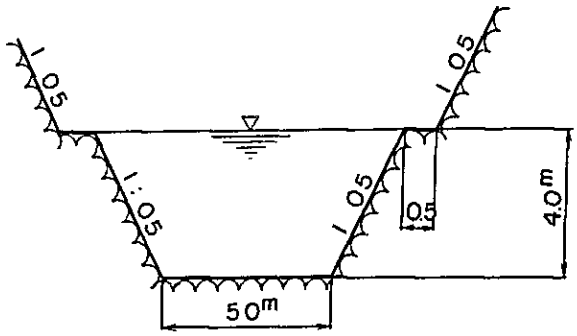
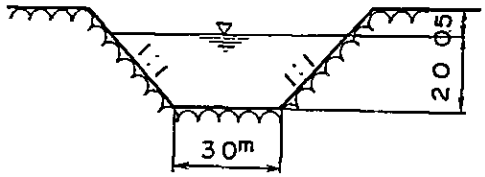


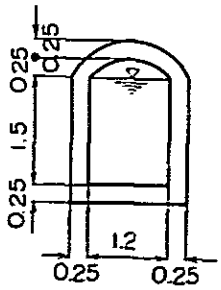
図２－３－５　河川切替(本流)標準断面



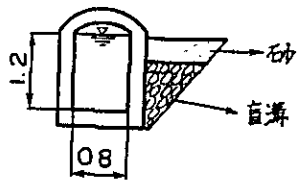
河川切替(支流)標準断面



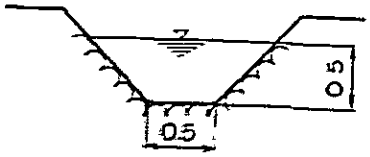
非常排水路標準断面



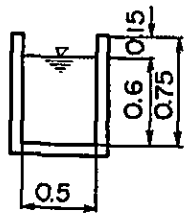
底設暗渠標準断面



山腹水路(右岸)断面



山腹水路(左岸)断面



(2) 初期投資費用

たい積場の初期投資費用は表２－３－７に示すとおりである。

表２－３－７　たい積場初期投資費用　（単位：千ペソ）

項目		数量	金額	経済費用		
				内貨	外貨	計
築堤	石塊堤	164,000m³	98,400	49,298	3,542	52,840
	土堰堤	118,400m³	59,200	29,659	2,131	31,790
河川切替	本流	100m	10,000	5,010	360	5,370
	・支流	400m	4,000	2,004	144	2,148
	ダム	2箇所	1,667	835	60	895
非常排水路		400m	20,000	10,020	720	10,740
底設暗渠		520m	20,800	10,421	749	11,170
山腹水路	右岸素掘	220m	73	37	3	40
	左岸〃	500m	6,250	3,131	225	3,356
合計			220,390	110,415	7,934	118,349

3－3　運転費用

選鉱場及びたい積場の運転費用は表２－３－８に示すとおりである。

表２－３－８　選鉱場及びたい積場運転費用

項目	数量	単価	金額	経済費用 内貨	経済費用 外貨	経済費用 計	記事
人件費		(ペソ/月)	(ペソ/月)	(ペソ/月)	(ペソ/月)	(ペソ/月)	
職員	1		60,000	60,000		60,000	
職長	4	25,000	100,000	100,000		100,000	
破砕	3	15,000	45,000	22,500		22,500	
摩鉱	3	〃	45,000	22,500		22,500	
リーチング	3	〃	45,000	22,500		22,500	
浮選	3	〃	45,000	22,500		22,500	
たい積場	6	〃	72,000	36,000		36,000	
修繕	3	15,000	45,000	22,500		22,500	
分析	1		50,000	50,000		50,000	
助手	1		15,000	7,500		7,500	
小計	28		522,000	366,000		366,000	
物品費		(ペソ/t)					
試薬		384.75	1,441,875	123,750	1,209,375	1,333,125	150t×25日
ボール・ライナー		150	562,500	506,250		506,250	
潤滑油他		38	142,500	127,500		127,500	
小計			2,146,875	757,500	1,209,375	1,966,875	
電力		233	873,750	315,000	472,500	787,500	
選鉱場運転費			3,542,625	1,438,500	1,681,875	3,120,375	
たい積場費			364,463	328,017		328,017	
分析費			1,518,750	683,438	699,840	1,383,278	
合計(ペソ/月)			5,415,638	2,440,775	2,381,715	4,822,490	
年間費用(千ペソ)			64,988	29,289	28,581	57,870	

3－4　収入（売上）

Au・Ag 殿物及びZn精鉱の年度別収入は表２－３－９に示すとおりである。建値は以下のとおり設定した。

Au：　４５０米ドル　／トロイ・オンス

Ag：　　１１米ドル　／トロイ・オンス

Zn：　９００米ドル／t

Cu：　　７０セント／ポンド

Au・Ag殿物の収入は殿物の処理をPasto 鉱山局に委託するものとし，Pasto 鉱山局の収入計算方式に従い計算した。

鉱山局の収入計算方式に従った。

またZn精鉱は次の条件で収入を計算した。

Zn買鉱条件

Unit引き　　８％

T／C　　１６０米ドル

Asペナルティー　＞0.1％のとき　0.1％につき2.1米ドル

As拒否条項　　＞0.9％

表2－3－9　年度別収入

年度	Au・Ag 収入												Zn 収入			収入金額合計
		鉱量	品位	含有量	減量（費用）	製品量	単価	金額 米ドル	金額 ペソ	対Au税金	Pasto鉱山局管理費	金額	鉱量	単価	金額	
		(kg)	(%)	(g)	(g)	(g)	(米ドル/g)			(ペソ)	(ペソ)	(ペソ)	(t)	(米ドル/t)	(ペソ)	(ペソ)
1～4	Au		3.7	975,320	30,234.92	945,085.08	14.469	13,674.436	1,093,954.880	△21,879,097.6						
	Ag		16.2	4,270,320	640.548	3,629,772.0	0.3537	1,283,850.4	102,708.032							
	計	26,360		5,245,640	670,782.92	4,574,857.08		14,958,286.4	1,196,662,912		△ 50,400	1,174,733,414.4	7,988	296.4	189,411,456	1,364,144,870.4
5	Au		2.1	211,470	6,555.57	204,914.43	仝上	2,964,906.89	237,192,551.2	△4,743,851.02						
	Ag	10,070	45.0	4,531,500	679,725	3,851,775		1,362,372.82	108,989,825.6							
	計	10,070		4,742,970	686,280.57	4,056,689.43		4,327,279.71	346,182,376.8		△ 12,600	341,425,925.7	0		0	341,425,925.7
6～8	Au		1.3	556,569	17,252.43	539,316.57	仝上	7,802,807.58	624,224,606.4	△12,484,492.14						
	Ag		4.50	19,265,850	2,889,675	16,376,175		5,791,775.61	463,342,048.8							
	計	42,813		19,822,419	2,906,927.43	16,915,491.57		13,594,583.19	1,087,566,655.2		△ 37,800	1,075,044,363	0		0	1,075,044,363
9	Au		3.8	261,820	8,116.42	253,703.58	仝上	3,670,837.10	293,666,968	△5,873,339.4						
	Ag		33.8	2,328,820	349,323	1,979,497		700,148.09	56,011,847.2							
	計	6,890		2,590,640	357,439.42	2,233,200.58		4,370,985.19	349,678,815.2		△ 12,600	343,792,875.8	1,044	400.7	33,466,464	377,259,339.8
10	Au		4.0	302,400	9,374.40	293,025.6	仝上	4,239,787.41	339,182,992.8	△6,783,659.9						
	Ag		6.5	491,400	73,710	417,690.0		147,736.95	11,818,956							
	計	7,560		793,800	83,084.4	710,715.6		4,387,524.36	351,001,948.8		△ 12,600	344,205,688.9	1,575	317.4	39,992,400	384,198,088.9
11	Au		4.0	190,800	5,914.80	184,885.2	仝上	2,675,103.96	214,008,316.8	△4,280.1663						
	Ag		6.5	310,050	46,507.5	263,542.5		93,214.98	7,457,198.4							
	計	4,770		500,850	52,422.3	448,427.7		2,768,318.94	221,465,515.2		△ 12,600	217,184,298.9	994	385.5	30,654,960	247,839,258.9
	Au		2.5	2,498,379	77,448.54	2,420,930.46	仝上	35,027,878.94	2,802,230,315.2							
	Ag		31.7	31,197,940	4,679,488.5	26,518,451.50		9,379,098.85	750,327,908.0							
合計		98,463		33,696,319	4,756,937.04	28,939,381.96		44,406,977.79	3,552,558,223.2	△56,044,606.36	△138,600	千ペソ 3,496,386.7	11,601		千ペソ 293,525.3	千ペソ 3,789,911.8

第4節　補助・管理部門

本節においては，Diamante鉱山の建設・操業に係わる輸送，用水，電力，鉱山キャンプなどの補助施設の整備計画及び管理部門の人員計画について述べる。

本鉱山の輸送，用水，電力の整備計画は，ナリニョ州及び更に広域的なインフラストラクチャーの現状と将来計画を踏まえたものであるが，本節では鉱山に直接係わる施設の整備計画を述べるにとどめ，その背景となる広域的なインフラストラクチャーの現状や将来計画については第3章で紹介する。

4－1　輸　　送

鉱山開発に伴って以下の輸送需要が発生する。

- 鉱山施設の建設および操業に使用する資機材の搬入
- 生産物の搬出
- 鉱山労働者とその家族の移動及びその生活物資の搬入

採掘された粗鉱は選鉱場で処理された後，亜鉛精鉱は鉱山から陸上輸送を経て港から積み出され，Au・Ag 殿物は州都のPasto まで輸送しPasto鉱山局で委託処理される。これらの輸送需要を満足させるために必要な施設は，鉱山内道路，鉱山から都市ないしは港へ通じる道路，そして港湾施設等である。関連道路や港の位置を図2－4－1に示す。

4－1－1　鉱山内道路の建設

Diamante鉱山内には，現在，車道は存在しない。従って，鉱山内道路を建設して，資機材や生産物の搬入と搬出，そして鉱山内施設間の輸送に供する必要がある。この鉱山内道路の配置は，図2－4－3「関連施設の配置」に示してあるが，延長約1.5㎞，幅員5ｍの簡易舗装とする。道路建設費は，地方道路基金がナリニョ州地域で実施する道路建設の投資計画と実績を参考にし，次表のごとく推定した。

表2－4－1　鉱山内道路建設費（初期投資）　　（単位：千ペソ）

施　設	数　量	単　価	財務費用	経　済　費　用		
				内　貨	外　貨	合　計
道　　路	1.5㎞	1,200	1,800	1,620	0	1,620
カルバート	3箇所	200	600	220	320	540
合　計			2,400	1,840	320	2,160

図2－4－1 陸上輸送ルート

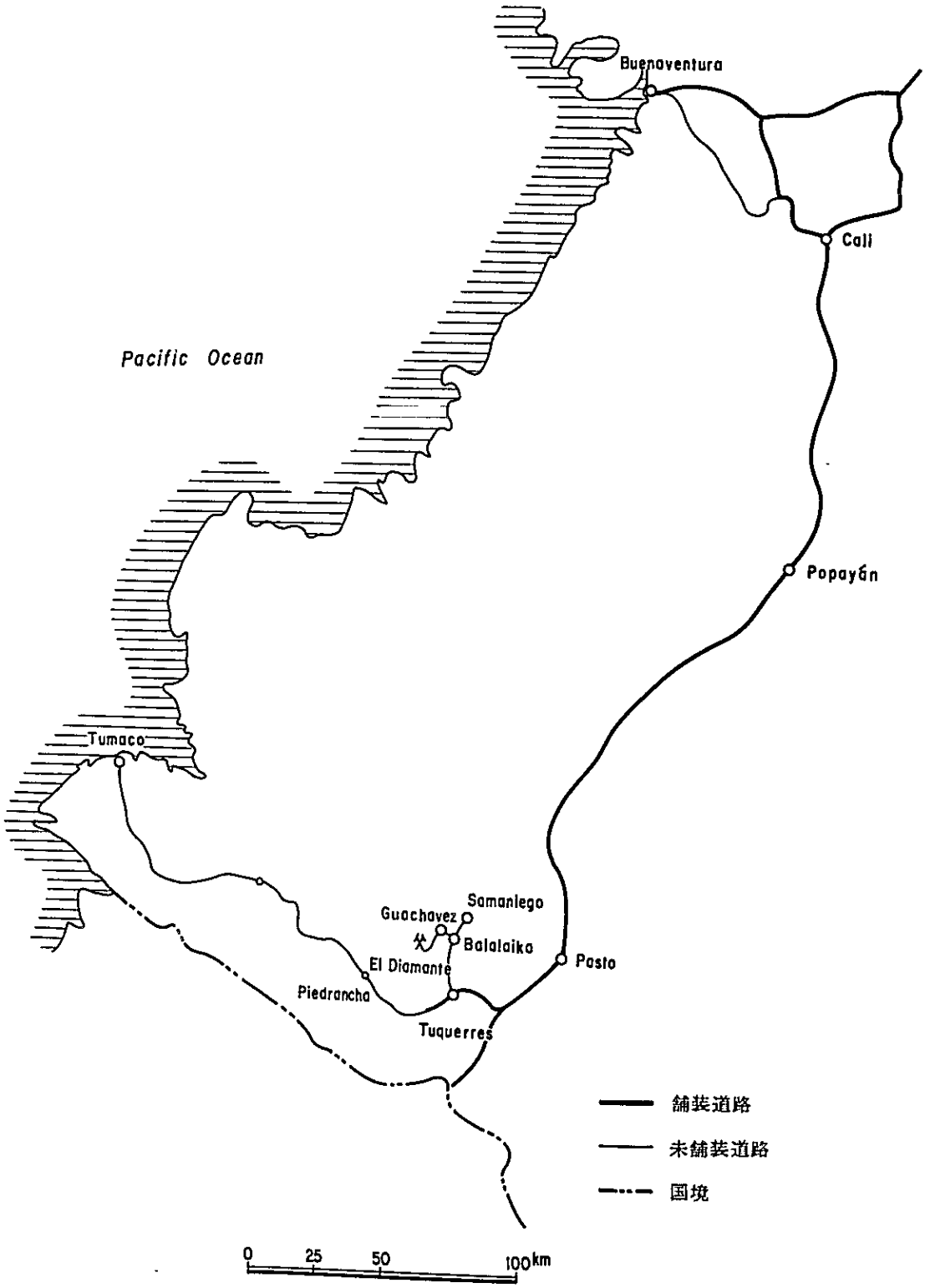
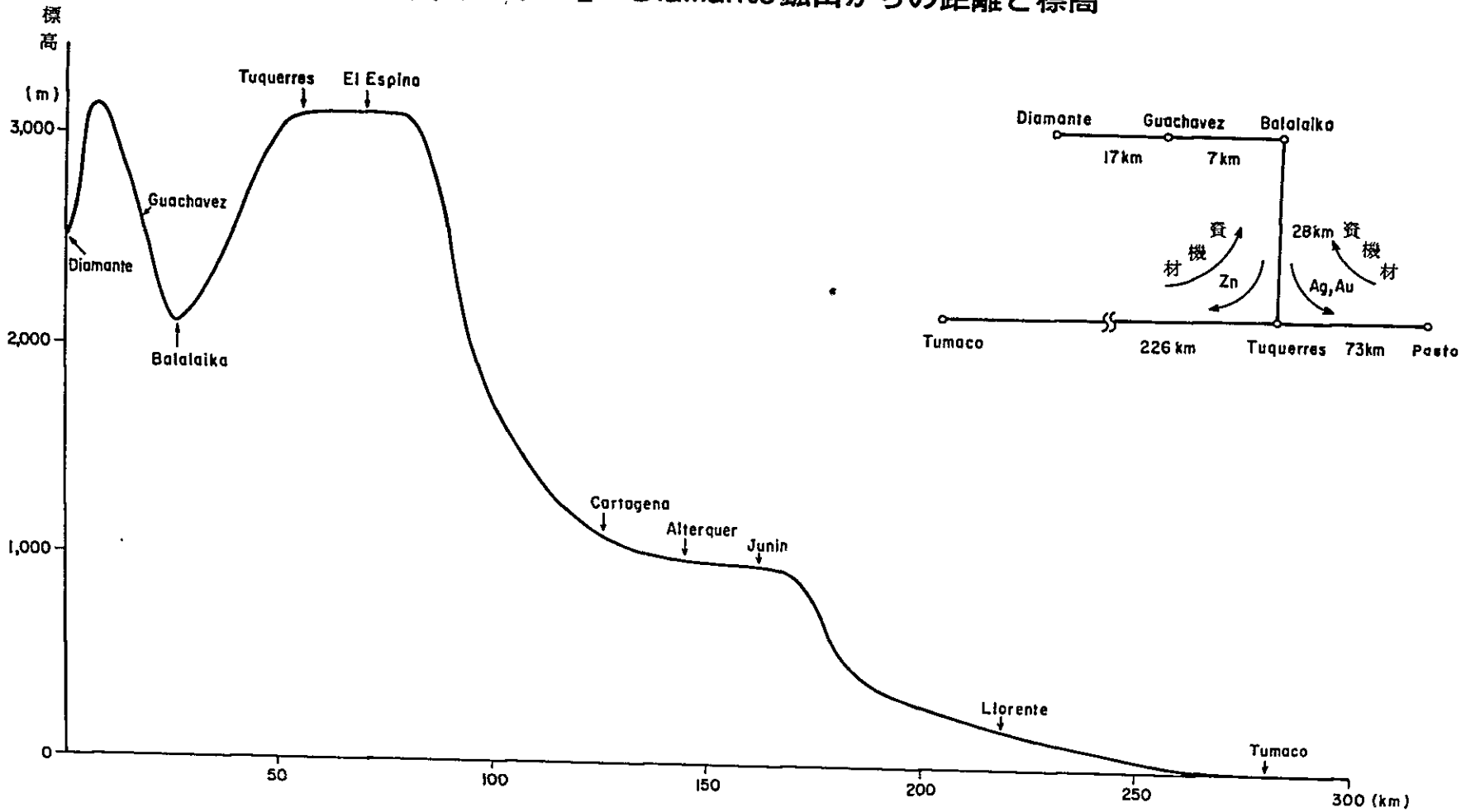


図 2－4－2　Diamante鉱山からの距離と標高



表中の経済費用では財務費用の１０％を税金等の内部移転部分として差し引き，カルバートに使用するコルゲートパイプは外貨部分として扱った。鉱山内道路の維持・補修のためには，鉱山会社が常時雇用しておく土木人夫を利用するものとし，この費用は後述の「人員計画」において計上する。

４－１－２　港湾施設の利用

(1) 港の選択

亜鉛精鉱はTumaco港かBuenaventura港のいずれかを利用して輸出される。両港の港湾使用料を次に示す。

港湾使用料の比較　　（単位：ペソ）

港　　名	荷降し	貯　蔵	警　備	横持ち	接岸	荷積み	間接費
Tumaco港	72／t	9／t／日	1.5／t／日	24／t	240	312／t	108／t
Buenaventura港	120／t	15／t／日	1.5／t／日	40／t	400	520／t	180／t

但し
- 貯蔵に関しては最初の１０日間は無料。
- 接岸，荷積料はドル立てであるので１ドル＝８０ペソとして換算した。
- 接岸料は２４時間当り，船長１２０ｍ以内のもので，これを超えるとそれぞれ３８４ペソ，６４０ペソになる。
- 荷積料は平日のもので，夜，週末，休日はそれぞれ７１５ペソ，1,１９２ペソになる。

表に見られる如くほとんどの荷役作業について，Tumaco港における料金はBuenaventura港のそれの４０％引きとなっている。これは最近，Tumaco港においては，木材の輸出と原油の輸入の他は積荷がほとんど無いので，港湾使用料を割引いて，Tumaco　港の利用を奨励しているためである。Tumaco港の施設の仕様を以下に示す。

港湾面積	１２２,９３５ ㎡
埠頭の長さ	３１０ ｍ　　幅　１５ ｍ
水　深	６ ｍ
クレーン	１０ｔ×１台，５ｔ×１台
リフト	３ｔ×５台，５ｔ×１台
倉　庫	4,０００ ㎡

Tumaco港には，4,500トンの船が接岸でき，沖には2万トンの船も停泊できる。
後述するDiamante鉱山 —— Tumaco港間とDiamante鉱山—— Buenaventura港間の道路輸送費用の比較結果と上述のTumaco港使用料の割引率から判断すれば，亜鉛精鉱の輸出はTumaco港を利用する方が有利である。

(2) 貯鉱施設

鉱山で生産される亜鉛精鉱は3.65t／日であるから1年間に生産される量は，

3.65t×300日＝1,095t

となる。Tumaco港へのトラック輸送は，常時輸送する方が時折集中的に輸送するよりも好ましいので，Tumaco港に貯鉱場を設ける。そのために，現存する港の倉庫を利用すると，貯鉱のみに9ペソ／tのコストが必要であり，1年に1回積み出すと仮定すれば，1年間に要する貯鉱場使用料は，

9ペソ／t×1,095t×365日÷2＝1.80百万ペソ

である。代案として港の近くに土地を借りて，専用の貯鉱施設を設ける場合の費用を計算すれば次のとおりである。

精鉱の容積：1,095t÷1.5＝730m^3（但し1.5は精鉱の見掛比重）

貯鉱面積　：730m^2÷0.7m＝1,043m^2（高さ0.7mを仮定）

土地価格　：500ペソ／m^2×1,043m^2＝521,500ペソ

構築物（壁，屋根）：420ペソ／m^2×1,043m^2＝438,060ペソ（合計959,560ペソ）

年間の賃貸料を土地と構造物価格の10％と仮定すると，貯鉱場の1年間の使用料は96千ペソとなり，港の倉庫を利用する場合に比べて格安である。したがって，港の近くに貯鉱場を作り，それを賃借りする費用を計上する。

(3) 港湾使用料

前述のTumaco港の港湾使用料のうち，荷降し，横持ち，荷積みなどの直接費用と間接費用の合計で1t当り516ペソを要するので，1,095tの積み出しには，

516ペソ／t×1,095t＝565,020ペソ

を要する。

(4) 財務・経済費用

亜鉛精鉱の積み出しに要する年経費は表2－4－2のとおり。

表2－4－2　積み出し年経費　　（単位：千ペソ）

施　設	財務費用	経済費用		
		内　貨	外　貨	合　計
貯鉱場	96	86	0	86
港湾	565	458	51	509
合　計	661	544	51	595

港湾使用に対する経済費用の内，港湾建設に要した費用や高度な機械の利用を考慮し，10％を外貨部分とした。

4－1－3　陸上輸送

鉱山への輸入資機材の搬入と亜鉛精鉱の輸送は，

Diamante 鉱山 —— Pasto —— Cali —— Buenaventura 港 ……約680㎞

Diamante 鉱山 —— Tuguerres —— Tumaco 港 ……約278㎞

のいずれかの径路によらなければならない（図2－4－1参照）。　ナリニョ州輸送組合によるトラック輸送の料金体系は以下のとおり。

区　間			料金（ペソ／t）
Pasto	————	Tumaco 港	2,100
Samaniego	————	Tumaco港	2,500
Pasto	————	Buenaventura 港	2,700
Balalaika	————	Buenaventura 港	3,200

この料金体系により，鉱山から Tumaco 港と Buenaventura 港間の陸上輸送料金を以下のごとく推定する。

区　間			料金（ペソ／t）
Diamante 鉱山	———	Tumaco 港	2,500
Diamante 鉱山	———	Buenaventura 港	3,700

Tumaco港の使用料金は Buenaventura 港の40％引きであり，それとこの輸送料金を考慮して，Diamante 鉱山 —— Tumaco 港の径路を選ぶこととする。Diamante 鉱山 ——

Tumaco港間の道路の距離と標高を図２－４－２に示す。

亜鉛精鉱の陸上輸送に要する年経費は，

1,095 t／年×2,500ペソ／t＝2,738千ペソ

である。トラックや燃料の輸入を考慮して，経済費用の１０％を外貨部分と仮定する。

表２－４－３　亜鉛精鉱輸送年経費

（単位：千ペソ）

費用項目	財務費用	経済費用		
		内貨	外貨	合計
陸上輸送費	2,738	2,218	246	2,464

４－２　用水供給

鉱山地区の水需要は主として選鉱場への用水と鉱山キャンプ住民の生活用水である。粗鉱処理を１５０t／日，キャンプ住民を約1,000人として，総水需要量は以下のとおりである。

選鉱用水	2㎥×１５０t／日　＝３００㎥／日
家庭用水	1,000人×１６０ℓ／日＝１６０㎥／日
学校	４０㎥／日
合計	５００㎥／日

４－２－１　選鉱用水

選鉱用水は使用量の時間的変化が少ないので，自然流量で賄うこととする。標高2,650m付近の渓流中にコンクリート製取水堰を設置して，異物が入らぬよう取水し，自然勾配を利用してパイプで水槽に導く。これに要する費用は表２－４－４のとおりである。

表２－４－４　選鉱用水施設費（初期投資）

（単位：千ペソ）

施設	仕様	数量	単価	財務費用	経済費用		
					内貨	外貨	合計
コンクリート取水堰		1	70	70	57	6	63
送水用鉄管	5″φ	700m	4	2,800	1,260	1,260	2,520
コンクリート水槽	30㎥	1	140	140	113	13	126
合計				3,010	1,430	1,279	2,709

表中の経済費用では，財務費用の１０％を税金等の内部移転部分として差し引いた。

４－２－２　生活用水

鉱山地区を流れる渓流の上流付近には人家が散在しており，生活排水が渓流に流れ込む可能性がある。従って衛生上の理由から，渓流の水は生活用水として利用せず，キャンプ近くの山腹の湧水を集め，自然の勾配を利用してキャンプへ送水し，これを家庭及び学校などのキャンプ施設へ供給する。

渇水期に実施された現地調査及び雨量統計により必要水量（２００㎥／日）の存在は確認されている（第３章を参照）。自然流量の日変化や季節変化に備える貯水池は不必要であるが，使用水量の時間的変動に対応するための配水用貯水池は必要である。一般に，消火用水やその他の余裕を見込み，配水池の容量は少なくとも，計画１日最大給水量の６時間分が必要とされている。

家庭及び学校などのキャンプ施設への用水供給のための施設費用は以下のとおりである。

表２－４－５　生活用水施設費（初期投資）

（単位：千ペソ）

施設	仕様	数量	単価	財務費用	経済費用		
					内貨	外貨	合計
送水パイプ	3″φ	500m	0.8	400	360	0	360
濾過槽	10㎥	1	80	80	65	7	72
配水池	60㎥	1	230	230	191	16	207
配水施設	2″φ	3,000m	0.5	1.500	1,350	0	1,350
合計				2,210	1,966	23	1,989

表中の経済費用においては，配水施設の塩化ビニールパイプは内貨とした。

４－３　電力供給

本鉱山の電力需要は，採鉱・選鉱・補助部門，及び鉱山キャンプを合わせて，１日当り１４,６８０kWh，最大使用電力は1,０００kW，平均使用電力は６１２kWである。詳細を表２－４－６に示す。

４－３－１　電力供給代替案

鉱山施設へ電力を供給するためには次の３通りの代替案が考えられる。

- 流れ込み式の小水力による自家発電

表２－４－６　鉱山施設の電力需要

項目	操業日電力量							年間需要
	設備容量 kW	需要率 %	最大電力 kW	負荷率 %	平均電力 kW	電力量 kWh／日	原単位 kWh／t	kWh／年
採鉱	351	80	281	49	137.7	3,300	22.00	3,300×300日＝990,000
選鉱								
破砕	90	70	63	35	22.1	530		530×300日＝159,000
摩鉱	158.25	92	146	92	134.3	3,223		3,223×300日＝966,900
育化	2775	80	22	80	17.6	422		422×300日＝126,600
浮選	198	80	158	80	1264	3,034		3,034×300日＝910,200
その他	54.45	70	38	70	26.6	638		638×300日＝191,400
（小計）	(52845)		(427)		(327.0)	(7,847)	(5231)	(2,354,100)
坑外全般								
修理工場他	106	40	42	40	168	403		403×365日＝147,095
付帯設備	259	85	220	60	132.0	3,168		3,168×365日＝1,156,320
（小計）	(365)		(262)		(148.8)	(3,571)	(2381)	1,303,415
計	1,24445		970		613.5	14,718	9812	4,647,515
合成最大（不等率 1.05）			924					
損失（4%）			37		24.5	589	392	185,900
必要電力			961≒1,000		638.0	15,307	102.04	4,833,415

・ ディーゼル発電機による自家発電

・ 買電

以下それぞれの方法に検討を加える。

(1) 小水力発電

水の位置エネルギーを電気エネルギーに変換して得られる発電能力は次式によって計算される。

$$P = gQH\eta$$

但し　P：発電出力(kW)

g：重力加速度（9.8 m／sec²）

H：水頭 (m)

η：効率

Q：流量（m³／sec）

1,000kWの発電能力を得るためには，η＝0.7　H＝100 mと仮定して，1.47 m³／秒の流量が必要である。しかしDiamante鉱山地域の流域面積5.5 km²に降る年間1,610 mmの降水がすべて流出したと仮定しても，平均0.28 m³／secの流量しか得られない。

$$\frac{1{,}610\,\text{mm}/\text{年} \times 5.5\,\text{km}^2 \times (1{,}000\,\text{m})^2}{1{,}000\,\text{mm} \times 60\,\text{秒} \times 60\,\text{分} \times 24\,\text{時間} \times 365\,\text{日}} = 0.28\,\text{m}^3/\text{sec}$$

小水力発電に適当な流量を得るため，更に下流に発電地点を設けると，発電施設に加えて送電線の費用もかかるので，寿命がわずか10年の鉱山にとっては初期投資が過大になると考えられる。しかし，下流において必要流量と落差が得られるものと仮定して，小水力発電の可能性を検討してみる。小水力発電施設の機器及び建設費に要する初期投資の1kW当りの平均的単価は，200千ペソ程度である。従って，1,000kWの小水力発電施設に要する費用は，200百万ペソ程度と考えられる。この他に変電施設や送電施設が必要であるが，運転費は施設の維持のための人件費が大部分を占めると考えられる。

(2) ディーゼル発電

ディーゼル発電機による自家発電をする場合，主要な費用は発電機に要する初期投資と燃料に要する運転費である。発電機は350kWのものを常時2台使用し，予備に1台備えるものとする。

初期投資：7百万ペソ×3台＝21百万ペソ

初期投資としてこの他に発電機の設置工事費が必要である。

発電機の運転に際して，ディーゼル油の消費量と発電量の関係は海抜0 mの地点では，

0.31リットル → 1kWh

である。海抜2,500mのDiamante鉱山では，出力効率が低下するので，1kWhの発電に要するディーゼル油の消費量は，

0.31リットル÷0.75＝0.41リットル

である。ディーゼル油の単価は14.4ペソ／リットル程度であるので，1年間の燃料費は前掲の表2－4－6の年間電力需要量より，

0.41ℓ／kWh×4,833,415kWh／年×14.4ペソ／ℓ＝28.6百万ペソ

となる。年経費として，この燃料費の他に設備の維持・修理費が必要である。主な初期投資と年経費は，以下の通り。

初期投資（発電機）：21　百万ペソ（除設置工事費）

年 経 費（燃　料）：28.6百万ペソ（除維持・修理費）

(3) 買　電

Diamante鉱山から東方直線距離約7kmの地点に位置するGuachavezへ，現在州都Pastoからの13.2kVで送電され，電力は不安定ではあるが供給されている。将来，1986年にPastoにおいて電力供給量の増大が予定されているので，Guachavezにおいても電力供給は安定し，GuachavezからDiamante鉱山へ送電線を引くことにより，Diamante鉱山への電力供給が可能となる。ナリニョ州電力開発公社から買電をするのに要する主な費用は，送電線の建設と変電設備のための初期投資と，使用電力量に対して支払う電力費である。GuachavezからDiamante鉱山までの延長7km，13.2kVの送電線建設費用とDiamante鉱山内の変電，配電施設費用は以下の如く見積られる。

送 電 線：412千ペソ／km×7km＝288百万ペソ

変・配電施設：6.25千ペソ／kVA×1200kVA＝7.5百万ペソ

電力料金は1983年8月の価格で1kWh当り4.45ペソであるから，1年間の電力費用は，

4.45ペソ／kWh×4,645,705kWh／年＝20.7百万ペソ

である。従って，買電をする場合の主な費用は以下のとおりである。

初期投資：10.4百万ペソ

年 経 費：20.1百万ペソ

4－3－2　代替案の比較

前述の3代替案の比較をする。鉱山の寿命を10.6年（n＝10.6），割引率を10％（i＝0.1）として，

$$（現在価値）＝（初期投資）＋（年経費）\times\frac{(1+i)^n-1}{i(1+i)^n}$$

によりそれぞれの代替案の主な費用について，鉱山の操業開始前の現在価値を求めると以下のとおりである。

代替案	小水力発電	ディーゼル発電	買電
現在価値（百万ペソ）	200	203	142

但し，小水力発電については送・変電施設を含まないし，又ディーゼル発電案については発電機の設置費及び維持・修理費を含まない。以上の現在価値の比較に基づき，買電による電力供給が最も有利であると結論する。

4－3－3　電力供給の財務・経済費用

前述の買電に要する送電線設置工事の初期投資のうち10％を税金等の内部移転項目として差し引き，経済費用とする。送電線の設置工事については，その建設資材のうち銅線は輸入されるものとし，経済費用の40％を外貨部分とする。変電及び配電施設については，機材のすべてが輸入されるものとする。年経費である電力費は，採鉱・選鉱のそれぞれの部門で計上し，変電・配電施設の維持費は，人件費として後述の「人員計画」で計上する。従って，電力供給の財務及び経済費用は以下の表のとおりである。

表2－4－7　電力供給施設費（初期投資）

（単位：ペソ）

施設	財務費用	経済費用		
		内貨	外貨	合計
送電線施設	2,884	1,558	1,038	2,596
変・配電施設	7,500	600	6,520	7,120
合計	10,384	2,158	7,558	9,716

4－4　関連施設及び機材

鉱山事務所，選鉱場，修理工場，及び鉱山キャンプなどの施設の配置を図2－4－3に示す。用地購入，土地造成，施設の建設，住宅建設などに必要な費用を表2－4－8に示す。鉱山住宅居住者は，

採鉱部門	149
選鉱部門	28
補助管理部門	19
サービス人口（医療助手，教師）	5
合計	201人

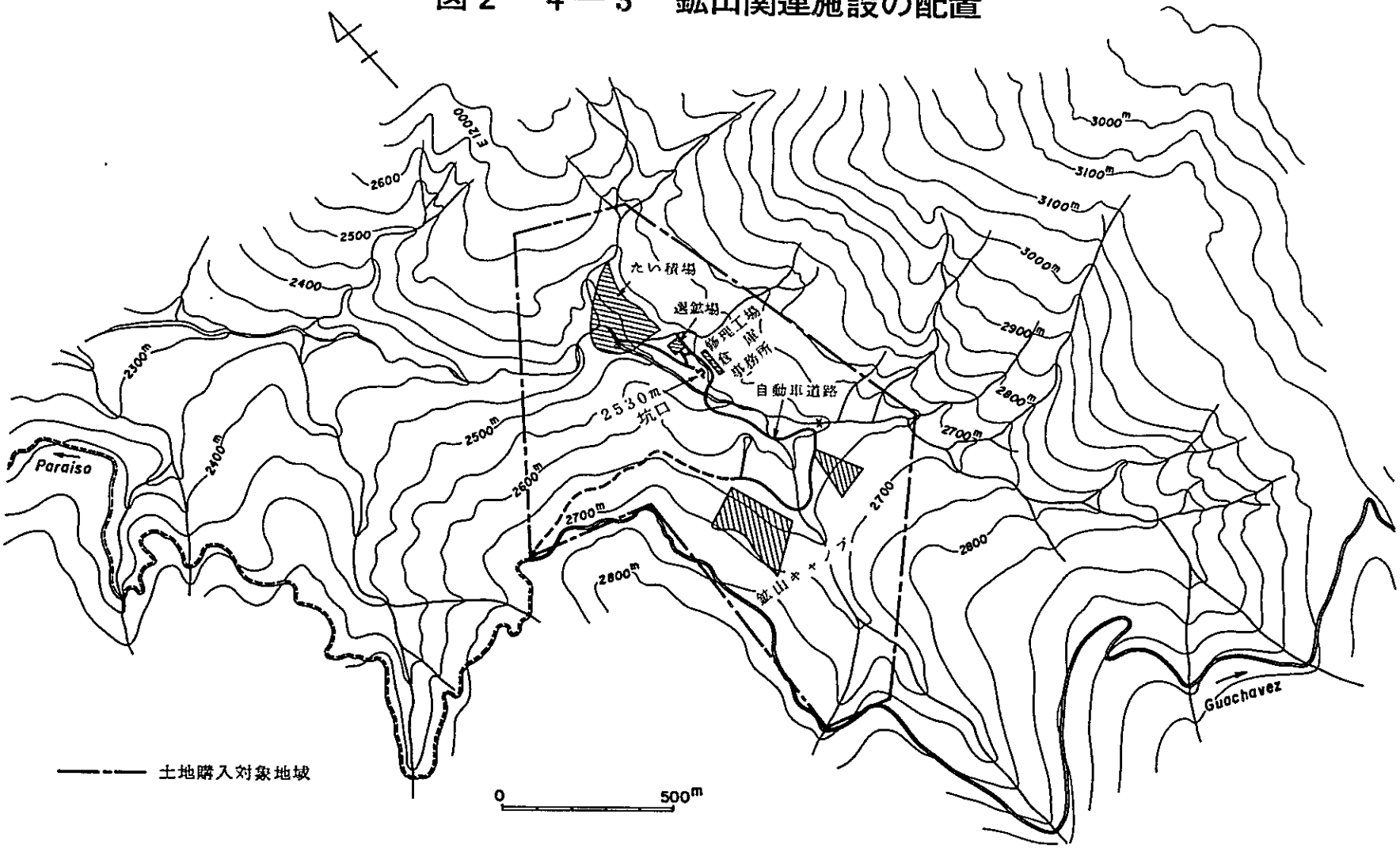
であり，独身者と妻帯者の割合を1：3と仮定した（但し，医療助手は救急診療所に居住するものとした）。土地造成は関連施設の敷地面積（8,990㎡）の1.3倍について行うものとする。

表2－4－8　関連施設建設費用（初期投資）

（単位：千ペソ）

施設	仕様	数量	単価	財務費用	経済費用		
					内貨	外貨	合計
土地購入	100 ha	1	100/ha	10,000	9,000	0	9,000
土地造成	1.17 ha	1	3500/ha	4,095	3,317	369	3,686
事務所	100 ㎡	1	5/㎡	500	405	45	450
修理工場	100 ㎡	1	3/㎡	300	243	27	270
倉庫	100 ㎡	1	3/㎡	300	243	27	270
住宅							
妻帯者用	50 ㎡	133	5/㎡	33,250	26,932	2,993	29,925
独身者用	20 ㎡	67	5/㎡	6,700	5,427	603	6,030
学校（300人）							
教室	60 ㎡	4	5/㎡	0	972	108	1,080
付属施設	60 ㎡	1	5/㎡	0	243	27	270
校庭	200 ㎡	1	—	—	—	—	—
教会	100 ㎡	1	3/㎡	300	243	27	270
救急医療	100 ㎡	1	3/㎡	300	243	27	270
下水施設							
集水パイプ	6″ φ	1400m	1/m	1,400	1,134	126	1,260
排水パイプ	10″ φ	2000m	1/m	2,000	1,620	180	1,800
合計				59,145	50,022	4,559	54,581

図２－４－３　鉱山関連施設の配置



補助部門に使用する機材は次のとおりである。

表２－４－９　補助部門の機材費用（初期投資）

（単位：千ペソ）

設備	数量	単価	財務費用	経済費用		
				内貨	外貨	合計
ダンプカー	1	1,700	1,700	65	1,567	1,632
トラック	1	1,000	1,000	38	922	960
ジープ	1	800	800	31	737	768
発電機（30kVA）	1	770	770	30	710	740
旋盤	1	1,300	1,300	50	1,198	1,248
溶接機	1	50	50	2	46	48
無線通信機	3	250	750	29	691	720
その他			673	24	587	611
合計			7,043	269	6,458	6,727

この他に年経費として

(1)　Pasto事務所の賃貸料

３０千ペソ×１２か月＝３６０千ペソ

(2)　鉱山施設の維持・補修用の資機材

６００千ペソ×１２か月＝ 7,２００千ペソ

(3)　修理工場の電気料金は前掲の表２－４－６より，

１４7,０９５kWh ÷1.０５×1.０４×4.４５ペソ／kWh＝６４８千ペソ

（但し，1.０５は不等率，1.０４は損失率）

が必要である。電気料金のうち６０％を外貨部分とすると，補助部門の年経費の合計は以下のとおりである。

表２－４－１０　補助部門の年経費

（単位：千ペソ）

費用項目	財務費用	経済費用		
		内貨	外貨	合計
年経費	8,208	6,998	389	7,387

4－5 人員計画

図２－４－４のような鉱山会社組織を仮定し，それに基づき，管理及び補助部門の人員計画を行い，表２－４－１１に示した。

図２－４－４　鉱山会社組織

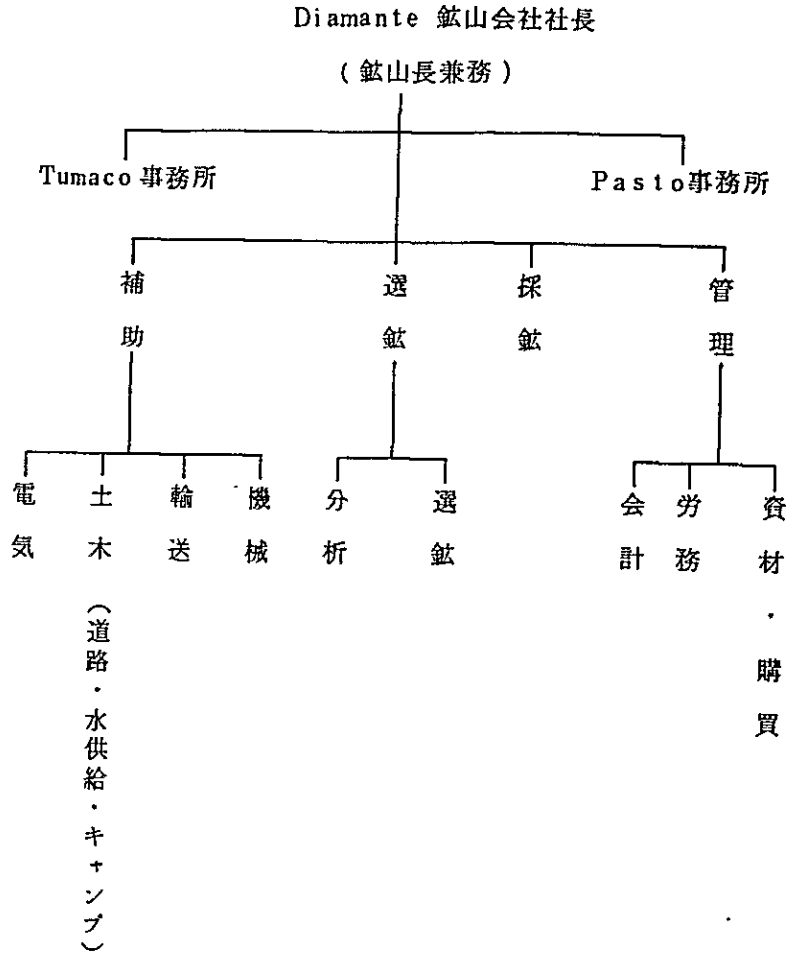


表２－４－１１　管理・補助部門の人員計画

（単位：ペソ）

職　　種	員　　数	給料／月	費　　用
Diamante鉱山			
社長（鉱山長兼務）	1	１００,０００	１００,０００
管理・会計課長	1	５０,０００	５０,０００
労務担当	1	４０,０００	４０,０００
資材購買担当	1	４０,０００	４０,０００
補助部門課長	1	５０,０００	５０,０００
電気係	3	１５,０００	４５,０００
土木係人夫	5	9,０００	４５,０００
輸送（運転手）	3	１５,０００	４５,０００
機械係	3	１５,０００	４５,０００
Pasto事務所			
資材担当	1	３０,０００	３０,０００
Tumaco事務所			
警備員	1	１０,０００	１０,０００
合　　計	２１		５００,０００

人件費として，保険やその他の給料以外に要する経費を給料の７０％とする。従って，人件費としての年経費は，

５００千ペソ×1.7×１２ケ月＝１０,２００千ペソ

である。経済費用としては，未熟練労働者（月給２０,０００ペソ未満）の賃金を表中の５０％に見積る。

４０５千ペソ×1.7×１２ケ月＝8,２６２千ペソ

この他，ナリニョ州政府教育局が派遣する教師（２０,０００ペソ／月）４人と，保健省が派遣する看護婦（２０,０００ペソ／月）１人を経済費用に加えなければならない。

２０千ペソ×1.7×５人×１２ケ月＝2,０４０千ペソ

従って，人件費の財務・経済費用は以下のとおり。

表２－４－１２　管理部門の人件費（年経費）

（単位：千ペソ）

費用項目	財務費用	経済費用		
		内貨	外貨	合計
人件費	１0,200	１0,302	0	１0,302

４－６　費用のまとめ

補助・管理部門における輸送，水供給，電力供給，関連施設，人員などの財務・経済費用は次表のとおり。

表２－４－１３　補助・管理部門の財務・経済費用

（単位：千ペソ）

費用項目	財務費用	経済費用		
		内貨	外貨	合計
輸送				
初期投資	2,４００	1,８４０	３２０	2,１６０
年経費	3,３９９	2,７６２	２９７	3,０５９
用水供給				
初期投資	5,２２０	3,３９６	1,３０２	4,６９８
電力供給				
初期投資	１0,３８４	2,１５８	7,５５８	9,７１６
関連施設				
初期投資	６６,１８８	５０,２９１	１１,０１７	６１,３０８
年経費	8,２０８	6,９９８	３８９	7,３８７
人員				
年経費	１0,２００	１0,３０２	0	１0,３０２

第 3 章

インフラストラクチャー

第3章　インフラストラクチャー

本章においては，輸送，用水，電力，キャンプなどの諸施設の利用と整備のために，鉱山周辺，及び関連地域のインフラストラクチャーの現状を述べる。更にそれぞれのセクターを担当している行政機関にも言及する。

第1節　輸送の背景と道路の現状

1－1　輸送の背景

コロンビア国内には3列のアンデス山脈が南北に走っており，その間の谷間に分布する都市間の交通は，山脈が障害となり，時間や費用のかかるものとなっている。国内輸送量では，貨物，旅客ともに道路による輸送が，それぞれ全体の73％，94％（1979年）と圧倒的に大きな割合を占めている。鉄道の走行速度はかなり遅く，貨物，旅客ともに輸送量は年々低下している。港は太平洋岸と大西洋岸にあるが，首都Bogotaからの距離が近い太平洋岸のBuenaventura港の貨物取扱量が最大である。

公共事業・運輸省（Ministerio de Obras Publicas y Transporte）が道路，鉄道，港湾，河川輸送を統括している。道路の計画，建設，管理，運営は，国道が公共事業運輸省，州道が州政府，地方道は地方道路国家基金（Fondo Nacional de Caminos Vecinales）によって行われている。鉄道はコロンビア国有鉄道（Ferrocarriles Nacionales de Colombia），港湾はコロンビア港湾公社（Puertos de Colombia）がともに公共事業運輸省の監督の下で管理・運営をしている。

Diamante鉱山に関連する輸送については，全般的に鉄道輸送がコロンビアにおいて不振であること，現在鉄道がPopayanまでしか建設されていないためそこでの積み替えの必要が生じること等の理由で，鉄道輸送による手段は考慮に入れず，トラックによる陸上輸送を検討した。

1－2　輸送道路の現状

Diamante鉱山からGuachavezに至る17㎞の道路は，現在地方道路国家基金が整備中であり，1983年8月の時点でGuachavezから9㎞の地点まで幅5mの簡易舗装を終えている。この地点までは現状でも10tトラックによる輸送は可能である。この先のDiamante鉱山に至る道路も同基金により整備され，1983年末までに工事が終わる予定である。しかしこの道路整備の完了後もDiamante鉱山 — Guachavez間の道路の補修がDiamante鉱山の建設・操業中に必要となるであろう。この区間には集落はないが，将来道路が完成した際には，

鉱山関係ばかりでなく，現地の生産物すなわち牛，果物，野菜，木材等の輸送が行われるようになろう。したがって，この道路は相当公共的な性格を持つが，補修に関しては，道路を毎日使用する鉱山会社が自らの必要性から，補修費の大部分を負担するようになると考えておく必要がある。

Guachavezは人口が約3,100人の村であり，Guachavez－Balalaika間は急峻な山腹の道路ではあるが，比較的交通量は多い。Balalaika－Tuquerres間は1日数百台の自動車，バス，トラックが走っている。Tuquerresから先約20kmは舗装されている。El Espinoを過ぎると交通量は減り，急峻な山腹道路を下る悪路になるが，Tumaco港に至る迄1日当りの交通量は100台を下らない。標高500m付近からは道幅は約8mあり，傾斜も緩やかになる。現在，TuquerresからTumacoに至る未舗装道路を米州開発銀行(Inter-American Development Bank)の資金で補修・改良をする計画があるが，未だ調査の段階に過ぎない。Diamante鉱山からTumacoまでの道路の縦断面図は第2章4節に掲げた。

総じて，Diamante鉱山からTumacoに至るまで10tトラックによる道路輸送に問題はない。金・銀の生産物及び国内で生産される資材は，Diamante鉱山－Balalaika－Tuquerres-Pastoの経路で輸送されるが，Tuquerres-Pasto間は舗装されており，この径路についても輸送上の問題はない。

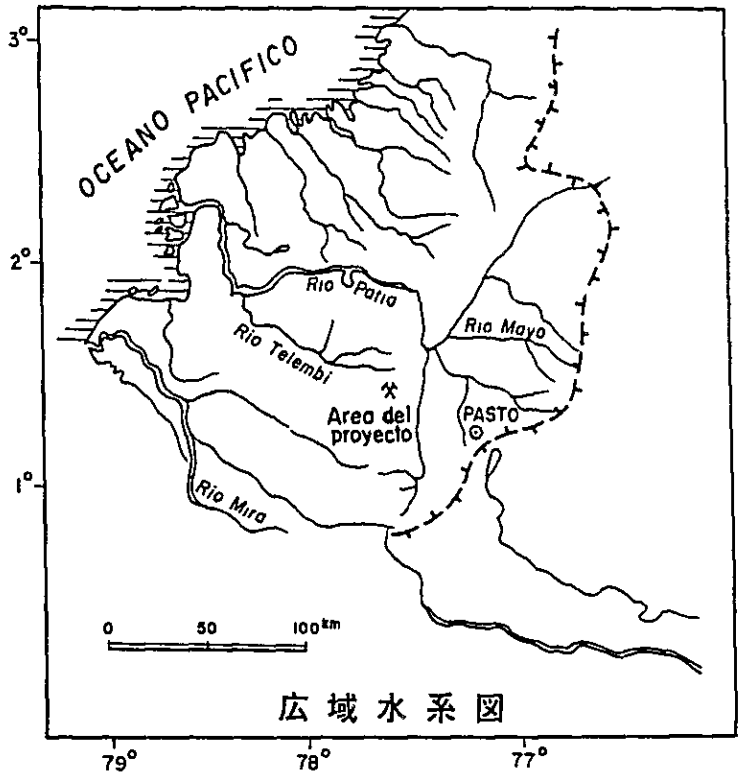
第2節　用　　水

2－1　関連行政機関

用水供給のための水資源開発に係わる行政機関は次の通りである。農業省の付設機関である水文気象土地改良庁(Instituto Colombiano de Hidrologia, Meteorologia y Adecnacion de Tierra：HIMAT)が，水文気象観測や土地改良の業務を行っている。同じく農業省の再生可能天然資源庁(Instituto de Desarrollo de los Recursos Renovables：INDERENA)が，河川流域の保全と維持を担当しており，水利権の申請に対してこれを許可する権限を持つ。更に保健省(Ministerio de Salud)が上下水を担当しており，鉱山キャンプの建設に際しては，衛生管理面においてこの機関の許可を得なければならない。

2－2　水資源賦存状況

コロンビアは多雨国である。特にアンデス山脈のうち西部山脈の西側斜面は年間6,000mmを超す多雨地帯も存在する。図3－2－1にコロンビア南部太平洋岸地域の水系図を示す。この図から明らかなように対象地域はPatia川の支流であるTelembi川の最上流に位置する。



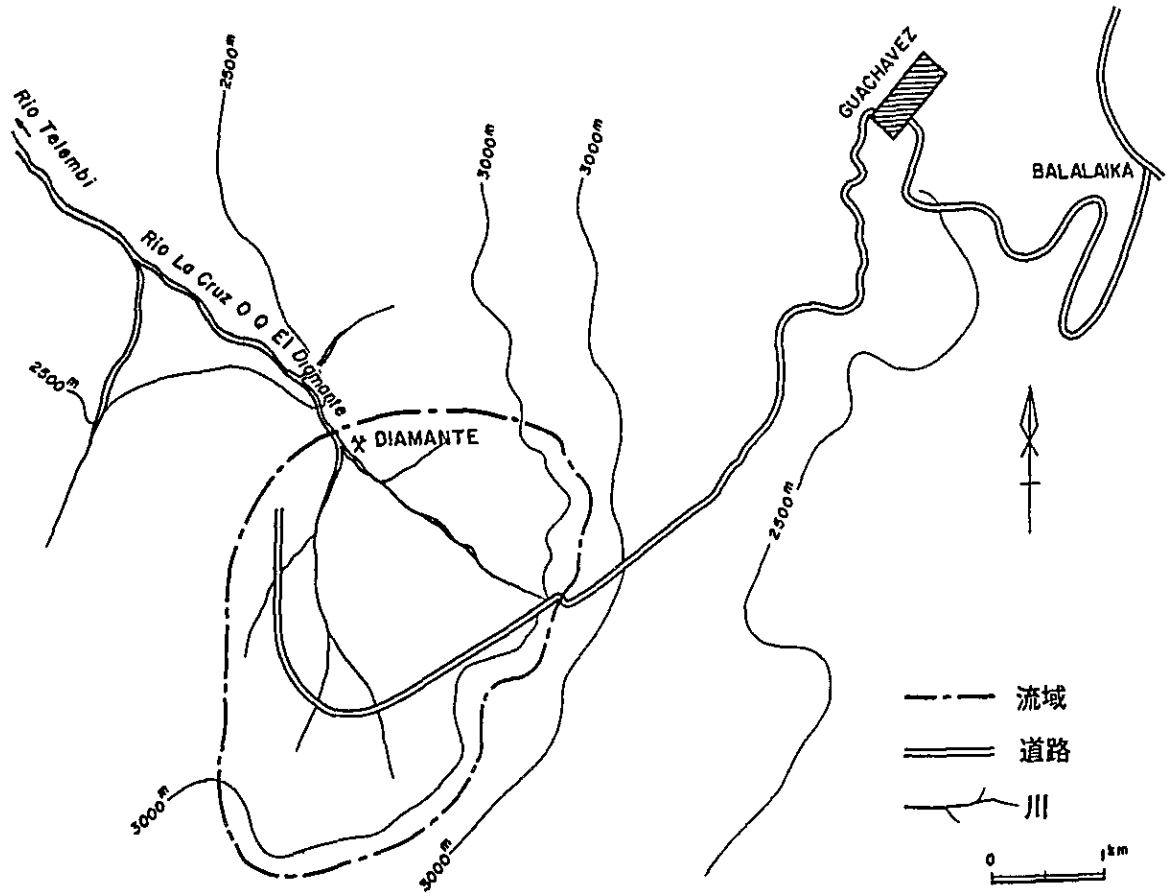


図３－２－１　プロジェクト地域水系図

表３－２－１　Guachavez 月別降水量（標高：２６００ｍ）

（単位：mm）

年＼月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
1973	6	118	178.	141	214	127	77	119	136	349	316	226	2007
1974	195	186	153	158	145	121	33	60	128	312	333	209	2033
1975	96	211	96	117	250	111	137	109	66	192	212	202	1799
1976	118	125	282	214	166	18	4	4	45	228	215	78	1497
1977	n.a.	47	103	140	52	74	43	43	125	93	22	n.a.	n.a.
1978	34	18	37	119	62	5	36	0	80	143	102	211	847
1979	115	76	199	243	375	77	49	146	215	178	150	120	1943
1980	174	181	79	194	73	55	4	57	70	162.1	182.5	147.1	1378.7
1981	50.2	64.4	140.8	200.0	236.8	53.6	50.9	136.2	27.5	105.4	135.4	176.4	1377.6
1982	266.9	167.5	157.2	193.8	238.6	19.2	15.2	－	110.1	n.a.	433.5	110.2	n.a.
平　均	117.2	119.4	142.5	172.0	181.2	66.1	44.9	67.4	100.3	195.8	210.1	164.4	1610.3

n.a.：記録なし

対象地域を拡大したものが図３－２－１で，図中の流域面積は約5.5㎢である。

この流域には雨量観測所も，流量観測所も存在しないので，峠から約１０㎞離れたGuachavezにある雨量観測所の観測値を対象地域を代表するものと仮定した。（実際にはGuachavezの雨量の方が対象地域でのそれよりも少なめであると考えられる。）表３－２－１に過去１０年間の月別雨量と平均値を示す。平均の年間雨量は約1,６００㎜，最小雨量の月は７月で平均４５㎜である。４５㎜の月雨量のうち安全側にみて５０％流出したとしても平均して４５ℓ／秒（3,８００㎥／日）の流量がある。２－４節に述べたように１日の水需要は，選鉱用水とキャンプの飲料水を合わせて５００㎥であるので，流量の日変化や季節変化を調節するための貯水池は必要ないものと考えられる。事実，８月上旬の現地調査時には必要量を上回る流量が観察された。

第３節　電　　力

３－１　関連行政機関

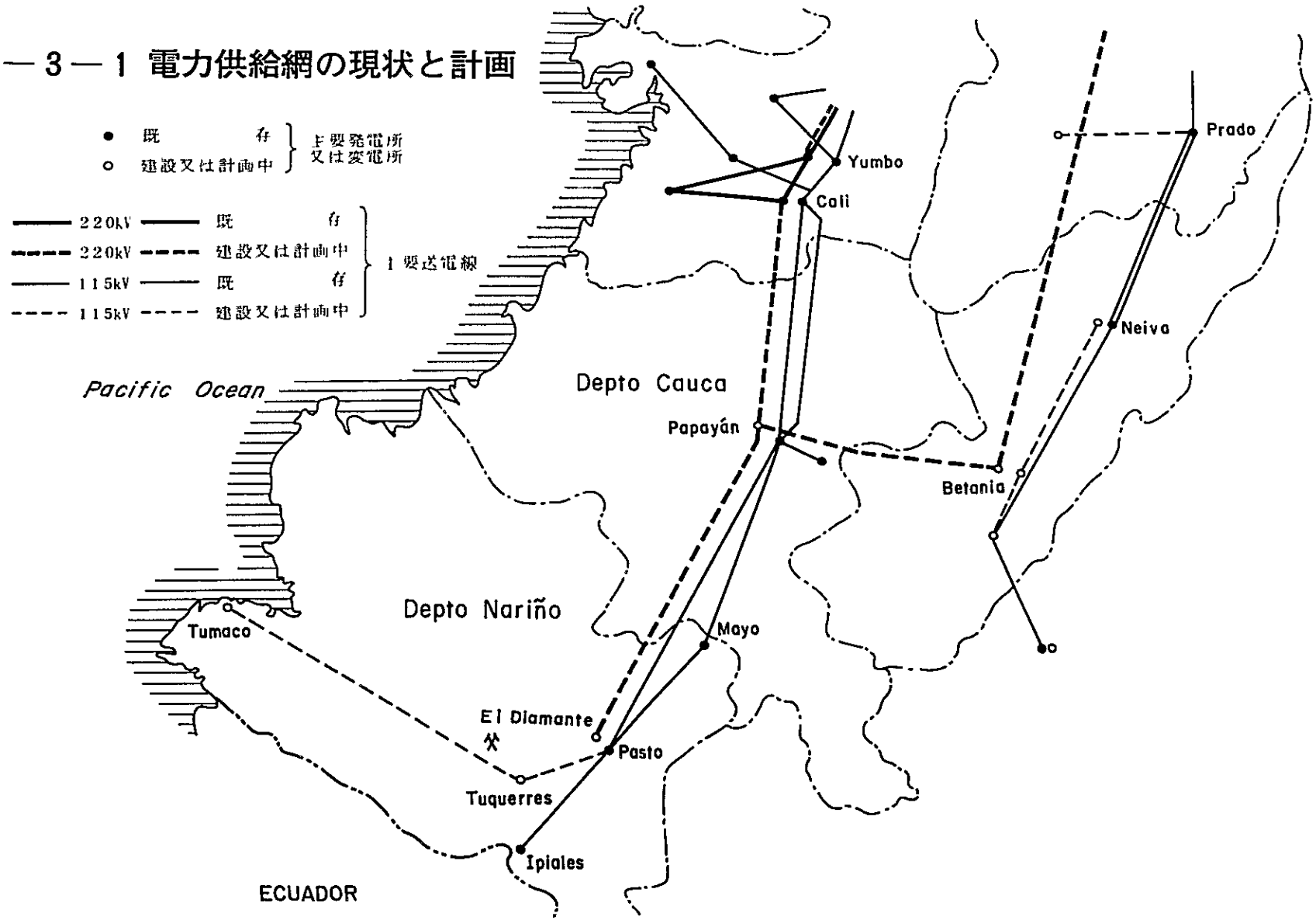
コロンビア全国を対象とする電力供給は鉱山エネルギー省（Ministerio de Minas y Energia）の下でコロンビア電力公社（Instituto Colombiano de Energia Electrica：ＩＣＥＬ）が行なっている。ナリニョ州においては，特にナリニョ州電力開発公社（CEDENAR）が電力事業を実施している。

３－２　地域的電力網

現在，ナリニョ州の電力は主として，カウカ州のCali市から１１５kVの送電線により供給されているが，カウカ州やナリニョ州においては供給可能量をすべて利用しており余剰電力はなく，特に渇水期の夏には低電圧や電力制限に悩まされている。従って，Diamante鉱山地区においては，現時点で新たな需要を満たすことは無理であると考えられる。

図３－３－１にDiamante鉱山地域付近の電力供給に関係がある主要な電力系統を示す。言うまでもなく，この他にも大小の水力・火力発電所および小規模（地域的）な送電線網も存在する。更に，電力供給量を増大させるための発電所の建設が現在進んでいる。すなわち，Cali市の近くのYumboにおいて５０MWの火力発電所が建設中であり，１９８４年１０月に完成の予定である。またウイラ州のBetaniaでは，５１０MWの水力発電所が，１９８６年半ばの完成を目指して建設中である。特に後者はPopayánを経由してPasto市に至る２２０kVの送電線による供給により，ナリニョ州の電力供給の安定化に役立つものと期待されている。なおPopayán－Pasto間の１７８㎞の送電線の建設工事は，１９８３年７月の時点において入札中であり，工事終了は１９８６年３月の予定である。Pasto－Tumaco間の送電線は現在調査の段階にあ

図 3 — 3 — 1 電力供給網の現状と計画



る。これらの新たな電力供給源や２２０kV送電線網の整備により Pastoにおいては１９８６年に電力供給は過剰になる注) ものと考えられている。

Diamante鉱山から１７km（道路距離）のGuachavezへはPastoから現在13.2kV で送電されており，電力は不安定ながらも供給されている。しかし，将来は１９８６年のPasto における電力供給量の増大とともに，Guachavezにおいても電力供給は安定し，鉱山地区への電力供給も十分可能である。

第４節　鉱山キャンプ

４－１　背　景

鉱山キャンプは鉱山労働者，関連施設の従業員，サービス人口，合わせて２０１人とその家族を含めて約1,０００人が居住する施設である。 鉱山から道路距離で１７kmの所に位置するGuachavezには3,１００人が居住し，更に鉱山近隣地域にも人家が散在している。鉱山からそれぞれ４５km，５４km離れたSamaniego，Tuquerresは夫々約５万人，１０万人の人口を擁する。これらの鉱山周辺地域においては，農業が主な産業であるが，かなりの失業人口をかかえ一部は都市へ流出している。Diamante鉱山の労働力は，これらの失業人口や都市部からの帰省者により賄うことができ，不足は生じないと考えられる。Diamante鉱山労働者のうちの若干は，鉱山の近隣地域から通勤する可能性もある。

４－２　関連行政機関

鉱山キャンプや関連施設の建設には少なくとも次の行政機関が関係する。まず土地の買収に関して，アグスチン・コダッチ地理院（Instituto Geográfico 'Agustin Codazzi'）の土地管理事務所による土地評価が必要である。Diamante 鉱山地区の土地価格は，現在この土地管理事務所の土地台帳には載っていない。従って，土地購入にあたっては，本事務所に土地価格の評価を依頼しなければならないであろう。又，アグスチン・コダッチ地理院は地震の観測を行っているので，鉱山施設の設計と耐震対策に必要なデータも持っている。

鉱山キャンプの建設に際し，上水や下水の施設，またその他の住宅やキャンプの衛生面に関しては，保健省（Ministerio de Salud ）の指導に従う必要があり，全国衛生公社(Instituto Nacional de Salud：INS）が指導を行い設計を審査する。上下水道施設建設に関しては，ナリニョ公共衛生事業公社(Empresa de Obras Sanitraias de Narino: EMPONAL)が担当する。キャンプ居住者の医療に関しては，保健省が看護婦を鉱山へ派遣することになるであろう。鉱山の

注)　ＩＣＥＬにおける担当者の説明による。

操業によって選鉱場やその他の施設から生産される固体，液体の廃棄物の処理に関しては，保健省の指導に従い，許可を得なければならない。

学校はコロンビア学校建設公社（Instituto de Colombiana de Construcción Escolar：ICCE）により国家政府予算を使って建設され，教師は州政府教育局によって派遣される。

第５節　鉱山開発の波及効果

５－１　有形の効果

鉱山開発に於いて，最も重要なインフラストラクチャ　は，道路と電力供給網である。道路については，現在政府によって実施され６０～７０％の完工度であるGuachavez－Diamante間の自動車道路工事が順調に継続され，近日中に１００％ 完成することが前提となっている。この道路は，かつて（約２０数年前と云われる）人力によって工事が行われた古い道床を利用しており，その道床はDiamante鉱山対岸から更に下流のParaisoを通り，Edenまで約１０数km延びている。Paraiso付近には未探鉱の鉱脈徴候があり，今後，期待される地域であることは第１章第２節に説明した通りである。この付近から下流に向って標高が次第に低くなり，気候や植生も熱帯的となる。土地も上流地域が火山灰を主とするやせた土壌であるのに対し，下流地域は腐蝕土を堆積した肥沃な地帯となっている。Diamante鉱山が開発され，交通も便利になれば，それを利用してこれらの地域の牧畜や農業も刺戟を受け，自動車道路の延長建設に対する地元の要望も加速度的に増大するであろう。道路が延びれば更に林業開発も可能となってくる。

Bombona地区の鉱山開発には，Diamante鉱山からParaiso迄道路が延長された時，それと結ぶ道路が新設されることが望まれる。Bombona鉱床帯の南西には，休山中のPorvenir鉱山（Au）があることはよく知られており，Bombona地区の北西方向の延長も鉱脈発見の期待が持てる地域である。この付近の鉱床ポテンシャリティが明らかになれば，Bombona地区とPiedrancha又はRicaurteとを結ぶ自動車道路新設の妥当性も生じる。

このような道路網の整備は，Telembi川及びGualcala川上流一帯の林業・農業・牧畜業等の地域開発プロジェクトと一体となるべき性質のものである。この地域には昭和５５年度及び５６年度の日本政府による資源開発協力基礎調査によって，Ricaurteから北東約４０kmに位置するLa Verde地区に亘る数地点に於いて銅・モリブデン鉱床の鉱徴が発見されている。しかしながら，それらの地点に対するアクセスの悪さから調査が進められず放置されて居る経緯があり，今後のインフラ整備の進展が期待される。

また，電力網がDiamante鉱山迄延びることは，地域住民の生活レベル向上に役立つばかりでな

く，（電力会社との協定にもよるが）付近の小鉱山開発及び林業（製板）などの新たな企業投資を惹き起す可能性もある。

5－2　無形の効果

Diamante鉱山の開発が実行された場合，最も期待されるのは以下のような無形の効果であろう。

(1) 小規模ながら探鉱から選鉱に至る鉱業のすべての分野に於いて機械操作，原理の理解，作業方式の習得等を通して，一般労働者の産業技能レベルが向上する。

(2) 周辺小鉱山に対する技術指導，資材融通等により鉱業振興の中心的役割りを果す。更に，それらの鉱山からの高品位鉱石集鉱の対価として資金的な支援も行うことが出来る。

(3) 選鉱（青化処理）に於ける高度の回収技術は，近傍鉱山ばかりでなく，コロンビア国内の同種鉱山に対しても適用可能であるので，全国的に金・銀の採収率が向上し，金・銀生産の増大につながる。

(4) 中・小鉱山の機械化が進展すれば，鉱山機械の国産化が計られるようになり，波及効果として鉱山機械製作技術も発展する。

なお，上述のような一種のモデル鉱山的役割りを充分果すためには，Diamante 鉱山開発会社が技術的に一般に開かれたものでなければならない。

5－3　地域開発関連行政機関

中央政府で地域開発計画を総括しているのは，国家計画庁（Departamento Nacional de Planeactiбn：DNP）であり，国境地域については，DNP内の地域・都市開発局辺境部（Unidad de Desarrollo Regional y Urbano，Division de Fronteras）が担当している。

ナリニョ州に関しては，国と州が共同して設立したNariño－Putumayo地域開発公社が存在し，この地域では電力や輸送施設の整備，及び観光，林業，鉱業，漁業などの産業の振興が計画されている。この公社は実施機関ではなく，計画や調整の機能を有し，たとえば鉱業については，地質鉱山調査所（ＩＮＧＥＯＭＩＮＡＳ）や，鉱山公社（ＥＣＯＭＩＮＡＳ）などの実施機関の協力のもとに事業を進める。

ナリニョ州に係わる国家的計画としては，他にコロンビア太平洋沿岸総合開発計画（Plan de Desarrollo Integral para la Costa Pacifica Colombiana）が，国連児童基金（ＵＮＩＣＥＦ）の協力のもとに作成され，インフラストラクチャーの整備とともに，生産部門への投資計画が立案された（１９８３年４月）。

鉱山開発及びインフラストラクチャーの整備と利用に関しては，これらの国や地方政府の地域開発計画やインフラストラクチャーの整備計画を充分考慮に入れることが重要である。

第 4 章

総 合 評 価

第4章　総　合　評　価

第1節　総合評価の意義と手法

プロジェクト評価は，銀行などの融資機関が融資審査を行う際の手法として開発され研究されてきた。やがて，プロジェクトの規模が拡大し，複雑化してくるにつれ，技術的側面や経営及び経済的側面を含む広範囲な総合的フィージビリティスタディ（F／S＝可能性調査）へと発展するに至った。

プロジェクトの総合評価とは，企業の私的利潤獲得の視点に立つ財務評価と国民経済全体の利得追求の視点に立つ経済評価を総合的に考察し，評価を下すものである。

1－1　財務評価

私企業の立場から，プロジェクトが正当な報酬を生み出すかどうか，最大の利潤を獲得することのできる条件は何かに重点を置いてプロジェクトの評価を行うのが財務評価である。具体的にプロジェクト遂行の費用や収入，収益率を一定の規則にしたがって推計し，分析する作業全体を財務分析と呼ぶ。

財務評価で採用される価格は，通常の企業会計に用いられる市場価格であり，あくまでも実際の経済活動及び市場の動向を基本として評価が行われる。このように財務分析では，市場価格を用いてプロジェクトの収支バランスや内部財務収益率，償還期間などが計算されるが，これはプロジェクト自体の現金収支に焦点が当てられるので，キャッシュ・フロー分析とも呼ばれている。

財務評価の手順は，まず第一にプロジェクトに関する財務予測を行い，次にキャッシュ・フロー分析へと進行する。財務予測の基本的な内容は，プロジェクトのアウトプットに対する需要の予測，その販売価格やローンの返済計画，減価償却法，諸税の税率などをプロジェクト・ライフのすべて，あるいは主要期間ごとに設定・検討し，見積貸借対照表，見積損益計算書，見積資金運用表などを作成するというものである。キャッシュ・フロー分析においては，財務予測の結果に基づいて，プロジェクトのアウトプットの発生とインプットの使用とに伴うキャッシュ・フロー表を作成し，最終的にプロジェクトの評価基準となる内部財務収益率もしくは純現在価値を計算する。流入（インフロー）側には，プロジェクトの収入（生産物の売上げ高など）に関する項目が，流出（アウトフロー）側には支出（投資費用や運転費用など）項目が計上される。

内部財務収益率というのは，市場価格を用いて計算される次式の純現在価値がゼロになるときの割引率のことである。

純現在価値（ＮＰＶ）＝流入（便益）の現在価値－流出（費用）の現在価値
＝純流入（純便益）の現在価値

純現在価値がプラスであるということは，そのプロジェクトの割引かれた流入（便益）が割引かれた流出（費用）より大きいことを意味し，その値が大きいほどプロジェクトの収益が大きいことを示す。初期投資に引続いて収入が生じるといった普通のプロジェクトでは，割引率が増加するにしたがって純現在価値は減少する。そして純現在価値がついにゼロになるひとつの割引率が見出される。この割引率が内部収益率である。内部財務収益率が高いほどそのプロジェクトの収益性は高く，企業によるプロジェクト実施の優先度は高くなる。

1－2 経済評価

国民経済的視点に立ち，公的資源のもっとも効率的な活用を価値基準に置いてプロジェクトの可能性評価を下すのが経済評価である。したがって，プロジェクトを遂行する個別主体の利害得失よりも，社会全体の利得を検討し，推計するということが中心課題となる。社会全体の利得として考えられるのが，国民所得の増大，雇用の拡大，所得の公平な分配，国民経済活動に対する間接的波及効果などである。これらの利得（公的利潤）が大きければ大きいほど，プロジェクト遂行の妥当性は大きくなる。経済評価は，特定の分析手法に基づいて実行される。それが経済分析と呼ばれるものである。経済分析は（社会的）費用便益分析とも呼ばれる。

経済分析が開発され発展してきた理由として，プロジェクト規模の著しい拡大，開発プロジェクトの複雑化，国際間の開発援助や交流の広がりなどが考えられる。特に，国際的交流の拡大は，プロジェクトの国際化を意味し，プロジェクトの事業主体と融資機関の関係を複雑にしてきた。そして，関係する国家の政府や援助機関の利害が登場するようになり，プロジェクト可能性の判断基準が民間部門の財務的収益性のみならず，国家的政策目標や経済計画と合致するかどうかにまで広がってきたのである。

経済分析は財務分析よりも複雑な概念と推計手法を用いて行われる。その特徴を整理すれば以下のように表わされる。

第一に，経済分析では財務分析で用いられる市場価格は採用せずに，経済価格という特殊な価格表示を採用する。これは計算価格とか効率価格，社会価格などと呼ばれることもある。市場価格は，現実の市場で観察される価格，何も修正しないありのままの価格を意味する。これに対し，経済価格は，公的資源の効率的な配分と活用を実現するための推計方法として考察された社会的な計算価格であり，市場価格のゆがみを是正した真の価格を表わす。具体的には，資本や労働，土地などの生産要素価格はその機会費用に基づいて算定される。すなわち，これらの生産要素が国内の他の最善の代替的な用途にあてられた時に得られるであろう便益の価格である。なぜこれが市場価格のゆがみを是正した真の価格を示すのか。一般的に資本や労働，

土地の市場価格（すなわち利子率や賃金率，地代）は，必ずしもその国の経済的実情を反映しているとは限らないし，その国の資源の効率的な配分と利用を考慮して決定されているとはいえない。たとえば，失業率が高く労働過剰の経済下にある開発途上国の場合，市場賃金率は，最低賃金法などの法律やその他の理由によって，機会費用よりもかなり高い水準に設定されていることが多い。これは，現存する物的ならびに人的資源の有効な活用という観点から見れば効率的ではないし，市場のゆがみを反映していると判断される。このゆがみを是正して，正しい実情を把握するために計算されるのが経済価格であり，真の価格と呼ばれるものである。

第二に，移転項目の調整という特殊な分析手法が導入される。財務分析では，税金や利子は事業主体の費用として計上される。しかし，税金は，プロジェクトによって生じた利益の一部を政府が徴収し，別の用途へ振り向けるものであって，それに伴って資源の消費や労働の提供が発生しているわけではない。その意味で，輸入関税を含むあらゆる形の税金は国民経済活動に関する移転項目に過ぎず，経済分析における費用とはみなされない。したがって，市場価格表示の費用からその部分を控除する必要がある。利子も税金と同様に国民の構成メンバー間を移転している項目であって費用には含まれない。補助金や保険料の取り扱いも基本的には同じである。このような移転項目の調整は，財務評価から経済評価への移行の第一歩となり，私的な費用と国民経済的な費用の明確な区別を意味する。

第三に，外国為替レートの修正が試行される。財務分析においては，輸入品の購入価格や輸出品の販売価格として，現存の公定為替レートが何の修正もなく使用される。しかしながら，これがその国の経済的実情を反映した真の交換レートとは限らないので外貨部分の修正が必要となる。これは外貨の潜在為替レート（Shadow Exchange Rate）と呼ばれ，外貨に対する真の支払い意志額を示す交換レートとなる。潜在為替レートの計算は，基本的には国内価格に対する国際市場価格の指数を推定する作業であるが，実際にこの計算を行うことは非常に難しいので，その代替方法として幾つかの簡便な推計手法が開発されてきた。たとえば，主要輸出入品目の加重平均関税率推計による交換レートの算出や，購買力平価説に基づく算出方法などである。

潜在為替レートの推計に関連して，経済分析ではプロジェクトに関係するすべての財及びサービスを貿易財と非貿易財に分類する作業が生じる。貿易財は輸入財と輸出財から構成され，本プロジェクトでは外貨部分として取り扱われる。非貿易財は国内で産出される財・サービスであり，内貨部分として外貨部分から区別される。貿易財の推計は，潜在為替レートに基づく国境価格を算出することによって行われる。非貿易財は，国内における経済価格（計算価格）の推計方法にしたがって推計される。

前述した三つの主要な特徴は，市場価格表示の財務評価から経済価格表示の経済評価へ移行する場合のポイントを成し，総合評価を行う場合の不可欠な推計作業となる。財務分析では，

企業という立場で，市場価格を用いた流入（或は収入）と流出（或は支出）の動向を問題とするが，経済分析では，社会全体の立場から経済価格に基づく収入と支出の動向を調べる。一般的に，経済分析では流入や収入という用語の代りに便益，流出や支出の代りに費用という表現が用いられる。

内部経済収益率というのは，経済価格に調整された後の便益と費用の差異，すなわち純現在価値をゼロにするときの割引率のことである。前述した内部財務収益率との違いは，市場価格ではなく経済価格を用いて収益率が計測されるという点である。したがって，国民経済的立場からプロジェクトの妥当性を検討するときは，内部経済収益率の水準が判断指標になる。内部経済収益率が世界銀行は１２％以上，アメリカのＵＳＡＩＤは８％以上，アジア開発銀行は１０％以上あればそのプロジェクトは経済的にフィージブルだといわれる。平均的に見れば，１０％前後がプロジェクト遂行に関する妥当性の判断基準となる。

１－３　プロジェクトの採択基準

プロジェクト評価をする場合には，まず最初に物量タームの予測に基づいて財務分析を提示し，その後で経済分析を行うのが一般的である。総合評価の結論としてプロジェクトの採択を判断する場合は，最初に経済分析を通じて導かれる経済的収益性（内部経済収益率の水準）を吟味し，プロジェクトとして選択されるための条件を検討する。しかる後に，そのプロジェクトの財務的収益性（内部財務収益率の水準）を吟味し，実施に移されるための条件を検討する。言い換えれば，プロジェクトが融資対象の候補に列せられるための条件として経済評価が意味をもち，候補が実施に移されるための条件として財務評価が意味をもつということである。

内部財務収益率と内部経済収益率の差は，当該国の関税・利子・租税・賃金・公共財価格などに関する政策がプロジェクトの運営に有利な効果を与えるのか（内部財務収益率の方が高いのか），あるいは不利な効果を与えるのか（内部経済収益率の方が高いのか）を表わす。経済評価の結果がよくても，財務評価の結果が悪い場合，そのプロジェクトは何らかの政策的変更なしに実行することは困難である。このケースでは，補助金を支給してプロジェクトを遂行するなどの政策が必要となる。逆に，財務分析の結果がよくて経済分析の結果が満足されないときは，そのプロジェクトは何らかの保護政策によって支持されていることを意味する。したがって，融資する機関が，当該プロジェクトを支持し推進していくための強い特殊な理由をもたない限り，国家的経済効率の観点からは資源の無駄使いを示唆するものと解釈される。