[夏季]

	入気量㎥/min	風速m/sec	排気量㎥/min	風速m/sec
中央トラックレス斜坑	800	0.7	—	—
(4.5m×4.5m=20㎡)				
−33m坑口	—	—	350	1.0
(2.2m×2.5m=5.5㎡)				
+52m坑口	400	1.4	—	—
(2.2m×2.2m=4.8㎡)				
通気立坑2本(主扇風機設置)	—	—	1,000	2.0
(2m×2m×2本= 8㎡)				
計	1,200㎥/min		1,350㎥/min	
	(75%)			

冬季 1,600㎥／min を確保，夏季は通気方向を制御して夏季の75%程度を確保することを目安とする。

尚，風速は稼業個所では通常 120m/minが適当とされており，2m/sec (120m/min) に押えれば坑内での粉じんが舞い上る様な障害も防止が可能である。

局部通気

坑内は自然通気やメインファンだけでは切羽の通気が確保できないので，補助手段として局部扇風機を設置する。

しかし，全体通気との連合運転となるので，その設置場所は現場に合せ設置，移動を行い全体の通気に悪影響を及ぼさない様管理する。

5.4.3 給水

坑内−70m準までのさく岩用水はファラジョンネグロ総合貯水タンクから中央斜坑経由で2吋送水パイプを付設して給水する。主要中段レベル以降切羽までの配管には1吋パイプを使用する。

−70m準以上の切羽へはアルトデラブレンダ鉱床坑外+30m準+60m準及び+80m準の水タンクから2吋パイプにより各主要レベルまで給水し，主要レベル以降切羽までの配管には1吋パイプを使用する。坑内で使用する水量は鉱山全体の12%，78㎥／日である。

なお，坑外水タンクへの給水は8㎥水タンク車によってファラジョンネグロ総合貯水タンクから坑外通路経由で運搬する。

5.4.4　排水

(1) 当鉱山の坑内には湧水も溜水も全くない。下向き斜坑掘さくの引立にさく岩用水が溜ることがあるが，必要に応じて小型水中ポンプを用意するが，発破後にＬＨＤのバケットで処理できる程度であり，特に排水設備は必要としない。

(2) 粉じん対策

坑内は湿気が少ないので，トラックレスマイニングの機械の稼働によって生ずる粉じん対策が必要である。

このため穿孔作業では湿式さく岩機，及び作業場の散水，発破後スプレー散水，積込時の散水等を行うが，機械の走行による粉じんの飛散防止には坑道への散水を置いて他にない。従って，さく岩後の水は何らかの手法で路面の湿じん化法の対策を立てる。

しかし，坑内全体の使用水量には限界があるので，必要個所には水タンクを設置し，水量のピークカットの管理が必要である。

5.4.5　附帯設備

坑内に次の附帯設備を設ける。

① ビット，ロッド配給所

ビット，ロッドの保管，管理，配給（ビット研摩等は坑外）

② 工具保管，管理所

小型工具の貸出しショップ

③ 坑内給油所（燃料及びミッションオイル等）

④ 坑内定置通信電話

少なくとも各レベルに１ヶ所設置，坑外の通信網に連絡させる

⑤ 救急センターの設置（ビット，ロッド管理場に併設）

災害時にそなえ，救急用資材等の保管センターを設置する

5.5　主要機械設備

機　種	台数	仕　様			
コンプレッサー	2	容量	36㎥／min，	7kg／㎠，	112kW
〃	2	〃	20㎥／min，	7kg／㎠，	75kW
主扇風機	2	風量	1,200㎥／min，	110mmAq，	37.5kW
局所扇風機	2	〃	700㎥／min，	240mmAq，	37kW
〃	13	〃	150㎥／min，	90mmAq，	5kW
モービルジャンボ	2	115×60mm級ドリル搭載			
クローラードリル	1	〃　〃			
レッグドリル	10	80×70mm級			
ストーパー	4	〃			
ロードホールダンプ	1	3yd³ 級，135HP			
〃	7	1yd³ 級，52HP			
レールローダ	4	バケット容量 0.14㎥，空気動			
スクレーパ	5	15HP，電動			
バッテリーロコ	2	重量 1.6t			
鉱　車	12	容量 0.8㎥，横転式			
試　錐　機	1	BQ 100m級，AQ 220m級，電動			
〃	1	EQ45.7m級，空気動			
ジープ	2	9人乗，62HP			
ダンプトラック	3	8t積み，125HP			
水タンク車	1	タンク容量8㎥，125HP（さく岩用水運搬用）			
ワゴンドリル	1	115×60mm級ドリル搭載			ヒープリーチング鉱石採掘用
コンプレッサー	1	容量 12㎥／min，6~7kg／㎠，可搬式			〃
ブルドーザ	1	30t級			〃
タイヤローダ	1	バケット容量2㎥			〃

5.6　管理

トラックレスシステムの中では機械類の保守管理が重要であり，緊急保全体制，オーバーホール体制及び日常管理などきめ細作業管理が必要である。訓練が必要であることはいうまでもない。

6．選　鉱

6.1.選鉱試験

6.1.1 目的

本選鉱試験は，アルゼンティン共和国ファラジョンネグロ地域開発計画調査に関するもので，現地において，全泥青化法，及びヒープリーチング法により処理されている標記の鉱石について，成績向上の余地の有無の検討を行ない，併せてプレＦ／Ｓ実施の為のデータを得ることを目的とする。

特に，現在ファラジョンネグロ鉱山の選鉱採収率は，金 93.3%，銀 42.1%であり，銀の採収率が低いことから，銀採収率向上の検討を行った。

6.1.2 経　緯

現地にてサンプリングした試料合計24種類（#1試料）について，分析，鉱物研究を実施の上，この知見をベースに，銀回収率向上の方策を決定する為の選鉱予察試験を実施した結果，当該鉱石の選鉱的特徴がほぼ明らかとなってきたので，新たに代表的品位の試料 150Kg（#2試料）を現地から取寄せ，選鉱基礎試験を実施し，最後に総合選鉱試験を実施した。

6.1.3　供試料

(1) 予察試験用（#1試料）

24試料の内から下記の3 種類の選鉱試験用の供試料を調整した。

白色鉱(7A-1)：粗粒石英，方解岩，ドロマイトを主要鉱物とし，肉眼で白色を呈する。

黒色鉱(7A-2)：細粒石英，方解岩を主要鉱物とし，肉眼で黒色を呈する。

混合鉱(1A-1, 1A-2, 2A, 4A, 6A-2, 8A)

分析結果　　TBL 6-1

	Au (g/t)	Ag (g/t)	Mn (%)	Fe (%)	S (%)	Cu (PPM)	As (PPM)
白色鉱	1.5	125.3	10.3	0.42	0.17	157	48
黒色鉱	9.0	66.0	11.8	0.45	0.41	34	14

(2) 本格試験用（#2試料）

1991年5 月に送付された150Kg の試料を使用した。

分析結果　　TBL 6-2

成　分	Au (g/t)	Ag (g/t)	Mn (%)	Fe (%)	S (%)	Cu (PPM)	As (PPM)
混合鉱	7.6	144.6	11.8	0.83	<0.1	0.02	74

成　分	sb (PPM)	Bi (PPM)	Hg (PPM)	SiO_2 (%)
混合鉱	37.2	0.4	26	44.8

(3) 原鉱の鉱物研究結果

供試料について，X線解析分析，顕微鏡観察（研磨片／研磨薄片），ＥＰＭＡ分析を実施した。

試料には，石英が普遍的に認められ，粘土鉱物として絹雲母，緑泥石など，またカリ長石などが検出された。

炭酸塩鉱物としては，方解石が普遍的に認められ，他に菱マンガン鉱，ドロマイトなどが認められた。

硫化鉱物として，黄銅鉱，輝銅鉱，四面銅鉱，銅藍，方鉛鉱，閃亜鉛鉱，黄鉄鉱などが，認められた。

金，銀鉱物としては，エレクトラムの他，Au-Ag-S 系の新鉱物の可能性が考えられるもの，Ag-Cu-S 系のmckinstryiteと考えられる鉱物，輝安銅銀鉱などが同定された。

また累帯構造をなし成長するマンガン酸化鉱物の薄層中に角銀鉱(AgCl)が散点するのがＥＰＭＡにて確認された他，黄鉄鉱の内部に包有されるエレクトラムも確認された。

これらの銀鉱物の他，ＥＰＭＡ面分析にて微量～少量の銀の存在が確認された鉱物は，四面銅鉱，輝銅鉱，銅藍などである。

マンガン鉱物は，５種類が同定され，出現頻度の高い順序に，Todorokite，MnO_2，軟マンガン鉱，Psilomelane，Hollandite，となる。

(4) 青化精練に於ける銀鉱物の一般的挙動

① 銀鉱物とNaCN抽出率（串木野鉱山；NaCN 0.04%, 13 日間）

ﾅｳﾏﾝ鉱	ｴﾚｸﾄﾗﾑ鉱	脆安銀鉱	輝安銅銀鉱	濃紅銀鉱	銀黝銅鉱（四面銅鉱）
100.0	92.3	79.0	40.2	34.2	20.5 %

② マンガン鉱物と銀鉱物のNaCN浸出

銀とマンガンが，$XAg_2O \cdot YMnO_2$ の形で一つの複酸化化合物をなすか，あるいは他の化合物として存在し，MnO_2 とある結合状態をなしてる場合は，還元焙焼により，MnO_2 を還元し，同時に銀化合物を金属銀に変化させると青化液に可溶とすることが出来る。

上記の技術のバリエーションとして，この他

酸化焙焼法

塩化焙焼法

塩化揮発法

セグレゲーション法。

あるいは　亜硫酸法（MnO_2 を H_2SO_4 で溶解除去）

Walter Neal 法（H_2SO_4，$FeSO_4$ で MnO_2 を除去）

L.W.Austin 法（H_2SO_4，Fe_2S で MnO_2 を溶解除去）

また新しいところでは，焙焼法にかわる方法としてオートクレーブを利用した

加圧酸化法

加圧還元法　　などが提唱され，実用化されている。

(5) 物性特性（#2試料）

① 真比重　：　ρs=2.86（ピクノメータ法）。

② 被粉砕度　：　Wi=10.85 Kwh/St（ハードグローブ法）。

③ 沈降速度（mm/min）　　TBL 6-3

粒度(-200Mesh)		90%	95%	100%	記　事
パルプ濃度	30%	4.22	3.67	2.53	at 120min.
	40%	3.00	2.50	1.83	(Sluge 濃度:61--67%)
	50%	1.17	0.79	0.68	(上澄水:250ppm)

④ 脱水試験（ケーキ水分 %）　　TBL 6-4

粒度(-200Mesh)		90%	95%	100%	記　事
パルプ濃度	30%	17.7	21.5	24.1	
	40%	17.5	21.3	24.3	(45--530mmHg,
	50%	17.2	21.2	24.4	Cake 11mmt, 6min)

6.1.4. 予察試験

(1) 方　針

上記のように，本試料の鉱物鑑定の結果，多量の酸化マンガン鉱の他，銅，鉛，亜鉛などの硫化鉱も含有されており，本鉱石は青化精練における難処理鉱に属する事が明らかとなり，従って，単一の要素技術で解決する事は困難と判断されたので，選鉱試験に先立ち，鉱石の本質を把握する調査が必要となった。

現在，比較的容易に利用出来る要素技術は，磁力選別／浮遊選別／各種焙焼／微粉砕／NaCN抽出などの技術であり，これらの要素技術に対する上記各種含有鉱物の挙動を調査し，もって最も経済的かつ効率的な要素技術の組み立てを決定する必要がある。

(2) 磁力選別の挙動

マンガン鉱物のほぼ90％は，磁選にて除去できるが，同時に約80％の銀鉱物が随伴してくるので，このままでは磁選は適用できない。

尚，磁選を利用する場合は，工業的に安価に利用できる磁選は，3000Gauss 程度なので，原鉱の10Wt%, Mn 鉱物の３割程度が考慮の対象となる。

[試験結果：Apendice 06, Tabla 06-001. NO1y2]

(3) 浮遊選別（陰イオン捕収剤浮選）の挙動

脂肪酸系捕収剤の利用を検討したが，銀とマンガンの挙動が似ており見込みは少ない。

[試験結果：Apendice 06, Tabla 06-001. NO3y NO4]

(4) ＮａＣＮ浸出の挙動（前処理なし）

串木野鉱山の青化法の操業条件を採用してみたが，銀は殆ど抽出されず，当該鉱石がかなりの難処理鉱に属することをうかがわせる。

[試験結果：Apendice 06, Tabla 06-001. NO5y NO6]

(5) 塩化焙焼処理後・ＮａＣＮ浸出の挙動

ペルー国ベレンゲラ鉱（マンガンリッチ酸化銅鉱）に適用したセグレゲーション条件を参考に吟味した塩化焙焼処理後に青化法を適用したが，効果は認められなかった。

[試験結果：Apendice 06, Tabla 06-001. NO7y NO8]

(6) 還元焙焼処理後・ＮａＣＮ浸出の挙動

塩化焙焼を還元焙焼に雰囲気を替えてみたが，同様に効果は認められなかった。

[試験結果：Apendice 06, Tabla 06-002, NO9y NO10]

(7) セグレゲーション処理後・ＮａＣＮ浸出の挙動

ペルー国ベレンゲラ鉱（Mn Rich 酸化銅鉱）に適用したセグレゲーション条件を採用したところ，効果が認められた。

ただし，鉱種により，効果にバラツキがあり，条件の吟味が必要である。

[試験結果：Apendice 06, Tabla 06-002, NO11y NO12]

(8) セグレゲーション処理後・浮遊選別の挙動

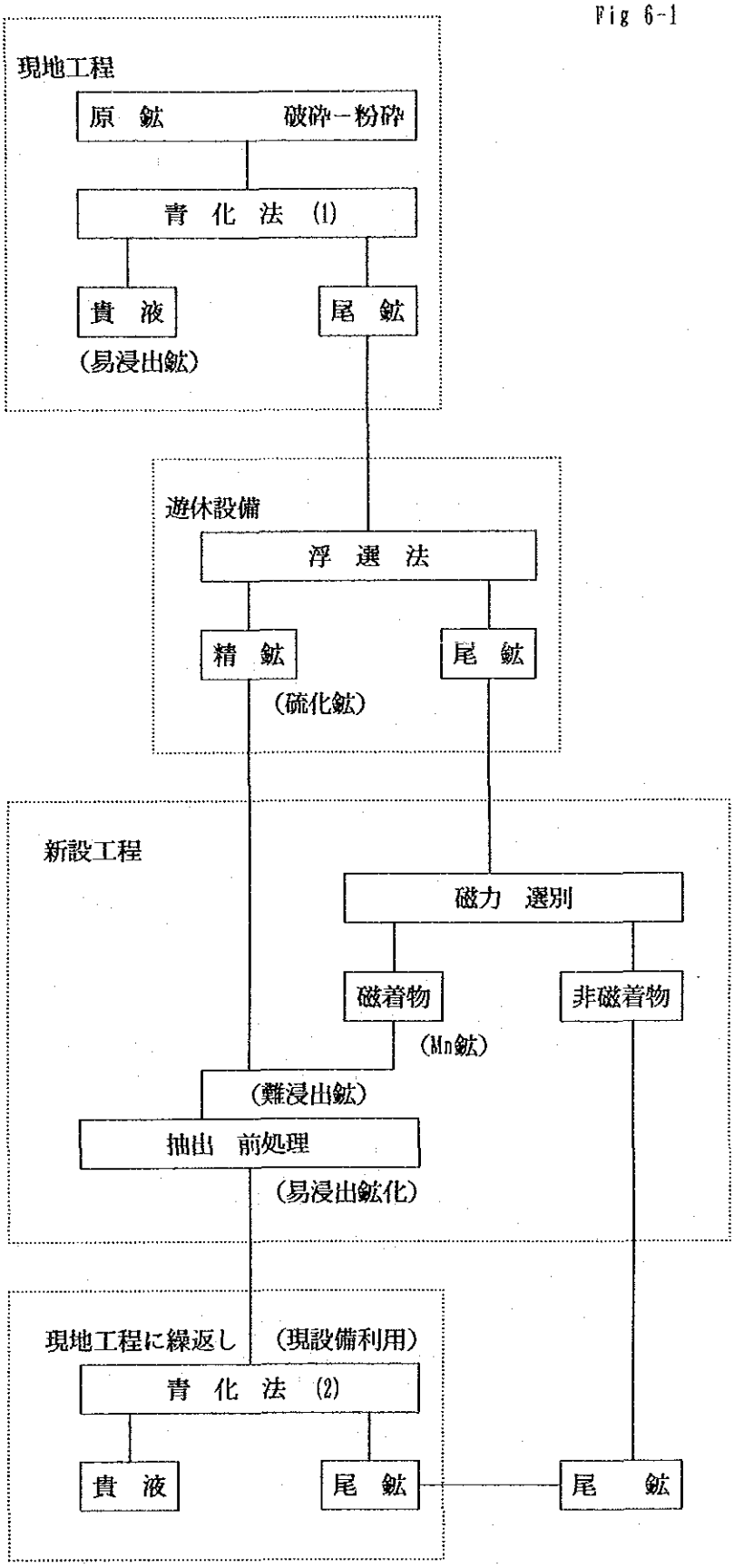
ペルー国ベレンゲラ鉱（Mn Rich 酸化銅鉱）に適用したセグレゲーション条件を採用すれば，この処理後の鉱石には，青化法のみならず，浮選法の適用も可能である。

[試験結果：Apendice 06, Tabla 06-002, NO13]

(9) 工程改善のための現場的処理フローの検討

前項までの検討をベースに，可能性のありそうな現場的処理フローを検討すると，下記の様な改善計画案となり，今後，このフローに関わる本格試験を実施する。

Fig 6-1


現地工程
原　鉱
破砕ー粉砕
青　化　法　(1)
貴　液
尾　鉱
(易浸出鉱)
遊休設備
浮　選　法
精　鉱
尾　鉱
(硫化鉱)
新設工程
磁力　選別
磁着物
非磁着物
(Mn鉱)
(難浸出鉱)
抽出　前処理
(易浸出鉱化)
現地工程に繰返し
(現設備利用)
青　化　法　(2)
貴　液
尾　鉱
尾　鉱

6.1.5. 選鉱基礎試験

(1) 磁選と青化法の組合せ

磁選試験においては，磁着物中のAgの濃縮は予察試験の黒色鉱ほど顕著な結果は得られなかった。

次に，磁選の各産物に対し，NaCN浸出試験を実施した。

試験結果は，強磁着鉱(Mn Rich) 程，NaCN浸出が困難な傾向を示した。

従って，強磁性鉱物を磁選により選別し，困難な部分だけで前処理する事もできる。しかし，Plant のFeed全量(300 t／日，-200Mesh，25% solid)を湿式磁選機の対象とするのは処理容量の面から初期投資が非常に高くなる。

[試験結果：Apendice 06, Tabla 06-004, NO14]

(2) 青化法条件変更試験（実験計画；L8法）

実験条件と試験結果　　TBL 6-5

番　号	NaCN %	時　間 hr	粒　度 -200Mesh%	酢酸鉛 g/t	Ag 採収率 %
1	0.2	24	90	0	3.3
2	0.2	24	100	100	3.2
3	0.2	48	90	100	0.3
4	0.2	48	100	0	0.4
5	0.4	24	90	100	66.7
6	0.4	24	100	0	61.3
7	0.4	48	90	0	67.1
8	0.4	48	100	100	67.6

注：NaCN 0.4% における，

平均 Ag 採収率=(66.7+61.3+67.1+67.1+67.6)/(4)=65.68%。

分散分析表 TBL 6-6

列	要 因	$Sx10^2$	ϕ	$Vx10^2$	F o	E(V)
01	A. NaCN	816,003	1	816,300	1426**	$\sigma E^2+4\sigma A^2$
02	B. Time	10	1			$\sigma E^2+4\sigma B^2$
03	AxB	1,953	1			$\sigma E^2+2\sigma AxB^2$
04	C. 粒度	300	1			$\sigma E^2+4\sigma C^2$
05	AxC	300	1			$\sigma E^2+2\sigma AxC^2$
06	誤差	465	1			σE^2
07	D. 酢酸鉛	406	1			$\sigma E^2+4\sigma D^2$
	計	819,437	7			

[試験結果：Apendice 06, Tabla 06-003, NO. 15]

(3) NaCN濃度変更試験

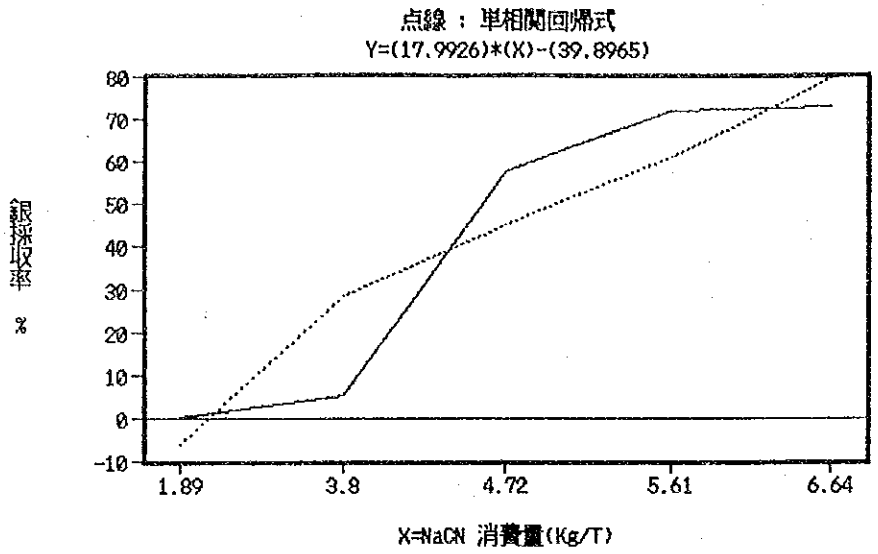
実験条件と試験結果 TBL 6-7

番 号	NaCN濃度	CN消費量	最終pH	採収率(%)		記 事
	%	(Kg/t)*		Au	Ag	
1	0.10	1.888	8.9	81.3	0.3	共通条件
2	0.20	3.804	9.2	88.9	5.3	50% Solid
3	0.25	4.720	9.8	93.2	57.6	Start pH 11
4	0.30	5.607	9.9	93.1	71.9	24hr
5	0.40	6.638	10.6	93.5	72.9	

*:硝酸銀による摘定。

NaCNは，0.4%以上，0.5%---1.0% と増量しても，あまり効果が認められず，逆に銀採収率が低下の傾向を示した。

実験結果を，NaCN 使用量と銀採収率の関係についてグラフにまとめると，下図のようになる。



上図に記載の１次式，及び図中の点線は単相関分析の回帰式であり，この式の相関係数は，$\gamma = 0.909$ である。

この式から，銀採収率に対する NaCN の消費量を計算すると，次の通りである。

Y (=Ag Rec.) ＝40% ： 実験・現場

X (=NaCN) ＝(40+39.8965)／(17.9926) ＝4.44kg/t : 1.00kg/t

Y (=Ag Rec.) ＝60% ： 実験・現場

X (=NaCN) ＝(60+39.8965)／(17.9926) ＝5.55kg/t : 1.25kg/t

Y (=Ag Rec.) ＝70% ： 実験・現場

X (=NaCN) ＝(70+39.8965)／(17.9926) ＝6.11kg/t : 1.38kg/t

現場操業は，現状 NaCN 1.0 kg/t使用にて銀採収率40%程度であり，この値が実験室条件の4.44kg/tに相当する。

従って，現場操業の場合，NaCN 使用量を25%増加させれば，銀採収率は，60%まで向上すると計算されるが，鉱石中の Au ， Ag 以外の NaCN 消費要因，操業条件の変動などを考慮して，NaCN 増加は，50%と見込む。

いずれにしても，NaCN 増量により銀採収率は向上するので，経済性を考慮して使用量を決定する必要がある。

[試験結果：Apendice 06, Tabla 06-003. No. 16]

(4) 浮遊試験（実験計画：L8法）

実験条件と試験結果　　TBL 6-8

番　号	Oleic Acid g/t	Pine Oil g/t	粒度 -200 Mesh%	pH	Froth Ag品位 g/t	Froth Ag 採収率 %
1	0	75	100	8.0	780	70.7
2	0	75	90	10.0	860	64.8
3	0	38	100	10.0	1263	69.0
4	0	38	90	8.0	1280	68.8
5	50	75	100	10.0	971	77.4
6	50	75	90	8.0	1319	63.1
7	50	38	100	8.0	1300	69.9
8	50	38	90	10.0	1492	66.6

共通条件：KAX 200 g/t, 15min。

分散分析表（Ag Rec. ）　　TBL 6-9

列	要　因	Sx10²	φ	Vx10²	F o	E(V)
01	A. Oleic	171	1			$\sigma E^2+4\sigma A^2$
02	B. Pine	36	1			$\sigma E^2+4\sigma B^2$
03	AxB	496	1			$\sigma E^2+2\sigma AxB^2$
04	C. 粒度	7,021	1	7.02	6.80*	$\sigma E^2+4\sigma C^2$
05	AxC	1,653	1			$\sigma E^2+2\sigma AxC^2$
06	誤差	3,486	1			σE^2
07	D. pH	351	1			$\sigma E^2+4\sigma D^2$
	計	13,214	7			

[試験結果：Apendice 06, Tabla 06-004, NO. 17-1]

(5) 浮選産物への青化法の利用

前項の浮選産物試験に青化法を適用した。

浮選産物に対する NaCN 浸出試験結果

TBL 6-10

鉱　種	Wt	品　位		分布率		記　事
	%	Mn%	Ag g/t	Mn%	Ag%	
浮選浮鉱	100	12.8	1,048	100.0	100.0	粒度：
抽出液	(200)	<0.01	309	<0.01	59.0	-200Mesh
残　渣	99.4	12.9	433	100.0	41.0	100%
浮選尾鉱	100	12.2	42.0	100.0	100.0	NaCN 0.4%
抽出液	(200)	<0.01	8.3	<0.01	39.2	24hr.
残　渣	99.2	12.3	26.0	100.0	60.8	40%solid

浮選浮鉱のAg採収率=(70.7+69.0+77.4+69.9)/(4)=(71.75))*(59.0)=42.33

尾鉱のAg採収率=(100.0-71.75=28.5)*(39.2)=11.07

∴　浮選処理後の NaCN 浸出によるAg採収率=(42.33)+(11.07)=53.40%

一方，原鉱を直接 NaCN 浸出した時のAg採収率=65.88%

従って，浮選処理後の NaCN 浸出処理には，浮選剤が悪影響を与えるので，浮選との組み合わせは避けるべきである。

[試験結果：Apendice 06, Tabla 06-004, NO.17-2]

(6) 青化法残渣への浮選の利用

原鉱の鉱物研究の結果，該当鉱石には，黄銅鉱，輝銅鉱，四面銅鉱，銅藍，方鉛鉱，内亜鉛鉱，黄鉄鉱などが認められており，これら硫化物に含まれる銀は，一般的にシアン液に解け難いため，青化液浸出尾鉱に対して浮動を行い硫化物の回収試験を行なった。

青化液浸出尾鉱は長時間シアンで処理された関係で非常に浮遊性が悪い，浮選成績を向上させるには，硫酸鉱増加による硫化鉱物の活性化と起泡剤の増量が効果があるが，浮選フロスの品位は，原鉱品位を下廻る。

このフロスは，シアンに溶解し難い鉱物を含むため，フロスから銀を回収するには別途処理が必要となる。

[試験結果：Apendice 06, Tabla 06-004, NO.18]

(7) オートクレーブ予察試験

オートクレーブの使用

メーカー：日東高圧

内　　径：60mm φ

高　　さ：180mmL

耐圧温度：200 気圧，200 ℃

試験結果は，銀浸出率の向上のためにはオートクレーブの前処理が有効なことを示しており，特に酸化剤の添加が有効と考えられる。

オートクレーブを使用した場合の銀浸出率	56.3%
オートクレーブを使用した場合（ブランク）の銀浸出率	66.5%
オートクレーブに酸化剤を添加した場合の銀浸出率	76.8%

オートクレーブ使用の操業費は火を使う塩化焙焼法やセグレ焙焼法に比べ安価なことから，近年オートクレーブを利用する加圧酸化法が多く採用される傾向にある。

[試験結果：Apendice 06, Tabla 06-005. NO.19]

(8) 液中処理試験

種々の前処理方法と NaCN 浸出を組合せた試験を実施したが，オートクレーブによる加圧酸化が銀浸出率の向上に効果があったので，常温の液中で，薬品添加による鉱石の変化と銀浸出率の関係と調べ試験を実施した。

この試験に於ては，前処理の効果を拡大してみるため， NaCN による銀浸出率の悪い磁着鉱を対象とした。

液中の前処理で効果ある薬品は次亜塩素酸ソーダ（NaOCl）であり，前処理しない場合に比べ銀の浸出率が15.7％良好であることを示している。

[試験結果：Apendice 06, Tabla 06-005. NO.20]

(9) NaOCl による液中酸化

試験で次亜塩素酸ソーダが銀浸出率の向上に効果があることがわかったので，更に追及する試験を実施し，使用量の効果，原鉱磁着鉱への効果の差異を調べた。

使用量の0.25%, 0.5%, 1% の順に浸出率は上昇しているが，使用量は経済的な面から決定しなければならない。

NaOCl で前処理を行う場合は，処理後溶液中に残った NaOCl分を除去しなければならない。これは NaOClが残っていると次の NaCN 浸出工程で

$$5NaOCl+2NaCN+2Ca(OH)_2=2NaOH+5NaCl+2CaCO_3+N_2$$

の反応が起こり，NaCNは分解され，NaOHを遊離する。

一方，液中の$Ca(OH)_2$ は$CaCO_3$ となり沈殿する。

このことから， NaOClの存在は，NaCNの分解を含めpHの低下により，Au，Agの溶出率を低下させることになる。

オートクレーブ法と NaOClによる液中酸化法を対比した場合，液中酸化法は，使用する酸化剤の経費と更に残留している酸化剤をシアン浸出に先立ち完全に除去する必要があることも考慮すればオートクレーブによる加圧酸化方式の方が有利になると予想される。

[試験結果：Apendice 06, Tabla 06-006. NO.21]

(10) 各種焙焼法

焙焼による前処理では，予察試験の場合と同様セグレ焙焼が最も良好な成績を示している。しかしセグレ焙焼法は800 ℃の高温で処理する必要があり，燃料費が高価な他，添加物として食塩・コークスなどを必要とし処理費用が多額となる難点がある。

この他 NaCN 浸出に際しては焙焼鉱に混入しているコークス分を除去する必要もあることから（コークス分に溶解したAu，Ag分が吸着される）操業系統も複雑になって来る欠点がある。

[試験結果：Apendice 06, Tabla 06-006. NO.22]

(11) 各種要素技術の組合せ試験

要素技術の組合せ方法を検討するための試験を実施した。

[試験結果：(Apendice 06, Tabla 06-007. NO.23)]

(12) NaOCl 液中酸化 Au 採収率

現在までの試験で前処理による酸化が銀の浸出率の向上に効果があることがわかったが，前処理が金の採収率に及ぼす影響，前処理ににによるシアン消費と金，銀採収率の関係を調査するための確認試験を実施した。

金の NaCN による浸出率は銀に比べて非常に良好なことから，銀には不適当な低い NaCN 濃度0.1%において，NaOCl で処理した鉱石と処理しない鉱石の NaCN 浸出試験を実施した。

NaOCl 処理は有効塩素量を原鉱に対し0.1%として２時間酸化し，充分に洗浄した。

NaCN 0.1% と低い濃度にも拘らず金は約80% 溶解し NaOCl処理したものと，処理しないものに差は殆ど見出せない。

銀については大きな効果が認められ，通常金と銀の採収率は正相関があるので，NaO-Cl処理は金浸出率を低下させない。

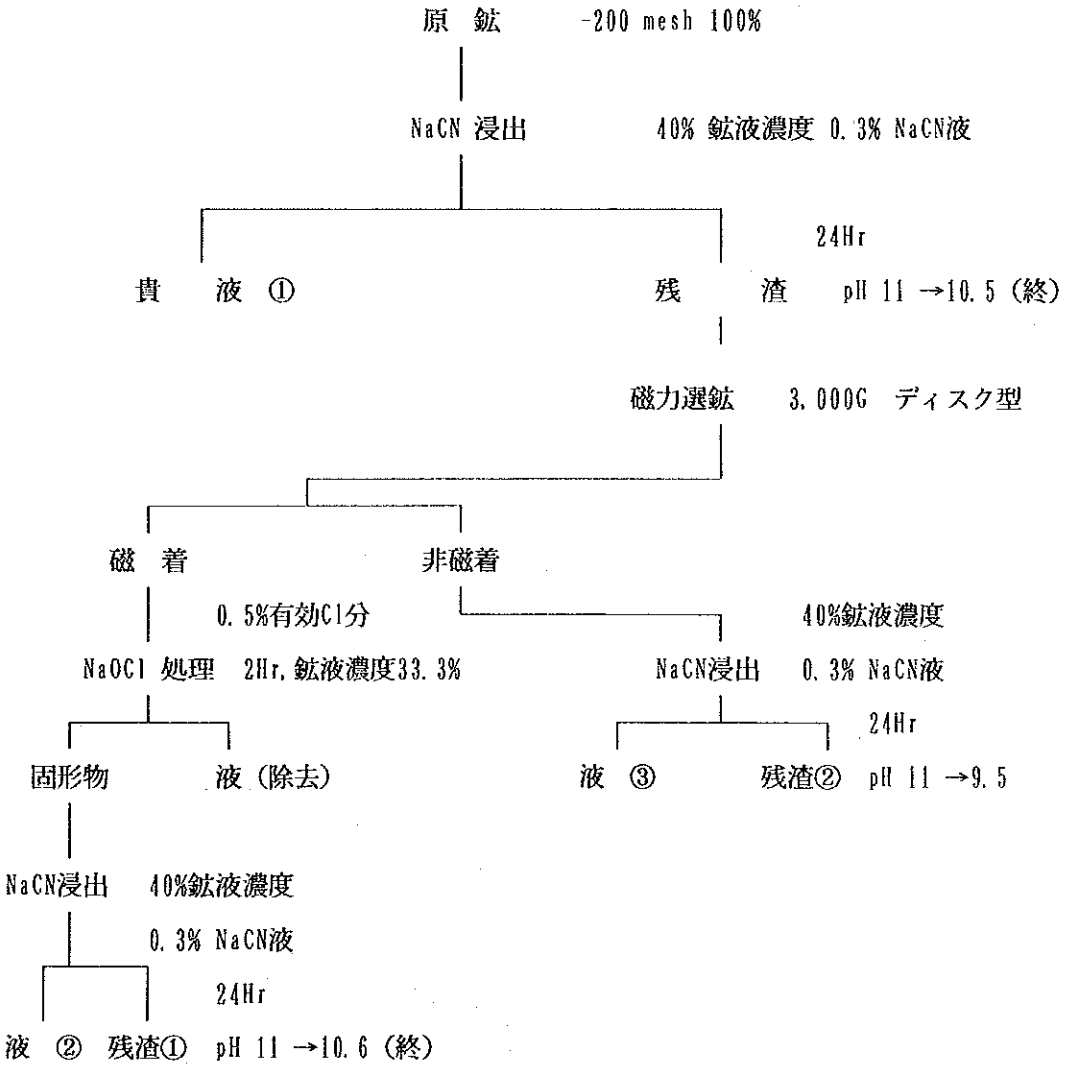
[試験結果：Apendice 06, Tabla 06-007, NO.24]

6.1.6. 総合選鉱試験

(1) 総合選鉱試験(I)

下に示すフローで総合選鉱試験(I) を実施した。

Fig 6-2



抽出液の合計分布率は

Au　96.1+0.6+1.7=98.4%

Ag　70.8+6.2+3.5=80.5%

となる。

シアン使用量は			
	1次原鉱浸出	3,720	g/t
	2次磁着物浸出	498	g/t
	2次非磁着物浸出	2,366	g/t
	計	6,584	g/t

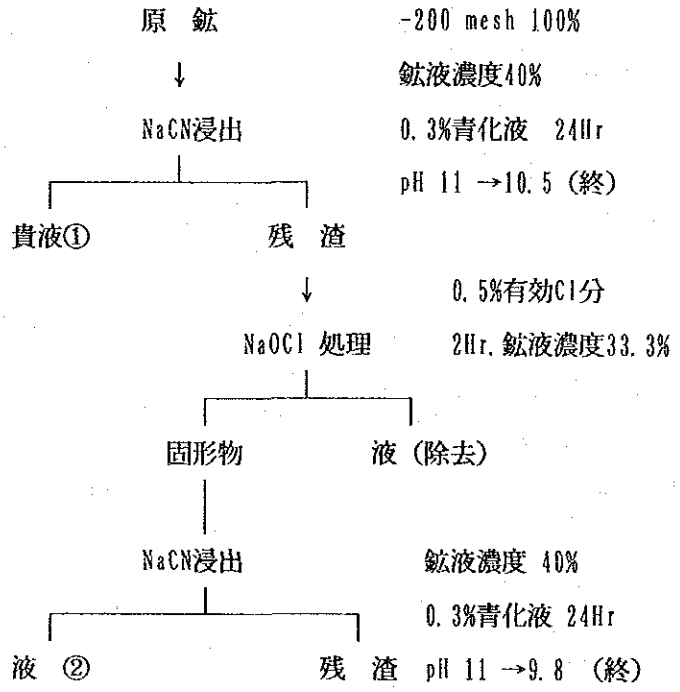
(数値は対原鉱トン当り)

[試験結果：Apendice 06, Tabla 06-007, NO.25]

(2) 総合選鉱試験(II)

下に示すフローで総合選鉱試験(II) を実施した。

Fig 6-3



抽出液の合計分布率は

Au　96.1+2.3=98.4%

Ag　70.4+6.4=76.8%

となる。

シアン消費量は			
	1次原鉱浸出	3,712	g/t
	1次残渣浸出	3,225	g/t
		6,937	g/t

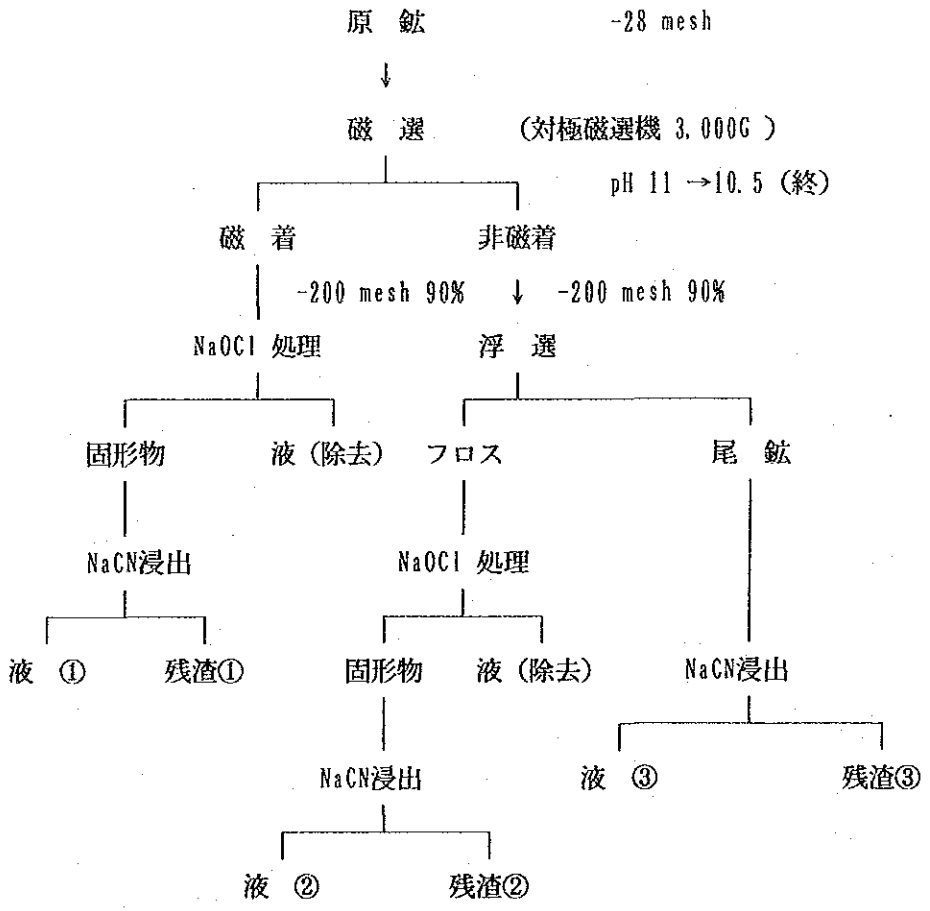
となる。

[試験結果：Apendice 06, Tabla 06-007, NO.26]

(3) 総合選鉱試験(Ⅲ)

下に示すフローで総合選鉱試験(Ⅲ) を実施した。

Fig 6-4



註：浮選条件：摩鉱粒度-200メッシュ90%

パイン油 38 g/t, #208 30 g/A , KAX 200 g/t

NaOCl 処理：次亜塩素酸ソーダ有効塩素1%（対鉱量）２時間処理後洗浄脱水

NaCN浸 出：鉱液濃度40%, NaCN 濃度0.2%（0.2%に保つよう2hr, 6hr, 24hrで補給）

抽出液の合計分布率は

Au　11.9+15.4+68.3=95.6%

Ag　3.5+16.4+31.2 =51.1%

シアン使用量　合計　4,255 g/t

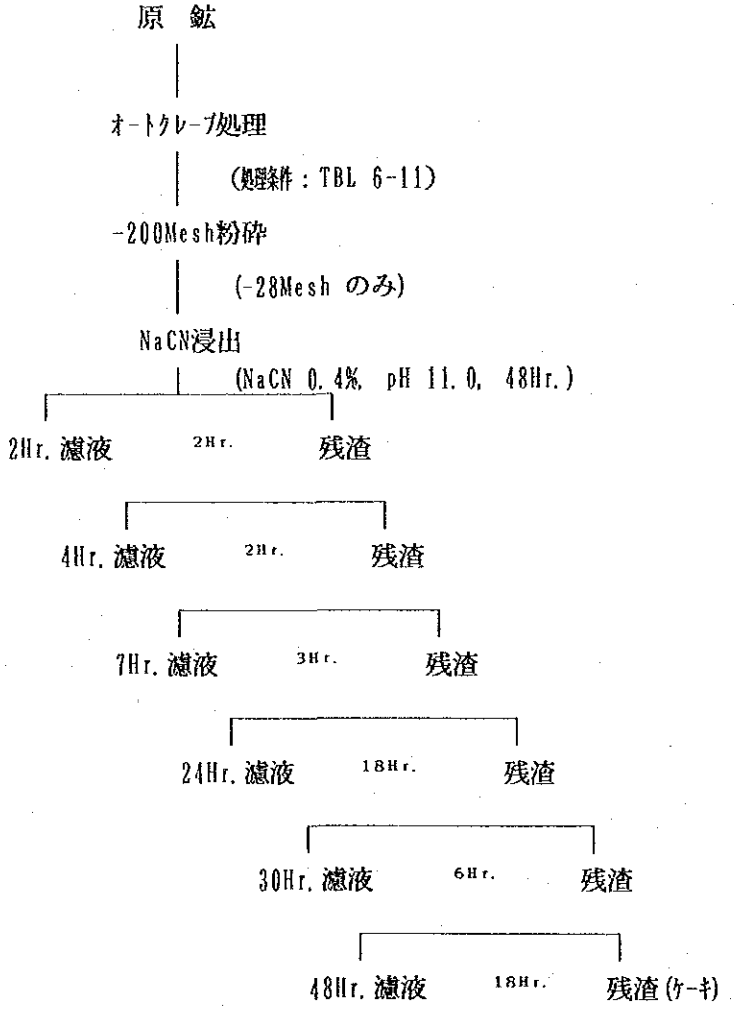
(内訳, 原鉱トン当り換算　磁着鉱　380 g/t フロス363 g/t, 尾鉱3,512g/t)

[試験結果：Apendice 06, Tabla 06-008, NO.27]

(4) 総合選鉱試験(Ⅳ)

下に示すフローで総合選鉱試験(IV)を実施した。

Fig. 6-5



実験条件と試験結果　　TBL 6-11

番号	採収率 (%)		加圧処理条件				
	Ag	Au	粒度 (Mesh)	温度 (℃)	圧力 (Kg/cm²)	時間 (min)	初期加圧 (Kg/cm²)
1	73.8	93.1					
2	74.5	96.7	-200	212	19.4	30	Air 1.1
3	76.9	95.3	-200	211	19.1	15	
4	75.9	95.3	-200	213	19.1	60	
5	74.3	96.7	-200	182	9.8	30	
6	77.1	94.6	-200	206	18.1	30	O_2 5.3
7	76.2	95.8	-200	211	23.6	30	Air 1.2
8	74.4	96.5	-200	211	24.8	30	O_2 5.2
9	74.7	97.1	-200	206	33.1	30	O_2 10.1
10	82.1	98.1	-28	211	19.5	30	
11	86.8	98.4	-28	210	24.1	30	O_2 5.1

注：共通条件　NaCN 0.4% 48Hr

加圧酸化法を前処理とした場合，NaCN 浸出工程の採収率は，

銀に対し 80--85%　金に対し 97--98%と推定される。

当方式は，工程成績の面では，他の方式より格段に高く，初期投資の面では，焙焼より安く，湿式磁選なみ，また，操業費は，焙焼，液中酸化などより安く，技術的にも低減の可能性があり，現場採用に関し，技術的，経済的検討を行なうべきであろう。

[実験結果：Apendice 06, Tabla 06-009.～012, NO.28-1～NO.28-11]

6.1.7.鉱物研究

① 研摩片検鏡結果

[Apendice 06, Cuadro 06-001.]

② 研摩薄片検鏡結果

[Apendice 06, Cuadro 06-002.]

③ EPMA面分析結果

[Apendice 06, Cuadro 06-003.]

④ X 線回折試果

[Apendice 06, Cuadro 06-004.]

⑤ EPMA定量結果

[Apendice 06, Cuadro 06-005.]

6.1.8. 試験結論

当試験の主な目的は銀の採収率の向上である。

この目的に関する結論は次の通り。

① 当鉱石はシアン消費の多い含マンガン金銀鉱で，銀採収率の向上の方法はシアン消費量等の経済的面から制約を受ける。

② 銀採収率の向上について次の方法がある。

1) 青化ソーダ使用量の増加。

2) 青化浸出に先立ち前処理の実施

セグレ焙焼法

酸化剤による液中酸化法

強制酸化法（オートクレーブ使用による）

これらの方法を利用すれば銀の採収率は最大 80%まで上昇が期待できる。

③ 当鉱石の性質

1) 鉱石には比較的磁性の強い（ 3,000～5,000 ガウスで付着する）鉱物が約20% 含まれている。当鉱石を磁選する場合，粒度が-200メッシュと細かい場合は通常の磁選の適用は困難である。

2) 磁性の強い鉱物からの銀浸出は磁性の強いほど不良である。(3,000ガウス着33.3%)

3) 磁性の強い鉱物でも前処理すると浸出率が向上する。（ 5,000ガウス着 54.3%→70.0% ）

4) 浮選の適用については，鉱石中に含まれる含銀硫化鉱物などを浮選フロスとしてある程度濃縮できるが，銀の採収率は70% と低く，品位は1,000g/t程度でフロスだけでは製品にならない。

分離したフロス，尾鉱をそれぞれシアン浸出すると，浮選試薬の影響のためかその合計浸出率は，浮選しない鉱石を直接シアン浸出した値よりも低下する。浮選での銀採収率が低いため，尾鉱もシアン浸出を行う必要があることから，シアン浸出に先立ち工程改善に浮選を採用することは不適と考える。

またシアン浸出の後に浮選を実施すれば，シアンの影響を除去するため（シアン抑制剤）活性剤として硫酸銅等を使用する必要があり，やはり不味である。

(5) 銀浸出率向上と金浸出率の関係

金の浸出率は銀の浸出率に比べ良好であり(Au>95%)アルゼンチンの現場の実績でもAu = 90%, Ag= 40%を示しているという。

銀浸出率の向上の手法としては，酸化剤の使用による液中酸化法とオートクレーブによる加圧酸化法が有効である。両者のうち酸素ガス吹き込みによる加圧酸化法は世界各地で採用されている。

確認試験の結果によると鉱石の酸化による前処理は金の採収率に関し，低下させることはなく，むしろ向上させる方向にあるといえる。

6.1.9 改善案の提案

改善は現地選鉱物の増産工事を含めて検討しなければならないが，銀の採収率向上には次の案が考えられる。しかし，最終的には経済的な判断による。

(1) 適性青化ソーダ濃度（使用量）の決定

青化ソーダの濃度（使用量）を増加すれば銀採収率が上昇することは試験結果から判断できる。

しかし，青化ソーダの使用量と，銀採収率の関係は直線的でなく，青化ソーダが或る一定量に達すると銀採収率の上昇は頭打ちになる。

このことから青化ソーダの使用量の増加による経費増と銀採収率向上による収入増を比較して最も利益の出る使用量を決定する必要がある。

将来銀の建値が上昇するようなことになると，両者の関係は当然変わって来ることになる。

(2) 加圧酸化法を適用する。

オートクレーブを利用した試験では銀浸出率の悪い，磁性の強い鉱物，浮選の浮鉱等を分離し，鉱量を少くして加圧酸化法で前処理を行うことが経費的にも好ましいと考えられる。

しかし，微粒（-200Mesh），湿式，高磁力（3,000G）の現場湿式磁選機は，設備投資，保全コストが高く，現実的でない。

また，浮選は，銀採収率が低く，浮選フロスに対する前処理の効果が減殺されるとと

もに，浮選尾鉱に対する NaCN 浸出の効果が浮選剤の後効果により減殺されるなど不味である。

従って，加圧酸化法を利用するとしたら， NaCN 浸出に先立ち鉱石全量の加圧酸素法を経済的に実施する技術を開発する必要がある。

加圧酸化法の操業費の主要部はエネルギーコストなので，この節約，例えば熱効率の高い加圧機の開発，鉱石中の硫黄の利用，あるいは鉱石水分の低減などについて研究すべきである。

[試算結果：Apendice 06, Cuadro 06-006.]

6.2. 選鉱場の操業現況

6.2.1 目的

開発計画作成のために操業現況を調査した。

6.2.2 操業一般現況

(1) 生産量

TBL 6-20

	処理鉱量 (t/年)	品位(g/t)		生産量(g/年)		採収率 (%)	
		Au	Ag	Au	Ag	Au	Ag
青化法*							
88年	76,276.2	5.68	-	404,447	2,840,854.	93.35	38.84
89年	86,955.8	5.94	92.69	484,823	3,540,392.	93.86	43.93
90年	83,890.0	6.28	-	488,128	4,016,674.	92.65	43.41
ﾋｰﾌﾟﾘｰﾁﾝｸﾞ**							
88年	45,381	-	-	75,261	807,182.	-	-
89年	43,312.6	2.40	48.77	74,364	785,968.	71.54	37.21
90年	35,737.0	2.13	52.39	56,383	600,823.	74.07	32.09

* ：1985操業開始，1985～1990の間の処理量： 519,415 ton

** ：1986操業開始，1986～1990の間の処理量： 168,710 ton

(2) 人 員

① 3直4交替制（5日／交替）

② 勤務時間

Aグループ： 4:00 ～12:00

Bグループ：12:00 ～20:00

Cグループ：20:00 ～ 4:00

Dグループ： 休

③ 一方の構成

破砕 2名

ボールミル 1

シックナー 1名

フィルタ　　1

沈　殿　　1　　計　１０名／分

修　理　　1～2

サンプリング　1

責任者　　1

④ 配　置

TBL 6-21

	常1の方	A	B	C	D	合計
プラント	14(5)	10(1)	9(1)	10(1)	9(1)	52(9)
ヒープリーチング	1(1)	3	4	2	4	14(1)
合　計						66(10)

( ) は，管理者で内数

(3) 消費電力及び設置動力

2,576,600 KwH/1990(実績)

工　程	設置動力(Hp)
破砕	198
ボールミル	375
ｼｯｸﾅｰ・ﾌｨﾙﾀｰ	185
沈殿	114
溶融	16
ヒープリーチング	130
修理	40
計	1058 Hp

(4) 用水使用量

全山使用量 650㎥／日の58% に当る:380㎥／日，の新水を使用しているが青化工程の全使用水量は，1,000 ㎥／日程度である。

青化尾鉱の脱水にフィルターを使用する場合の新水使用量は，80～150 ㎥／日程度であるが，フィルターの能力が不足のため，シックナーを利用しており，この為，青化洗浄及び，尾鉱流送に多量の水が必要となり，上記のような使用量程度になっている。

(5) 原単位物品（実績）

TBL 6-22

分類	物品	使用量	US$/ton	記　事
鉄鋼2	ボール	0.94Kg/t	1.46	1.55 US$/Kg, 国産品
次　品	ライナー類		0.68	破砕・摩鉱, 国産品
試　薬	NacN	1.2Kg/t	1.56	1.30 US$/Kg, ドイツ
	$Ca(OH)_2$	3.1Kg/t	0.56	0.18 US$/Kg, 国産品
	その他		0.46	凝集剤, その他

(6) 建屋及び機器配置

[Apendice 06, Figura 06-001. ～003]

(7) 選鉱フローシート

[Apendice 06, Figura 06-004.]

(8) 設備仕様

[Apendice 06, Tabla 06-017, ～019]

6.2.3. 破砕工程の現況

(1) 概　要

粗鉱は，坑口から10ｔトラックで運搬され，300m/m×300m/m，格子付，250ton粗鉱ビン（機番①：添付フローシートに記入，以下同様）に貯鉱される。

選鉱フローシート　：　[Apendice 06, Figura 06-004]

選鉱設備機械仕様　：　[Apendice 06, Tabla 06-017]

貯鉱された鉱石は，揺動フィーダー②にて，40′B.C③に抜鉱され，傾斜30度④のグリズリーで-2′粒度を除去した後，17′×25′ブレーカー⑤（国産品）にて，2インチ以下に破砕する。

これらの新給鉱は，コーンクラッシャ⑧（ブラジル製）からの繰り返し鉱⑨，⑩（約100%）と共に，1.2m×3.0mダブルデッキ振動篩⑦（ブラジル製）にて篩分けし，-3/8インチ粒度は，1,000tボールミル鉱舎⑫に貯鉱される。

一方，篩網上は，3インチコーンクラッシャーにて-3/8インチに破砕の上，繰り返しコンベアを経由して，ブレーカー排鉱⑥と合流する。

人員は，グリズリーとコーンクラッシャーの給鉱口に，各1名が配置され，コーンクラッシャーへの給鉱量を監視しながら，揺動フィーダーのON/OFFにより処理量を調節している。

(2) 処理能力

TBL 6-23

	処理量(ton/年)	運転時間(Hr/年)	時間当処理量(ton/Hr)
プラント用高品位鉱	86,962	1,465.5*	59.0
ヒープ用低品位鉱	43,316	854.2	50.7
計	130,278	2,319.7	56.2*

（消費電力：100KwH）

*:揺動フィーダーの運転時間であり（ON/OFFのONの時間），破砕全工程の運転時間は，5～6時間／方であり，実質30t/Hrの能力である。

(3) 破砕粒度

TBL 6-24

粒度	3'	2'	1'	3/4'	1/2'	3/8'	1/4'	-1/4'		合計
粗鉱ビン	56.4	6.4	7.1	2.9	3.3	2.4	3.7	17.8		100%
振動篩給鉱	-	9.7	13.7	1.6	2.4	4.0	28.2	40.3		100%
C.C.給鉱	-	13.6	25.3	8.2	10.3	10.8	(-3/8') 31.9			100%
C.C.排鉱	-	-	-	-	-	4.5	36.3	59.2		100%
ﾎﾞｰﾙﾐﾙ 鉱舎	-	-	-	-	-	0.3	22.4	(4Mesh) 7.5	(-4Mesh) 69.8	100%

(4) 部品消耗

ライナー，スクリーン，コンベアは全て国産品である。

TBL 6-25

設備	消耗品	耐久	US$/unit
ブレーカー	ライナー	3ケ月	1,300
振動篩	スクリーン	4ケ月	460
C.C.	マントル	1.5 ケ月	800
	コンケーブ	3.0 ケ月	1,000
コンベア			20 $/m

6.2.4.摩鉱工程の現況

(1) 概　要

1,000tボールミル鉱含から，16′ コンベア⑬で抜鉱された鉱石は，12′Dorr 型サイクロン⑮(U.S.A.)の U-flow(鉱液濃度75%)と共に7′×7′ボールミル⑭（国産品）に給鉱される。

ボールミル（鉱液濃度70%)は，主に青化洗浄工程～ヒープリーチングを経由した繰返し水㉘（通称，Sol. Molienda ）及び，少量の新水により調節される。

ボールミル排鉱は，4′×5′スラリーポンプ⑯（ブラジル製）にて，上記サイクロンに，鉱液濃度40%，0.8Kg/cm²にて給鉱され，O-flow は，鉱液濃度25% にて，次工程の青化浸出用50′ シックナー⑰に送液される。

青化浸出用，NacN（ドイツ製）(1.2Kg/t) 及び$Ca(OH)_2$ (3.1Kg/t) （国産品）は，ボールミル給鉱に添加される。

ボール装入量は，60%m/mボールを用い，計13 t に維持している。

ミル内は，pH=11.5，また，シアン濃度は4,000ppmに維持しているが，シアン濃度をヨシテスト型検知管で実測したところ，たまたま1,000ppmを示し，鉱石中の硫化物含有量，その他によりかなり変動している模様である。

(3) 粉砕粒度

① ボールミル給鉱　：　+1/4′-10%,+1m/m-44%,-1m/m-46%。　(F_{80}≒ 4,000μm)

② サイクロンO-flow：　+65Mesh-1.5%,+325Mesh-48.5%,-325Mesh50.0%。

(F_{80}≒ 120μm)

(4) Operating work Index

Motor : 225kw,380V,224Amp(実測),cos ϕ=0.9 (実測),η=0.9として

Wio ≒13.7kwH/s.t.と計算される。

ハードグローブ法による鉱石の被粉砕度は，6.1.3.(5) に示すように10.85kW/s.t.である。

Wio は，分級機，ポンプ等を含む摩鉱系の効率を表現するもので，ハードグローブ法の値との差がこの程度の場合は，極めて良好な操業状況にあると判断される。

(5) 消耗資材

TBL 6-26

設　備	消 耗 品	消耗, 耐久	US$/unit
ボールミル	ボール	0.94kg/ton	1.55 US$/Kg
	セルライナー	9 ケ月	16,000 US$
	エンドライナー	8 ケ月	〃
サイクロン	インナーライナー	5 ケ月	100 US$
	アペックス	1 ケ月	36 US$
	ボルテックス	12ケ月	200 US$
ポ ン プ	ライナー	1,800Hr	310 US$
	インペラー	1,800Hr	300 US$
試　薬	NaCN	1.2 Kg/ton	1.70 US$/Kg
	$Ca(OH)_2$	3.1 Kg/ton	0.18 US$/Kg

6.2.5. 青化浸出工程(1) の現況

ボールミル工程，12′Dorr サイクロンの O-flow は，NO.1 50′×10′Dorr シックナー⑰に給液され，シックナーの U-flow は，鉱液濃度54% に濃縮の上，次段の 30′×25′ 攪拌槽㉑にドルコ型ダイアクラムポンプ⑲にて送液する。

一方シックナーのO-flowは，次段の 50′×10′Dorr シックナー型清浄槽（レーキ無搭載）⑱にて，SSを沈降除去した後，3′×2′ Warthingtonポンプ⑳にて貴液タンク㉙を経由し，亜鉛末置換工程に送られる。

(2) 操業データ

TBL 6-27

設備	鉱種	品位(g/m³) Au	Ag	CN⁻ (ppm)	pH	濃度 (%Solid)	流量 (m³ / 日)	SS (PPM)
NO.1ｼｯｸﾅｰ	Feed			940	11.5	25	1,075	
Cap.	O-flow	2.5	14			-		20～30
550m³	U-flow		70			54	385	
清浄槽								
Cap.	O-flow			820	11.5	-	690	10～15
550m³	U-flow	(NO.1シックナーへ繰返し)						

6.2.6. 青化浸出工程(2) の現況

(1) 概　要

① NO.1シックナーの O-FLOW は，直列に三段に連結された30′×25′ ドル型攪拌槽㉑に給液され，ゆるやかに回転するレーキ（3rpm）から噴出される圧縮空気（3Kg/cm²，5 m³/min）のエアリフト作用を利用して次段の攪拌機へ自然溢流する。
攪拌槽にはボールミル工程と同じく，青化洗浄～ヒープリーチングを経由した繰り返し水㉘を利用し，鉱液濃度を40% 程度に調節維持している。

② 攪拌槽工程で約60時間，浸出された鉱石は，直列に四段に連結された50′×10′ ドル型シックナー(NO.2,3,4,5)㉒㉓㉔㉕に給液される。
シックナーの O-flow は，NO.5からNO.2に向かって順次勾配がとってあり，一方 U-flow は，番号の低方から高い方向に向かうドルコ型ダイアグラムポンプ⑲が設置されており，いわゆる，C.C.D.(Counter-current decantation) 法により鉱石の洗浄を行う。

シックナーの U-flow の鉱液濃度は，52% に維持するように調節されており，洗浄水には，亜鉛末置換工程のフィルター濾液㉚と新水を使用している。

③ NO.2シックナーの O-flow は，洗浄最終液として4′×3′ Warthingtonポンプ㉗にて，ボールミル用射水タンク (Cap. 300m³) ㉘に繰返し，また一部は同容量の別のポンプにて，ヒープリーチング系統㊷に送液される。
一方，ヒープリーチングの貴液㊻は，同じく，ボールミル射水用タンク㉘に繰り返される。

④ NO.4シックナーの U-flow ㉔は，全処理鉱量の70% に相当し，この鉱液は 10′×5 型デスクフィルター㉖にて，水分25% まで脱水され，コンベヤー，トラックを経由して，堆積場に投棄される。

一方，残りの30% は，NO.5シックナー㉕に給液され，U-flow (濃度54%Solid) に濃縮後，ドルコ型ポンプ㉙を経由し，堆積場に自然流下方式にて投棄される。

(2) 攪拌槽の挙動

① 圧気は，金浸出に必要な酸素を補給するために行うが，6.1.項選鉱試験の液中酸化試験あるいは加圧酸化試験の結果を見ると，鉱石の酸化促進による効果も伴うと考えらる。

② 攪拌槽操業データ

TBL 6-28

		流量 (m³ / 日)	濃度 %Solid	品位 (g/m³) Au	品位 (g/m³) Ag	pH	CN⁻ (ppm)
#1攪拌槽	給液	385	54%	2	70	11.5	
(Cap. 500m³)	O-flow	594	40	4	28		800
#2 〃	O-flow	594	40			11.5	600
#3 〃	O-flow	594	40			11.5	

滞留時間：T＝(500×3/594) (24) =60.6Hr

③ 攪拌槽滞留時間と浸出率の関係は，下記の表のようになる。

TBL 6-29

滞留時間(Hr)			0	5	10	15	20	25	30	35	40
品位	溶液	Ag	24.5	28.2	31.1	31.5	32.9	33.2	〃	〃	〃
(g/m³)		Au	3.21	3.55	3.69	3.76	3.84	3.86	3.87	3.89	3.91
	鉱石	Ag	85.2	79.8	75.3	74.5	71.9	〃	〃	〃	〃
		Au	1.54	1.01	0.81	0.71	0.58	0.56	0.56	0.51	0.49

銀については，滞留時間，25Hrで，完全に頭打ちとなり，金についても，40Hrで充分である。 事実，攪拌槽３台の内，１台が故障しても，工程成績には何等変化がない。

(3) C.C.D 法におけるシックナーの操業データ

TBL 6-30

		流量 (m³ / 日)	濃度 (%Solid)	品位(g/m³) Au	CN^- (ppm)	pH
NO.2シックナー	O-flow	1,170	-	3.9	740	11.0
	U-flow	408	52	-	-	-
NO.3	O-flow	968	-	0.7	-	-
	U-flow	408	52	-	-	11.0
NO.4	O-flow	780	-	0.4	770	-
	U-flow	408	52	-	-	11.0
NO.5	O-flow	(278)	-	0.2	300	-
	U-flow	(385)	54	-	-	-
ﾃﾞｽｸﾌｨﾙﾀｰ	Cake	220	75	0.4	-	-
	濾液	188	-	0.4	100	11

( ) は，デスクフィルター故障時の値

(4) 浸出・洗浄工程の挙動解析

① 現場の操業状況について，持参した簡易シアン検知管を用いて工程10ヶ所のシアン濃度を調査したが，現場の流量計が故障しており，その他の分析値もバラツキがあり，更にヒープリーチング系統の溶液が混合処理されており，高品位鉱単独の青化処理挙動に関し全体の把握を短期間で行うのは，極めて困難であった。

そこで，現在の工程について妥当と考えられる範囲で設定値をおき，C.C.D.法のシュミレーションを実施して全体像の把握を試みた。

② 現状の操業系統を模式化すると，Fig 6-6 のようになる。
図において，A1，A2，----，A18 は，主要設備間を流れる流量（m^3／日）を示す。
また，流量記号の上の行に記載した数字は鉱液濃度（% Solid ）を示す。

③ 現状の操業において以下の鉱液濃度（% Solid ）は，比較的安定しているので，これを設定値とした。
ボールミルサイクロンの O-flow 25%，NO.1シックナーの U-flow 54%，
攪拌槽 40%，デスクフィルターの Cake 75%，
NO.2～NO.4シックナーの U-flow 52%，NO.5シックナーの U-flow 54%

④ 亜鉛未置換排液の金品位も比較的安定するので（亜鉛末の安全添加），これをAu品位0.1g/m^3 とした。

⑤ 処理鉱量，元鉱品位はTn=300t/日，Au品位Au1=6.0g/tとした。

⑥ ボールミルとNO.1シックナー系の金浸出率をX1，攪拌槽系の金浸出率をX2，を新水使用量をX3，X4とした。

⑦ 従って，液バランスは

A1＝(75/25) (Tn)，A2＝(46/54) (Tn)，A3＝A1－A2，An＝(48/52) (Tn)，
A5＝A6＝A7，A8＝(46/54) (Tn) (0.3)，A9＝(25/75) (Tn) (0.7)，
A10＝(A7) (0.7)，A11＝A10-A9，A12＝(A7) (0.3)，A14＝A3，
A13＝A12+A14-A8，A15＝A13+A6-A7，A16＝A11+A15+A5-A6
A17＝A16+A2+A4-A5，A18＝A17-A4 となり，更に新水を加えると，
A11＝A11+X3，A1＝A18+X4 となる。

⑧ 次に，No.1，No.2 ---，No.5 シックナー及びデスクフィルターの液中Au濃度（g/m^3）をFig.6-6 の様に，各々 U，W，X，Y，Z，F とすると，金バランスは

(A2+A3) (V) = (A18) (W) + (Tn) (Au1) (X1) + (X4)　　(1)

(A5+A17) (W) = (A2) (V) + (A4) (W) + (Tn) (Au1) (X2) + (A16) (X)　　(2)

(A6+A16) (X) = (A5) (W) + (A11) (F) + (A15) (Y) + (X3) (3)

(A7+A15) (Y) = (A6) (X) + (A13) (Z) (4)

(A8+A7) (Z) = (A12) (Y) + (A14) (Au2) (5)

(A9+A11) (F) = (A10) (Y) (6)

となる。

⑨ 以上の条件において，フィルターケーキの水分中Au品位が現状の操業の成績(Au0.3～0.4 g/m³) に収まるような，X1, X2, X3, X4 の値をシュミレートした。

⑩ 結果は TBL6-31及び Fig 6-6に示すように，Tn=300，X1=50%，X2=44%，X3=100，X4=46.7 において，

U=2.84, W=1.94, X=0.77, Y=0.42, Z=0.28, F=0.32 (g/m³)

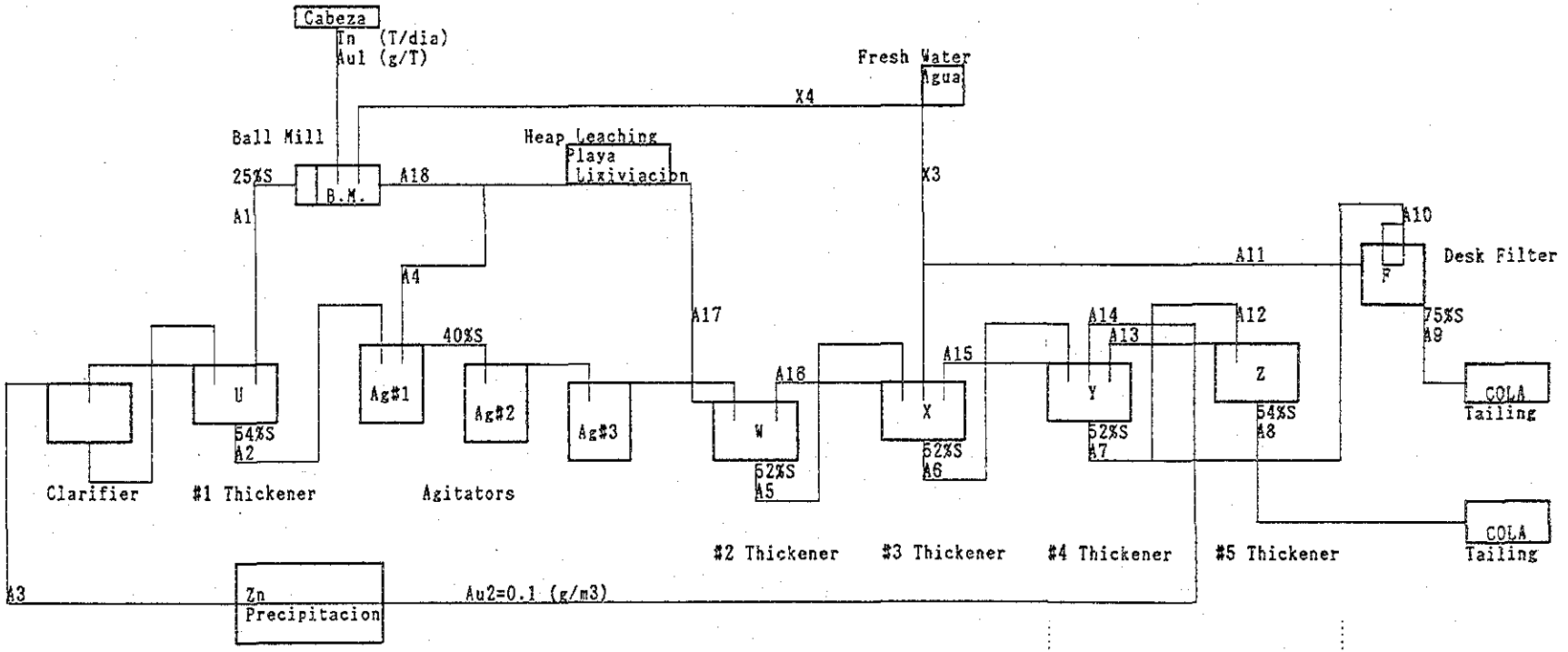
となり，前項の操業データの各点の Au 品位の近似値が求められ，これらの値がほぼ現状を代表するものと考えられる。

計 算 結 果 TBL 6-31

	m³ / 日	Au (g/m³)
A1	900.0	-
A2	255.5	2.84
A3	644.4	2.84
A4	183.9	-
A5	276.9	1.94
A6	276.9	0.77
A7	276.9	0.43
A8	76.7	0.28
A9	70.0	0.32
A10	193.8	-
A11	223.8	0.32
A12	83.1	-
A13	650.9	0.28
A14	644.4	0.10
A15	650.9	0.43
A16	874.7	0.77
A17	1,037.2	1.94
A18	853.3	-

MODELO DEL CIRCUITO DE LA PLANTA

Fig 6-6



BALANZA DE LIQUIDO y ORO

$$(A2+A3)(V)=(A18)(W)+(Tn)(Aul)(X1)+(X4) \quad (1)$$
$$(A5+A17)(W)=(A2)(V)+(A4)(W)+(Tn)(Aul)(X2)+(A16)(X) \quad (2)$$
$$(A6+A16)(X)=(A5)(W)+(A11)(F)+(A15)(Y)+(X3) \quad (3)$$
$$(A7+A15)(Y)=(A6)(X)+(A13)(Z) \quad (4)$$
$$(A8+A7)(Z)=(A12)(Y)+(A14)(AU2) \quad (5)$$
$$(A9+A11)(F)=(A10)(Y) \quad (6)$$

CONDICION DE CALCULO

En caso de
Tn=300 (1/dia)
X1=50%
X2=44%
X3=100 (m3/dia)
X4=46.7(m3/dia)

RESULTADO

U=2.84 (g/m3)
W=1.94
X=0.77
Y=0.43
Z=0.28
F=0.32

6.2.7 亜鉛末置換工程の現況

青化浸出工程，清浄槽O-flowは，貴液タンク㉙を経由して，サンドフィルター㉜で，浄液後，1.25m φ×4.5mH メリル・クロー・タワー㉝において真空度500mHgより，液中溶存酸素を5ppmまで脱酸した後，亜鉛末(400Mesh90%,92%Zn)㉞により置換される。

$2Na[Au(CN)_2]+Zn=ZAu+Na_2[ZN(CN)_2]$

溶液中には，Au，Agの他，鉱石の中の金属の錯化合物，硫黄化合物，溶存酸素などが混在するため，亜鉛末の添加基準は，Au,Ag 1 に対し，Zn 4，（約60ks/ 日）としている。

殿物は，自家製バッチ式バッグフィルター４基㊱にて重力脱水する。バッグフィルター内の殿物（品位Au6%,Ag34%,Zn40%）は，15日毎に回収する。

一方，濾液は(Au0.1,Ag0.2g/m^3）は3′×2′ Warthingtonポンプ㊲にてタンク㊳に貯液後，青化浸出工程の洗浄工程に繰返し使用される。

6.2.8 溶融工程の現況

置換工程のケーキ(90%Solid)は，乾燥炉(700℃)　にて乾燥後，溶剤(Borax,Silica Sand,Na_2CO_3,Na_2NO_3)　を加え粗製炉(3′×3′,950℃)　，精製炉(3′×3′,1,200℃)にて回収し，青金(Au11%,Ag87%,13kg/個) ㊶として，アノードに鋳込む。

当工程は，１週間に１回程度操業する。

作業場は，入口に金属探知器が設置され，外部者は立入り禁止となっている。

6.2.9 金精製の現況

山元で鋳込まれた青金は，Catamarca に輸送され，銀，金，電解により，99.99%Au，又は，99.9%Au(0.3%ペナルティ）として精製し，１ケ月に２回程度，入札販売される。

生産されたAu,Ag の10% は，Catamarca 州法により，Catamarca 州にロイヤリティーとして納入されるが，増産工事期間は，3%に低減される。

6.2.10ヒープリーチングの現況

青化工場，破砕工程で破砕された鉱石は，ボールミル鉱舎の上部で，ヒープ用ホッパーに切替え，トラックにて約500m運搬し，ホッパーに貯鉱後，$Ca(OH)_2$ 3.5Kg/t,NacN0.5 kg/t(濃度 CN 9,000ppm) と混合し，5′×13′ 自家製造粒機(Cap.25t/Hr)　にて造粒後，堆積しヒープリーチングする。

堆積場30m ×120m　は，圧部3%勾配にアスファルト舗装し，Zn置換工程の濾液をヒープ(22m×10m × 3mH) 表面に散水し下流の貴液用ポンド　集約し，青化工場のボールミル工程に繰返される。

ヒープリーチングは，1,000tonを１ロットとし，11ロットが堆積される。

１ロットの青化処理は，43日/ サイクルとし，１サイクルは，青化処理35日，水洗６日，脱水１日，運搬１日の割合である。

6.2.10　堆積場の現況

(1) 概要

現在，下記の３種の廃滓がある。

TBL 6-32

	鉱　　種	処理量 t/年	鉱液濃度 %Solid	輸送
プラント	フィルターケーキ	63,000	75%	トラック
廃　滓	シックナー U-flow	27,000	54%	自然流下
ヒープ廃滓		45,000		トラック
	計	135,000		

(2)　地形：２方を狭い丘で挟まれた素掘りの流送路を利用したもので，選鉱場を起点として，北西方向への下流約2km の地点にかん止堤を建設して，堆積場としている。

現在使用している堆積場は，このかん止堤を終点として，これより上流側の範囲に堆積されている。増産後の累積堆積量は約１５０万㎥を見込んでいる。

最終的に選鉱場からかん止堤までの流送路約2km 全域を活用するとすれば約２５０万㎥の堆積容量の確保が可能であると推定される。

(3)　かん止堤：現在のかん止堤の構造は，ロックアース型ダムで，幅約30m ，高さは，上流側約７m ，下流側約36m の規模である。

廃水処理設備は，設置されておらず，雨季の洪水時の対策として，雨水が，ダムの上部をオーバーフローすることにより，ダムが決壊するのを防ぐため，ダムの横に簡単な放水路を設置している。

(4)　廃水対策：当地区については，特に公害規制はないとのことである。

雨期の季節は，12月～３月の中旬であり，その間の降雨量は，約300mm である。

堆積場周辺の山は，ほとんどが露出した岩石の斜面であり，降雨による山腹の崩壊の恐れはほとんどない。

堆積場の面積に対し，雨水集水面積は，約５倍，排水中のシアン成分は，かなりに希釈される。一方，乾期には，選鉱場から廃さい（水分率50％）を放流しても2km 下流のかん止堤に到達するまでには至らず，途中で地下に浸透してしまうか，或いは蒸発してしまう。従って，排水中のシアン成分が，当堆積場の下流域に及ぼす影響はほとんどないという判断で，現状は特に廃水処理対策は実施していない。

降雨量の実績データを次に示す。

周辺地域の降雨量

TBL 6-33

PRECIPITATION

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	ANNUAL
Monthly Average of Rainfall (1921-1950) in mm													
Andalgala	85	61	46	20	7	17	5	4	6	15	18	37	308
Santa Maria	47	37	22	3	0.2	0.6	0.3	0.3	1	12	16	37	175
Hualfin	41	29	15	3	0	0	1	1	1	2	5	15	113
Monthly Average of Rainfall (1951-1960) in mm													
Andalgala	73	65	55	12	12	6	8	8	4	15	26	32	316
Monthly Average of Rainfall 1975 in mm													
La Alumbrera	79	41.5	35	2	50	-*	20	**-**	10	7	3	11	256.5
Monthly Average of Rainfall 1976 in mm													
La Alumbrera	72	92.5	5.1	19.5	4.5	-*	-*	-*	-*	-*	-*	-*	(197.6)

* no record taken　　** snowfalls were recorded but not measured

TEMPERATURE

Andalgala (1921-1950)	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	MEANS
Mean Temperature	25.3	23.9	21.5	17.0	13.0	9.1	9.2	12.2	16.4	19.3	22.9	24.5	17.9
Mean Max. Temperature	33.3	31.7	29.1	25.0	21.1	17.5	17.9	21.3	25.2	23.3	31.6	33.2	25.9
Mean Min. Temperature	18.1	17.4	16.2	9.9	6.2	2.8	2.2	4.4	7.8	11.4	15.1	17.1	10.7
Max. Temperature	42.4	40.0	37.3	36.5	35.4	36.9	33.0	35.5	37.0	39.5	40.0	41.4	37.9
Min. Temperature	6.6	10.2	1.3	2.0	-2.4	-5.6	-6.9	-4.2	-1.7	0.8	3.4	7.9	1

La Alumbrera (1976-1977)	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	
Mean Temperature	15	12	15	14	16	23	22	22	20	20	19	19	18
Mean Max. Temperature	21	19	21	20	19		27	28	24	25	25	24	22
Mean Min. Temperature	7	4	5	5	5		12	14	13	13	14	9	10
Max. Temperature	28	27	27	28	34	32	32	35	30	30	33	30	31
Min. Temperature	1	-3.5	-5	-2	-4	6	6	10	8	6	8	2	3

6.3 選鉱計画

6.3.1 計画の概要

(1) 採鉱の増産計画(Max:135,000 t ／年）に対処する新選鉱場を計画する。

現状能力は，TBL 6-20に示すように概略（90,000 t ／年）＝(300t/日）×(300日／年）なので，新選鉱場の能力は，

(135,000 t ／年）／(300日／年）＝(450 t ／日）とする。

(2) 破砕工程は，現有設備を増強するものとし，現設鉱舎，建屋の範囲で増強する。

(3) 採鉱方法は，機械化高能率採鉱を採用するため，粗鉱粒度が粗大化するので，これに対処できる破砕設備とする。

(4) 破砕粒度は，ヒープリーチング用鉱石は現状と同じ-3/8インチ，青化工場用は摩鉱工程の能力との関連で，処理鉱量の増大に対処するものとする。

(5) 6.2.5.項に示した，青化浸出工程(1) は，現設の 50′×10′ 清浄槽に対し，レーキを設置した上，No.1 シックナーとパラレル運転とする。

即ち，摩鉱産物を 2 基のシックナーに分割給鉱する。シックナー 1 基当り給鉱が75%に低減するので，洗浄槽は省略し，代りに沈澱工程のサンドフィルターを増強するものとする。

(6) 6.2.6.項に示した，青化浸出工程(2) の攪拌槽は，現状は 3 基中 2 基の能力で充分であり50%の余裕があるので，現設能力のままとする。

(7) 6.2.6.(b)項に示した，現状のC.C.D の洗浄工程は，フィルター能力不足のため，変則的なシックナー 4 基運転をしているが，フィルターを増強すると，（シックナー 2 基／系列）×（2 系列）で，充分洗浄能力を発揮できる。

従って，攪拌槽O-Flowをシックナー 2 系列（1 系列 2 基）に分割給鉱し，各系列毎にフィルターを設置するものとし，フィルター 2 基を増設し，合計 3 基とする。

(8) 沈澱工程は，浸出液の増量に応じサンドフィルター，Zn置換フィルターの濾液ポンプ

増強を行う。

(9)　溶融設備は，現状通りで充分である。

(10)　廃さい堆積場は，フィルター，ケーキの形で投棄するので問題なくなるが，それでも大豪雨時にスライムが系外に流失する危険があるので，この対策を講ずる。

(11)　ヒープ・リーチングの処理量は，(2) の破砕工程の強化方法と関連する。

ヒープ・リーチングの処理量増加だけのための破砕工程の強化は投資上問題なので，高品位粗鉱処理能力＋余裕の範囲とする。

一応，現状程度の処理量（45,000 t／年）を目安とする。

(12)　増産起業工事は，採鉱の増産計画年次に合せて，3年間で実施する。

(13)　起業工事費は，極力ミニマイズするため，自家製設備の利用，国産品にウェートを置き，輸入品は必要最小限とする。

(14)　モーター，配電盤，配電材等を含め，極力現有遊休プラント（浮選及びシンタリング設備）の設備を転用する。

(15)　増産による人員増加は考えないものとする。（減量考えるべきである）。

(16)　NaCN使用量の増使用，フィルターの強化，Alto de la Blenda 鉱出鉱比率の増加の3つの効果により，Au，Ag採収率は現状に比較し，下記のように向上すると見込む。

TBL 6-40

	見込採収率	
	Au	Ag
青化工場	94.29% (1.0%)	60.00% (17.94%)
ヒープリーチング	72.81%	34.65%

( )：現状からの向上

(17) 加圧酸化法を採用した場合は，Au，Ag採収率は現状に比較し，下記のように向上すると見込む。

TBL 6-41

	見込採収率	
	Au	Ag
青化工場	97.00% (3.71%)	80.00% (37.94%)
ヒープリーチング	72.81%	34.65%

6.3.2 破砕工程計画

(1) 処理鉱量（t／年）

TBL 6-42

	現　　状	計　　画
青化工場	90,000	135,000
ﾋｰﾌﾟﾘｰﾁﾝｸﾞ	45,000	45,000
計	135,000	180,000

(2) 粗鉱粒度

TBL 6-43

粒　度	−400m/m ＋300m/m	−300m/m ＋3″	−3″ ＋1″	−1″ ＋3/8′	−3/8′	計 (%)
現　状	-	56.4	13.5	8.6	21.5	100.0
計　画	33.0	30.0	11.0	8.0	18.0	100.0

(3) 破砕産物

TBL 6-44

	粒　度	−3/4″ ＋3/8″	−3/8″ ＋1/4″	−1/4″ ＋4Mesh	-4Mesh	計 (%)
現　状		0.3	22.4	7.5	69.8	100.0
計　画	ﾋｰﾌﾟﾘｰﾁﾝｸﾞ	〃	〃	〃	〃	
	青化工場		P_{80}＝12.7mm*			

＊：産物の80%通過粒度

(4) 運転時間及び人員配置

現状通り，（2名／方）×（3方／日）とする。

(5) 新工程の仕様

① 粗鉱舎入口の格子を300m/mから400 ×400m/m に拡大する。

② 現状揺動フイーダーの位置に 40′×3mL Apron Feeder（3Hp）を設置する。

③ Blaker前の Grizzlyは現状と同様，2′スリットとする。

④ 現状 17′×25′ Blakerの位置に， 36′×24′Single Toggle Crusher(50Hp)を新しく設置する。

⑤ ベルトコンベアのフレーム全て，現設のものとする。
但し，機番No.9は，テール部を嵩上げし，勾配を20° から16° にする。

⑥ コーンクラッシャーは，配電室壁側に，現有の2台を並列に据付ける。

⑦ コーンクラッシャーは， 1台はSet 3/8′としヒープリーチング用とし， 1台はSet 15m/m として摩鉱用とする。

⑧ スクリーンは1台増設（5′×12′ ，ダブルデッキ，15m/m 網目）し，摩鉱用とし，現設のスクリーンは，そのままヒープリーチング用とする。

⑨ スクリーンへの給鉱は，水平振動フィーダーで切り替える。

[破砕工程，機械配置図：Apendice 06 , Figura 06-005]

[機械仕様　　：Apendice 08 , Tabla 08-011]

6.3.3 摩鉱工程計画

(1) 処理鉱量

現状： 90,000 t／年, 300 t／日

計画：135,000 t／年, 450 t／日

(2) 粒度分布

TBL 6-45

		-3/4′ +3/8′	-3/8′ +1/4′	-1/4′ 4 #	-4#	+65#	+325#	-325#	計 (%)
現状	給鉱	0.3	22.4	7.5	69.8				100.0
	産物					1.5	48.5	50.0	100.0
計画	給鉱		F_{80}=12.7m/m *						
	Rod Mill産物		P_{80}=550μm **						
	Ball Mill 産物					1.5	48.5	50.0	100.0

＊：給鉱の80%通過粒度

＊＊：産物の　　〃

(3) 新工程の仕様

① 現設ボールミルの横に6′×12′ Rod Millを新しく設置する。

② Rod Millへの給鉱は，現設摩鉱々舎コンベアのHead側からRod Mill給鉱口へ16′×10mのコンベアを設置する。

③ Rod Millの排鉱は 16′×10mのコンベアにて現設Dorr CycloneのU-flowに合流させ，現設7′×7′ Ball Mill給鉱とする。

④ Dorr Cyclone給鉱ポンプは，現設4′×5′ Slurry Pumpの回転数を20%程度アップする。

⑤ Dorr CycloneのO-flowは，鉱量分割機で2 分した上，現状#1 シックナーとClarifierに給鉱する。

⑥ 加圧酸化用 Autoclaveを採用する場合は，このRod Mill排鉱が Autoclaveに給鉱され，加圧酸化された後，ボールミルに給鉱する。

[摩鉱機械配置計画図：Apendice 06, Figura 06-006]

6.3.4 青化浸出工程(1) 計画

(1) 処理鉱量

現状：1系列（シックナー1基+清浄槽1基）

計画：2系列（シックナー1基×2系列）

TBL 6-46

シックナー	Solid(t/H)		Liquid(㎥/H)*		計 (㎥/H)**		滞留時間	
	現 状	計 画	現 状	計 画	現 状	計 画	現 状	計 画
給鉱	300	450	900	1693	1008	1855	13Hr	13.4Hr
O-flow			644	1309	644 (0.45 ㎥/min)	1309 (0.98 ㎥/min)		
U-flow	300	450	256	384	364	546		

＊：水バランス 6.3.5.項

＊＊：$\rho=2.78$

現状，シックナー1基にて 1,008㎥／日を処理しているが，計画ではシックナー1基当り（1855/2）=928㎥／日の処理となり，現状とほぼ同等である。

(2) 新工程の仕様

① 現状の（50′×10′，シックナー1基）＋（50′×10′，清浄槽1基）の1系統に対し，清浄槽にレーキを搭載し，シックナー1基×2系統に編成替えし，給鉱を2分割し，パラレル給鉱する。

② 2基のシックナーの O-flow は，集約の上3′×2′ Warthington ポンプを1台新設し，合計2台にて貴液槽に揚液する。

③ 清浄槽のシックナーに，スピゴット抜鉱用ドルコ型ダイアフラムポンプを新規に据付ける。

6.3.5 青化浸出工程(2) 計画

(1) 現状の洗浄ロス

現状の青化選鉱場，全工程の水バランスは，前述のFig 6-6 に示す通りである。

従って，廃さいに流出する液中のAu量は，

(0.28×76.7) ＋ (0.32×70) ＝43.9g／日となり，

損失ロスは摩鉱給鉱量に対し(43.9)／(300×6)＝ 2.4%程度である。

(2) 新工程の仕様

① 青化浸出工程(1) のシックナー U-flow は，直列に連結した3基の攪拌槽に給鉱され，酸化攪拌する。

現状の滞留時間は，

(500m³× 3基) ／(364＋184 m³／日) ＝66時間程度である。

② 一方，新工程の場合は

(500m³× 3) ／(546＋ 145m³／日) ＝52時間程度と見積もられるが，攪拌槽の効果は40時間程度で頭打ちになるので，攪拌機の増設は不要である。

③ 現状の洗浄工程は， 50′×10′ シックナー4基及び 10′φデスクフィルター1基であるが，新工程はフイルターを1基増設し，1系統につきシックナー2基とフィルター1基の構成とし，2系列をパラレルに設置する。

④ Fig 6-6 に示したのと同様の手順になり，この新系統について，水バランスを計算すると，Fig 6-10のようになる。

⑤ NO.1, NO.2, NO.3, シックナー及びフィルターの液中の金濃度をW, X, Y, Fとすると，W=2.01, X=1.06, Y=0.31, F=0.23(mg/m³) となる。

計 算 結 果　　TBL 6-47

	m³／日	Au (g／m³)
A1	846.4	-
A2	191.7	2.01
A3	654.8	2.01
A4	145.8	-
A5	337.5	-
A6	207.7	1.06
A7	207.7	0.31
A8	75.0	0.23
A9	206.7	0.23
A10	654.8	0.10
A11	861.5	0.31
A12	991.3	0.23
A13	845.4	-

⑥ 従って，廃さいに流出する液中のAu量は
（0.23g／m³）×（75m³／日）×（2系列）＝34.5g／日となり，
損失ロスは，摩鉱給鉱量に対し，（34.5/450×6）＝1.3 %程度となり，
現状に対し，2.4－1.3 ＝1.1 %の改善となる。

⑦ 現状フイルター 10′φ×5 Desk×1基は，摩鉱給鉱量の約7割分
(300t／日× 0.7＝ 210t／日）の廃さいをケーキ水分25%まで脱水しており，
これは 450t／日／2系列（＝ 225t／日／系列）の新洗浄工程の1系統に対応する。

従って，残りのもう1系統のため 4,000φ×5,000mL のオリバーフイルターを1基新設する必要がある。
しかし，現状は，フイルターの故障，濾布の巻き替えなど脱水系統特有の休転時のため，NO.5のシックナーを予備に利用しているが，新系統では，この予備のシックナーがないので，更に予備のフイルター1台，即ち合計2台のフイルターを新設する。

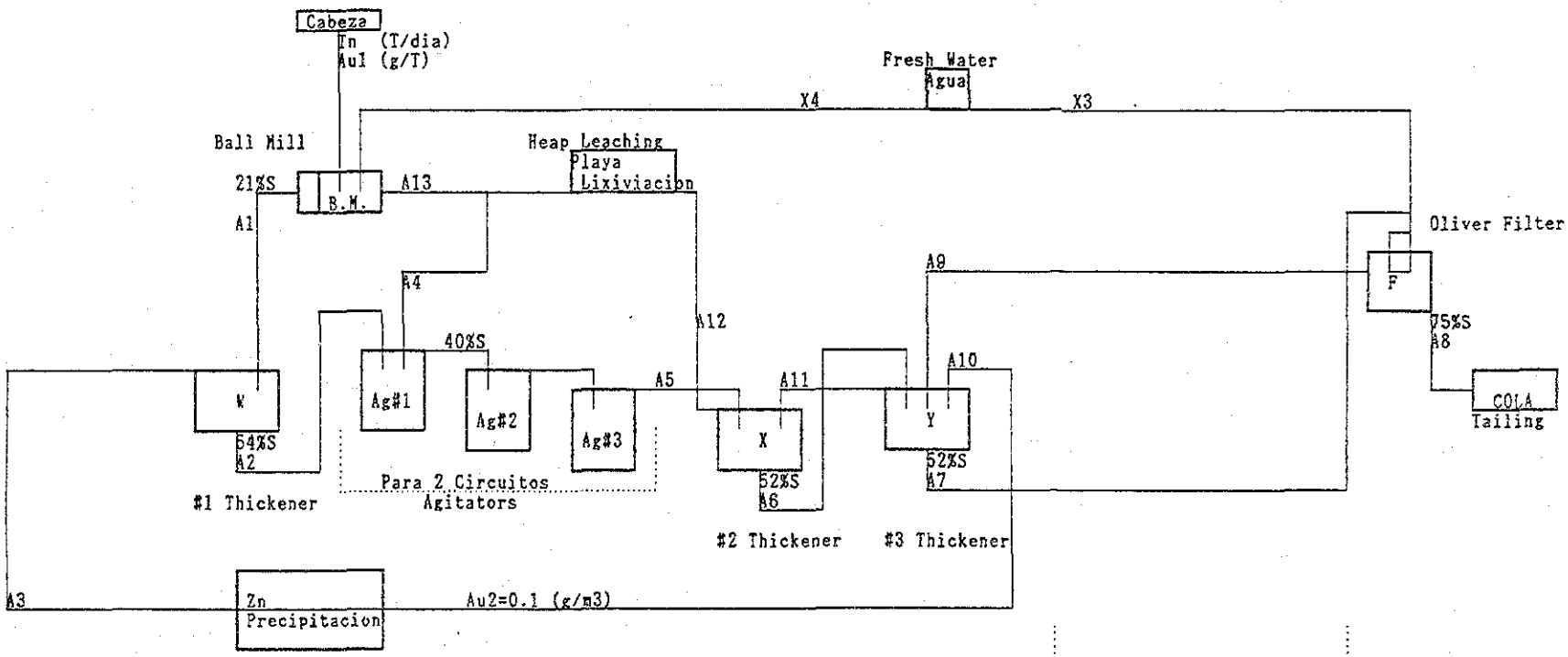
⑧ 現状の洗浄水（現状1070㎥／日）は，4′×3′ Warthingtonポンプ（20HP, 45mH, 1900 rpm）にて，摩鉱用くりかえし水タンクに揚液されると同時に，その１部は 10mφ×2.8mH タンクを経由し，3′×2′ Warthingtonポンプ（10HP, 40mH, 1400rpm）にて，ヒープリーチング用給液ポンドに給液される。

⑨ 一方，新工程の洗浄水は１系統当り， 991㎥／日と推定するので，4′×3′ Warthington ポンプ１台の新設が必要となる。

⑩ なお，新水の使用は，現状は， 146.7㎥／日であるが，新系統ではFilterの増強によるくりかえしの強化により所要新水量は 149㎥／日となり，現状とほぼ同等である。

PROYECTO DEL CIRCUITO DE LA PLANTA

Fig 6-10.



BALANZA DE LIQUIDO y ORO

$$(A2+A3)(V)=(A1)(X)+(Tn)(Au1)(X1)+(X4) \quad (1)$$
$$(A6+A12)(X)=(A2)(W)+(A4)(X)+(Tn)(Au1)(X2)+(A11)(Y) \quad (2)$$
$$(A7+A11)(Y)=(A6)(X)+(A9)(F)+(A10)(Au2) \quad (3)$$
$$(A8+A9)(F)=(A7)(Y)+(X3) \quad (4)$$

CONDICION DE CALCULO
En caso de

Tn=450/2 (T/dia)
X1=60%
X2=34%
X3=74 (m3/dia)
X4= 1 (m3/dia)

RESULTADO

W=2.01 (g/m3)
X=1.06
Y=0.31
F=0.23

6.3.6 沈殿工程計画

(1) 処理量

現状： 644.4㎥／日（0.44㎥／分）

計画： 654.8㎥／日×２＝1309.6㎥／日（0.91㎥／分）

(2) 現状，50㎥×１基，30㎥×２基，計 110㎥のサンドフイルターを使用している。計画では、液量が倍増するので，設備も倍増する。

(3) 現状， 1.25mφ×4.5mH メリルクロータワーにて溶存酸素５ppm まで脱酸している。一方串木野の場合，これと同様の容量の設備にて，約2000㎥／日の貴液を処理しておりこのタワーの増設は必要ないと考える。

(4) 亜鉛末は，現状メリルクロータワー抜出しポンプに添加されており，容量的に問題ないので現状通りとする。

(5) 現状，12cmφ×90cmの濾布製バッグ 232本を4′×5′×6′タンクにつるして，沈殿金を回収している。

バッグの交換は，15日に１回であるが，これを10日に１回とすることにより対応可能なので，この増強は不要である。

(6) 濾液は，現状 645㎥／日（0.44㎥／分）を3′×2′ Warthingtonポンプ（10HP，30m）にて貧液タンクに送液している。

このポンプは，回転数を300rpm増速し，モーターを15HPに交換する。

6.3.7 溶融工程計画

現状，当系統の操業は１週間に１回程度あり，増強は不要である。

6.3.8 ヒープリーチング計画

埋蔵鉱量が少なく，現状以上の増産をやるメリットがないので，現状設備内での操業とする。

6.3.9 堆積場計画

(1) 処理量

増産後の廃さい量は，300 t／日から 450 t／日へ増加する。

これに対して現状の堆積場を抜本的に増強することは，大きな初期投資が必要となり，結果として，増強後の鉱山全体の経営収支に大きく影響するため，今回は，現状の堆積場を極力有効活用することを前提として，必要最小限度の補強対策に留めることとする。

(2) シアン廃水処理

廃水処理は，乾期の場合，選鉱場から堆積かん止堤に至る約 2 kmの間に全ての廃水が蒸発するため，問題はない。

また雨期の場合も，フィルターケーキとしてトラックにて投棄される尾鉱に対しては，

① 雨水の集水，流下するゾーンの外に堆積されている。

② ケーキは雨水に対し，不透水層を形成し，雨水程度の水量では内部まで浸透せず，堆積表面を流下する。

③ 当地域の年間降雨量は約300mm/年であり，ケーキの堆積場を浸蝕する程の雨水はない。

などの理由により，ケーキ内のシアン含有水が堆積場外に流出する問題は認められない。

問題は，現在シックナー・スピゴットとして投棄されている約30%の尾鉱であり，これは水分が約50%のため，雨期の場合は雨水と共にかん止堤をオーバーすることが想定される。

しかし，今回の計画において，全ての尾鉱はフィルターケーキとして投棄するので，上記①，②，③の理由により，特に問題ないと考えられる。

先ず，フィルターを増強して様子を見る事とする。

(3) スライムの問題

開山以来の尾鉱の内，シックナー・スピゴットとして投棄された尾鉱が，現在選鉱場から堆積場かん止堤に至る沢水の流域に広く散布している。

これらの尾鉱中のシアンは，全て風化作用により分解され，シアン問題は認められない。

しかし，6.2.10項に述べた用に洪水に対する防護策として，かん止堤の横に放水路が設けられている。

従って，洪水時には場内のスライム分が雨水と共に系外に流出する恐れがある。

当地域のような，少雨量の地域で洪水が起きるのは極めて希な例であるが，３年前に１度認められた。原因は選鉱場からかん止堤に至る流域の集水面積の約５倍の集水面積を持つ地域の雨水が，かん止堤の上流側に流入しているためである。

従って，下記のような山腹水路を設け，スライムの流出を防止することとする。

(4) かん止堤

堆積量の増加により，かん止堤の強度アップの必要性が懸念されるが，当面は，現在の堆積場を拡大使用することで様子をみて，必要に応じて，現状ダムの下流側斜面をロックアースで補強してゆくこととする。

(5) 山腹水路の設置

選鉱場～かん止堤を含む谷の集水面積は約 580,000㎡であるが，この他，かん止堤の上流 500mの右岸にFarallon Negro, Alto de la Blendaを含む集水面積約3,200,000 ㎡の水脈が合流している。

乾期は問題ないが，雨期には集中豪雨による洪水の恐れがあるので，この雨期の洪水対策として，かん止堤の上流にある水脈の合流地点から，かん止堤の地点まで，現状の素掘り流送路と平行して，河川の切替え水路としての山腹水路を確保することとする。

[水路計画図 Apendice 6, Figura 06-007]

(6) 山腹水路の計算

① 月最大降雨量 92.5mm

② 日雨量換算安全をみて３日間で降ったとすると，日雨量＝31mmとなる。

③ 時間降水量 $R = R' \div 24 \times 24n = 6.3$ mm/h

但し $n = 1/2$ とする。

④ 流出量 $Q = 1/3.6 \times f \times R \times A = 1.7$ ㎥/sec

但し $f = 0.3$ $A = 13$TK㎡とする。

⑤ 水路断面 $a = 0.5$㎡ $P = 3.8$ $r = 0.526$ $n = 0.02$ $I = 1/50$

高低差40m 長さ1000m

$V = 1/h \times r^{2/3} \times I^{1/2} = 4.6$m/sec

$Q = a \times v = 2.3$㎥/sec > 1.7㎥/sec

[水路計画図 Apendice 6, Figura 06-008]

6.3.10 選鉱投資計画

TBL 6-48

投資項目	金額 (千US$)	投資年度 (千US$)		
		初年度	2年度	3年度
1. 破砕工程	355.2		355.2	
2. 摩鉱工程	606.4	606.4		
3. 青化工程	572.5			572.5
4. 沈澱工程	141.2		141.2	
5. 発電	586.3		293.2	293.2
6. 堆積場	107.5			107.5
7. 設計	118.5	118.5		
8. 予備	124.4			124.4
計	2,612.0	724.9	789.6	1,097.6

[Apendice 08, Tabla 08-011]

450t／日処理，新工程のフローシート

[Apendice 06, Figura 06-009]

6.3.11 選鉱生産計画

(1) 処理鉱量

増産工事を3年として，初年度は現状通り，300t／日処理とし，毎年 50t／日づつ増産し，4年目から9年間450t／日処理とする。

（合計12年間，総処理量1,530,000 ton）

(2) 原鉱品位

起業当初は負担が大きいので Au6.1～6.2g/tを処理し，以後6～5.5g/tまで低下するものとする（期間平均：Au＝5.89，Ag＝113g/t）。

(3) 採収率は

金：当初3年間は 93.29%（過去3年間の実績の平均）

以降，起業効果により 94.29%を見込む。

銀：当初3年間は 42.06%（過去3年間の実績の平均）

以降，同上の理由により60%を見込む。

(4) ヒープリーチングは，現状の通りの処理鉱量，品位，採収率を見込む。（以下YMAD資料）

処理鉱量　45,000t/年，12年間，総量 541,483 t

粗鉱品位　Au: 2.33g/t，Ag: 42g/t

採 取 率　Au: 73.8%，　Ag: 34.7%

[売上げ計算：Apendice 08，Tabla 08-002]

6.3.12 選鉱操業計画

(1) 原単位増加要因は，NaCNの増量と採鉱粒度の粗大化による設備増強に基づく電力原単位のアップで，この2要因で約2 US$/tのアップとなる。

(2) 労務費は，現状の職員10名，従業員56名，計66名を3年間で徐々に削減し，4年目から職員6名，従業員42名体制に持っていく。

現状，ヒープリーチングを含め450t/日あたり66名の人員は過剰であり（450／66＝6.8t／工），増産を機会に（600／48＝12.5t／工）と能率の倍増を図る。2.0$／t のダウンとなる。

対策は，余剰人員の下請組化を図り，増産起業費の労務費を充当する。

(3) 用水は，フィルター強化により用水使用量は現状程度に抑制できるが，ケーキのトラック運搬費用が増加するので，これらのコストはほぼ同等である。

［選鉱操業費：Apendice 08, Tabla 08-008］

7. その他計画

7.1 電力供給

(1) 概　　要

配電用の電源は全て自前の自家発電設備で自給しており，Fig 7-2 に示すように，採鉱・選鉱工場等の生産設備用電源，用水の供給設備用電源，住宅等の居住地区用電源として，各地区に配電している。増産後の電源も，現状通り自家発電でまかなう予定であり，電源容量について，現行の主発電機（定格出力1,600KVA）×4台分の能力でまかなえる見込みであるが，内1台が高額のリースで賄われており，今回の増産を契機としてリースをやめ1台を（1,600KVA相当）更新することとする。

また，配電関係では，今回増強する選鉱工場内の内，磨鉱工程についてのみ変圧器（315KVA）×1台能力アップするものとする。

(2) 現状の電源設備

現状の自家発電設備の構成は，主発電機×4台（内1台はリース），補助用発電機×2台からなっており，その仕様は次のとおりである。

・主発電機	数量	3台	
	メーカー	Fijos社製	
	原動機	定格出力	1,850 馬力
	発電機	定格出力	1,600 KVA
・主発電機	数量	1台	
	メーカー	リース	
	発電機	定格出力	1,600 KVA
・補助発電機	数量	1台	
	メーカー	Fijos社製	
	原動機	定格出力	270 馬力
	発電機	定格出力	225 KVA
・補助発電機	数量	1台	
	メーカー	Movil社製	
	原動機	定格出力	66 馬力
	発電機	定格出力	50 KVA

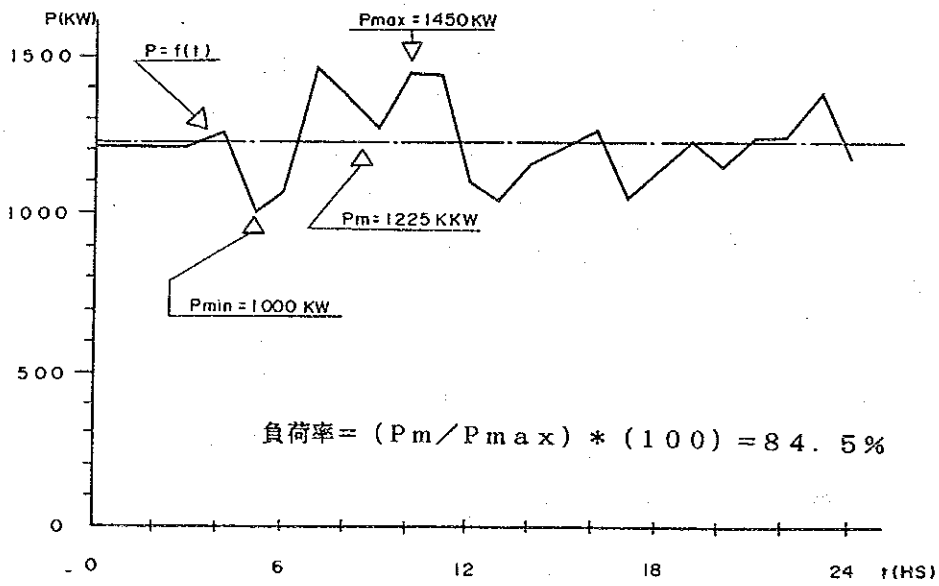
(3) 現状の需要電力

年間の総発電電力量は，1990年度の実績で約7,840MWHであり，部門別の需要電力量の内訳は，次のとおりである。

Acueducto	1,390 MWH
Mina	2,756 MWH
Campamenta	678 MWH
Planta	2,576 MWH
Usina	443 MWH
Total	7,840 MWH

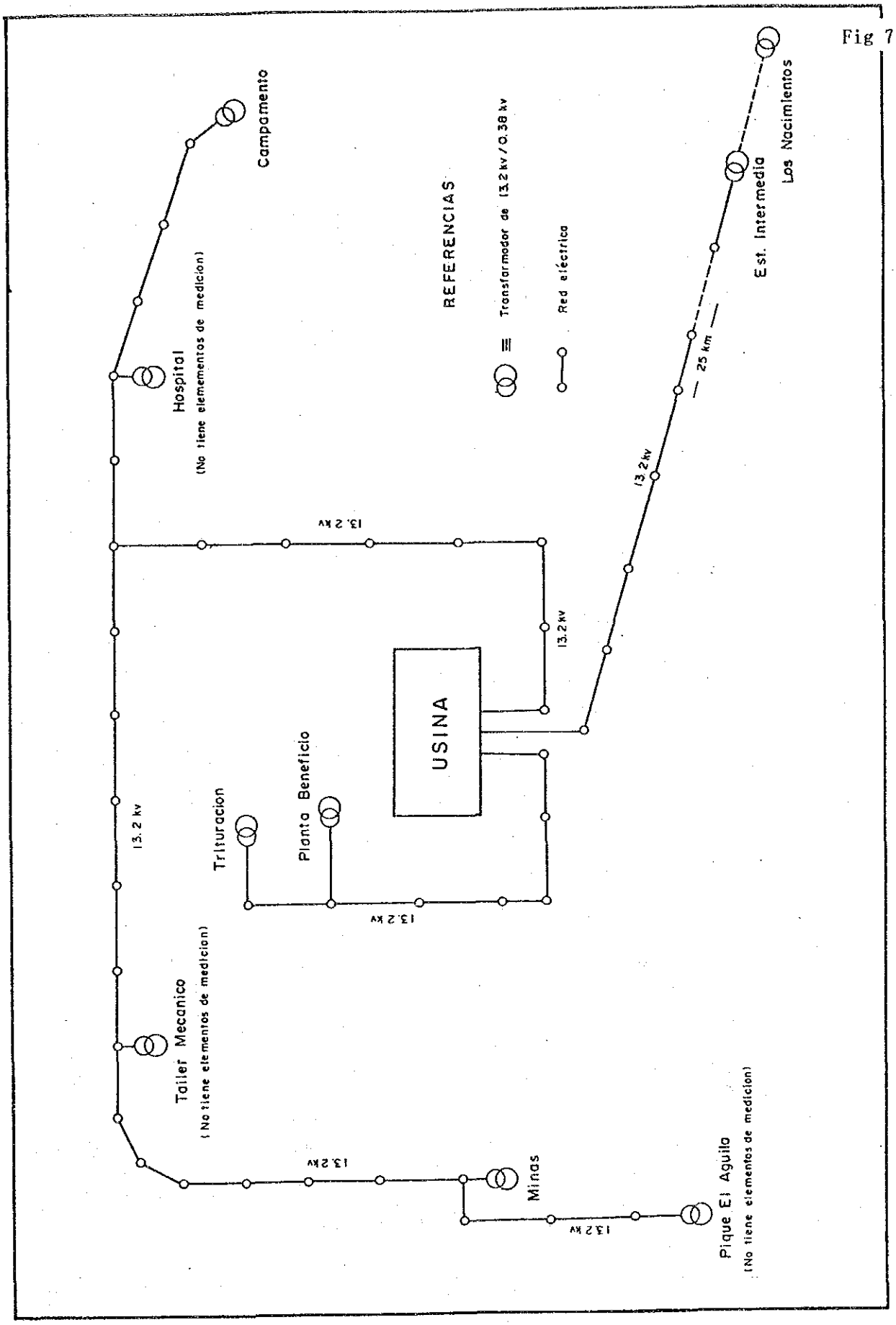
当鉱山における発電機の発電能力は，標高 2,600mと高緯度にあるため，気圧の関係で原動機の実出力が定格値より下回る。そのため既存の主発電機（定格出力1,600KVA）における最大発電出力は，過去の実績により 900KWとなっている。よって現状の発電機の運転方法は過去の使用電力の最大値が 1,450KWであるため，主発電機４台の内，２台常時運転（最大発電能力 1,800KW）としている。残りの２台については，１台は常時予備としてスタンバイの状態であり，残りの１台については，予備の状態あるいは，定期修理のため工場へ持ち込みというケースを想定している。

Fig 7-1



ESQUEMA DE RED ELECTRICA EN MINA FARALLON NEGRO

Fig 7-2



(4) 電　　圧

発電機出力側での発生電圧は，13.2KVであり，この電圧にてそれぞれの需要地点の近くまで送電し，変圧器にて385Vに降圧し，動力負荷に配電している。また，照明コンセント，住宅等の居住地区の電圧は220Vである。なお，周波数は50Hzである。

(5) 増産後の需要電力の推定

増産後の年間の需要電力量は，次のように推測される。

増産後の需要電力の推定(MWH)　　TBL 7-1

部門	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	計
用水	1390	1390	1390	1390	1390	1390	1390	1390	1390	1390	1390	1390	16680
採鉱	2700	2734	2744	2314	1697	1697	1697	1697	1697	1697	1697	1697	24068
社宅	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	8136
選鉱	2576	3550	4200	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	55326
発電	443	530	570	600	563	563	563	563	563	563	563	563	6647
計	7787	8882	9582	9982	9328	9328	9328	9328	9328	9328	9328	9328	110857

上記表より，年間の最大需要電力量は9,982MWH/年であり，これを平均電力に換算すると，1,139kw となる。これに，負荷率84.5%を考慮すると増産後の最大電力値は，約1,348kw になると推定される。

(6) 増産後の電源設備

増産後の最大需要電力は，1,348kw と推定される。これは，主発機２台運転した場合の最大発電能力 1,800KWで対応可能な値である。よって，増産後の電源設備は，現行の発電機の台数及び，運転方法で対応するものとする。

但し，工場の立ち上げ時，あるいは大容量の電動機の起動時等で，短期的に電力負荷が増大する時は，必要に応じて電動機の起動順序を調整するか，主発電機を３台運転をするなどの対応策を検討する必要がある。

また，現状の主発電機４台のうち，リースしている１台分については，今後の経済性を考慮して，廃止するものとし，その代わりにFig.7-2 に示すように現在の建屋内に新規に主発電機（1,600KVA相当機）を１台更新するものとする。

(7) 受配電設備

送電線路：送電線路は，架空のアルミ電線で，電圧13.2KVで需要地点の近くまで送電している。今回，増産により設備増強をする選鉱工場については，発電所からの送電距離が近く，需要電力に対して，電圧が13.2KVと高いため，送電能力及び電圧変動の面でも現状の送電設備で特に問題はない。

① 送電能力　$\sqrt{3} \times I \times V = 1,370KVA$

② 電圧変動　$\sqrt{3} \times I\ (X\cos\Phi \times R\sin\Phi) = 9.5V$

$9.5V / 13.2KV = 0.0007 - 0.07\%$

配電設備：選鉱工場の中で，磨鉱工程用の配電設備については，現在315KVAの変圧器×3台設置しているが，増産後は，ボールミル（電動機出力 225KW）が1系統増強されるため，ボールミル起動時の2次側電源系統（385V）の安定を考慮して，既設の変圧器に315KVAの変圧器をもう1台並列に新設して，315KVAの変圧器×4台とする。

また，破砕工程については，基本的には現在の工程はそのままで，各設備の能力をそれぞれアップすることで対応する予定であり，現状の需要電力が，

$$P = \sqrt{3} \times 200A \times 385V = 133KVA$$

であることから，増強後の需要電力が5割増加したとしても，

$$P' = 133KVA \times 1.5 = 200KVA$$

となり，既設の315KVAの変圧器×1台でまかなえるため，変圧器の増強は行わないものとする。

その他の配電設備については，現在の変圧器容量でまかなえるため，現在の配電設備をそのまま利用し，新設及び増強は行わないものとする。

(8) 電力単価

① KWH当たりのConsumo Gas-Oil ：1990年実績

	Produccionn Energia (MWH)	Consumo Gas-Oil (×1000Litros)	Gas-Oil/Energia (LT/KWH)
ENERO	388	141	0.363
FEBRERO	569	212	0.372
MARZO	598	228	0.381
ABRIL	635	239	0.376
MAYO	748	258	0.347
JUNIO	724	241	0.333
JULIO	690	230	0.333
AGOSTO	710	238	0.335
SETIEMBRE	725	238	0.328
OCTUBRE	763	258	0.338
NOVIEMBRE	740	259	0.350
DICIEMBRE	560	194	0.346
TOTAL	7,845	2,736	0.349

よって，KWH あたりのConsumo Gas-Oil は 0.349LT/KWHとする。

② 電力単価の算出：

燃　料　費	2,736Kl x 0.267US$/l=730,512 US$/Y
保全，労務費	129,752 US$/Y
合　　計	860,264 US$/Y
	(=0.11 US$/Y)

よって，電力単価は，11¢/KWHとする。

7.2 用水供給設備

(1) 概　　要

用水は，現在，鉱山から約22km離れた下方の水源地からポンプにて鉱山まで送水している。これにより，Planta，Mina，Campamentaの全域の用水需要をまかなっている。

増産後も，現状の用水設備で対応することとし，増産による用水の増加分は，場内繰り返し水を有効活用することでも対策を図る。

(2) 需 要 量

用水の需要量は，１日当たり約 650㎥程度であり，その内訳は，およそ次のようになっている。

Planta	58%
Mina	12%
Campamento	25%
Usina	3%
他	2%

(3) 供給方法，設備

Plantaから約22km離れた下方に水源（海抜 2,058m）があり，ここに多段式遠心型ポンプ（圧力40kg／㎠，電動機出力90KW）×３台設置し，パイプライン（配管径６インチ）を通して，上方約11kmのところにある中継貯水池（海抜 2,402m）まで送水している。

中継貯水池の貯水能力は，1,500㎥の貯槽が２槽あり，常時 3,000㎥の水を貯水している。

中継貯水池にも，多段式遠心型ポンプ（圧力40kg／㎠，電動機出力90KW）×３台を設置しており，パイプライン（配管径６インチ）を通してさらに上方にある鉱山地域の貯水池（海抜 2,720m）まで送水している。

１日の送水時間は約18～20　H/日である。

増産後も，用水供給システムについては，基本的には既存の設備を，そのまま活用してゆくこととし，増強の必要はない。

但し，増産により，増加する用水量については，需要量の多いPlantaにドラムフィルターを新規に設置し，廃さいの脱水を強化し，構内の繰り返し水として有効活用を図ることにより対応する。

7.3 通信設備

(1) 概　　要

通信設備は，現在，鉱山からの無線通信及び無線を利用しての一般電話回線との通信が行われており，増産後も本通信設備の利用が可能である。今後は必要に応じて逐次電話機の台数を増やすことで対応してゆくものとする。

(2) 無線設備

現在モトローラ社製4チャンネルの無線通信設備を設置しており，1及び2チャンネルで鉱山からカタマルカ事務所，及びトクマン事務所との通信が可能であり，また3及び4チャンネルで，鉱山とブエノスアイレス事務所との通信が可能である。

増産後も，この無線通信設備をそのまま利用する。

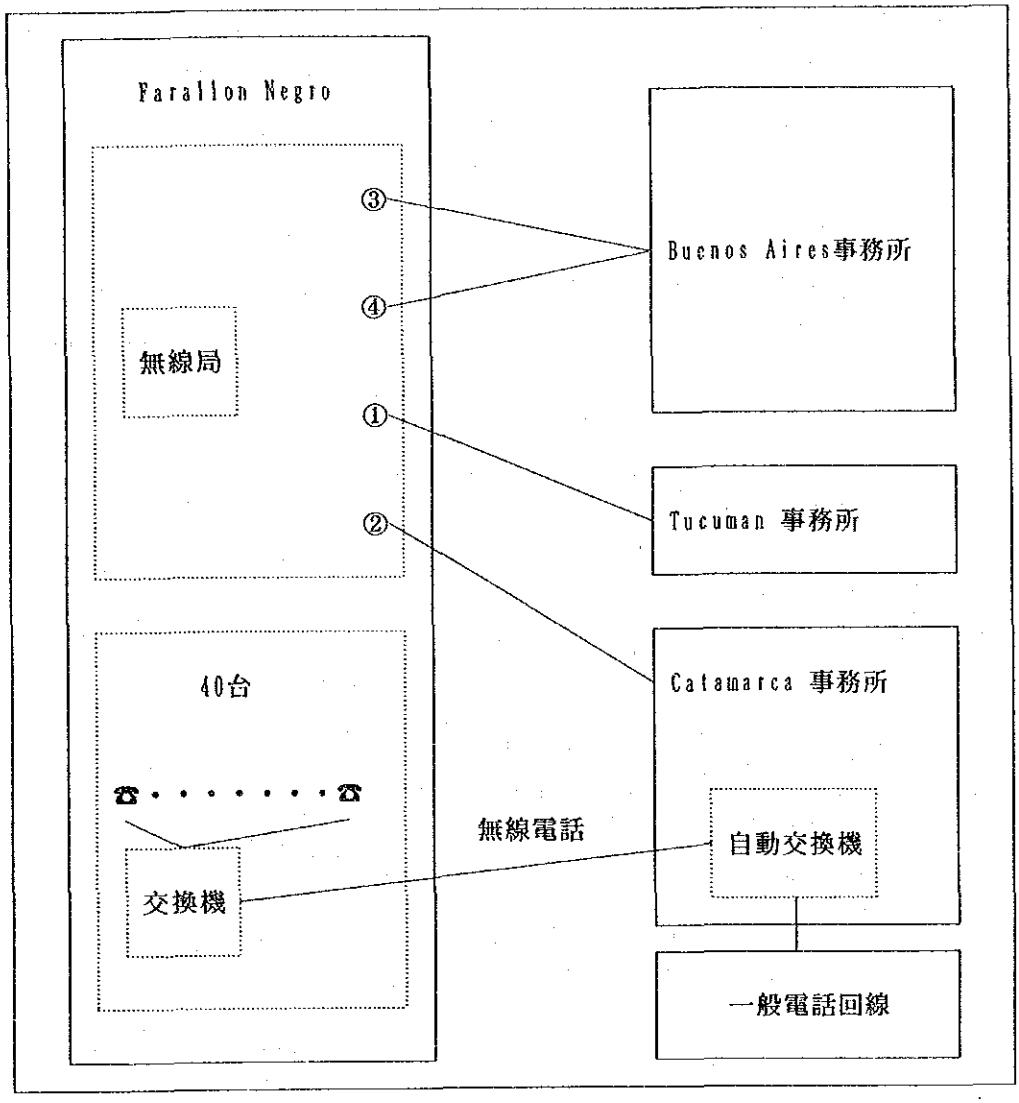
(3) 有線電話設備：

① 電話設備：鉱山には，職員用に40台の電話機を設置している。この通話方式は，鉱山とカタマルカ支部を無線電話で連絡し，自動交換機を通して一般の電話回線と接続可能であり，これにより，国内はもとより国際電話にも対応可能となっている。増産後も，通信設備については大幅な変更の必要性は特にない。よって当面は，現状の通信設備にて運用を継続してゆくものとし，職員の増加等で，必要に応じて電話機の台数を随時増やしてゆく程度にする。

② その他：ブエノスアイレス事務所には3回線，カタマルカ事務所には2回線，トクマン事務所には4回線の電話回線を有している。

通 信 設 備

Fig 7-7


Farallon Negro
③
④
無線局
①
②
40台
交換機
無線電話
Buenos Aires事務所
Tucuman 事務所
Catamarca 事務所
自動交換機
一般電話回線

7.4 付帯設備

(1) 概　　要

道路，事務所，倉庫，試験室，その他の建物，上下水道等の付帯設備については，増産後も，基本的には現状の設備をそのまま活用してゆくものとする。

(2) 道　　路

道路については，構内道路は当鉱山で管理し，構外道路はカタマルカ州政府で管理している。道路網の普及状況は，おおむね良好であり，増産後も，現状の道路網をそのまま活用可能である。

道路の状態は，砂利式道路であり，舗装はされていない。そのため，乾期には，車両の通行時に砂塵があがるが，操業にに対しては実用上支障はない。但し，雨期にはいると，大雨により洪水が発生した場合，道路の一部が寸断される懸念があるが，水が引けば復旧は可能である。

(3) そ の 他

その他の付帯設備については，増産後，必要に応じて対策を検討する程度で，現状の設備を活用することで特に問題はないと思われる。

7.5 修理工場

採鉱，選鉱，および車輌係りに簡単な工作機械（溶接，旋盤，フライス盤，ボール盤）がある程度で本格的な修理は Tucuman で行う。

保有車両

ブルドーザ	キャタピラ D7 30ton	1 台
タイヤローダ	ASTARSA 950 2m3	1 台
	KLIA 2m3	1 台
グレーダー	キャタピラ	1 台
ダンプトラック	ドッジ 8t	1 台
	フォード 700 8t	2 台
小型トラック	フォード 100 6 人乗り	3 台
	フォード 3 人乗り	3 台
救急車	フォード 100	2 台
ジープ	トヨタ ランド クルーザ	2 台
バス	フォード 700 25席	1 台
	合 計	18 台

7.6 山元福利施設

山元福利施設は，鉱山勤務者とその家族のための住宅，学校，病院，教会，娯楽施設等より成る。操業開始13年を経過したファラジョンネグロ鉱山には山元福利施設が起業費により改めて増築改築を行う必要は無いと判断した。現在のファラジョンネグロ鉱山の山元居住者の人口及び主要な山元福利施設の概要を示せば次の通りである。

7.6.1 山元居住者人口と住宅

(1) 人 口

現在（1991年12月）の鉱山勤務者総数は 426人で，その内訳は学卒技術者13名，熟練工（組長・技能工クラス）54名，一般職員・従業員 359名となっている。学卒技術者を除いて勤務者の殆どは鉱山から半径 100km程度以内にある周辺の町村出身者で，平日鉱山で働き週末に実家に帰る単身赴任者は約 250名に達する。又，共働きの夫婦もかなりいる模様である。山元人口は総計で約 900名である。鉱山周辺の主な町村とその人口は次の通り（1980年人口調査）:ベレン(7,400人)，アンダルガラ(6,900人)，サンタマリア(5,400人)，ワルフィン(1,200人)。

(2) 住　　宅

山元居住者は全員会社が無償で供与している住宅に住んでいる。住宅は妻帯者用社宅としてスタッフ向け30戸と職員従業員向け 100戸（居住面積30～80㎡），独身者用寮が8棟，ゲストハウス1戸，鉱山長社宅1戸，日本人派遣者宿泊用3戸，一般来客用1棟となっている。

7.6.2 サービス施設

現在の山元にあるサービス施設は次のとおりである。

(1) 教　　育

教育施設は幼稚園と小中学校がある。小中学校の生徒数，教室数，先生の数は次の通り：

	生徒	教室	先生
小学校	186	8	16
中学校	48	4	13

(2) 医　　療

薬局を備えた無料診療所がある。医師（内科医）1名と看護婦5名がいるが，大がかりな手術はできない。ベッド数は12。主要医療器具はレントゲン写真機，心電図機，歯科器具，未熟児保育器。

(3) 教　　会

収容人員 200名，床面積 325㎡の教会がある。神父は山元には定住せず，3～4ヵ月に一度巡回来山。

(4) 娯　　楽

サッカー場，フルビート場，バスケット・バレーコートがある。

(5) 購　　買

居住地区内に民間人の経営する購買所があり，食料・衣料・日用雑貨などを販売している。

(6) 食　　堂

職員用と従業員用の食堂がそれぞれ1棟づつある。

(7) 警察派出所

山内に警察の派出所があり，通常4名の警察官が駐在する。

(8) 上下水道施設など

生活用水は，職員・従業員住宅地区と社会サービスの施設地区との中間点，海抜 4,720mのところに設ける貯水タンクより自然流下で各戸に給水する。

各戸から排出される生活排水の処理系統は，職員・従業員住宅地区と社会サービス施設地区の下水集水系統とスタッフ住宅地区の下水集水系統の2系統に分け，それぞれコンクリート埋設管で集水したのち腐敗槽に導いて処理する。

住宅地区内で発生するゴミは未利用地域の適切な場所に埋める。

7.7 本社と支社

ＹＭＡＤはブエノスアイレスに本社を置き，予決算管理，取締役会補佐，生産物の販売，物品の購買と業者選定などの一般本社機能を遂行している。人員は17名である。

また，カタマルカとツクマンに支社を有している。カタマルカ支社は人員62名で，コンピュータを用いた山元の経理・資材データの集計と決算業務，鉱山勤務者の給料計算，現地資材の調達，支社の敷地内にある精練所の操業管理などを行っている。ツクマン支社は人員9名で，資材調達を主業務とする。

8．生産計画と人員

8．1　生産計画

生産計画は，現状の生産規模：90,000 t／年をベースに，現状維持／1.5倍増産／2.0倍増産の3案を検討した結果，1.5倍増産案の135,000 t／年を採用した。

8.1.1　基本条件

生産計画の策定にさいし，下記の諸点を考慮した。

(1)　現有設備の有効利用を図り，初期投資をミニマイズする。

(2)　労働生産性に問題があるので，人員の増加は抑制する。

(3)　採鉱に関しては，トラックレス・マイニングの導入を試み，能率向上とコストの低減を図る。

(4)　Farrallon Negro の鉱量枯渇，生産減を補いながら，Alto de la Brenda の生産を拡大する。

(5)　急速開発による初期投資と人員の増大を抑制し，人員の減耗不補充を原則としながら生産を1.5倍にする為，開発期間を3年とし，この間に採鉱の機械化による能率向上を図り，操業を安定させる。

(6)　マイン・ライフは，10年以上の操業年数を目途に投資額が回収できる年数とした。償却期間を7年と見ると，10年が一応の目途となる。

(7)　初期投資の負担を軽減する為，開発当初の出鉱品位は高めにし，負担の軽減と共に低くなる様に，採掘鉱区を選定した。

(8)　選鉱に関しては，選鉱試験で得られた結果をベースに，銀採収率の向上を図る。
亦，この計画を利用して金採収率の向上も狙う。

(9)　公害防止の対策を考慮する。

(10)　インフラ関係の出費は，徹底的に削減した。

(11)　特に，類似する世界の鉱山の実績と対比して，全社的な減量を検討した。

8.1.2　基本生産計画

(1)　採掘対象鉱量及び品位

TBL 8－1

	鉱　量	品　位(g/t)		
	(千トン)	金	銀	
Farrallon Negra 鉱	105	6.17	105	
Porte.及びLabo. 鉱	510	6.07	121	
Esperanza 鉱	915	5.75	110	
青化工場用　計	1,530	5.89	113	
ヒープリーチング用低品位鉱	541	2.33	42	(YMAD資料)

[Apendice 08, Tabla 08-002]

(2) 操業期間の採掘鉱量，品位，選鉱採収率の計画値

TBL 8 −2

		鉱量 (千トン/年)	品位(g/t) 金	品位(g/t) 銀	採収率(%) 金	採収率(%) 銀
開発期間	-2	90	6.14	112	93.29	42.06
	-1	105	6.11	111	〃	〃
	0	120	6.14	112	〃	〃
定常操業	1	135	6.19	113	94.29	60.00
	2	〃	6.17	113	〃	〃
	3	〃	6.07	113	〃	〃
	4	〃	6.00	113	〃	〃
	5	〃	5.77	113	〃	〃
	6	〃	5.60	113	〃	〃
	7	〃	5.51	113	〃	〃
	8	〃	5.60	113	〃	〃
	9	〃	5.51	113	〃	〃
計		12年 1,530 千トン	5.89	113		

尚，ヒープリーチング用低品位鉱は，45,000 t／年，12年間の採掘とした。

[Apendice 08, Tabla 08-002]

(2) 操業期間の総金額（千ＵＳ＄）を纏めると，

TBL 8 −3

	操業費用	投資費用	小計
採鉱部門	31,421	7,728	39,149
選鉱部門	26,930	2,612	29,542
補助部門	8,341	−	8,341
管理部門	9,229	−	9,229
計	75,921	10,340	86,261
売上総額			122,642
収益			36,381

[Apendice 08, Tabla 08-012]

8．2　人員計画

8.2.1　運営機構と人員構成

ＹＭＡＤの本社管理機構をFig 8-1 に示す。

次に，山元 Farrallon Negro鉱山の管理機構を，Fig 8-2 に示す。

Fig 8-2 において，鉱山長と本社経理部長が並列となっているが，鉱山長直属の組織は，採鉱，選鉱，機電，分析，土木まで，例えば山元の経理の業務は給与計算のためのデータ収集までで，給与計算は Catamarca事務所の業務分担である。

その他，山元の資材の業務も発注伝票の仕出までで，発注業務は Catamarcaか Buenos A. の業務分担など，補助管理部門は殆ど本社の権限で運営される。

また，機電課長は，予算作成において，所要機材の数量までは積算するが，金額，仕様などの決定は本社の権限にまかされる。

以上の機能に関わる人員構成は，91年末において下記の通りである。

TBL 8－4

	管理者	従業員			
鉱山長	2		（鉱山長管轄）		
採　鉱	11	202			
選　鉱	10	56			
機　電	20	26			
土　木	1	6		小計	334
分　析	2	7	（本社技術部管轄）		
地　質	3	4			
企　画	1				
保　安	4	2			
本社技術	6			小計	29
山元管理	5	5	（本社管理部管轄）		
山元総務	2	32			
本社管理	11	17			
病　院	1	5		小計	78
本社経理	27	15	（本社管理部管轄）		
現地経理	4	6		小計	52
精　製	12	6	（Catamrca）		18
経　営	10	8	（役員会）		18
合計	132	397			529

以上の労務費は，'91 年末において売上高約７百万ドルに対し概略２百万ドルと推定される。

8.2.2 売上と労務費の検討

労務コスト，あるいは，運営機構に関しては，アルゼンティンの政治，経済，法律，習慣などと密接な関係を持つものと考えられるが，労働者数は，例えば，選鉱場の場合，(300t/d)／(66 man)＝4.5t／manと言う値は常識から見ると低いばかりでなく，過剰労働者に悩んでいる国，例えば，ペルーの鉱山公社傘下の中の最も低い鉱山の値：10.5t/d に対しても低い値である。

更に，過剰労働力の吸収政策として，経済性を犠牲にして操業していると見られる共産主義中国の選鉱場の例で(30,000t/d)／(2,000)＝15 t/d程度であり，これと比較しても4.5 t/d は低い。

この他，管理費に関しては，日本の例では，下記の資料が示す様に一般管理費用は，売上高の５％前後を占めている。

TBL 8－5

非鉄金属企業大手８社の経営状況推移（鉱業便覧，平２）

年	売上高	売上原価	一般管理費その他	C／A (%)
	A	B	C	
'70	799	724	45	6.2
'71	775	687	48	7.0
'72	859	760	49	6.4
'73	1,310	1,135	55	4.8
'74	1,485	1,310	70	5.3
'75	1,265	1,149	62	5.4
'76	1,502	1,332	78	5.9
'77	1,352	1,226	81	6.6
'78	1,317	1,196	75	6.3
'79	2,159	1,910	87	4.6
'80	2,422	2,187	103	4.7
'81	2,349	2,124	106	5.0
'82	2,380	2,181	109	5.0
'83	2,535	2,312	117	5.1
'84	2,650	2,401	122	5.1
'85	2,488	2,290	131	5.7
'86	1,997	1,830	133	7.3
'87	2,413	2,199	141	6.4
'88	2,563	2,274	157	6.9

前表TBL 8－5 のどこまでを，一般管理と見るか問題はあるが，管理機構が情報収集機能と判断機能に分断されている感がある。

これを統合できれば，管理費用が半減する可能性がある。

Farrallon Negro 鉱山は，脈幅が狭く採掘費が割高になること，水を25kmも揚水する必要があること，電力も火力発電に頼っていること，金が国際価格で取引きされること，更に政府が国営企業の民有化を図っており特別な援助が期待できないこと等，極めて厳しい環境下に置かれている。

以上の観点から，今回のＦ／Ｓに関しては，少なくとも現状以上の人員増加になるような開発計画の作成は避けることを大前提とした。

8.2.3 採掘鉱量

開発計画の作成にさいしては，選鉱場の処理能力を現状の300t/dに据え置く場合の他，1.5倍案，2.0倍案について検討したが，300t/d案は現状の調査の段階で困難なことが明らかとなった。

引き続き，2.0倍案に関し検討したが，先に述べた人員増加を避けながら増産する為には，高能率採鉱の前提となる機械化による能率上昇に合わせた切羽数の維持が必要になるが，単脈の為，機械のアクセスが妨げられ，このバランスがとれないことが明らかとなった。

従って，1.5倍案についてフィージブルな開発計画を作るべく精力を集中した。

8.2.4 選鉱採収率の検討

当鉱山の場合，金採収率はほぼ普通であるが，銀採収率が低いのが問題となっていた。

そこで，現状で考え得る限りの技術に関し，その適応性の実験室選鉱試験を実施した。

その結果，NaCNを50%増加すると銀採収率が20%向上することが明らかとなったので，この方法を採用した場合の経済性に関しＦ／Ｓを実施した。

この他，実験の課程で得た知見をベースに，鉱石酸化の効果を利用する方法として加圧酸化法を研究したところ，経済的な範囲で金銀の高回収が可能な方法を開発したので，この技術についても経済性を検討してみた。

8.2.5 人員計画の作成

以上，高能率採鉱，銀採収率の向上，現状の選鉱設備を徹底的に利用による設備の設計の検討などを研究したが状況は極めて厳しく，TBL 8－6 に示す人員削減計画を開発計画の中に織り込んだ。

8.2.6　生産計画の検討

上記の各項目の検討事項を纏めると次ぎの通りである。

(1)　補助・管理部門の人員配置を見直し，次ぎに示す計画を作成した。

TBL 8－6

部　門	人　員		対生産金額比率	
	現状	計画	現状	計画
補　助	128 名	101 名	14.4%	10.3%
管　理	108	49	18.7	11.1
計	236 名	150 名		

上表に於ける管理部門の計画値の11.1%は，TBL 8－5 に示す日本の標準の5～6%に対しては依然として高い値であり，更に検討が必要であろう。

しかし，管理部門はアルゼンティン国の労働習慣によるものであり，ここでは世界の鉱業界における管理費用から推定し，適正と思われる人員配置としたが，本件はあくまでアルゼンティン国営企業であり，拘束するものではない。

各部門別人員配置計画及びコスト：Apendice 08, Tabla 08-001

(2)　採鉱部門については，前述のように，機械化による高能率採鉱の効果は鉱床の規模から決定される為，増産能力は現状の1.5倍＝135,000 t/年が限度となる。

従って，基本は，

（A）案：1.5倍増産，機械化，人員削減の効果。

が実行可能か検証する事としたが，上記補助・管理部門の削減人員を採鉱に配置転換した場合を考慮し，

（C）案：1.5倍増産，機械化なし，人員増加。および現状維持の

（D）案：1.0増産なし，機械化なし，人員増加なし。

の3案を検討した。

(3)　選鉱部門については，上記の採鉱の3案に対応し，

（A）案：1.5倍増産，NaCN増量，人員削減の効果。

（B）案：1.5倍増産，Autoclave，人員削減の効果。

（C）案：1.5倍増産，NaCN増量，人員削減の効果。

（D）案：1.0倍増産，NaCN増量，人員削減の効果。

の4案を検討した。

(4)　売上の計算

（A）案：Apendice 08, Tabla 08－002

（B）案：Apendice 08, Tabla 08－003

（C）案：（A）案と同じ。

（D）案：Apendice 08, Tabla 08－004

(5)　採鉱：投資／操業コストの計算

（A）案：Apendice 08, Tabla 08－005

（B）案：（A）案と同じ。

（C）案：Apendice 08, Tabla 08－006

（D）案：Apendice 08, Tabla 08－007

(6)　選鉱：操業コストの計算

（A）案：Apendice 08, Tabla 08－008

（B）案：Apendice 08, Tabla 08－009

（C）案：（A）案と同じ。

（D）案：Apendice 08, Tabla 08－010

(7)　選鉱：投資コストの計算

（A）案：Apendice 08, Tabla 08－011

（B）案：（A）案とに併記。

（C）案：（A）案と同じ。

（D）案：なし。

(8)　全社：生産コストの計算

（A）案：Apendice 08, Tabla 08－012

（B）案：Apendice 08, Tabla 08－013

（C）案：Apendice 08, Tabla 08－014

（D）案：Apendice 08, Tabla 08－015

8．3　生産計画・人員計画のまとめ

以上の計算をまとめると下表のようになる。

生産計画のまとめ

TBL 8－7

金額：操業期間の総額（千ＵＳ＄）

人員：計画発進５年目の在籍人員

		Ａ　案	Ｂ　案	Ｃ　案	Ｄ　案
	処理鉱量(T/年)	135,000	135,000	135,000	90,000
	操業期間（年）	12	12	12	17
採鉱部門	操業費用	31,421	31,421	40,943	38,213
	投資総額	7,896	7,896	5,967	5,411
	開坑	4,329	4,329	4,891	4,244
	機械（新期）	2,768	2,768	0	0
	機械（更新）	799	799	1,076	1,167
	採掘人員	159	159	286	179
選鉱部門	操業費用	26,930	28,963	26,930	26,622
	投資	2,612	4,628	2,612	0
	操業人員	48	48	48	48
補助部門	操業費用	8,341	8,341	8,341	11,735
	在籍人員	101	101	101	101
管理部門	操業費用	9,229	9,229	9,229	12,834
	在籍人員	49	49	49	49
	操業費用	75,921	77,954	85,443	89,404
	投資	10,508	12,524	8,579	5,411
	在籍人員	357	357	484	377
(2)　：	費用総計	86,429	90,478	94,022	94,815
(1)　：	売上総額	122,642	129,420	122,642	121,888
	金売上	108,456	110,673	108,456	107,598
	銀売上	14,185	18,747	14,185	14,289
	採収率　Ａｕ	94.29	97.00	94.29	93.29
	Ａｇ	60.00	80.00	60.00	60.00
収支：(1)－(2)		36,213	38,942	28,620	27,073
	（年平均）	(3,018)	(3,245)	(2,385)	(1,593)

Ｂ案のAutoclave による加圧酸化法が一番有利となるが，当方法は実験室で効果を実証された段階であり，現場応用の為には装置の開発を要する。

従って，実行可能な計画はＡ案となるので，この案に対し評価を実施した。

YACIMIENTOS MINEROS DE AGUA DE DIONISIO

ESTRUCTURA DE ORGANIZACION

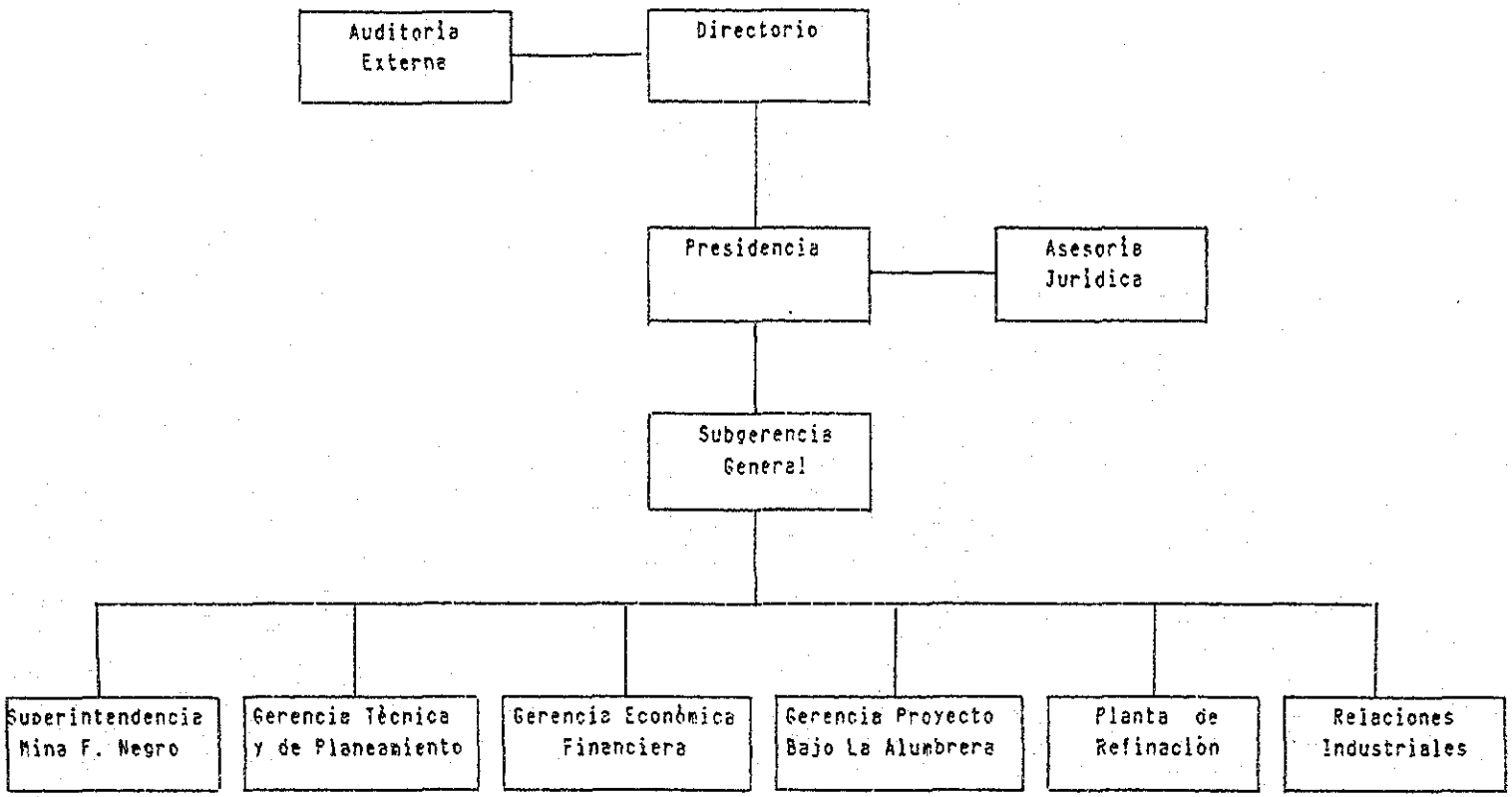
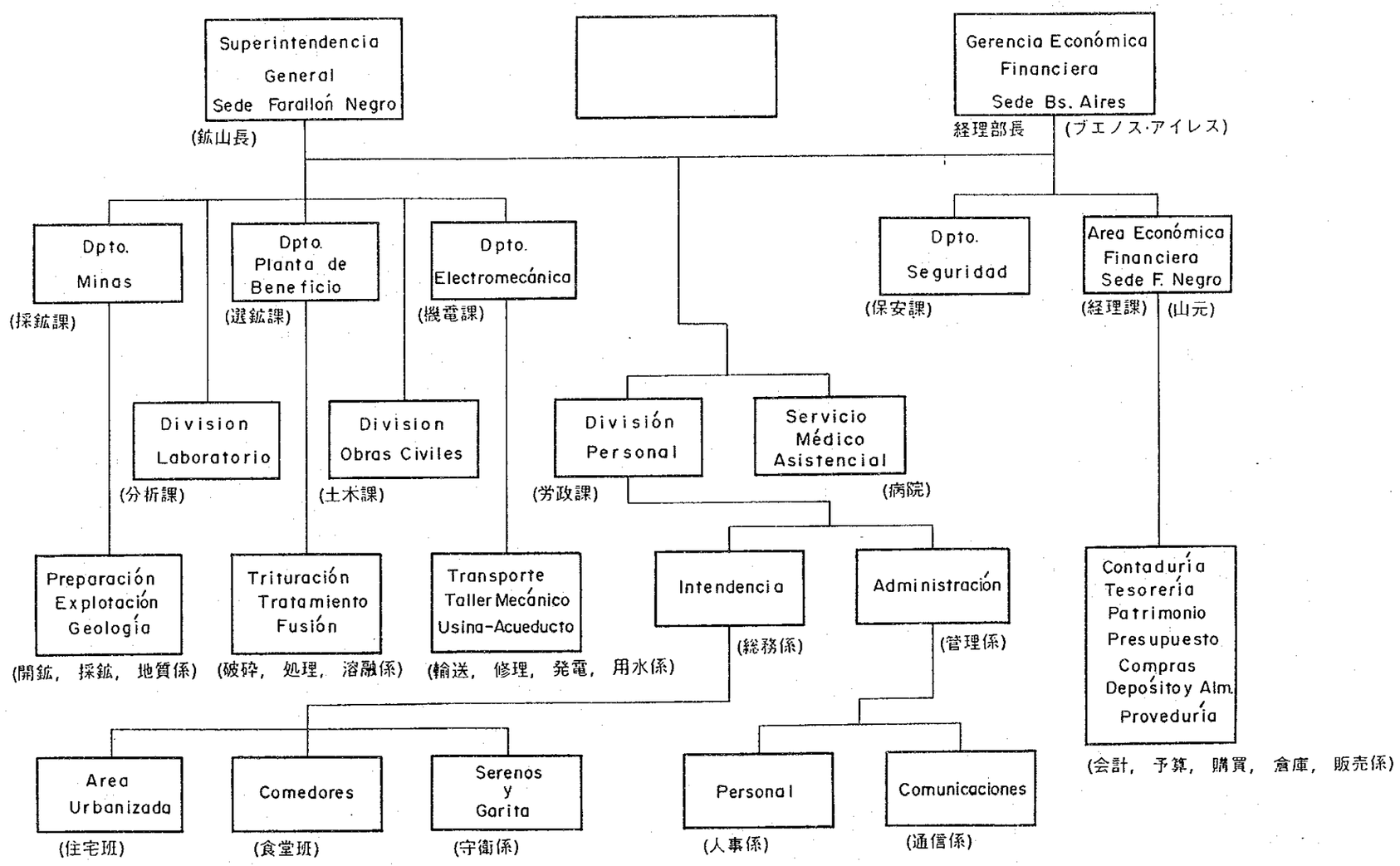


Fig 8-1

YACIMIENTOS MINEROS AGUA DE DIONISIO

ESQUEMA FUNCIONAL EN MINA FARALLON NEGRO (山元組織図)

Fig 8-2



9. 開発スケジュール

TBL 9-1 に示すように，計画した。

(1) 採鉱は，Farrallon Negro 終掘する今後 4年間にAlto de Brendaの採掘体制を整えることとする。

(2) 開発期間中の安定出鉱を維持する為，開発工事が出鉱の妨げとならぬよう開発工事はEsperanza 脈地域から開始する。

(3) サブレベルストーピング法による出鉱体制を早急に築く為，先ずエスペランサの中心部と最下底部の開坑を急ぎ，以後順番に各地域の連絡斜坑，立坑等の開さくを進める。

(4) 次ぎに，鉱石の坑外への搬出は中央トラックレス斜坑から集中的に行い運搬能率の向上を図るので，各レベルから鉱石をスムーズに中央斜坑に集鉱出来よう主要中段レベル坑道を整備する。

以上，一連の基幹開坑は 4年間で完成させることとする。

(5) 選鉱は，現在最も容量的に窮屈な摩鉱工程の増強を 1年目に実施し，開発 2年目の鉱量増加（+50t/ 日）に対処する。

(6) 続いて， 2年目に破砕系統を強化し，採鉱の機械化による粗鉱粒度の粗大化に対応できるように準備する。

(7) 3 年目に，青化・洗浄工程の強化を主とするが，この 3年間に工事量のバランスを見ながら廃さい処理等の工事も実施し，増産体制の整備を完了させる。

(8) 発電系統の強化は、開発期間の 2, 3年目に実施する。

LOTS E-1
CROGM2

開発スケジュール

TBL 9-1

No	工　事		-2 年												-1 年												0 年												+1 年														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3 …
1	坑内																																																				
	仮設工事		X	X	X	X	X																																														
	斜坑	- 108m 以下						X							X																																						
		Esperanza 中央							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X							X	X	X	X	X	X			
		Espe./ Labo. 連絡斜坑						X	X	X	X																																										
		Labo.-33 / -108m 連絡																													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X											
		Labo./ Porte. 連絡																			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X													X	X									
	坑道	ｻﾌﾞﾚﾍﾞﾙ法 抽出坑道							X	X						X	X																																				
		-108m 準						X	X	X	X	X	X	X	X	X																																					
		- 70m 準										X	X	X	X	X	X	X	X	X																																		
		- 33m 準																			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																							
		0m 準																													X	X	X	X	X	X	X	X															
		+ 52m 準																																					X	X	X	X	X	X	X	X	X						
	切り上り	通気立坑								X	X						X	X	X																					X	X													
		鉱石立坑													X	X											X	X												X	X	X	X	X										
		土砂立坑										X	X	X															X	X	X											X	X	X	X										
2	選鉱	設計	X	X	X	X																																														
		摩鉱					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																																				
		破砕											X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																													
		亜鉛末置換											X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																													
		青化浸出・洗浄																							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																	
		滓さい処理																							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																	
3	USINA	基礎													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																											
		土建・操作盤・配線													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																											
		発電機本体																									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X															
4	試運転																																			X	X															
5	本格運転																																				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

１０．起業費，追加投資，更新費及び操業費用

10.1　起業費，追加投資，更新費

(1) 採鉱部門の機械導入，及び基幹開坑に関わる年次計画をTBL10-2 に示す。
(2) 基幹開坑は，4年間で完了させることとする。
(3) 上記工事に対処する為，まずロードダンプとジャンボの導入を急ぐが，ただちに機械化できない地帯には，さく岩機の増強で対応し，以後 2年間，即ち合計 4年の開発期間に所要の機械数の導入と，その操作の習熟を完了させる。
(4) 尚，重機の更新は，出来るだけエンジンの更新ですませ，本体の更新による更新投資の増大を抑制するように計画した。
(5) 選鉱部門は，前項”開発スケジュール”で述べたように進めるものとし，その年次計画をTBL10-3，4 に示す。
機械購入は，投資の増大を抑制する為，極力国産品とした。

10.2　操業費

(1) 採鉱部門の操業費　[Apendice 08，Tabla 08-005]
(2) 選鉱部門の操業費　[Apendice 08，Tabla 08-008]
(3) 補助・管理部門の操業費　[Apendice 08，Tabla 08-001]

10.3　まとめ

以上をまとめると，TBL 10-1　のようになる。

起業および操業費用のまとめ

TBL 10-1
（単位：千ドル）

年	起業費用 採鉱	起業費用 選鉱	操業費用 採鉱	操業費用 選鉱	操業費用 補助管理	操業費用 合計
-2	1,715	725	2,287	1,617	1,936	5,840
-1	1,355	790	2,489	1,828	1,936	6,253
0	2,725	1,098	2,566	2,012	1,665	6,243
1	1,252		2,698	2,385	1,469	6,552
2			2,648	2,385	1,389	6,422
3	166		2,648	2,385	1,389	6,422
4	115		2,730	2,385	1,389	6,504
5	335		2,730	2,385	1,389	6,504
6	100		2,730	2,385	1,389	6,504
7			2,730	2,385	1,389	6,504
8	134		2,730	2,385	1,389	6,504
9			2,438	2,390	1,389	6,217
計	7,897	2,612	31,421	26,930	17,571	75,922

採鉱 初期投資 及び 更新工事 (mil US$)

TBL 10-2

項 目	数量	仕 様		合計	-2 年	-1 年	0 年	1 年	2 年	3 年	4 年	5 年	6 年	7 年	8 年
1. 機械購入															
ロードホールダンプ	7	3yd3	US$ 支払い	0											
			A$* 支払い	870	90		450	90		30		150	30		30
			小計	870	90	0	450	90	0	30	0	150	30	0	30
ロードホールダンプ	1	3yd3	US$ 支払い	286	186					50					50
			A$* 支払い	0											
			小計	286	186	0	0	0	0	50	0	0	0	0	50
ジャンボ	1	2 ブーム、空気動	US$ 支払い	202	172					30					
			A$* 支払い	0											
			小計	202	172	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0
ジャンボ	2	1 ブーム、空気動	US$ 支払い	340			155	155				15	15		
			A$* 支払い	0											
			小計	340	0	0	155	155	0	0	0	15	15	0	0
クローラドリル	1	Drill 115x60mm 空気動	US$ 支払い	267			252					15			
			A$* 支払い	0											
			小計	267	0	0	252	0	0	0	0	15	0	0	0
さく岩機	26	80x70 mm	US$ 支払い	0											
			A$* 支払い	151		29	29			17	29	29			18
			小計	151	0	29	29	0	0	17	29	29	0	0	18
ダンプトラック	3	8 t, 125Hp	US$ 支払い	0											
			A$* 支払い	339		63	63	63			50	50	50		
			小計	339	0	63	63	63	0	0	50	50	50	0	0
ジープ	4	9人乗り、62Hp	US$ 支払い	0											
			A$* 支払い	124		31				31	31				31
			小計	124	0	31	0	0	0	31	31	0	0	0	31
タイアローダ	1	2 m3 バケット	US$ 支払い	0											
			A$* 支払い	309			279					30			
			小計	309	0	0	279	0	0	0	0	30	0	0	0
ブルドーザ	1	30 ton 級	US$ 支払い	0											
			A$* 支払い	309			279					30			
			小計	309	0	0	279	0	0	0	0	30	0	0	0
扇風機	10	150 m3/min,90mmAq 5 Kw	US$ 支払い	31		16	15								
			A$* 支払い	0											
			小計	31	0	16	15	0	0	0	0	0	0	0	0
試錐機	1	EQ 48m, 空気動	US$ 支払い	20			20								
			A$* 支払い	0											
			小計	20	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0
			US$ 支払い	1146	358	16	442	155	0	80	0	30	15	0	50
		小計	A$* 支払い	2102	90	123	1100	153	0	78	110	289	80	0	79
			小計	3248	448	139	1542	308	0	158	110	319	95	0	129
予備費			US$ 支払い	165	23	7	79	16		8	5	16	5		6
輸出諸掛かり、海上運賃			US$ 支払い	62	19	4	29	10							
			A$* 支払い	0											
			小計	62	19	4	29	10	0	0	0	0	0	0	0
輸入諸掛かり、陸上運賃			US$ 支払い	0											
			A$* 支払い	90	20	2	47	12		2	2	2	1	1	1
			小計	90	20	2	47	12	0	2	2	2	1	1	1
機械購入		合計 1	US$ 支払い	1373	400	27	550	181	0	88	5	46	20	0	56
			A$* 支払い	2192	110	125	1147	165	0	80	112	291	81	1	80
			小計	3565	510	152	1697	346	0	168	117	337	101	1	136
2. 開坑															
ロードホールダンプ	1	200m	US$ 支払い	0											
			A$* 支払い	152		76	76								
			小計	152	0	76	76	0	0	0	0	0	0	0	0
ロードホールダンプ	1	2700m	US$ 支払い	0											
			A$* 支払い	1,811	511	436	428	436							
			小計	1,811	511	436	428	436	0	0	0	0	0	0	0
レールローダ	1	1800m	US$ 支払い	0											
			A$* 支払い	1,566	522	522	348	174							
			小計	1,566	522	522	348	174	0	0	0	0	0	0	0
切り上がり	1	850m	US$ 支払い	0											
			A$* 支払い	718	169	169	169	211							
			小計	718	169	169	169	211	0	0	0	0	0	0	0
CHIMENEA	1	200m	US$ 支払い	0											
			A$* 支払い	85				85							
			小計	85	0	0	0	85	0	0	0	0	0	0	0
開坑		合計 2	US$ 支払い	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			A$* 支払い	4332	1202	1203	1021	906	0	0	0	0	0	0	0
			小計	4332	1202	1203	1021	906	0	0	0	0	0	0	0
		総 計	US$ 支払い	1373	400	27	550	181	0	88	5	46	20	0	56
			A$* 支払い	6524	1312	1328	2168	1071	0	80	112	291	81	1	80
			小計	7897	1712	1355	2718	1252	0	168	117	337	101	1	136

LOTS-81
PINVS1J

鉱山 初期投資（千US$）

TBL 10-3

項目	数量	仕様	支払い	合計	-2 年	-1 年	0 年	本体 +IVA	資材 +IVA	労務費 +IVA	輸送 +IVA
			*: Austral								
1. SECCION DE TRITURACION											
粗粒 鉱倉	1	Cap. 250 ton	US$ 払い	0.0		0.0					
			A$* 払い	8.4		8.4			3.4	5.0	
			小計	8.4	0.0	8.4	0.0	0.0	3.4	5.0	0.0
篩子	1	400x400mm	US$ 払い	0.0		0.0					
			A$* 払い	2.6		2.6			1.0	1.0	0.6
			小計	2.6	0.0	2.6	0.0	0.0	1.0	1.0	0.6
エプロンフィーダ	1	40'x3m	US$ 払い	0.0		0.0					
			A$* 払い	61.5		61.5		51.0	4.3	5.0	1.2
			小計	61.5	0.0	61.5	0.0	51.0	4.3	5.0	1.2
グリズリ	1	40'x2m,Parrilla 2'	US$ 払い	0.0		0.0					
			A$* 払い	5.5		5.5			2.9	2.0	0.6
			小計	5.5	0.0	5.5	0.0	0.0	2.9	2.0	0.6
ブレーカー	1	36'x24',ｷｬﾌﾟ 60mm	US$ 払い	0.0		0.0					
			A$* 払い	132.2		132.2		102.2	21.7	6.0	2.3
			小計	132.2	0.0	132.2	0.0	102.2	21.7	6.0	2.3
振動フィーダー	1	16'x3m、	US$ 払い	0.0		0.0					
			A$* 払い	20.5		20.5		17.4	1.5	1.0	0.6
			小計	20.5	0.0	20.5	0.0	17.4	1.5	1.0	0.6
振動スクリーン	1	5'x12',ﾀﾞﾌﾞﾙﾃﾞｯｷ	US$ 払い	0.0		0.0					
			A$* 払い	35.6		35.6		27.8	4.1	3.0	0.6
			小計	35.6	0.0	35.6	0.0	27.8	4.1	3.0	0.6
振動スクリーン	1	1.2x3.0m,転用	US$ 払い	0.0		0.0					
			A$* 払い	3.6		3.6				3.0	0.6
			小計	3.6	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	3.0	0.6
Trituradora de Cono	2	3' FC,転用	US$ 払い	0.0		0.0					
			A$* 払い	38.7		38.7			33.5	4.0	1.2
			小計	38.7	0.0	38.7	0.0	0.0	33.5	4.0	1.2
コーンクラッシャ	1	16'x12m 延長	US$ 払い	0.0		0.0					
			A$* 払い	29.4		29.4		23.2	3.6	2.0	0.6
			小計	29.4	0.0	29.4	0.0	23.2	3.6	2.0	0.6
配電盤	1	ﾌﾝﾀﾞﾝ浮選から転用	US$ 払い	0.0		0.0					
			A$* 払い	17.3		17.3		11.6	3.1	2.0	0.6
			小計	17.3	0.0	17.3	0.0	11.6	3.1	2.0	0.6
		Sub Total (1)	US$ 払い	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			A$* 払い	355.3	0.0	355.3	0.0	233.2	79.1	34.0	8.9
			小計	355.3	0.0	355.3	0.0	233.2	79.1	34.0	8.9
2. 摩鉱											
ベルトコンベア	1	16'x9m、	US$ 払い	0.0	0.0						
			A$* 払い	21.2	21.2			11.6	4.0	5.0	0.6
			小計	21.2	21.2	0.0	0.0	11.6	4.0	5.0	0.6
ロッドミル	1	6'x12'	US$ 払い	0.0	0.0						
			A$* 払い	480.9	480.9			440.4	9.6	25.0	5.8
			小計	480.9	480.9	0.0	0.0	440.4	9.6	25.0	5.8
ベルトコンベア	1	16'x12m、	US$ 払い	23.2	23.2			23.2			
			A$* 払い	10.7	10.7				6.1	5.0	0.6
			小計	33.9	33.9	0.0	0.0	23.2	6.1	5.0	0.6
スラリーポンプ	1	5'x4' FACO SRL-C	US$ 払い	0.0	0.0						
			A$* 払い	0.1	0.1					0.1	
			小計	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
分級機	1	4'x4'	US$ 払い	0.0	0.0						
			A$* 払い	1.9	1.9			0.0	0.9	1.0	0.0
			小計	1.9	1.9	0.0	0.0	0.0	0.9	1.0	0.0
配電盤	1	ﾌﾝﾀﾞﾝ浮選から転用	US$ 払い	0.0	0.0						
			A$* 払い	16.7	16.7			11.6	3.1	2.0	0.0
			小計	16.7	16.7	0.0	0.0	11.6	3.1	2.0	0.0
変圧器	1	925KVA	US$ 払い	0.0	0.0						
			A$* 払い	51.7	51.7			41.1	9.6	0.5	0.6
			小計	51.7	51.7	0.0	0.0	41.1	9.6	0.5	0.6
		Sub Total (2)	US$ 払い	23.2	23.2	0.0	0.0	23.2	0.0	0.0	0.0
			A$* 払い	583.2	583.2	0.0	0.0	504.7	32.3	38.6	7.6
			小計	606.4	606.4	0.0	0.0	527.9	32.3	38.6	7.6
3. 設計											
			US$ 払い	0.0	0.0						
		Sub Total (3)	A$* 払い	118.5	118.5			27.9	15.0	70.9	5.6
			小計	118.5	118.5	0.0	0.0	27.9	15.0	70.0	5.6
4. 予備費											
			US$ 払い	0.0			0.0				
		Sub Total (4)	A$* 払い	124.4			124.4	16.4	108.0		
			小計	124.4	0.0	0.0	124.4	16.4	108.0	0.0	0.0
5. 廃さい処理											
		延長500m, 高低差 40m	US$ 払い	0.0			0.0				
		Sub Total (5)	A$* 払い	107.5			107.5	34.8	17.4	53.0	2.3
			小計	107.5	0.0	0.0	107.5	34.8	17.4	53.0	2.3

LOTS-B1
PINVS13

選鉱 初期投資（千US$）

TBL 10-4

項目	数量	仕様	支払い	合計	-2年	-1年	0年	本体 +IVA	資材 +IVA	労務費 +IVA	輸送 +IVA
			*: Austral								
6. 脱化・洗浄											
清浄槽	1	レーキ駆動装置のみ	US$ 払い	0.0			0.0				
			A$* 払い	107.2			107.2	90.8	10.8	5.0	0.6
			小計	107.2	0.0	0.0	107.2	90.8	10.8	5.0	0.6
スピゴットポンプ	1	ドルコタイプ	US$ 払い	0.0			0.0				
			A$* 払い	6.6			6.6	2.1	1.9	2.0	0.6
			小計	6.6	0.0	0.0	6.6	2.1	1.9	2.0	0.6
真空ポンプ	1	3'x2' Warthington	US$ 払い	0.0			0.0				
			A$* 払い	7.8			7.8	2.3	2.9	2.0	0.6
			小計	7.8	0.0	0.0	7.8	2.3	2.9	2.0	0.6
分配器	1	4'x4'	US$ 払い	0.0			0.0				
			A$* 払い	4.5			4.5	0.0	1.9	2.0	0.6
			小計	4.5	0.0	0.0	4.5	0.0	1.9	2.0	0.6
洗浄液ポンプ	1	4'x3' Warthington	US$ 払い	0.0			0.0				
			A$* 払い	8.4			8.4	2.9	2.9	2.0	0.6
			小計	8.4	0.0	0.0	8.4	2.9	2.9	2.0	0.6
ドラムフィルター	2	4,000φx5,000mm, オリバー	US$ 払い	0.0			0.0				
			A$* 払い	348.6			348.6	321.6	14.8	10.0	2.3
			小計	348.6	0.0	0.0	348.6	321.6	14.8	10.0	2.3
真空ポンプ	1	パスカルタイプ	US$ 払い	0.0			0.0				
			A$* 払い	31.3			31.3	28.7	0.0	2.0	0.6
			小計	31.3	0.0	0.0	31.3	28.7	0.0	2.0	0.6
ブロワー	1	ロータリータイプ	US$ 払い	0.0			0.0				
			A$* 払い	7.5			7.5	4.8	1.1	1.0	0.6
			小計	7.5	0.0	0.0	7.5	4.8	1.1	1.0	0.6
ベルトコンベア	1	16"x10m, de Planta Mn	US$ 払い	0.0			0.0				
			A$* 払い	33.9			33.9	19.3	4.0	10.0	0.6
			小計	33.9	0.0	0.0	33.9	19.3	4.0	10.0	0.6
配電盤	1	ﾌﾝﾀﾞﾝ浮選から転用	US$ 払い	0.0			0.0				
			A$* 払い	16.7			16.7	11.6	3.1	2.0	0.0
			小計	16.7	0.0	0.0	16.7	11.6	3.1	2.0	0.0
			US$ 払い	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Sub Total (6)	A$* 払い	572.5	0.0	0.0	572.5	484.0	43.4	38.0	7.1
			小計	572.5	0.0	0.0	572.5	484.0	43.4	38.0	7.1
7. SECCION DE PRECIPITACION											
サンドフィルター	1	Cap. 120m3	US$ 払い	0.0		0.0					
			A$* 払い	131.2		131.2		0.0	100.0	30.0	1.2
			小計	131.2	0.0	131.2	0.0	0.0	100.0	30.0	1.2
貧液ポンプ	1	3'x2' Warthington	US$ 払い	0.0		0.0					
			A$* 払い	10.1		10.1		4.8	2.9	2.0	0.6
			小計	10.1	0.0	10.1	0.0	4.8	2.9	2.0	0.6
			US$ 払い	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Sub Total (7)	A$* 払い	141.3	0.0	141.3	0.0	4.8	102.9	32.0	1.8
			小計	141.3	0.0	141.3	0.0	4.8	102.9	32.0	1.8
8. 発電部門											
ジーゼルエンジン	1	Fiat A 230, 12 SSS	US$ 払い	277.3		138.7	138.7	273.9			3.4
			A$* 払い	0.0		0.0	0.0			0.0	
			小計	277.3	0.0	138.7	138.7	273.9	0.0	0.0	3.4
発電機	1	GS1600/6KVA,13200V-70A	US$ 払い	117.1		58.6	58.6	115.4			1.7
			A$* 払い	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			小計	117.1	0.0	58.6	58.6	115.4	0.0	0.0	1.7
操作盤	1		US$ 払い	23.1		11.6	11.6	23.1			
			A$* 払い	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			小計	23.1	0.0	11.6	11.6	23.1	0.0	0.0	0.0
据え付け	1	冷却塔、配線、蒸気 照明、その他	US$ 払い	0.0		0.0	0.0				
			A$* 払い	168.8		84.4	84.4	0.0	118.8	50.0	0.0
			小計	168.8	0.0	84.4	84.4	0.0	118.8	50.0	0.0
			US$ 払い	417.5	0.0	208.8	208.8	412.4	0.0	0.0	5.1
		Sub Total (8)	A$* 払い	168.8	0.0	84.4	84.4	0.0	118.8	50.0	0.0
			小計	586.3	0.0	293.2	293.2	412.4	118.8	50.0	5.1
総計（除くオートクレーブ）											
			US$ 払い	440.7	23.2	208.8	208.8	435.6	0.0	0.0	5.1
		Sub Total (1)+ + +(8)	A$* 払い	2171.5	701.7	581.0	888.8	1305.6	517.0	315.8	33.4
			小計	2612.2	724.9	789.8	1097.6	1741.2	517.0	315.8	38.5
9. オートクレーブ											
			US$ 払い	1400.0	466.7	466.7	466.7	1400.0			
		Sub Total (9)	A$* 払い	616.7	205.8	205.8	205.8	11.6	303.1	252.0	50.0
			小計	2016.7	672.2	672.2	672.2	1411.6	303.1	252.0	50.0
総計（含むオートクレーブ）											
			US$ 払い	1840.7	489.9	675.4	675.4	1835.6	0.0	0.0	5.1
		Sub Total (1)+ + +(9)	A$* 払い	2788.2	907.3	786.8	1094.4	1317.2	820.1	567.8	83.4
			小計	4628.9	1397.1	1462.0	1769.8	3152.8	820.1	567.8	88.5

１１．財務・経済分析

１１．１　財務・経済分析の手法

11.1.1　分析の手法

本プロジェクトは，６年に亘る日本の技術協力によって確認された，アルト・デ・ラ・ブレンダと総称されるアルゼンチン国営鉱山会社ＹＭＡＤ保有の金鉱床の開発プロジェクトである。アルト・デ・ラ・ブレンダ鉱床はエスペランサ脈，ラボレオ脈，ポルテスエロ脈及びチカ脈より成り，日本側の探鉱により捕捉されたのはそのうちのエスペランサ鉱体である。本プロジェクト評価は，このエスペランサ鉱体を含むアルト・デ・ラ・ブレンダ鉱床全体の開発可能性を評価することを目的とする。

ＹＭＡＤは現在，１９７８年に採掘を開始したアルト・デ・ラ・ブレンダ鉱床に隣接するファラジョン・ネグロ金山の操業を行っているが，同鉱山の鉱量はあと数年で枯渇する状況にある。このため，ＹＭＡＤは，同鉱山からの出鉱を続ける一方，独自にアルト・デ・ラ・ブレンダ鉱床の部分的開発を進めており，現在既に，ファラジョン・ネグロ鉱山からの出鉱減を補完するため，ラボレオ脈とポルテスエロ脈より旧来の採鉱法により出鉱を行っている。両鉱床からの出鉱比率は現在のところほぼ半分づつである。アルト・デ・ラ・ブレンダ鉱床の今後の開発の進め方について，ＹＭＡＤは，ファラジョン・ネグロ鉱山の鉱量が枯渇する迄に現在の操業規模以上の出鉱体制にもって行きたいと考えている。

このように，本プロジェクトは，云わば新規鉱山の開発計画と云うよりは，むしろ一種の鉱山の拡張・近代化計画として位置づけられる。本開発計画では，既存の採掘機械，坑道，選鉱設備，発電所並びに山内道路・住宅等の諸インフラ施設の最大限の転用・利用を前提に，現状の操業体制を継続しながら新規鉱体の開発を進める形をその構想の基本としている。よって，本プロジェクトの評価の手法としては，いわゆるWITH AND WITHOUT APPROACH により，WITH PROJECTとWITHOUT PROJECT の比較による増分便益を基に投資収益率を算出するのが妥当と思われる。

しかし，稼働中鉱山の新規ゾーン開発という本プロジェクトの場合，WITHOUT の設定が非常に難しい。開発投資を全く行わない場合，鉱山は３年後膨大な未償却資産を残したまま閉山になると予想されるが，ＹＭＡＤが今まで，ファラジョン・ネグロ鉱山のみならず，アルト・デ・ラ・ブレンダ鉱山をも含んだ両鉱山全体の開発を前提に投資を行ってきた事実を考えると，この想定は非現実的である。WITHOUT の状態をこのように設定すると，閉山により回収出来なくなる資産はいわばサンク・コスト扱いされ，このため，内部収益率が異常に高くなり，新規の投資が過大に評価されてしまうことになる。ちなみに，現在の操業を３年続けた後閉山し，未償却の設備機械を簿価の半値で売却，という設定をWITHOUT として試算す

ると，内部経済収益率76％（内部財務収益率35％）という実態とはかけ離れた数値となる。内部収益率がこのような高くなるのは，既実施の投資の評価を低く扱ったため新規投資の収益性が過大に評価されてしまったものと解されよう。従って，膨大な未回収資産を残したまま閉山するという設定は不自然と云わざるを得ない。それでは，その代わりに，適度の投資を行って開発を進めていく形をWITHOUT として設定すればどうなるかといえば，一般的な製造業プロジェクトと違い，追加起業工事を行わなければ操業が維持できないという鉱山開発の持つ特殊性のため，いずれの設定も相当量の投資額を見込んだ一つの開発代替案になってしまい，両者間の増分をもって収益性を測るのは妥当とは言えなくなる。

以上のことから，本プロジェクト評価においては，現状のまま進んだらどうなるかというWITHOUT の設定は不可能と判断し，この代わりに，現状を便益も費用も全く発生しない状況に置き換え（即ち，これがWITHOUT となる），経済計算上は新規開発プロジェクトとして評価することとする。即ち，本開発計画をＹＭＡＤの既実施投資計画の延長線上にあるものと把握し，このため，ＹＭＡＤが今までに投下した資本の内の未回収部分（＝適正に評価した未償却資産額とする）を本プロジェクトの投資費用につけ加える。従って，経済計算上は，新規投資額と既存の未回収投資額の合計額が本プロジェクトの投資コストとなり，このトータルの投資についてその収益性を求める形となる。このような考えに基づき，次に示す分析手法により本プロジェクトの収益性を検討する。

本プロジェクトの財務・経済分析の手法として，国際金融機関等が開発援助プロジェクトの融資審査を行う際一般的に行われている評価方法，即ち，企業の立場に立ってプロジェクトの財務的収益性を分析する財務分析と，国家あるいは社会全体の視野から国民経済全体にとっての収益性を検討する経済分析を行う。

11.1.2　財務分析

財務評価は，一企業の立場に立って，プロジェクトが期待できる収益を生み出すものかどうかを分析する。使用される価格は実際の市場価格で，これを用いて損益計算や資金収支計算を行い，同時に現金ベースでプロジェクト期間の収入の現在価値と支出の現在価値を比較し（キャッシュフロー分析），丁度これが等しくなるような割引率を算出する。この割引率を内部財務割引率（Finantial Internal Rate of Return,略してFIRR）と呼ぶ。FIRRは，プロジェクトがプロジェクト期間中毎年生み出す投資利回りと考えることが出来る。従って，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，プロジェクト実施の優先度が高くなる。内部財務収益率の算出では金利は支出とは見なさない。何故なら，内部財務収益率は市場金利との比較を目的としており，この率とプロジェクトに必要な資金の金利を比較

することによって，プロジェクトの実施可能性を判断するからである。従って，内部財務利益率がどれだけ調達資金の金利を上回っているかが，企業にとっての投資の実施可否の判断基準となる。本財務分析では，借入金利は１０％とした。

11.1.3 経済分析

経済評価は国民経済的視点から社会全体の立場に立って，資源の最適配分と最も効率的な利用を価値基準においてプロジェクトのフィージビリテイを検討する。従って，経済評価では，個別企業の利潤の大きさよりも社会全体にとっての得失を検討することが中心課題となる。

経済分析も財務分析と同様，キャシュフロー分析により収入と支出の現在価値が等しくなる割引率（＝内部経済収益率，Economic Internal Rate of Return, EIRR）を算出するが，経済分析では財務分析で用いられる市場価格に代えて，経済価格（計算価格とも云われる）を用いる。経済価格とは，一般市場価格の持つ歪みを是正した真の価格を表し，次の方法で算出する。即ち，まず第一に市場価格から税金や利子等の移転項目を差し引く。なぜなら，税金や利子は国民経済活動の中で事後的に発生する移転項目にすぎず，消費される資源ではないからである。このような市場価格からの移転項目の除去は，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費用の明確な区別を意味する。

第二に，資本や労働などの生産要素価格はその機会費用を用いて算定する。機会費用とは，これらの生産要素がこのプロジェクトに投入されたとき他の場所で失われる便益であり，社会全体からみれば，この失われる便益が真のコストとなる。何故これが真の価格を示すのかといえば，一般的に生産要素の市場価格（利子率や賃金率，地代）は，その国の資源の効率的配分と利用を考慮して決定されているとは云えないからである。たとえば，一般に労働過剰の状態にある開発途上国の場合，市場賃金率は機会費用よりかなり高い水準に設定されており，これが市場の歪みを示すものと判断される。この歪みを是正し，正しい経済的実情を反映させ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。本経済分析では，労働の機会費用について考察する。

第三に，内貨部分を潜在為替レート或いは変換係数で国境価格に変換する。本プロジェクト評価では，インフレによる現地通貨アウストラルの貨幣価値の変動が激しく，現地通貨表示では価値判断が容易に出来ないため米ドル表示とする。国際市場からの鉱山機械，消耗物品は一般的にドル建て表示であるが，国産の財やサービス（非貿易財と称す）は現地通貨表示であるためドルに変換する必要がある。財務分析では，実際の名目為替レートが使用される。しかし，経済分析では，政府により為替管理が行われている場合，名目為替レート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修正が必要となる。これは外

貨の潜在為替レート（Shadow Exchange Rate，略してSER ）と呼ばれ，この修正レートで内貨部分を国境価格に変換するか，あるいは，ＳＥＲの逆数に名目為替レートを乗じた値（これを変換係数と呼ぶ）を名目為替レートでドルに変換した数値に掛けて真の価格に変換する（修正の仕方は後述）。

本経済分析では，採鉱機械設備・部品・火薬・ビッド・ロッド，選鉱関係の輸入機材・試薬剤は１００％輸入財，また，国産の選鉱機材については価格構成が不明なためその５０％相当を輸入財とみなし，これらを外貨部分として取り扱った。

以上三つの方法で計算された価格を用いて内部経済収益率が算出され，この水準が経済評価の判断指標となる。一般に国際援助機関では，８％～１２％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。また，公的対外債務の利子率を判断指標の下限の目安として考えることもある。アルゼンチンの場合，公的債務の約８０％が変動金利であるため，ＬＩＢＯＲ（London Interbank Offered Rate ）の変動に伴って対外債務の金利が変動するが，過去の借り入れ金利を見ると，高いときで１２．５％（1983年），低いときで７．８％（1988年）となっており（出所：The World Bank, World Development Report），中長期的に見れば平均して１０％程度であろうと思われる。従って，アルゼンチンの場合も，内部経済収益率が１０％以上となるか，それ以下となるかが実施可否の判断基準になると考えてよいであろう。

11.1.4　プロジェクトの採択基準

上述のように，財務評価と経済評価には大きな違いがある。財務・経済評価の結論としてプロジェクトの採択を判断する場合，双方の内部収益率が基準値を上回っていることが望ましいが，もしどちらか一方が良好で他方が良くない時は，一般的に，プロジェクトとして選択されるための第一条件として経済評価が意味を持ち，その案件が実施に移されるための条件として，財務評価が意味を持って来るといえる。従って，財務評価の結果がいくら良くても，内部経済収益率が１０％に満たないような場合は，プロジェクトとして選択されることはありえない。逆に，経済評価の結果が良く，財務評価が悪い場合は，補助金を支給してプロジェクトを遂行する等の政策的変更を試みることが必要となる。

以下，既述の２つの開発案，即ち，機械化による増産案（ケース１と称す）とケース1 に加圧酸化法を加えた案（ケース２と称す）について財務・経済分析を行う。

１１．２　収入（便益）

本プロジェクトの収入（経済評価では便益という）は，主に産出される金と銀の販売によって得られる。

山元での最終産出物である青金といわれる不純物を含んだ金銀塊はカタマルカに運ばれ，青金はここでＹＭＡＤ自前の精錬所で精製され金銀地金が生産される。金銀の地金は，通常週一回の割合で競売により国内の需要家に販売される。金銀の基準建値はロンドン金属取引所の価格（US$ 建）が採用されている。従って，この分析では収入支出（便益費用）を国境価格で示すので，財務評価と経済評価の販売収入（便益）は同一となる。なお，ＹＭＡＤの生産する金は品位99.9%で，国際標準規格の 99.99%より劣るため，競売の結果として販売価格がロンドン価格より２～３%低くなることが時としてあるが，本評価においてはこれを考慮しない。また，銀の販売には，付加価値税（Impuesto al Valor Agregado）が課せられる（税率１６%）ため，財務評価ではこの分が現金の流入として扱われる。

11.2.1　金・銀の生産量

本の開発計画案の生産量は次の表11-2-1に示す通りである。なお，収入計算においては，生産量全量が販売されると仮定した。

表11-2-1　金・銀の生産量

	全期間生産量	年平均生産量（本格操業時）
ケース１		
金	9,391kg	817.8kg
銀	105,569kg	9,859.3kg
ケース２（加圧酸化法）		
金	9,582kg	839.0kg
銀	139,518kg	12,926.7kg

11.2.2　金・銀の価格

１９８１年から最近時までの金・銀価格の推移を示したのが次の表11-2-2及び表11-2-3である。一見して短期的に激しく変動しているのが分かる。中長期的に見ても変動の幅が広く，この１１年間を見ると金は最高値が 599ドル／オンス，最底値は 284ドル／オンス，変動幅

は 300ドル以上，銀は最高値が 16.45ドル／オンス，最低値が3.58ドル／オンス，変動幅は13ドル近くにも達している。

表11-2-2　金価格の推移

(London Bullion Dealers, Us$/トロイオンス)

年度	平均	高値	底値
1981	460.02	599.25	391.25
1982	375.91	477.00	297.00
1983	424.51	511.50	374.75
1984	360.46	406.85	308.25
1985	317.35	339.30	284.00
1986	367.87	442.75	326.00
1987	446.41	502.75	392.60
1988	436.81	485.30	389.05
1989	381.66	417.15	358.10
1990	383.70	421.40	346.75
1991(8月まで)	364.75	403.70	347.00

(出所) World Metal Statistics 1991年9月号

表11-2-3　銀価格の推移

(U.S. Producer Price, Us$/トロイオンス)

年度	平均	高値	底値
1981	10.52	16.45	7.95
1982	7.99	11.21	4.89
1983	11.44	14.75	8.34
1984	8.14	10.04	6.26
1985	6.14	6.74	5.57
1986	5.47	6.20	4.87
1987	7.01	10.20	5.36
1988	6.53	7.99	6.01
1989	5.50	6.17	5.02
1990	4.82	5.39	3.93
1991(8月迄)	4.05	4.53	3.58

(出所) World Metal Statistics 1991年9月号

ここ一，二年の動きを見ると，金については，１９９０年初，ＩＭＦの保有金売却提案にもかかわらず上昇し 420ドル／オンス台を記録したが，その後ソ連のペレストロイカの失敗による金売却などから下落し，６月に４年ぶりに 350ドル／オンスを割り込んでいる。その後，イラクのクエート侵攻により 413ドル／オンスまで上昇したが，１０月には再び 364ドル/ オンスまで下落した。１９９１年に入り 390ドル／オンス台を維持していたが，湾岸戦争の早期終結の読みから再び値を下げ，２月に 350ドル／オンス台となり，以後 350～370ドル／オンス台と低迷状態が続いている。銀価格は，１９９０年３月金相場の下落につられ３年９カ月ぶりに５ドル／オンスを割り，年末には原油・金の急落と米国のリセッションの深刻化により，１９７６年２月以来，１５年振りに４ドル／オンスの大台を割り込んだ。１９９１年に入っても４ドル／オンス前後の弱基調で推移している。

今後の金の需給関係については，殆どのアナリストは，金に対する投資と需要の低迷が長期化していることから，短期的に金価格の予測には悲観的な見解を示している。銀についても、現在の高い在庫水準を下げるのにまだかなりの年数がかかるものと見ている。

上記に見られる様に，金・銀価格は短期的な要因によって大きく変動するため，長期的な価格推移を予測することは非常に困難であり，又，ある予断に基づいて予測した価格でプロジェクトを評価することは適切ではない。従って，本プロジェクトの評価に当たっては，現在の低迷する相場はほぼ底堅い値とみられる（特に金については）ので，次の通り足許価格を基準価格として用い，さらに感度分析を行うことにする。

金　370.00 US$/オンス

銀　　4.20 US$/オンス

11.2.3　収入と便益の算定

財務評価における収入は，金銀の売上高である。なお，資金収支及びキャッシュフロー計算上は銀の付加価値税を加算する。

それぞれのケースの売上収入を表11-2-4に示す。なお，この売上収入は便宜上，精錬コスト控除後の数値で示してある。

表11-2-4　売上収入

（単位：千ドル）

年　度	ケース1			ケース2（加圧酸化法）		
	金	銀	合計	金	銀	合計
－2	6,834	658	7,492	6,834	901	7,735
－1	7,798	755	8,553	7,798	1,040	8,838
0	8,822	849	9,671	8,822	1,173	9,995
1	9,984	1,319	11,303	10,246	1,729	11,975
2	9,947	1,325	11,272	10,208	1,738	11,946
3	9,800	1,325	11,125	10,056	1,738	11,794
4	9,702	1,325	11,027	9,956	1,738	11,694
5	9,359	1,325	10,684	9,603	1,738	11,341
6	9,109	1,325	10,434	9,346	1,738	11,084
7	8,982	1,325	10,307	9,215	1,738	10,953
8	9,109	1,325	10,434	9,346	1,738	11,084
9	9,011	1,328	10,339	9,243	1,740	10,983
合　計	108,457	14,184	122,641	110,673	18,749	129,422

また，キャッシュフロー分析では，プロジェクト終了後における未償却資産の内，売却可能と思われるもののみを残存価値としてインフローに計上した。

一方，経済評価における便益は，金銀の売上高（銀の付加価値税は除く）と資産の残存価値に社会的便益を加えた合計となる。ここで云う社会的便益とは，本プロジェクトによって生み出される私企業にとっては収入とならない間接的な便益を指す。一般的に，鉱山開発のようなプロジェクトは，道路，学校，病院，電気といった公共施設が建設・整備されることによって地域の住民に間接的便益をもたらすが，本プロジェクトの場合は，鉱山にはこれらの公共施設が既に整っており，また労働者の増員も計画していないため，改めて建設・増強する必要がなく，このような社会的便益は新たに発生はしないと考えられる。しかし，本プロジェクト実施による鉱山の延命，金銀生産増大は次のような便益をアルゼンチン国家にもたらすと考えられる。

1. 雇用の場確保
2. 近隣鉱山の開発拠点となり，技術的・資金的ソースを提供
3. カタマルカ州の地域開発に寄与

以上のような間接的便益が考えられるが，これらは計量化不能なので計算には取り上げない。

１１．３　起業費と操業費

11.3.1　財務費用

財務費用としての起業費と操業費の算定は，１９９１年１２月現在の市場価格を基準にして算定し，内貨部分についてはこの時点の名目為替レート 9,920アウストラル／ドルでドル換算した。その算定結果をまとめたものが表 11-3-1 である。

起業費は，ケース１で，10.5百万ドル，ケース２（加圧酸化法）で12.5百万ドルである。本格操業時の操業費（操業指導料，ロイヤルテイ，金利，減価償却を除く）の年間総額はそれぞれ，6.5 百万ドル，6.7 百万ドルとなっている。

なお，ＹＭＡＤ保有の未償却資産については，１１．４の内部収益率の計算のところで触れる。

表11-3-1　起業費と操業費（財務費用）

（ケース１）　　（単位千ドル）

年　度	起　業　費			操　業　費				
	採　鉱	選　鉱	合　計	採　鉱	選　鉱	補助管理	本　社	合　計
－2	1,715	725	2,440	2,287	1,617	843	1,092	5,839
－1	1,355	789	2,144	2,488	1,828	767	898	5,981
0	2,725	1,098	3,823	2,565	2,012	722	747	6,046
1	1,252		1,252	2,698	2,385	668	721	6,472
2				2,648	2,385	668	721	6,422
3	166		166	2,648	2,385	668	721	6,422
4	115		115	2,730	2,385	668	721	6,504
5	335		335	2,730	2,385	668	721	6,504
6	100		100	2,730	2,385	668	721	6,504
7				2,730	2,385	668	721	6,504
8	134		134	2,730	2,385	668	721	6,504
9				2,438	2,391	668	724	6,221
合　計	7,897	2,612	10,509	31,422	26,928	8,344	9,229	75,923

注）操業費の中には０年，１年の操業指導料(220千ドル／年）は含まれていない。

（ケース２：加圧酸化法）　　（単位千ドル）

年　度	起　業　費			操　業　費				
	採　鉱	選　鉱	合　計	採　鉱	選　鉱	補助管理	本　社	合　計
－2	1,715	1,398	3,113	2,286	1,721	843	1,092	5,942
－1	1,355	1,461	2,816	2,488	1,951	767	898	6,104
0	2,725	1,770	4,495	2,565	2,153	723	747	6,188
1	1,252		1,252	2,698	2,570	668	721	6,657
2				2,648	2,570	668	721	6,607
3	166		166	2,648	2,570	668	721	6,607
4	115		115	2,730	2,570	668	721	6,689
5	335		335	2,730	2,570	668	721	6,689
6	100		100	2,730	2,570	668	721	6,689
7				2,730	2,570	668	721	6,689
8	134		134	2,730	2,570	668	721	6,689
9				2,438	2,576	668	724	6,406
合　計	7,897	4,629	12,526	31,421	28,961	8,345	9,229	77,956

11.3.2　経済費用

経済費用の算定は，表11-3-2，11-3-3の通りで，起業費はそれぞれ，ケース１で8 百万ドル，ケース２で 9.6百万ドル，年間操業費はそれぞれ，4.6 百万ドル，4.7 百万ドルである。経済費用の起業費と操業費は，ケース１の場合，財務費用に比べて，それぞれ，2.5 百万ドルと1.9 百万ドル低くなっている。経済費用の算定方法を次の11.3.3で示す。

表11-3-2　起業費と操業費（経済費用）

（ケース１）

（起 業 費）　　（単位千ドル）

年　度	採　鉱		選　鉱		合　計		
	外　貨	内　貨	外　貨	内　貨	外　貨	内　貨	総　計
－2	685	605	240	270	925	875	1,800
－1	387	593	248	294	635	887	1,522
0	1,650	534	552	231	2,202	765	2,967
1	484	454			484	454	938
2							
3	144				144		144
4	99				99		99
5	291				291		291
6	87				87		87
7							
8	116				116		116
9							
合　計	3,943	2,186	1,040	795	4,983	2,981	7,964

（操 業 費）　　（単位千ドル）

年　度	採　鉱		選　鉱		補助管理	一般管理	合　計		
	外　貨	内　貨	外　貨	内　貨	内　貨	内　貨	外　貨	内　貨	総　計
－2	442	1,232	275	855	602	768	717	3,457	4,174
－1	496	1,320	322	950	546	627	818	3,443	4,261
0	522	1,347	363	1,033	515	515	885	3,410	4,295
1	573	1,386	507	1,144	474	498	1,080	3,502	4,582
2	566	1,358	507	1,144	474	498	1,073	3,474	4,547
3	566	1,358	507	1,144	474	498	1,073	3,474	4,547
4	580	1,403	507	1,144	474	498	1,087	3,519	4,606
5	580	1,403	507	1,144	474	498	1,087	3,519	4,606
6	580	1,403	507	1,144	474	498	1,087	3,519	4,606
7	580	1,403	507	1,144	474	498	1,087	3,519	4,606
8	580	1,403	507	1,144	474	498	1,087	3,519	4,606
9	507	1,272	510	1,146	474	498	1,017	3,390	4,407
合　計	6,572	16,288	5,526	13,136	5,929	6,392	12,098	41,745	53,843

注）０年，１年の操業指導料は含まず

表11-3-3　起業費と操業費（経済費用）

（ケース２：加圧酸化法）

（起 業 費）　　（単位千ドル）

年　度	採　鉱		選　鉱		合　計		
	外　貨	内　貨	外　貨	内　貨	外　貨	内　貨	総　計
－2	685	605	645	401	1,330	1,006	2,336
－1	387	593	654	426	1,041	1,019	2,060
0	1,650	534	958	361	2,608	895	3,503
1	484	454			484	454	938
2							
3	144				144		144
4	99				99		99
5	291				291		291
6	87				87		87
7							
8	116				116		116
9							
合　計	3,943	2,186	2,257	1,188	6,200	3,374	9,574

（操 業 費）　　（単位千ドル）

年　度	採　鉱		選　鉱		補助管理	一般管理	合　計		
	外　貨	内　貨	外　貨	内　貨	内　貨	内　貨	外　貨	内　貨	総　計
－2	442	1,232	339	863	602	768	781	3,465	4,246
－1	496	1,320	397	960	546	627	893	3,453	4,346
0	522	1,347	449	1,045	515	515	971	3,422	4,393
1	573	1,386	466	1,313	474	498	1,039	3,671	4,710
2	566	1,358	466	1,313	474	498	1,032	3,643	4,675
3	566	1,358	466	1,313	474	498	1,032	3,643	4,675
4	580	1,403	466	1,313	474	498	1,046	3,688	4,734
5	580	1,403	466	1,313	474	498	1,046	3,688	4,734
6	580	1,403	466	1,313	474	498	1,046	3,688	4,734
7	580	1,403	466	1,313	474	498	1,046	3,688	4,734
8	580	1,403	466	1,313	474	498	1,046	3,688	4,734
9	507	1,272	468	1,315	474	498	975	3,559	4,534
合　計	6,572	16,288	5,381	14,687	5,929	6,392	11,953	43,296	55,249

注）０年，１年の操業指導料は含まず。

11.3.3 経済費用の算定

経済費用は財務費用の算定結果に基づいて推計するが，既述の手法に従い以下のように経済費用を算定した。

(1) 移転費用の控除

経済費用の計算では，財務費用のなかに含まれている国にとっては費用とはならない税金などを移転項目費用として控除しなければならないが，本プロジェクトでは，輸入財に課される関税及び輸入財と国内財・サービスに含まれている付加価値税（16%）を移転項目として控除した。これら以外に移転項目として鉱区税や印紙税等があるが，これらは僅かな金額なので無視した。

輸入財に掛かる関税等の調整に関しては，９１年１１月改定の関税率に基づき，機械設備については，国内で生産されていないもの０%，中間品１３%，完成品２２%を移転費用として差し引いた。操業費関係では，輸入選鉱試薬剤について２２%を輸入関税として費用から控除し，輸入火薬，ビッド・ロッド，機械部品については国内競合品が無いものとして無税として扱った。

(2) 労働の機会費用の算定

労働の機会費用の算定については，通常の開発プロジェクトの評価の場合と同様，アルゼンチンにおいても熟練労働者については，高等教育を受けた鉱山技術者の数は極く限られており，その需給関係は市場メカニズムがほぼ完全に機能していると考えることが出来る。従って，熟練労働者の機会費用は，実際の市場賃金率で計算され，財務費用における労働費用と同額となる。

未熟練労働者については，鉱山の存在するカタマルカ州は，かなりの過剰労働の状態にあると思われる。カタマルカ州の州人口は 175千人で，100 千人が州都カタマルカに集まり，残りは余り肥沃とはいえない半砂漠的地帯に 0.5人／km^2 といわれる密度で散在している。カタマルカ州の主要産業は，とうがらし，葡萄及びとうもろこしを主産物とする農業で，牧畜業も小規模ながら存在する。しかし，工業については，小規模な織物業や陶器業を除けば殆ど皆無である。現在，鉱山で働いている労働者はその殆どが，鉱山から半径 100～ 110km 内の村落出身者で，平日鉱山で働き，週末に家族のもとに帰る単身赴任労働者が過半数を占めている。鉱山付近のヒアリング調査によれば，平均的農民は，１年の内収穫期の３カ月間は自営の農地で働き，４カ月は日雇労働者として大農園に働きに出，残りの月は何もしないといった，いわゆる半失業状態にあり，平均的収入も，鉱山労働者の60%～70%程度である。このような事実は，労働の機会費用は，実際に支払われている市場賃金率よりかなり低い水

準にあることを示している。鉱山における坑内労働の過酷さを加味しても，機会費用は市場賃金率の70%～80%と見るのが妥当と思われる。

しかし，本プロジェクトの場合，現在の在籍労働者の平均在籍年数は７年であり，これらの労働者を引き続き雇用する計画であることから，実際の給与水準が彼らの労働の機会費用となっていると見なすべきである。本プロジェクトが増産にともない労働力の増強を計画するのであれば，新規雇用の労働者の労働費用はその者の機会費用を用い，実際の給与より低く算定することになるが，本プロジェクトでは増員は見込んでいないため，市場賃金率より低い費用を採用することは出来ない。

以上により，経済費用における労働費用は，財務費用と同じ賃金率を用いることとした。

11.3.4 潜在為替レートの算出

潜在為替レート（Shadow Exchange Rate，略してSER）の算出には，一般的に簡便法として輸出入額，輸出入税額，それに輸出補助金の統計データを利用した数式が用いられるが，輸入規制が行われている場合はこれを数量化しなければならない。しかし，実際上輸入規制の数量化が出来ないのでこの計算式の適用が難しい。アルゼンチンの場合，輸入規制を行っていること，又，輸出補助金の統計データが未整備なことから，この簡便方式を用いることは適切ではない。そこで，購買力平価説の考えに基づき，卸売物価水準の推移を考察して真の為替レートを推計することにした。

購買力平価説は，為替レートは関係する両国の通貨の購買力の比率に等しく，長期的に見れば，その変動は両国の物価水準の変化率に等しいところに落ち着くと考える。ある基準時点における為替レートを r_0，その物価水準を基準にした指数によりその後の物価水準を示すものとして，自国の物価指数を p，外国の物価指数水準を pf とすると，現時点の為替レート r は，

$$r = \frac{p}{pf} r_0$$

のように示される。

この方法を用いるとき問題となるのが，為替レートが均衡していたと思われる基準時点をいつにとるかである。アルゼンチンでは，アルフォンシン前政権が１９８５年６月，経済停滞と高インフレに対処するため緊急経済調整政策（アウストラル・プラン）を打ち出し，この政策の一環として新通貨アウストラルが採用され為替レートの調整が行われた。この時，公定レートは自由レートとのかい離分だけ切り下げられ，１ドル＝0.801 に固定された。本分析では，この時点を均衡点とみなし，この基準点からのアルゼンチンと主要貿易相手国で

ある米国の卸売物価指数の変動率によりＳＥＲを推計することとする。

表11-3-4　為替レートと物価指数の推移

年	為替レート	亜国卸売物価指数		米国卸売物価指数	
		(年間%)	(85/5=100)	(年間%)	(85/5=100)
1985.6	0.801	5.5	106	0.5	101
1986	1.259	57.8	167	-1.4	100
1987	3.760	181.8	471	2.1	102
1988	3.370	431.6	2,506	2.5	104
1989	1,959	5386.3	137,473	5.2	110
1990	5,590	798.4	1,235,060	4.9	115
1991（推定）	9,920	62.0	2,000,797	3.0	118

（出所：INDEC 及び米国経済白書）

名目為替レートと両国の物価指数を示したのが表11-3-4である。この数字を用い上記の式で為替レートを修正すると，９１年１２月の潜在為替レートは約13,500アウストラル／ドル(0.801×2,000,797/118)となり，アウストラルは約３５％過大評価されていることになる。

しかし，購買力平価説の説く為替レートの変動は，「貨幣的要因」によってのみ物価が変動しているとき最も典型的にあてはまるが，実際には国内の実物的な経済量の変化（実物的要因）によっても為替レートは変動する。アルゼンチンでは現在，国営企業の民営化や規制緩和あるいはコスト削減努力などが推進され，多くの産業分野で構造調整が行われつつある。本経済分析では，この構造変化によりアウストラルの購買力が増大する可能性があることを考慮し，13,500アウストラル／ドルを修正し，13,000アウストラル／ドルをＳＥＲ（潜在為替レート）として用いることとする。従って，変換係数（CF）は0.76となり，内貨部分はこの変換係数で修正される。

１１．４　内部収益率（ＩＲＲ）の計算

本節では，１１．２，１１．３で算定した収入と支出（便益と費用）に基づいて，それぞれのキャッシュフロー表により内部収益率を計算する。

11.4.1　前提条件

計算のための前提条件は次のように設定した。

(a) ＹＭＡＤの既存投資額（＝未償却資産）の評価：

既存の未償却資産額については，ＹＭＡＤの９０年度貸借対照表記載の固定資産簿価（バッホ・デ・ラ・アルンブレラ鉱山への投資等当該プロジェクトに関係ないと思われる資産は除外）を基に算定した。未償却資産額は，９０年度簿価に９１年度の起業費を追加し，また同年度の減価償却費を控除して９１年末の簿価を推定し，この額を９１年末の貨幣価値で修正することにより算定した。未償却資産の評価額は，下表11-4-1に示すとおり18百万ドルとなる。

表 11-4-1 YMAD　未償却資産の内訳

摘　　要	金額（千ドル）
道路	208
社宅	1,913
建物	2,238
設備機械	3,674
家具備品	87
建設仮勘定	919
諸施設	2,639
車両	385
土地	26
開坑費用	3,968
ｱﾙﾄ･ﾃﾞ･ﾗ･ﾌﾞﾚﾝﾀﾞ関係	2,670
合　計	18,128

(b) 資金計画：　新規投資に必要な資金は全額借入れによることとした。但し，更新起業費については資金上問題なければ自己資金で賄うこととした。借入金利は10%/年，返済期間は５年とした。借入金額は次の通り。

年	借入額（千ドル）	
	ケース1	ケース2
-2	2,711	3,549
-1	2,653	3,475
0	4,757	5,653
合　計	10,121	12,587

増産に伴う運転資金増は操業費の年間増加額の４カ月分として２０万ドルを見込んだ。なお，運転資金は操業最終年度の翌年度に収入として計上した。建設期間中の借入金利は７年間で償却するものとした。

(c) 減価償却費：既存設備の減価償却費は，ＹＭＡＤの貸借対照表に計上されている固定資産簿価をベースに，９１年末の償却資産額を推計し，これを現在ＹＭＡＤが適用している償却法により償却するものとした。償却法は次の通り。

機械設備	定額法　１０年
車両	定額法　　５年
施設・社宅	定額法　２５年
建築物	定額法　４０年
道路	定額法　５～１０年
坑道	生産高比例法

新規投資についても上記と同じ償却法で償却した。

(d) 税金（直接税）：ＹＭＡＤは従来，鉱業振興法（法律No. 22095）により税金の減免等の諸恩典を享受していたが，１９９０年中央政府の経済緊急措置によりこの振興法が無効になり，今は税務上の優遇措置は何も受けていない。本プロジェクトに適用される税金及び税率は次の通り。

資産税	1%
粗収入税	1%
法人税	20%

なお，資産税は，企業の総資産に対して課されるもので，所得税の内数扱いとなる。しかし，資産税額が所得税額を上回った場合でも還付されない。又，資産税は所得税計算上損金計上出来ない。又，粗収入税の課税ベースは，売上高から支払ロイヤルテイを控除した額である。

(e) ロイヤリテイ：　カタマルカ州法により，鉱山業者はロイヤリテイ（Regalia Minera）の支払義務がある。ロイヤリテイの率は上限１０％と定められ，毎年州政府が決定する。従

来，ＹＭＡＤは生産した金・銀地金の１０％相当分を現物で州政府に納めてきたが，ここ１，２年の会社収支悪化のため，ロイヤリテイの軽減を州政府と交渉しており，ＹＭＡＤによれば，３％でほぼ妥結する見込みである。また，同法は投資期間中はさらにその３５％が軽減される旨規定されている。従って，本分析では，投資期間中１．９５％，その後３％として計算した。

(f) 操業指導料：　本開発計画ではトラックレス・マイニングという新しい採鉱法を導入するため，専門家による操業指導を見込み，０年目及び１年目にそれぞれ 220千ドル／年の操業指導料を計上した。

11.4.2　計算結果（財務評価）

プロジェクトの財務的収益性を測る尺度となる内部財務収益率を計算するためには，企業の毎年の見積損益計算書を作成し，それに基づき資金収支がマイナスにならないような資金計画を作る必要がある。キャッシュフロー表は，プロジェクト期間中資金的に問題がないことを確認した上で，流入（インフロー）と流出（アウトフロー）項目を整理して作成し，現在価値に直した流入額と流出額がゼロになる割引率＝内部収益率を算出する。

以上に基づき作成したのが表14-4-2（ケース１），14-4-3（ケース２）の見積損益計算書と資金収支表である。なお，損益計算では付加価値税（ＩＶＡ）は収入あるいは支出とはみなされないので控除してある。見積損益計算書を見ると，ケース１，２とも建設期間中を含めプロジェクト全期間を通じて税引前利益（経常利益）は黒字となっている。

この見積損益計算書と資金収支表からキャッシュフロー表が導かれる。このキャッシュフローに基づき計算した結果，財務内部収益率はケース１が7.24%，ケース２が8.34%となった（表11-4-4，11-4-5）。この収益率は借り入れ金利10%を下回り，この投資計画は財務的には実施可能では無いことを示している。しかし，先に述べたように，プロジェクトの妥当性はまず第一に国家的観点に立った経済評価によって為されねばならない。経済評価でプロジェクトの妥当性が確認された場合，この財務評価の結論からプロジェクトを実施可能にする諸条件が検討されることになる。

なお，このケースは，ＹＭＡＤの抱えている未償却資産を全額投資費用として見なした場合について計算したものである。もし，外部の投資家が投資利益率15%～20%を期待して資本参加しようとする場合，ＹＭＡＤの資産をどの程度に評価すれば妥当であるか，をケース１について試算したのが表11-4-6である。ここでは，資産評価額を９百万ドルとおいて計算したところ，FIRRは約17%となった。

表11-4-2　見積損益計算書と資金収支表（ケース１）

見積損益計算書　　（単位：千ドル）

項　　目	－2	－1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合　計
生産														
選鉱処理量（千ｔ）	90	105	120	135	135	135	135	135	135	135	135	135		1,530
ヒープ・リーチング（千ｔ）	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	46		541
処理量合計	135	150	165	180	180	180	180	180	180	180	180	181		2,071
精製金生産量（kg）	592	675	764	865	861	849	840	810	789	778	789	780		9,391
精製銀生産量（kg）	4,897	5,622	6,316	9,817	9,862	9,862	9,862	9,862	9,862	9,862	9,862	9,883		105,569
収入														
金	6,834	7,798	8,822	9,984	9,947	9,800	9,702	9,359	9,109	8,982	9,109	9,011		108,456
銀	658	755	849	1,319	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,328		14,186
収入計	7,492	8,554	9,671	11,304	11,272	11,125	11,027	10,684	10,434	10,307	10,434	10,339		122,642
支出														
直接操業費	4,295	4,569	4,744	5,110	5,066	5,066	5,140	5,140	5,140	5,140	5,140	4,898		59,448
減価償却費	1,533	1,597	2,441	2,977	2,931	2,951	2,981	2,325	2,327	2,071	2,030	2,008		28,175
販売費及び一般管理費	1,011	825	678	654	654	654	654	654	654	654	654	654		8,400
操業指導料			220	220										440
支払金利				905	702	500	298	95						2,500
ロイヤリティー	146	167	189	339	338	334	331	321	313	309	313	310		3,409
資産税	137	123	117	107	99	92	92	92	92	92	92	92		1,227
粗収入税	73	84	95	110	109	108	107	104	101	100	101	100		1,192
支出計	7,196	7,365	8,484	10,422	9,900	9,704	9,603	8,730	8,628	8,366	8,331	8,063		104,791
税引前利益	296	1,189	1,187	882	1,372	1,421	1,424	1,954	1,807	1,940	2,104	2,276		17,851
加算（資産税）	137	123	117	107	99	92	92	92	92	92	92	92		1,227
課税所得	433	1,312	1,304	989	1,471	1,513	1,516	2,046	1,899	2,032	2,196	2,368		19,078
法人税	87	262	261	198	294	303	303	409	380	406	439	474		3,816
法人税減額	-87	-123	-117	-107	-99	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92		-1,177
純利益	296	1,050	1,043	791	1,177	1,210	1,213	1,637	1,519	1,626	1,756	1,894		15,212

資金収支

ＩＮ														
借入金	2,711	2,653	4,757											10,122
純利益	296	1,050	1,043	791	1,177	1,210	1,213	1,637	1,519	1,626	1,756	1,894		15,212
銀付加価値税	105	121	136	211	212	212	212	212	212	212	212	212		2,270
減価償却費	1,533	1,597	2,441	2,977	2,931	2,951	2,981	2,325	2,327	2,071	2,030	2,008		28,175
計	4,645	5,421	8,378	3,979	4,320	4,373	4,406	4,174	4,058	3,909	3,999	4,115		55,778
ＯＵＴ														
投資	2,440	2,144	3,823	1,252	0	166	115	335	100	0	134		-502	10,007
建中金利	271	509	1,012											1,793
運転資本				200									-200	0
付加価値税	533	587	625	708	702	702	711	711	711	711	711	666		8,078
長期借入金返済			1,073	2,024	2,024	2,024	2,024	951						10,122
計	3,244	3,240	6,533	4,184	2,726	2,892	2,850	1,997	811	711	845	666	-702	29,999
余剰資金	1,401	3,582	5,427	5,222	6,815	8,296	9,852	12,028	15,275	18,474	21,627	25,077	25,779	25,779

表11-4-3　見積損益計算書と資金収支表（ケース２：加圧酸化法）

見積損益計算書　　（単位：千ドル）

項　　目	－2	－1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合　計
生産														
選鉱処理量（千ｔ）	90	105	120	135	135	135	135	135	135	135	135	135		1,530
ヒープ・リーチング（千ｔ）	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	46		541
処理量合計	135	150	165	180	180	180	180	180	180	180	180	181		2,071
精製金生産量（kg）	592	675	764	887	884	871	862	831	809	798	809	800		9,582
精製銀生産量（kg）	6,706	7,741	8,731	12,871	12,931	12,931	12,931	12,931	12,931	12,931	12,931	12,952		139,518
収入														
金	6,834	7,798	8,822	10,246	10,208	10,056	9,956	9,603	9,346	9,215	9,346	9,243		110,673
銀	901	1,040	1,173	1,729	1,738	1,738	1,738	1,738	1,738	1,738	1,737	1,740		18,748
収入計	7,735	8,838	9,995	11,975	11,946	11,794	11,694	11,341	11,084	10,953	11,083	10,983		129,421
支出														
直接操業費	4,385	4,675	4,866	5,269	5,225	5,225	5,299	5,299	5,299	5,299	5,299	5,057		61,197
減価償却費	1,533	1,597	2,509	3,246	3,200	3,220	3,250	2,594	2,596	2,273	2,232	2,210		30,461
販売費及び一般管理費	1,011	825	678	654	654	654	654	654	654	654	654	654		8,400
操業指導料			220	220										440
支払金利				1,120	868	617	365	113						3,083
ロイヤリティー	151	172	195	359	358	354	351	340	333	329	332	329		3,604
資産税	137	123	117	107	99	92	92	92	92	92	92	92		1,227
粗収入税	76	87	98	116	116	114	113	110	108	106	108	107		1,258
支出計	7,293	7,479	8,683	11,092	10,521	10,276	10,124	9,202	9,081	8,753	8,717	8,449		109,670
税引前利益	442	1,359	1,313	883	1,425	1,518	1,570	2,139	2,003	2,200	2,366	2,534		19,751
加算（資産税）	137	123	117	107	99	92	92	92	92	92	92	92		1,227
課税所得	579	1,482	1,430	990	1,524	1,610	1,662	2,231	2,095	2,292	2,458	2,626		20,978
法人税	116	296	286	198	305	322	332	446	419	458	492	525		4,196
法人税減額	-116	-123	-117	-107	-99	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92		-1,206
純利益	442	1,186	1,144	792	1,219	1,288	1,329	1,784	1,676	1,834	1,966	2,101		16,761

資金収支

ＩＮ														
借入金	3,459	3,475	5,653											12,587
純利益	442	1,186	1,144	792	1,219	1,288	1,329	1,784	1,676	1,834	1,966	2,101		16,761
銀付加価値税	144	166	188	277	278	278	278	278	278	278	278	278		3,000
減価償却費	1,533	1,597	2,509	3,246	3,200	3,220	3,250	2,594	2,596	2,273	2,232	2,210		30,461
計	5,578	6,424	9,493	4,315	4,698	4,786	4,858	4,657	4,550	4,385	4,476	4,589		62,809
ＯＵＴ														
投資	3,113	2,816	4,495	1,252	0	166	115	335	100	0	134		-704	11,822
建中金利	346	659	1,259											2,263
運転資本				200									-200	0
付加価値税	547	604	644	733	728	728	736	736	736	736	736	691		8,355
長期借入金返済			1,387	2,517	2,517	2,517	2,517	1,131						12,587
計	4,006	4,079	7,784	4,702	3,245	3,411	3,368	2,202	836	736	870	691	-904	35,027
余剰資金	1,572	3,917	5,626	5,239	6,691	8,066	9,556	12,011	15,725	19,374	22,980	26,878	27,782	27,782

表11-4-4　内部財務収益率計算表（ケース１）

（単位：千ドル）

年度	流入			流出				純流入
	売上収入	残存価値	合計	投資	運転費用	税金	合計	
-2	7,597		7,507	20,568	5,839	357	26,764	-19,167
-1	8,675		8,675	2,144	5,981	513	8,638	37
0	9,807		9,807	3,823	6,266	544	10,633	-826
1	11,515		11,515	1,452	6,692	647	8,791	2,724
2	11,484		11,484	0	6,422	742	7,164	4,320
3	11,337		11,337	166	6,422	744	7,332	4,005
4	11,239		11,239	115	6,504	741	7,360	3,879
5	10,896		10,896	335	6,504	833	7,672	3,224
6	10,646		10,646	100	6,504	794	7,398	3,248
7	10,519		10,519	0	6,504	816	7,320	3,199
8	10,646		10,646	134	6,504	853	7,491	3,155
9	10,551		10,551	0	6,221	884	7,105	3,446
10		502	502	-200			-200	702
合計	124,912	502	125,414	28,637	76,363	8,468	113,468	11,946

内部財務収益率＝7.24%

表11-4-5　内部財務収益率計算表（ケース２：加圧酸化法）

（単位：千ドル）

年度	流入			流出				純流入
	売上収入	残存価値	合計	投資	運転費用	税金	合計	
-2	7,879		7,879	21,241	5,943	364	27,548	-19,669
-1	9,004		9,004	2,816	6,104	555	9,475	-471
0	10,183		10,183	4,495	6,408	579	11,482	-1,299
1	12,252		12,252	1,452	6,876	673	9,001	3,251
2	12,224		12,224	0	6,607	779	7,386	4,838
3	12,072		12,072	166	6,607	790	7,563	4,509
4	11,972		11,972	115	6,689	797	7,601	4,371
5	11,619		11,619	335	6,689	896	7,920	3,699
6	11,362		11,362	100	6,689	859	7,648	3,714
7	11,231		11,231	0	6,689	893	7,582	3,649
8	11,361		11,361	134	6,689	932	7,755	3,606
9	11,261		11,261	0	6,402	961	7,363	3,898
10		704	704	-200			-200	904
合計	132,420	704	133,124	30,654	78,392	9,078	118,124	15,000

内部財務収益率＝8.34%

表11-4-6　内部財務収益率計算表

（既存投資評価額＝９百万ドル）

（単位：千ドル）

年度	流入			流出				純流入
	売上収入	残存価値	合計	投資	運転費用	税金	合計	
-2	7,597		7,507	11,440	5,839	455	17,734	-10,137
-1	8,675		8,675	2,144	5,981	666	8,791	-166
0	9,807		9,807	3,823	6,266	724	10,813	-1,006
1	11,515		11,515	1,452	6,692	816	8,960	2,555
2	11,484		11,484	0	6,422	907	7,329	4,155
3	11,337		11,337	166	6,422	909	7,497	3,840
4	11,239		11,239	115	6,504	909	7,528	3,711
5	10,896		10,896	335	6,504	933	7,772	3,124
6	10,646		10,646	100	6,504	893	7,497	3,149
7	10,519		10,519	0	6,504	915	7,419	3,100
8	10,646		10,646	134	6,504	953	7,591	3,055
9	10,551		10,551	0	6,221	983	7,204	3,347
10		502	502	-200			-200	702
合計	124,912	502	125,414	19,509	76,363	10,063	105,935	19,479

内部財務収益率＝ 17.13%

11.4.2　内部経済収益率（EIRR）

内部経済収益率の基本的な計算の仕方は内部財務収益率と同じである。経済分析では，税金が移転項目として費用から控除され，又，費用は外貨部分と内貨部分に分類され，内貨部分は潜在為替レートにより国境価格に変換される。このようにして作成されたのが，表11-4-7（ケース１），11-4-8（ケース２）の内部経済収益率計算表である。便益と費用と現在価値の合計がゼロとなる割引率，即ち内部経済収益率はケース１，２ともに35％と高い数値を示した。アルゼンチンの資本の機会費用は約10％であると思われるので，本プロジェクトは国家的見地から見れば，フィージビリテイの高いプロジェクトと言えよう。

表11-4-7　内部経済収益率計算表（ケース１）

（単位：千ドル）

年度	流入			流出			純流入
	売上収入	残存価値	合計	投資	運転費用	合計	
-2	7,492		7,492	15,577	4,174	19,751	-12,259
-1	8,554		8,554	1,522	4,261	5,783	2,771
0	9,671		9,671	2,967	4,456	7,423	2,248
1	11,304		11,304	938	4,743	5,681	5,623
2	11,272		11,272		4,547	4,547	6,725
3	11,125		11,125	144	4,547	4,691	6,434
4	11,027		11,027	99	4,606	4,705	6,322
5	10,684		10,684	291	4,606	4,897	5,787
6	10,434		10,434	87	4,606	4,693	5,741
7	10,307		10,307		4,606	4,606	5,701
8	10,434		10,434	116	4,606	4,722	5,712
9	10,339		10,339		4,407	4,407	5,932
10		382	382	-152		-152	534
合計	122,643	382	123,025	21,589	54,165	75,754	47,271

内部経済収益率＝ 34.85％

注）－２年度の投資額は新期投資 1,800＋既存投資評価額18,128×0.76

運転費用＝操業費＋操業指導料（源泉税27％控除後）

表11-4-8　内部経済収益率計算表（ケース２：加圧酸化法）

（単位：千ドル）

年度	流入			流出			純流入
	売上収入	残存価値	合　計	投　資	運転費用	合　計	
-2	7,735		7,725	16,115	4,247	20,362	-12,627
-1	8,838		8,838	2,061	4,347	6,408	2,430
0	9,995		9,995	3,505	4,555	8,060	1,935
1	11,975		11,975	938	4,870	5,808	6,167
2	11,946		11,946	0	4,674	4,674	7,272
3	11,794		11,794	144	4,674	4,818	6,976
4	11,694		11,694	100	4,734	4,834	6,860
5	11,341		11,341	291	4,734	5,025	6,316
6	11,084		11,084	87	4,734	4,821	6,263
7	10,953		10,953		4,734	4,734	6,219
8	11,083		11,083	116	4,734	4,850	6,233
9	10,983		10,983		4,534	4,534	6,449
10		535	535				535
合計	129,421	535	129,956	23,357	55,571	78,928	51,028

内部経済収益率＝ 34.85%

注）－２年度の投資額は新期投資 2,338＋既存投資評価額18,128×0.76

運転費用＝操業費＋操業指導料（源泉税27%控除後）

１１．５　感度分析

前節の内部収益率は金銀の足許建値に基づく収入と最近時のコストをベースに計算されたものであるが，金属建値やコストは将来変化することが予見され，これらの数値の変化により内部収益率の水準が異なってくる可能性がおおいに有り得る。従って，本節では，主要な項目の数値の変化を予測し感度分析を行い，内部収益率の上下への変動を見ることとする。

11.5.1　財務評価の感度分析

財務評価では，計算の結果，内部財務収益率が低いことを考慮し，金の建値の上昇により販売収入が増加した場合，及び為替レートの変動により投資費用や運転費用が低下した場合についてケース１をベースに考察する。

まず，金の価格がベース価格の 370ドル／オンスから30ドル上昇した場合(400ドル) と，

そこからさらに30ドル上昇した場合(430ドル) を仮定する。その結果，内部財務収益率は，それぞれ11.2%と15.1%に上昇する。これは借入金利10%を上回り，金価格が 430ドル程度に上昇すれば，本プロジェクトは財務的にも十分フィージブルであることが分かる。

支出面については，現在の為替政策により鉱山業にとって非常に高いコストとなっている現況からみて，将来コストが下がることがあってもこれ以上のコスト上昇は無いであろうと考え，コストが10%と20%低下した場合を考える。その結果内部財務収益率は13.3%と20.7%に上昇し，費用の減少効果が非常に大きいことを示している。表11-5-1に財務評価の感度分析のまとめを示す。

表11-5-1　感度分析表（財務評価）

	基本ケース(370ドル)	400 ドル or 費用10%減	430 ドル or 費用20%減
収入の増（金価格の上昇）	7.2%	11.2%	15.1%
支出の減	7.2%	13.3%	20.7%

11.5.2　経済評価の感度分析

経済評価の計算結果は非常に良好である。従って，販売収入の減少や費用の増加により内部経済収益率がどの程度低下するかを考察する。

まず，金銀価格が 340ドルに下落した場合を想定する。その結果，内部経済収益率は34.8%から28.1%に低下する。しかし，この数値は依然として高い水準にあり，金価格が相当程度下落しても本プロジェクトは経済的には高いフィージビリテイを維持するであろうと思われる。

次に，経済費用が20%と30%増加した場合を考える。この場合内部経済収益率はそれぞれ19.9%と14.3%に低下する。しかし，それでもまだ，資本コストの10%を十分上回り，プロジェクトの実施妥当性が高いことを示している。表11-5-2は経済評価の感度分析結果をまとめたものである。

表11-5-2　感度分析表（経済評価）

	基本ケース(370ドル)	340ドル or 費用20%増	費用30%増
収入の減（金価格の下落）	34.9%	28.1%	—
支出の増	34.9%	19.9%	14.3%