

中國人民共和國

中國人民銀行總行 儲蓄部 儲蓄業務報告書

一九五五年

儲蓄部  
一九五五年  
第一號



ボリビア共和国

亜鉛等有価鉱物回収技術協力事業

エバリュエーション・チーム報告書

昭和55年 3月

国際協力事業団

JICA LIBRARY



1054297[5]

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 3. 16	702
登録No. 00525	66.1
	MIT

## は　じ　め　に

日本国政府は、技術協力の一環として、ポリビア共和国の要請にこたえ、1977年2月以来、「亜鉛等有害鉱物回収技術協力」に関する討議議事録(R/D)に基づき、ポリビア共和国の選鉱技術向上のため技術協力を行ってきたが、本年2月20日をもって3年間の協力を終了することに伴い、エバリュエーションチームを派遣した。

同チームの報告によれば、本件プロジェクトは、浮選パイロット・プラントの一部に故障が生じたにもかかわらず、専門家の方々の御尽力により正常運転が可能となり、浮選試験結果も予想以上の好成績をあげたために、ポリビア側関係者も非常に高い評価を与えているとのことであり、また、ポリビア側に対する当該分野の技術移転も基礎技術の一部を除いて順調に実施されたとのことである。したがって、本件協力に関しては、今後若干のフォロー・アップは考慮しつつも、前記R/Dに基づく技術協力は予定どおり終了することとなった。

最後に、本件協力のために日夜御尽力された専門家各位に対し、この機会を借りて心からのねぎらいと、感謝の意を表する次第である。

また、本件協力遂行に多大の御協力を頂いた外務省、通商産業省及び本件調査の任にあられた調査団員各位並びに現地調査活動に絶大な御協力を賜った在ポリビア日本国大使館関係者及び在ラバス同和鉱業㈱事務所関係者に対し、深甚なる謝意を表する次第である。

昭和55年3月、

国際協力事業団  
鉱工業開発協力部  
部長 竹林 陽一

2 .



ミニッツの署名交換  
左より、竹林団長、  
Ing. Hugo Zapata  
鉦山公社総裁



ミニッツの署名交換  
左より、竹林団長、  
Ing. Hugo Zapata 鉦山公社総裁、  
Ing. Alberto Oñó 技師長、  
梅沢JICA駐在員



ミニッツの署名を終えて





## 要 約

ボリビア共和国政府は、鉱業の開発目標を、生産鉱種の多様化、国内製錬の比重拡大、錫廃石からの錫再回収に置いており、米、英、西独などの先進各国の協力のもと着々とその成果を挙げつつあるが、同国鉱山公社（Corporacion Minera de Bolivia……COMIBOL）の保有する鉱山のうち、特にコルキリ及びポリール両鉱山においては、錫をはじめ亜鉛、銀などを含有する複雑硫化鉱から、設備面、技術面、採算上の理由により錫のみを回収生産し、その他の有価鉱物の大部分が未利用のまま放置されてきた。

このような状況のもとで、同国より、上記複雑硫化鉱から亜鉛、銀、鉛などの未利用有価鉱物を回収するための技術協力について要請があり、昭和52年2月21日より3年間にわたり、協力を実施してきた。

今回のチームは、本件協力についてわが国協力の実態を調査すると共に今後の対処方針を決定するために派遣されたものであり、その調査結果の概要は以下のとおりである。

### 1. 本件技術協力に対する評価概要

#### (1) 建物及びパイロット・プラントの据付。

当初の計画より約1ヶ月遅れたために、プラントの試運転の時間が非常に短くなったが、日・ボ双方の協力によりほぼ予定どおりに完成された。但し、精鉱貯蔵倉庫などボリビア側負担建物の完成が遅れているので、ボリビア側に早期完成方促した。

#### (2) 日本人専門家

選鉱専門家延5名、パイロット・プラント据付専門家延3名が派遣されたが、質、量ともに十分であった。

#### (3) ボリビア人研修員

延5名の研修員が日本において研修を受けると共にパイロット・プラントサイトにおいても現在26名のカウンターパートが技術修得に励んでおり、浮選システムを変更しない限り、ボリビア側による独自の運転が可能である。

#### (4) パイロット・プラント用機材

パイロット・プラント用機材としては十分な規模（50トン/日）であったが、コンスタント・フィーダー及びボイラーの点火操置に故障が生じ選鉱専門家が修理しなけれ

ばならないという事態が生じた。

これは、プラント据付が予定より遅れ、試運転の時間を十分に取れなかったため、機械専門家が、十分にチェックできなかったことも原因と考えられるので、試運転の期間だけでも機械専門家を滞在させる必要があったと考えられる。

また、ボリビア国内では、プラント用スベアパーツの調達に時間を要するので事前に準備しておく必要がある。

パイロット・プラント自体は現在順調に作動しており、当初の予想以上の成果を挙げている。

#### (5) その他

ボリビア側の事情により、ポリール鉱山の高品位鉱だけの試験を実施してきたが、今後は将来のポリール鉱山の代表鉱である低品位鉱の連続浮選試験を実施する必要がある。

また、パイロット・プラントの次の段階の工業規模プラントに対する技術的、経済的評価が必要である。

### 2. ボリビア側対応状況

本件技術協力に対し、鉱山冶金省、鉱山公社は最大限の謝意を表し、日本の技術を非常に高く評価している。

パイロット・プラントも、試験的というよりは半営業的に運営され、1000万円/月程度の利益をあげ、ポリール鉱山を鉱山公社傘下の鉱山においてトップクラスに成長させた程である。

特に、異例なことではあるが前鉱山大臣である鉱山公社総裁が、本件チームの来ボに合わせて、新聞記者と共にプラントサイトを訪問し、プラントを詳細に視察したことは注目すべきことであった。

### 3. 今後の対処方針

本件技術協力のエバリュエーションの結果、当初の目的を達成したものとしてR/Dに基づく技術協力は一応終了することとしたが、ボリビア側は、さらに若干のフォローアップを強く要望し、この点についてボリビア側と討議した結果、次のように合意し、2月22日にミニソンの署名を行った。

#### (1) 協力項目

- ① ポリール鉱山の低品位鉱の連続試験。

(i) 混合鉱 ( Sn 1%, Zn 18%, Pb 15%, Ag 500 g / T )

(ii) ポマバンバ鉱

( Sn 0.65%, Zn 22%, Pb 1%, Ag 200 g / T )

(iii) 処理鉱量

600 トン / 月 ( 各鉱石毎 )

- ② その他鉱石の連続試験
- ③ 各鉱種別の報告書作成
- ④ 工業規模プラント建設に関する考察

(2) 協力期間

1980年2月21日より1年間

(3) 専門家

選鉱技術者

(4) 研修員

選鉱分野の技術者

(5) 機材

- ① PHメータ用部品を供与する。
- ② その他の部品はボリビア側で準備する。

•

# 目 次

## はじめに 要 約

I	エバリュエーションチーム派遣の経緯と目的	1
1.	派遣に至る経緯	1
2.	派遣目的及び方針	1
3.	チームの構成と日程	2
II	エバリュエーション調査結果	5
1.	本件プロジェクト全体計画の達成度	5
(1)	コルキリ鉱山に対する技術協力について	5
(2)	ポリバル鉱山に対する技術協力について	5
2.	具体的条項の達成度について	15
(1)	日本人専門家派遣	15
(2)	機械供与	15
(3)	建物及びパイロット・プラント据付準備	16
(4)	ポリビア人研修員受入	16
3.	パイロット・プラントの現状	17
(1)	ポリビア側人員配置状況	17
(2)	パイロット・プラントの操業とメンテナンス	18
(3)	ポリビア側によるスペアパーツの調達能力	18
(4)	パイロット・プラントの鉱石処理量	18
(5)	パイロット・プラントに対する予算措置	19
(6)	パイロット・プラントの浮遊選鉱成績	20
(7)	パイロット・プラントの操業コスト	21
(8)	パイロット・プラントの収益	22
4.	パイロット・プラントに対するポリビア側将来計画	22
III	ミニッツと討議内容	24
1.	討議内容	24

2. ミニッツ .....	24
IV 結 び .....	54
1. エバリュエーションチームの所感 .....	54
2. ボリビア側対応状況 .....	54
参考資料	
1. 現地調査結果 .....	55
2. 専門家報告書 .....	57
3. 討議議事録(R/D) .....	119
4. 昭和54年度年次計画書 .....	128
5. 昭和54年度年次報告書 .....	143

## I エバリュエーションチーム派遣の経緯と目的

### 1. 派遣に至る経緯

昭和51年2月10日、ボリビア共和国政府、鉱山公社〔COMIBOL〕から、同国鉱山冶金省、外務省経由で、日本国政府、外務省に複雑硫化鉱から亜鉛等の未利用鉱物を回収するための技術協力要請がなされた。

これを受けて、昭和51年3月30日より同4月28日まで、相手国要請内容の確認及び必要な調査を行うために事前調査団が派遣された。

この事前調査団の報告と勧告に基づき作成された、本件技術協力の枠組とタイムスケジュール等を相手国政府と協議し、合意を取りつけることを目的として、昭和52年1月27日より同2月25日まで実施調査団を派遣し、昭和52年2月21日にボリビア共和国鉱山公社（COMIBOL）との間で、本件協力に係るR/Dに署名し、以来3年間にわたる協力を実施してきたが、昭和52年2月20日をもって、その協力期間も終了することとなった。

今回のエバリュエーションチームの派遣は、本件協力についてのわが国協力の実態を調査すると共に今後の対処方針を決定するために実施されたものである。

### 2. 派遣目的及び方針

#### (1) 派遣目的

協力期間の終了に近づいた本件プロジェクトについて、従来の協力効果を測定すると共に、ボリビア国への本件プロジェクトの引継ぎの可否、協力の継続が必要と判断される場合の協力方法に関する調査並びにボリビア国側実施機関である鉱山公社〔COMIBOL〕との協議を行うこと。

#### (2) 方針

- ① 本件プロジェクトの協力目的に沿ってその具体的条項の達成度を、ボリビア側関係者及び日本人専門家との協議を中心として実績調査を行う。
- ② パイロット・プラントの引継問題については、日本人専門家より提出されている昭和54年度年次報告書（参考資料参照）を予め検討した上で、上記実績調査を踏まえて決定することとする。（ミニッツの署名）

### 3. チームの構成と日程

団 長	竹 林 陽 一	総 括	国際協力事業団 鉾工業開発協力部 部長
団 員	金 沢 敏 光	選 鉱 技 術	同和鉱業(株) 花岡鉱業所 選鉱課長
団 員	工 藤 良 広	機 械 技 術	同和エンジニアリング(株) エンジニアリング事業部 課長
団 員	三 上 薫	企 画 ・ 調 整	国際協力事業団 鉾工業開発協力部



日程

日順	月日	曜日	(団長)	(団員)	調査内容
1	2/6	水		東京	移動日
2	7	木		リマ→ラパス	JICA駐在員, 専門家と打合せ
3	8	金			在ポリビア日本大使館参観, 打合せ 鉱山冶金省表敬, COMIBOL表敬, 打合せ
4	9	土			COMIBOLと協議
5	10	日		ラパス → オルロ	移動日
6	11	月			コルキリ鉱山視察 機械専門家はポリバーバル鉱山へ移動
7	12	火			IIMMオルロ視察
8	13	水		オルロ→ポリバーバル	サンホセ鉱山視察 ポリバーバル鉱山アラントサイト実査
9	14	木			アラントサイト実査
10	15	金			"
11	16	土	東京	ポリバーバル→ラパス	移動日
12	17	日	リマ→ラパス		同左
13	18	月	ラパス→ポリバーバル		大統領令により祝日(2/15決定)のため
14	19	火	ポリバーバル→ラパス		協議用資料作成
15	20	水			COMIBOLと協議
16	21	木			同左
17	22	金	ラパス → リマ	ラパス → リマ	ミニツソ晋名 在ポリビア日本大使館報告 移動日
18	23	土		リマ→ロスアンゼルス	ベル鉱山保安プロジェクト打合せ
19	24	日		ロスアンゼルス	"
20	25	月	リマ→メキノコソテイ	東京	"
21	26	火	メキノコソテイ		"
22	27	水	東京		

#### 4. 関係者リスト

##### (1) 日本側関係者

林 屋 永 吉	在ボリビア日本国大使館	特命全権大使
柴 田 勝 也	”	書記官
熊 倉 晃	”	”
梅 沢 賢 浩	J I C A ラパス駐在員	
大日方 司 郎	選鉱技術専門家〔同和鉱業㈱〕	
将 積 一 夫	”	
桜 庭 正 則	”	
篠 崎 稔	在ラパス同和鉱業㈱事務所長	

##### (2) ボリビア側関係者

Guillermo Murguía Tánchex		Ministerio de Minería y Metalurgia ( 鉱山局長 )
Hugo Zapata P.	COMIBOL	( 総裁 )
Alberto Oño V.	”	( 技師長 )
René Torrejón	”	( 企画部長 )
Julio Navarro	”	( 企画部長補佐 )
Fernando Dick	”	( 技術参与 )
Rodolfo de La Barra	”	( プロジェクト・コーディネーター )

## Ⅱ エバリュエーション調査結果

一般的に、評価基準をどこに設定するかということは、非常に困難なことである。特に技術協力の成果測定は、協力相手国の特殊な環境などの諸条件を十分に考慮する必要がある。

そこで、本件技術協力の評価は、R/Dに示された目的に沿って、その具体的条項について評価することとしたが、本件は、浮選パイロット・プラントを利用することから、その選鉱成積及び操業技術の移転を主な評価対象とすることとした。

実際の評価作業は、ミニッツ（本件技術協力のフォローアップに関する署名文書）に添付したANNEX I, II（英文）に基づいて実施したが、特に、ANNEX IIでは、パイロット・プラントの現状及び該プラントに対するポリビア側将来計画についても調査を実施した。

### 1. 本プロジェクト全体計画の達成度

本件プロジェクトは、ポリビア鉱山公社（COMIBOL）の保有するコルキリ及びポリールバル両鉱山に対して、同山で産出する錫石を含む複雑硫化鉱から錫、亜鉛、鉛等の未利用有価鉱物を回収するための技術協力を実施するものであったが、その全体計画及びパイロット・プラント建設計画を示せば表-1、表-2の通りである。

また、本件技術協力の実績は表-3に示す通りである。

#### (1) コルキリ鉱山に対する技術協力について、

ポリビア側は、同鉱山に対する技術協力は終了していないと主張したが、日本側は本件プロジェクトの全体計画（表-1参照）を提示すると共に、ポリビア側の要望によりポリールバル鉱山だけを対象として技術協力を実施するようになった経緯を説明し、ポリビア側はこれを了承した。

しかしながら、ポリビア側は、同国の鉱業事情及び同鉱山の現状を考慮して、執拗に協力方要請してきた。

#### (2) ポリールバル鉱山に対する技術協力について

ポリールバル鉱石を浮遊選鉱により処理しようとする試みは、ポリビア側でも計画し、実行に移した時代はあったが、その目論見は見事にはずれ、その残骸が生々しく取り残されている。

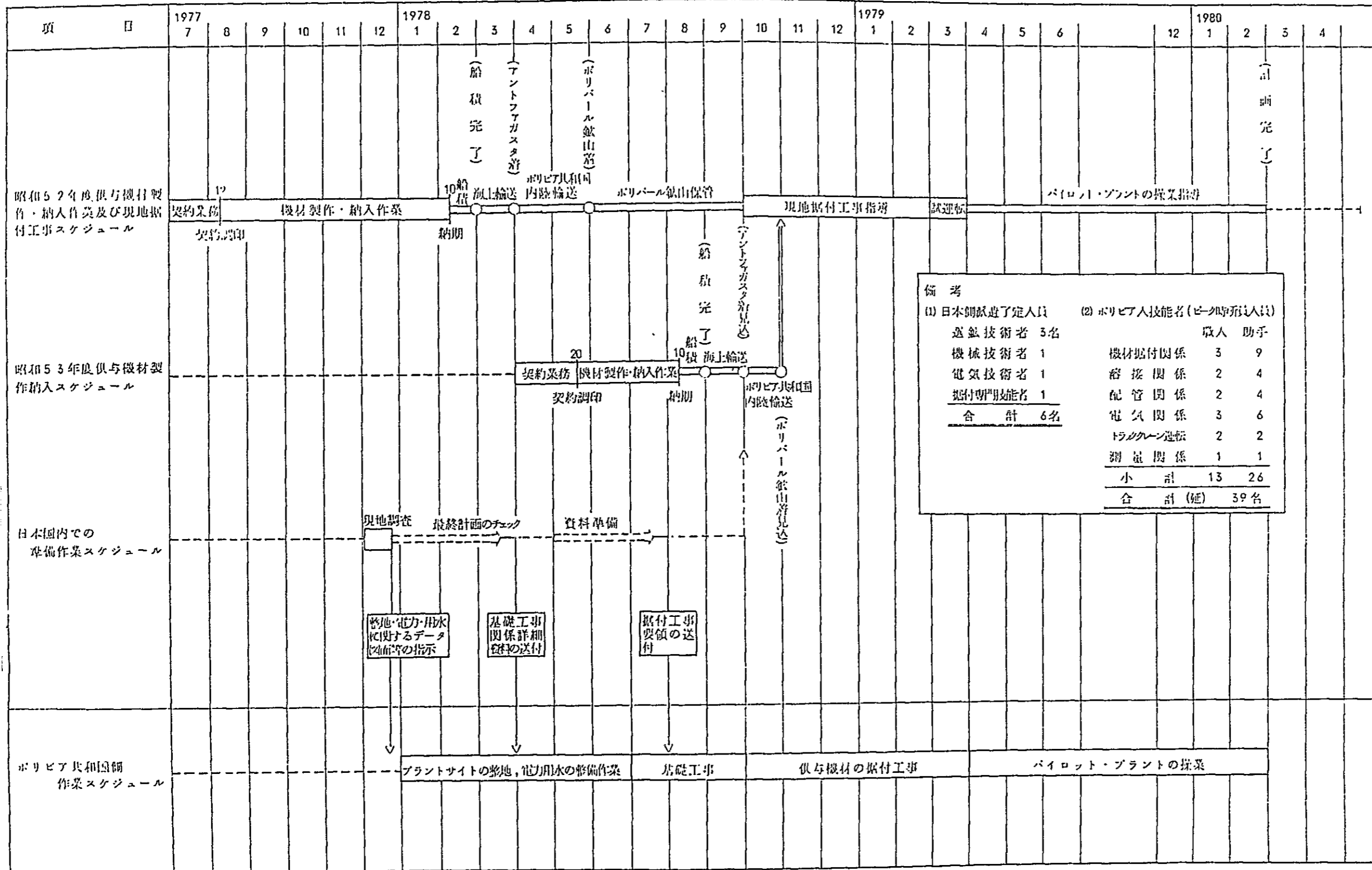
それほど同鉱山の鉱石の処理は難しく、ほとんどの有価鉱物は未処理のまま廃棄されてきたという経緯がある。

今回、日本側供与のパイロット・プラントによる技術協力も最初はあまり重要視されていなかったが、その選鉱成積が当初の予想よりもかなり良くなった（表-4参照）/

表-1 全体計画

対象	項目	会計年度	1976年度	1977年度 (1977年4月~1978年3月)	1978年度 (1978年4月~1979年3月)	1979年度 (1979年4月~1980年3月)	1980年度
コ ル キ リ 鉱 山	I. コルキリ原鉱石に 関する試験・研究と技 術指導	実態調査と 技術協力実 施準備作業		1. 浮選による錫石と鉄閃亜鉛鉱の分離試験 (1) 鉱石の完全分析 (2) X線回折、X線マイクロアナライザーによる主要鉱物の同定 (3) 小型回分式浮選試験機による浮選試験 (4) 連続操業時の選鉱成績および操業コストの推定			
				2. その他の技術事項の指導と情報サービス			
ポ リ バ ル 山	I. ポリバル原鉱石に 関する試験・研究と 技術指導	実態調査と 技術協力実 施準備作業	原鉱の性質 の研究・分 離条件の決 定のための 基礎試験	3. 浮選によるポリバル鉱石の分離試験 (1) 鉱石の完全分析 (2) X線回折、X線マイクロアナライザーによる主要鉱物の同定 (3) 小型回分式浮選試験機による浮選試験 (4) 分離条件・選鉱プロセスの決定 a. 適正磨砕粒度の決定 b. 分離度試験 c. 粒度別フローメビリティの検討 d. 分級試験 (微粒分級)	6. パイロット・プラント用地整地完了 7. 建物・設備の施工完了 8. 所要電力と工業用水の整備完了 9. 機材の据付・試運転 10. プラント・オペレーションとメンテナンスに関する基礎的知識と技術の指導	12. 1977年・1978年の試験結果の パイロット・プラントでの試験	<p>〔註〕 以下の項目は本技術協力終了 後ポリバル側のオプションで 実施されるべきものである。</p> <p>ポリバル側でのパイロット・プラント の自主的運営</p> <p>↓</p> <p>〔工業プラント建設のための準備〕</p> <p>(1) 関係機関からの許認可取得 (2) 予算措置 (3) 工場用地の確保 (4) 必要機材の手当 (5) 所要電力・工業用水の確保 (6) マン・パワーの確保</p> <p>↓</p> <p>工業プラントの建設・試運転</p> <p>↓</p> <p>本 採 業</p> <p>↓</p> <p>...</p>
				4. パイロット・プラント設置のための準備 (1) 規模・フローシートの決定 (2) レアウトの決定・詳細設計の完成 (3) 機材類の明細の決定および日本調供与分の決定 (4) 機材類の設計・仕様書作成・費用見積り (6) 予定地の整地・建物設備の資材および労働力の確保・所要電力と工業用水の整備		13. パイロット・プラントの総合・連続運転と成績測定 (1) 選鉱成績の算定 (2) 操業コストおよび経済性の算定	
	II. パイロット・プラントの 設置	実態調査と 技術協力実 施準備作業		5. 情報サービス・技術サービス	11. パイロット・プラント成績の推定 (1) 選鉱成績の推定 (2) 操業コストおよび経済性の推定	14. プラント・オペレーションとメンテナンスに関する応用知識と技術の指導	15. 工業規模操業のための技術的・経済的考察 (1) 工業プラントの最有効規模の検討 (2) その選鉱成績の推定 (3) その操業コストおよび収益性の推定 (4) マーケット・リサーチ
	III. パイロット・プラントの 運転と成績測定			11. パイロット・プラント成績の推定 (1) 選鉱成績の推定 (2) 操業コストおよび経済性の推定	14. プラント・オペレーションとメンテナンスに関する応用知識と技術の指導	15. 工業規模操業のための技術的・経済的考察 (1) 工業プラントの最有効規模の検討 (2) その選鉱成績の推定 (3) その操業コストおよび収益性の推定 (4) マーケット・リサーチ	
	IV. パイロット・プラン トおよび本格的工業 プラントの成績推定	実態調査と 技術協力実 施準備作業					
V. 情報サービス等							

表-2 ポリビア共和国パイロット・プラント建設計画工程表



備考	
(1) 日本側派遣予定人員	(2) ポリビア人技能者(ピーク時派遣人員)
選鉱技術者 3名	職人 助手
機械技術者 1	機材据付関係 3 9
電気技術者 1	溶接関係 2 4
据付専門技能者 1	配管関係 2 4
<b>合計 6名</b>	電気関係 3 6
	トラクター運転 2 2
	測量関係 1 1
	<b>小計 13 26</b>
	<b>合計(延) 39名</b>

表-3 ポリビア共和国亜鉛等有価鉱物回収技術協力事業実績

予 算 年 度		1976(51)				1977(52)				1978(53)				1979(54)				備 考								
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7		8	9	10	11	12	1	2	3
日本人専門家派遣	選鉱技術指導																									<ul style="list-style-type: none"> <li>○金谷, 大日方両専門家は長期調査員としてJIMMにおいてコルネリ, ポリ-バル両鉱石の浮選試験を行う。</li> <li>○1980年2月29日日本人専門家の任務終了</li> </ul>
	"																									
	"																									
	"																									
	機械技術																									
	電気技術																									
ポリビア研修員受入	①浮選によるポリ-バル鉱の分離試験 ②浮選による錫石と菱鉄鉱の分離試験 ③複雑硫化鉱浮選理論の修得																									
機材(日本側供与)	浮遊試験用 パイロット・プラント																									
機材据付工事	ポリビア側準備作業 建物工事(ポリビア側) 供与機材組立, 据付 電気工事																									
パイロット・プラント	24時間連続操業 3交代制																									



こともあり、ポリビア側の姿勢もかなり積極的になり、パイロット・プラントサイトに26名もの人員を配すと共に浮選技術も積極的に修得するようになった。

その結果、浮選系統の変更作業及びPHメータ、コンスタント・フィーダなどの自動計測機器の取り扱い方などを除いて、ポリビア側による独自の操業が可能な状態になった。

特に、カウンターパートのほとんどが浮選技術に関して未経験だったにもかかわらず独自のプラント操業が可能になったのは、ポリビア側の取り組み姿勢もあるが、日本人専門家による技術移転がスムーズに行われた結果と言えよう。

また、本件パイロット・プラントにおいては、一般的な浮選方式である青化ソーダ法と新しい浮選方式である温水浮選法との2つの方式を採用した。

前者の青化ソーダ法では、プラント排水中に有毒なシアニオンが残存し、鉍害問題をまきおこす危険性がある一方、後者にはその危険性がないという特徴がある。

本件プラントにおいて、上記2つの方式を適用し、その成績を比較検討(表-4参照)した結果、温水浮選法を適用した場合には、銀実収率が大きく低下するという問題があり、経済的には青化ソーダ法が有利であるという結果を得た。

しかしながら、ポリビア国においても、青化ソーダ法を適用している他の鉍山では、すでに鉍害問題が生じており、鉍山公社の関係者も日本の最新技術である温水浮選法に大きな関心をいだいている。

したがって、温水浮選法における銀実収率低下の問題が解決されれば、その適用の可能性は十分にあり、さらに、ポリバル鉍山以外の銀含有量の低い鉍石に対しては、直接適用できるものと考えられる。

現在、パイロット・プラントは順調に作動し、相当な利益を挙げていることもあって、ポリビア側は日本の技術協力に対して非常な謝意を表わすと共にその技術を非常に高く評価しているが、本件技術協力の本来の目的である、①ポリバル鉍山の低品位鉍処理の実施及び②工業規模プラントに対する技術的・経済的評価を終了していないことなどを挙げて、さらに技術協力を継続してほしい旨要望してきた。

これに対して、日本側は、低品位鉍処理はポリバル鉍山側の採鉍計画の遅れにより実施不能であったと主張してポリビア側に反省を促すと共にまだ終了していない工業規模プラントに対すると技術的・経済的評価と併せて今後の技術協力の対象とすることとした。

今後は、上記技術協力項目の完全実施はもちろんのこと、ポリビア側による独自操業及び自動制御機器の取り扱い方などが技術協力の課題となろう。



表-4:パイロット・プラントによる選鉱成績

	種	%	品				位				分 布 率 %			
			錫 %	鉛 %	錫 %	鉛 %	錫 (g/t)	鉛 %	錫 %	鉛 %	錫	鉛	亜鉛	銀
パイロット・プラントの 予想成績 (長期調査員報告書)	元 鋳	100.0	1.37	2.00	9.98	175	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
	鉛・銀精鋳	2.7	35.0	33.00	1,700	6.9	44.6	1.6	27.2					
	亜鉛精鋳	16.0	1.30		400	15.2		85.0	37.4					
	ポラタリゼーション 給鋳	11.1	5.55			45.0								
	廃	70.2	0.64			32.9								
膏化ソータ法 (1979年12月)	元 鋳	100.0	2.37	3.42	25.97	634	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
	鉛・銀精鋳	5.4	2.25	47.26	4.46	5,324	74.4	0.9	45.2					
	亜鉛精鋳	44.1	1.02	1.22	51.96	536		88.3	37.3					
	錫精鋳	2.6	29.10											
	ポラタリゼーション 給鋳	23.0	3.35											
温水浮選法 (1979年10月)	元 鋳	100.0	2.56	3.20	25.61	577	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
	鉛・銀精鋳	4.0	2.17	36.30	11.89	2,212	45.7	1.9	15.5					
	硫化鋳精鋳	7.3	0.73	5.79	3.66	2,312	13.3	1.0	29.5					
	亜鉛精鋳	42.3	1.20		50.70	567		83.7	41.6					
	ポラタリゼーション 給鋳	46.4	4.11											

## 2. 具体的条項の達成度について

### (1) 日本人専門家派遣

- ① 第1回専門家派遣〔長期調査員<sup>①</sup>1977 1.27～8.26  
②1977 1.27～1978 1.20〕
- (i) 金谷 浩一郎 選鉱技術 同和鉱業(株)
- (ii) 大日方 司郎 " " 中央研究所
- ② 第2回専門家派遣〔長期専門家 1978 3.28～1980 2.29〕
- 将 積 一 夫 選鉱技術 同和鉱業(株)
- ③ 第3回専門家派遣〔パイロット・プラント 1978 9.15～<sup>①</sup>  
据付指導短期専門家 1978 10.15～4.2<sup>②③</sup>〕
- (i) 工藤 良広 機械技術 同和エンジニアリング(株)
- (ii) 加賀 久雄 " "
- (iii) 小山内 康二 電気技術 "
- ④ 第4回専門家派遣〔長期専門家 1978 11.29～1980 2.29〕
- 大日方 司郎 選鉱技術 同和鉱業(株)中央研究所
- ⑤ 第5回専門家派遣〔短期専門家 1979 3.9～1980 2.29〕
- 桜庭 正則 選鉱技術 同和鉱業(株)

日本人専門家の量、質ともに十分であったし、派遣時期も適切であった。

しかしながら、ボリビア側は、日本人専門家の責務に関して、

- (a) コルキリ鉱山に対しては終了していない。
- (b) 工業規模プラントに対する技術的、経済的評価が終了していない。
- (c) 分級試験が実施されていない。

と主張したが、日本側は、

(a)及び(b)に対しては、今後の検討事項とする、また、(c)に対しては、サイクロサイザーの故障により実施できなかったが、試験結果、操業結果については、専門家報告書(参考資料の2)を参考にしてほしいということ両者了解した。

### (2) 機械供与

- ① 1977年度供与機材〔138,005千円〕
- (i) 破砕用機材(受入れポッパー、フィダー、ジョークラッシャー)
- (ii) 磨鉱 " (ミル・ビン、コンスタンド・フィード・ウェイアー、ボールミル)
- (iii) 浮選 " (コンディショナー、シクナー)
- (iv) 産品処理 " (亜鉛精鉱処理用オリバーフィルター)
- (v) 電気関係 " (インカミングボード、変圧器、スイッチボックス、照明器具、ケーブル)
- (vi) その他 (基礎用機材)

② 1978年度供与機材〔59,815千円〕

- (i) 破碎用機材（ベルトコンベア，振動ふるい）
- (ii) 磨鉱 “ （ベルトコンベア，タンク，ポンプ，サイクロン）
- (iii) 浮選 “ （タンク，ポンプ，配管部材）
- (iv) 産品処理 “ （鉛精鉱用パンフィルター，ペレタイザー，ベルトコンベア）
- (v) 電気関係 “ （モータースターター，計器類）
- (vi) その他 （基礎用機材，修理・保守用部品及び工具，建設機材）
  - (a) ポリビア側は，パイロット・プラント用機材としては十分な規模（50トン/日）であったと評価しながらも，試験成績が良好なので，試験と云いよりは，実操業に近い操業をしたがっているが，日本人専門家の進言に従って試験操業をしている状況である。
  - (b) ポリビア国内においては，パイロット・プラント用の部品調達が難しいので，日本側へ注文したいと非常に積極的であった。  
これに対して，日本側は，パイロット・プラントとしての規模は十分であったし，JICAベースの機械供与は基本的には終了しているが，PHメーター用部品などの消耗品については，今後検討することとした。

(3) 建物及びパイロット・プラント据付準備

ポリビア側負担の精鉱貯蔵倉庫等の精鉱処理施設が未完成であり，錫精鉱などが野積みになっているので，日本側は早期完成を促した。

また，パイロット・プラント据付が予定より約1ヶ月遅れたために，パイロット・プラントの試運転時間が短くなり，総合的な機械のチェックができなかったために，その後の連続運転の際，コンスタント・フィーダー，ボイラーなどに故障を生じたが，日本人専門家の努力により，現在は正常に運転可能な状態にある。

特に，ポリビアは，高地という特殊環境のもとにあるので，機械選定には格別の配慮が必要と考えられる。

(4) ポリビア人研修員受入

① 第1回研修員受入〔2名，1977.3.21～6.24，受入先：同和鉱業㈱〕

(i) ポリビア人研修員

Ing FRANCISCO BERMUDEZ L. [1938.5.11生]

Facultad de Ingenieria 卒（鉱山学）

Ing JUAN ESCALERA V. [1937.10.19生]

Facultad NI. de Ingeniería卒 ( 鉱山学 )

- (ii) 研修内容 a 浮選によるポリール鉱の分離試験
- b 浮選による錫石と菱鉄鉱の分離試験
- c 複雑硫化鉱浮選理論の修得

② 第2回研修員受入〔2名,1978 9.20～12.19, 受入先：同和鉱業(株)〕

- (i) ポリビア人研修員

Ing LISANDRO UROUIDI [ 1927 4.14.生 ]

Facultad NI. de Ingeniería卒 ( 鉱山学 )

Ing ARMANDO ENCÍNAS [ 1929 9.1生 ]

Facultad NI. de Ingeniería卒 ( 鉱山学 )

- (ii) 研修内容 a 浮選によるポリール鉱の分離試験
- b 複雑硫化鉱浮選理論の修得

③ 第3回研修員受入〔1名,1979 11.16～12.21, 受入先：同和鉱業(株)〕

- (i) ポリビア人研修員

Ing Rodolfo De la Barra Vasfuez [ 1942 3.10生 ]

Junta de energia nuclear-Madrid卒 ( 選鉱学 )

- (ii) 研修内容 a 浮選によるポリール鉱の分離試験
- b 複雑硫化鉱浮選理論の修得

日本における研修は、パイロット・プラントにおける研修とは異なり、実際に操業している選鉱錫、研究設備の完備した研究所で実施されたために、より高度の選鉱技術、選鉱設備を知見し、さらに技術のレベルアップを図る上で非常に有効であったとポリビア側は評価している。

特に、日本での研修は、今後建設が予定されている工業規模プラントに対処する上で有意義であったと評価される。

### 3. パイロット・プラントの現状

- (1) ポリビア側人員配置状況

- 管理部門 ( 3名 )

ポリビア人技術者 2名

事務員 1名

- 操業部門 ( 21名 )

部門長 3名

破砕担当 2名

磨鉍担当	3名
浮選担当	3名
フィルター担当	3名
試薬担当	1名
ボイラー担当	3名
サンプリング担当	3名
○機械部門(2名)	
機械技術者	1名
アシスタント	1名
総計人員	26名

(2) パイロット・プラントの操業とメンテナンス

ポリビア側によるパイロット・プラント操業は、効率よく、かつ正常に運転操業されているが、自動制御関連機器（PH自動制御機器、給鉍定量供給機など）のメンテナンスについては、まだ十分な技術修得がなされていないので、この分野の技術移転が今後の課題となろう。

(3) ポリビア側によるスペアパーツの調達能力

ポリビア側で調達できるスペアパーツもあるが、納期等において問題があり、ほとんどの部品は日本から輸入する方が簡単に迅速に入手できる。

また、ポリビア側も日本からの部品調達に積極的姿勢を示している。

(4) パイロット・プラントの鉍石処理量

年 月	鉍 種	処 量 鉍 量		操業時間
		トン/月	トン/日	
1979/4	高品位鉍	291.54	28.44	246
5	混 合 鉍	476.47	31.76	360
6	高品位鉍	641.43	27.77	555
7	＃	575.30	24.80	557
8	＃	529.48	23.06	538
9	＃	480.55	22.97	502
10	＃	465.35	24.11	463
11	＃	490.00	26.49	444
12	＃	594.18	24.86	574

パイロット・プラントの予想処理能力は、50トン/日であるが、高品位鉱のみを処理したので、精鉱処理能力を考慮すると予定量の半分程度を処理するのが限度であった。

(5) パイロット・プラントに対する予算措置

日本側、ポリビア側双方ともに十分な予算手当をしており、パイロット・プラントの運転操業に関しては支障がない。

特に、浮選試験成績が良好なため、パイロット・プラントに対するポリビア側予算措置は優遇されている。

(6) パイロット・プラントの浮遊選鉱成積

	種	%	品				位				分				率				%
			錫	鉛	亜鉛	錫	錫	鉛	亜鉛	錫	錫	鉛	亜鉛	錫	錫	鉛	亜鉛	錫	
パイロット・プラントの 予想成積 (長期調査員報告書)	元 鈦	100.0	1.37	2.00	998	175	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	鉛・銀精鈦	2.7	3.50	33.00	6.00	1,700	6.9	44.6	1.6	27.2									
	亜鉛精鈦	16.0	1.30		53.00	400	15.2		85.0	37.4									
	ボラタリゼーション 給鈦 廃	11.1	5.55				45.0												
		70.2	0.64				32.9												
		100.0	2.15	37.3	24.05	707	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
		5.9	2.45	40.70	5.82	6,392	6.7	64.5	1.4	52.9									
青化ソード法 (平均)	元 鈦	100.0	0.96		50.35	587	18.3		85.9	34.1									
	鉛・銀精鈦	3.1	18.18				25.7												
	亜鉛精鈦	23.5	3.41				37.3												
	ボラタリゼーション 給鈦 廃	26.6	0.97				12.0												
		100.0	2.37	34.2	25.97	634	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
		5.4	2.25	47.26	4.46	5,324	5.1	74.4	0.9	45.2									
		44.1	1.02	1.22	51.96	536	19.1		88.3	37.3									
青化ソード法 (1979年12月)	元 鈦	100.0	2.56	32.0	25.61	577	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
	鉛・銀精鈦	4.0	2.17	36.30	11.89	2,212	3.4	45.7	1.9	15.5									
	亜鉛精鈦	7.3	0.73	5.79	3.66	2,312	2.1	13.3	1.0	29.5									
	硫化鈦精鈦	42.3	1.20			567	19.9		83.7	41.6									
	ボラタリゼーション 給鈦 廃	46.4	4.11				74.6												
		100.0	2.56	32.0	25.61	577	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
		4.0	2.17	36.30	11.89	2,212	3.4	45.7	1.9	15.5									
温水浮選法 (1979年10月)	元 鈦	100.0	2.56	32.0	25.61	577	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
	鉛・銀精鈦	4.0	2.17	36.30	11.89	2,212	3.4	45.7	1.9	15.5									
	亜鉛精鈦	7.3	0.73	5.79	3.66	2,312	2.1	13.3	1.0	29.5									
	硫化鈦精鈦	42.3	1.20			567	19.9		83.7	41.6									
	ボラタリゼーション 給鈦 廃	46.4	4.11				74.6												
		100.0	2.56	32.0	25.61	577	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
		4.0	2.17	36.30	11.89	2,212	3.4	45.7	1.9	15.5									

(7) パイロット・プラントの操業コスト

項目	年 / 月		1979 / 8	/ 9	/ 10	/ 11	/ 12	平 均
	\$US	\$US/T						
直接人件費	\$US		3721.21	3332.58	2997.90	2712.15	3272.31	3207.23
	\$US/T		7.03	6.93	6.44	5.54	5.51	6.27
間接人件費	\$US		5812.71	6114.87	5796.55	6317.02	5794.38	5967.11
	\$US/T		10.98	12.73	12.46	12.89	9.75	11.65
材料費	\$US		3809.92	3769.78	2099.65	1763.71	7435.51	3775.71
	\$US/T		7.20	7.84	4.51	3.60	12.51	7.38
燃料費	\$US		3035.75	2647.95	2810.88	2440.27	3218.82	2830.73
	\$US/T		5.73	5.51	6.04	4.98	5.42	5.53
技術サービス	\$US		3087.77	2456.38	2678.53	1751.68	1629.91	2320.85
	\$US/T		5.83	5.11	5.76	3.57	2.74	4.53
その他	\$US		1087.71	204.44	620.85	133.79	826.39	574.64
	\$US/T		2.05	0.43	1.33	0.27	1.39	1.12
合計	\$US		20555.07	18526.00	17004.36	15118.62	22177.32	18675.27
	\$US/T		3882	38.55	36.54	30.85	37.32	36.48

注) \$US/T : 処理能力 1 Ton 当りのコスト



## (8) パイロット・プラントの収益 (1979年12月)

		鉛・銀精鉱	亜鉛精鉱	錫精鉱	ボラタリゼーション 給鉱
乾燥精鉱量 (ton)		31.979	262.327	15.497	136.747
精鉱品位	錫 (%)			29.10	3.35
	鉛 (%)	47.26			
	亜鉛 (%)		51.96		
	銀 (g/t)	5234	536		
	カドミウム (%)		0.26		
総価格 (\$US)		124803.87	198904.14	65534.44	68575.05
コスト (\$US)	税金	11474.71	13386.80	22237.61	
	輸送	1213.60	9955.31	500.86	
	出荷	370.61	2640.84	178.68	
	製錬	10533.90	57152.35	11722.21	
	その他	11508.66	76153.61	2975.14	
	合計	35101.48	159288.91	37614.50	63952.06
収益 (\$US)		89702.39	39615.23	27919.94	4622.99
(\$US)		161860.55			
総収益 (\$US/t)		272.41			
操業コスト (\$US/t)		34.22			
採掘コスト (\$US/t)		62.38			
純収益 (\$US/t)		175.81 (104462.79 \$US)			

注) 錫: 14.97 \$US/kg, 亜鉛: 0.77 \$US/kg, 鉛: 1.01 \$US/kg,  
銀: 643.0 \$US/kg,

## 4. パイロット・プラントに対するボリビア側将来計画

- (1) パイロット・プラントに対する人員配置については、現状維持の形をとる。
- (2) パイロット・プラントの運転操業は、月曜日から土曜日まで連続運転し、日曜日は休転して修理作業などを行なう。
- (3) パイロット・プラント用部品などは日本から調達する予定である。
- (4) パイロット・プラントに対する予算は、ボリビア鉱山公社 (COMIBOL) が責任をもって確保する。

(5) 本プラントは、低品位鉍の錫浮選に最適だと考えている。

(6) 操業コスト及び収益は、現状維持したい。

(7) 将来の処理鉍石は、次のものを予定している。

① 錫品位：1.0～1.2%の混合鉍

② 錫品位：0.7%のポマバンバ鉍

### Ⅲ ミニッツと討議内容

#### 1. 討議内容

本件技術協力に対し、ポリビア側鉱山冶金省及び鉱山公社は最大限の謝意を示し、日本の技術を非常に高く評価したが、本件技術協力の評価作業の際に指摘した事項、すなわち①ポリール鉱山の低品位鉱の連続浮選試験、②工業規模プラントの技術的、経済的評価及び③他鉱石の連続浮選試験に関して今後も協力してほしい旨ポリビア側は表明した。

これに対し、日本側は、前記事項に関しては、本件技術協力に係るR/Dに示している事項であり、かつ、その目的を達成しているものと評価できなかつたので、今後も協力することでポリビア側と合意し、2月22日にミニッツ署名を行った。

具体的内容は以下のとおりである。

##### (1) 協力の項目

- ① ポリール鉱山の低品位鉱の連続試験。
  - (i) 混合鉱：Sn 1 %，Zn 18 %，Pb 15 %，Ag 500 g/t，
  - (ii) ポマバンバ鉱：Sn 0.65 %，Zn 22 %，Pb 1.0 %，Ag 200 g/t
  - (iii) 処理鉱量：各鉱につき 600トン/日
- ② その他鉱石の連続試験
- ③ 各鉱種別のレポート作成
- ④ 工業規模プラントに対する技術的、経済的評価

##### (2) 協力期間

1980年2月21日より1年間。

##### (3) 日本人専門家派遣

選鉱分野の専門家。

##### (4) ポリビア人研修員の受入

選鉱分野の技術者。

##### (5) 機械供与

- ① PHメーター用部品をJICAで供与する。
- ② その他の部品はCOMIBOLで準備する。

#### 2. ミニッツ

討議に基づき、最終的な合意を得て作成されたミニッツは以下のとおりである。なお、ミニッツは、ポリビア側の要望により、英西両文を作成し、そのいずれにも署名交換を行った。(ただし、付表については英文のみである)

また、具体的な協力内容については、本件ミニッツに基づいて年次計画書を作成する必要がある。

MINUTES OF THE DISCUSSIONS  
BETWEEN  
THE EVALUATION TEAM  
OF  
THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY ( JICA )  
AND  
THE CORPORACION MINERA DE BOLIVIA ( COMIBOL )  
OF  
REPUBLIC OF BOLIVIA  
WITH RESPECT TO  
THE TECHNICAL COOPERATION PROJECT ON THE RECOVERY OF VALUABLE  
MINERALS FROM COMPLEX SULPHIDE ORES IN THE REPUBLIC OF BOLIVIA.

La Paz- Bolivia, February 1980

- I. The Evaluation Team (hereinafter referred to as ("the Team") organized by the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") and headed by Mr. Yoichi TAKEBAYASHI, Director of Mining & Industrial Development Cooperation Department, JICA, visited the Republic of Bolivia from February 7 to 22, 1980, and exchanged views and had a series of discussions with Corporación Minera de Bolivia (hereinafter referred to as COMIBOL) for the purpose of evaluating the performances of both Bolivian and Japanese sides as well as the achievements of the Technical Cooperation Project on the Recovery of Valuable Minerals from Complex Sulphides Ores (hereinafter referred to as "the Project") which was conducted for three (3) years on the basis of the Record of Discussions signed on february 21/77, between JICA and COMIBOL.
  
- II. As a result of the Discussions on the Project Between the Team and the COMIBOL, both sides, taking into account of the Achievements obtained from the Technical Cooperation referred to in ANNEX I and the Present Situation and Bolivian Future Plan on the Pilot Plant referred to in ANNEX II, which were completed through cooperative review, agreed to recommend to their respective Goverments on the matters as follows:
  1. The technical cooperation extended by the Goverment of Japan on the basis of the Record of Discussions signed on February 21st, 1977, is evaluated to have satisfactorily achieved the initially anticipated purposes in principle and will be terminated.
  2. The Project made a great contribution to developing the mining industry in the Republic of Bolivia and the Bolivian side expressed its full satisfaction and gratitude to the Japanese Cooperation.
  3. However, both sides have come to the conclusion that it is still necessary to follow up the Project with the cooperation as described bellow:

(Reference will be made to Annex IV on the tentative schedule of Implementation for the project).

- 1) Themes for cooperation.
  - a) Continuos test with the crude ore of the Boliyar mine as follow:
    - 1.1 Mixed crude ore with the estimated grade:
 

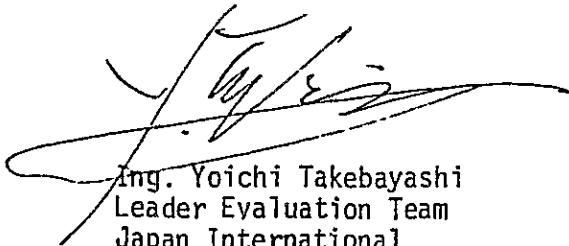
Sn = 1.0%, Zn = 18%, Pb = 1.5%, Ag = 500 g/t.
    - 1.2. Pomabamba crude ore:
 

Sn = 0.65%, Zn = 22.0%, Pb = 1.2%, Ag = 200 g/t.
    - 1.3. Tonnage to be treated; 600 ton/month for each crude ore.
  - b) Making up the reports on each test. .
  - c) Continuos test with other type of crude ore.
  - d) Technical and economical appraisal for construction of the industrial scale plant.

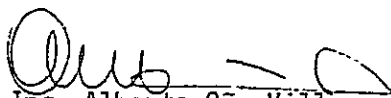
- 2) Duration of follow-up;  
one year from February 21st, 1980
- 3) Assignment of Japanese Experts;  
Experts in the field of mineral processing.
- 4) Acceptance of Bolivian Counterpart personnel;  
Bolivian counterpart personnel in the field of mineral processing.
- 5) Provisión of equipment and parts;
  - a) spare parts for pH-meters will be  
Provided by JICA
  - b) other spare parts will be prepared by COMIBOL

III. The team expressed its appreciation to the cooperation and hospitality extended by Bolivian authorities concerned to the team during its stay in the Republic of Bolivia.

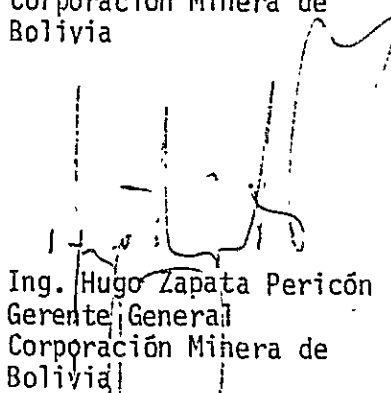
La Paz, Bolivia, 22 February 1980



Ing. Yoichi Takebayashi  
Leader Evaluation Team  
Japan International  
Cooperation Agency



Ing. Alberto Oño Villegas  
Gerente Técnico  
Corporación Minera de  
Bolivia



Ing. Hugo Zapata Pericón  
Gerente General  
Corporación Minera de  
Bolivia

ANNEX IV. Tentativa Schedule of Implementation for the Technical Cooperation Project on the Recovery of Valuable Minerals from Complex Sulphide Ores in the Republic of Bolivia

Items	Japanese Fiscal Year										Remarks		
	1979	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12	1
Dispatch of Japanese Experts				↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
Acceptance of Bolivian Counterpart Personnel				↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕
Provision of Equipment and parts (Spare Parts for pH meter.				↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕
Themes of Cooperation. (1) Continuous Test of Mixed Crude Ores. (2) Continuous Test of Pomabamba Crude Ore. (3) Continuous Test with other types of the Crude Ores. (4) Technical and Economical Appraisal for construction of the Industrial Scale Plant		↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔

Foot Note: This Schedule is subject to change according to the budgetary allocation to the project.

ACTA DE ACUERDO ENTRE EL GRUPO DE  
EVALUACION DE  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)  
Y LA  
CORPORACION MINERA DE BOLIVIA (COMIBOL)  
DE LA REPUBLICA DE BOLIVIA  
EN RELACION AL PROYECTO DE COOPERACION TECNICA PARA LA  
RECUPERACION DE MINERALES VALIOSOS DE MINERALES COMPLEJOS  
DE LA REPUBLICA DE BOLIVIA.

La Paz, Bolivia, febrero de 1980



I. El grupo de evaluación (llamado desde ahora "Grupo"), y organizado por JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (Desde aquí llamada ("JICA") y presidido por el Sr. Yoichi Takebayashi Director del Departamento de Cooperación para el Desarrollo de la Minería e Industria (JICA), dicho grupo de evaluación ha visitado la República de Bolivia del 7 al 22 de febrero de 1980 habiendo realizado conversaciones con la Corporación Minera de Bolivia (de aquí llamada "COMIBOL" ) a objeto de evaluar los resultados de la cooperación de ambas partes, Boliviano-Japonesa, como así también los progresos obtenidos por el proyecto de cooperación técnica para la recuperación de minerales complejos sulfurados (de aquí llamado "Proyecto"), el cual ha sido conducido durante tres años en base al Protocolo de discusiones firmado el 21 de febrero de 1977 entre JICA y COMIBOL.

II. Como resultado de las conversaciones sobre el proyecto entre el "Grupo" y "COMIBOL" y tomando en consideración los resultados obtenidos por la cooperación técnica referida en el Anexo I, y la "presente situación" y "plan boliviano futuro" para la Planta Piloto referido en el Anexo II, que fueron completamente revisados, en consecuencia se acordó recomendar a los respectivos Gobiernos lo siguiente:

- 1) La cooperación Técnica proporcionada por el Gobierno del Japón sobre la base del Protocolo de discusiones firmado en febrero de 1977, ha sido evaluado y tiene resultados satisfactorios de acuerdo a los propósitos iniciales y que debe ser completado.
- 2) El proyecto ha contribuido al desarrollo de la industria minera de la República de Bolivia y que ha sido expresado por la parte boliviana con entera satisfacción y gratitud por la cooperación japonesa.
- 3) Sin embargo, ambas partes han llegado a la conclusión de que es necesario continuar hasta la etapa final del proyecto de cooperación, descrita a continuación:

#### 1. Temas de Cooperación

a) Pruebas continuas con minerales de baja ley de mina Bolívar de acuerdo al siguiente detalle:

- Mezcla de minerales con las siguientes leyes de cabeza aproximadas:

Sn 1.0%; Zn 18.0%; Pb 1.5%; Ag 5.0 DM.

- Veta Pomabamba: Sn 0.65%; Zn 22.0%; Pb 1.2% y Ag 2.0 DM

- Tonelaje a tratarse: 600 tons/mes en ambos casos.

b) Pruebas con otros tipos de minerales.

c) Evaluación técnica y económica de cada etapa de investigación.

d) Evaluación técnica y económica para la posible construcción de una Planta Industrial.

(Ver Anexo IV).

2. Duración del Proyecto

1 año a partir de febrero 21 de 1980

3. Asignación de Expertos Japoneses

- Expertos japoneses en el campo de concentración de minerales hasta la finalización del proyecto.

4. Asignación de Personal Técnico Boliviano

- Ingenieros bolivianos en el campo de concentración de minerales.


5. Provisión de Equipos y Repuestos

\_ Donación por JICA de repuestos para pH meter

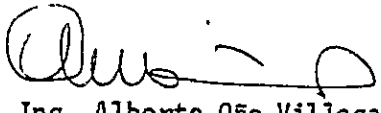
- Provisión de otros repuestos por parte de COMIBOL

III. El "grupo" (JICA) expresa sus agradecimientos por la cooperación y hospitalidad recibida por parte de las autoridades bolivianas durante su estadía en la República de Bolivia.

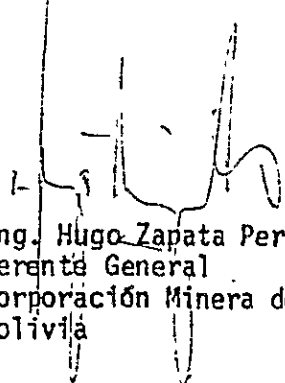
La Paz, 22 de febrero de 1980



Ing. Yoichi Takebayashi  
Jefe Misión de Evaluación  
Japan International  
Cooperation Agency



Ing. Alberto Oño Villegas  
Gerente Técnico  
Corporación Minera de  
Bolivia



Ing. Hugo Zapata Pericón  
Gerente General  
Corporación Minera de  
Bolivia

ANEXO IV.- Programa tentativo referente a la cooperación Técnica del Japón para la recuperación de minerales valiosos provenientes de minerales complejos sulfurosos en la República de Bolivia - Gestión 1980

Items	1 9 8 0												
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	
Año fiscal del Japón	1979												
Asignación de expertos Japoneses			↓										
Asignación de Ingenieros Bolivianos como contraparte			↔										
Provisión de equipos y repuestos (Repuestos para p <sup>hi</sup> metros )			↓										
Temas de cooperación													
(1) Pruebas continuas con minerales de veta													
(2) Pruebas continuas con mineral de veta Pcmabamba													
(3) Pruebas continuas con otra clase de minerales													
(4) Evaluación técnica y económica para la posible construcción de una planta a escala industrial													

Nota: El presente programa puede sufrir cambios de acuerdo a la presupuestación del proyecto.

ANNEX I. Achievements of the Technical Cooperation

A. Total Achievement

	Target Based on the Record of Discussions	Achievement as of Feb. 1980	Remarks
Objectives of the Project	<p>The Government of Japan, through the authorities concerned, will conduct a technical cooperation with measures as described (1), (2), to recover valuable minerals by means of flotation techniques from complex sulphide ores containing cassiterite, which are produced at the Colquiri Mine and the Bolivar Mine of COMIBOL.</p> <p>The objectives to conduct this technical cooperation on a Government to Government basis, are not only to transfer technical capability but also to cultivate absorbing capacity of technology on the Bolivian side, concerning the effective recovery of zinc, lead, silver and tin from complex sulphide ore containing cassiterite.</p> <p>(1) To the Colquiri Mine</p> <p>a. To conduct a technical cooperation to recover tin and zinc by means of flotation techniques, utilizing existing equipment and facilities at the Colquiri Mine, from the complex sulphide ores containing cassiterite.</p> <p>b. Government of Japan, through the authorities concerned, will assign Japanese experts to the Republic of Bolivia and accept Bolivian counterpart personnel for training and/or study in Japan.</p> <p>c. The Japanese Experts will be stationed both at the Colquiri Mine and Instituto de Investigaciones Minero-Metalurgicas, Oruro (hereinafter referred to as "IIMM, Oruro").</p> <p>(2) To the Bolivar Mine</p> <p>a. To conduct a technical cooperation to recover tin, zinc, lead and silver by means of flotation techniques, from the complex sulphide ores containing cassiterite of the Bolivar Mine</p>	<p>The basic flotation test of cassiterite were conducted in 1977 Japanese Fiscal Year.</p> <p>The technical cooperation was terminated in May, 1978 by request of Bolivian side.</p> <p>To be completed.</p> <p>The Pilot Plant Operation have been conducted to the Bolivar vein and St. Rosa vein because of delay of preparation of exploitation.</p>	<p>Reference will be made to ANNEX III on Past Records of Implementation of the project.</p>

	Target Based on the Record of Discussions	Achievement as of Feb. 1980	Remarks
	<p>b. The Government of Japan, through the authorities concerned, will assign Japanese experts to the Republic of Bolivar and accept Bolivian counterpart personnel for training and/or study in Japan.</p> <p>c. The Government of Japan, through the authorities concerned, will provide equipment, machinery, tools, instruments, vehicles and their spare parts within the limit of its budget</p> <p>d. The Japanese experts will be stationed both at the Bolivar Mine and IIMM, Oruro</p>	<p>To be completed.</p>	

B. Individual Achievement

	Target Based on the Record of Discussions	Achievement as of Feb. 1980	Remarks
1. Dispatch of Japanese Experts	<p>(1) To the Colquiri Mine Experts in the field of mineral processing of tin and zinc.</p> <p>(2) To the Bolivar Mine a. Experts in the field of mineral processing of tin, zinc, lead and silver. b. Experts in the field of mechanical engineering and electric engineering for the Pilot Plant</p>	To be completed.	
2. Duties of Japanese Experts	<p>(1) To the Colquiri Mine a. Separation tests of cassiterite and marmatite of Colquiri Ores by Flotation (a) Laboratory tests by flotation (b) Estimation of flotation results and operation costs b. Guidance on other technical matters and information services.</p> <p>(2) To the Bolivar Mine a. Experts in the field of mineral processing (a) Separation test of Bolivar ores by flotation i. Laboratory tests by flotation ii. Decision of flowsheet and flotation conditions (i) Decision of optimum grinding size (ii) Selective flotation tests (iii) Examination of flotability at different sizes. (iv) Classification tests of fine particles (b) Guidance for the erection and operation test of the Pilot Plant. (c) Overall and continuous operation test of the Pilot Plant i. Estimation of its flotation results ii. Estimation of its operation costs and economical efficiency. iii. Comparison with flotation tests results above (a)</p>	The same as A(1).	a) Reference will be made to the Report in Feb. 1980.  (iv) Not to be conducted due to Cyclosizer trouble.
		To be completed.	

	Target Based on the Record of Discussions	Achievement as of Feb. 1980	Remarks
	(d) Technical and economical appraisal for industrial scale operation. 1. Making up the Construction plan of an industrial plant ii Estimation of flotation results iii Estimation of operation costs and profitability. (e) Training of Bolivian technical staff. 1. Guidance for knowledge and techniques on plant operation and maintenance. 2. Experts in the field of mechanical and electric engineering for the Pilot Plant (a) Guidance for erection of building facilities for the Pilot Plant. (b) To participate in tests of the Pilot Plant. (c) Guidance for knowledge and techniques on plant operation and maintenance.	To be continued.           To be completed.	
3. Provision of Machinery & Equipment	1) Equipment for Crushing 2) Equipment for Grinding 3) Equipment for Flotation 4) Equipment for Products Treatment 5) Equipment for Electric Work 6) Miscellaneous		
4. Preparation for the provision of machinery & equipment	Preparation for the erection of the Pilot Plant (1) Japanese Side- a Decision of Plant Capacity and flowsheet b Decision of details of machinery & equipment and allowance of the Government of Japan c. Decision of layout and completion of detailed design. d. Design, specifications and costs estimates of machinery & equipment.		

	Target Based on the Record of Discussions	Achievement as of Feb. 1980	Remarks
5. Bolivian Counterpart Personnel in Japan	<p>(2) Bolivian Side-</p> <p>a. Land leveling, arrangement of buildings, incidental facilities, man-power, preparations for electric power and industrial water.</p> <p>Content of training and/or study</p> <p>(1) The concerned of Colquiri Mine</p> <p>a. Separation Tests of cassiterite and marmatite by flotation</p> <p>(a) Complete chemical analysis of crude ores</p> <p>(b) Identification of main minerals</p> <p>(c) Laboratory tests by flotation</p> <p>b. Other training &amp; study</p> <p>(2) The concerned of Bolivar Mine</p> <p>a. Separation tests of Bolivar Ores by flotation</p> <p>(a) Complete chemical analysis of crude ores</p> <p>(b) Identification of main minerals</p> <p>(c) Laboratory tests by flotation</p> <p>b. Other training &amp; study</p>	To be completed	
6. The measure to be taken by the Government of the Republic of Bolivia	<p>(1) Land and buildings as well as incidental facilities, necessary for the erection of the Pilot Plant</p> <p>(2) Equipment, machinery, standard tools and instruments for plant construction, and their spare parts for their maintenance, including any other materials necessary for the Project except for those provided by the Government of Japan through the authorities concerned.</p> <p>(3) Technical staff required for the Project and so on</p> <p>(4) All local expenses for the effective implementation of the Project</p> <p>(5) Custom duties, internal taxes and any other charges such as port charges, if any, imposed both in the Republic of Bolivia and Chile upon the goods provided by the Government of Japan.</p>		



	Target Based on the Record of Discussions	Achievement as of Feb. 1980	Remarks
	<p>(6) Expenses necessary for the transportation from the Chilean port(s) and/or from the La Paz International Airport, to the final destinations in the Republic of Bolivia of the goods provided by the Government of Japan.</p>	<p>To be completed</p>	

ANNEX II The Present Situation of the Project and the Bolivian Future Plan on the Pilot Plant

	Present Situation of the Project	Bolivian Future Plan on the Pilot Plant
1. Organizations	Reference will be made to Table I.	The organization will be maintained. In relation to the working needs will be required only eventual personnel.
2. Plant Operation & Maintenance	The Pilot Plant is operated effectively and normally, but there are some problems about maintenance of automatic control system.	It is convenient to work only six days a week, and performe maintenance on Sundays
3. Supply and Replacement of Spare Parts by Bolivian Side	It is possible to prepare some spare parts, but the greater part of them are necessary to be imported from Japan.	There will be sent to Bolivia spare parts of some equipment according to needs.
4. Performance of the Pilot Plant	Reference will be made to Table II.	
5. Budgetary Allocation	Budgetary Allocation by both Japanese and Bolivian sides have been given fully.	Comibol should prepare the budget for the year 1950.
6. Result of Flotation	Reference will be made to Table III.	The tin flotation circuit should be optimized with low grade crude ores.
7. Plant Operation Cost & Profitability	Reference will be made to Table IV and Table V.	There will be maintained the same type of economical and metallurgical balances.
8. Other Mines or Organizations Concerned	Only Bolivar Ores have been treated.	The following one will be treated in the pilot plant:  1) Mixture crude ores 1.0-1.2% Sn.  2) Pomabamba crude ores 0.7% Sn.

TABLE I

<u>ORGANIZATIONS</u>		EXPERTS OF JICA	x 3
<u>SUPERINTENDENCE</u>			
BOLIVIAN ENGINEERS	x 2		
SECRETARY	x 1		
	3		
<u>OPERATION</u>			
CHIEFS OF SHIFT	x 3		
CRUSHING	x 2		
GRINDING	x 3		
FLOTATION	x 3		
FILTERS	x 3		
REAGENTS	x 1		
BOILER	x 3		
SAMPLING-MEN	x 3		
	21		
<u>MECHANIST</u>			
MECHANIST	x 1		
ASISTANT	x 1		
	2		

TOTAL

26

====

TABLE II

## PERFORMANCE OF THE PILOT PLANT

	TYPE OF ORE	TONNAGE		OPERATION HOURS
		/MONTH	/24hr.	
APRIL	FEED FOR VOLATILIZATION	291.54	28.44	246
MAY	MIXED ORE	476.47	31.76	360
JUNE	FEED FOR VOLATILIZATION	641.43	27.77	555
JULY	"	575.30	24.80	557
AUGUST	"	529.48	23.64	538
SEPT.	"	480.55	22.97	502
OCT.	"	465.35	24.11	463
NOV.	"	490.00	26.49	444
DIC.	"	594.18	24.86	574

TABLE III

RESULTS OF FLOTATION

ITEM	%	ASSAY (E/T)				DISTRIBUTION			
		Sn	Pb	Zn	Ag	Sn	Pb	Zn	Ag
INFORM 1978	CRUDE ORE	1.37	2.00	9.98	175	100.0	100.0	100.0	100.0
	CONC.-Pb,Ag	3.50	33.0	6.00	1,700	6.9	44.6	1.6	27.2
	CONC.-Zn	1.30		53.00	400	15.2		85.0	37.4
	PRECOC.-Sn	5.55				45.0			
	TAILING	0.64				32.9			
AVERAGE	CRUDE ORE	2.15	3.73	24.05	707	100.0	100.0	100.0	100.0
	CONC.-Pb,Ag	2.45	40.70	5.82	6,392	6.7	64.5	1.4	52.9
	CONC.-Zn	0.96		50.35	587	18.3		85.9	34.1
	CONC.-Sn	18.13				25.7			
	PRECOC.-Sn	3.41				37.3			
TAILING	0.97				12.0				
DECEMBER	CRUDE ORE	2.37	3.42	25.97	634	100.0	100.0	100.0	100.0
	CONC.-Pb,Ag	2.25	47.26	4.46	5,324	5.1	74.4	0.9	45.2
	CONC.-Zn	1.02	1.22	51.96	536	19.1		88.3	37.3
	CONC.-Sn	29.10				32.0			
	PRECOC.-Sn	3.35				32.5			
TAILING	1.08				11.3				
NOV	CRUDE ORE	2.56	3.20	25.61	577	100.0	100.0	100.0	100.0
	CONC.-Pb,Ag	2.17	36.30	11.89	2,212	3.4	45.7	1.9	15.5
	CONC.-pyrite	0.73	5.79	3.66	2,321	2.1	13.3	1.0	29.5
	CONC.-Zn	1.20		50.70	567	19.9		83.7	41.6
	PRECOC.-Sn	4.11				74.6			

TABLE IV

COSTO DE OPERACION

CCSTOS	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	PROMEDIO
LABOR DIRECTO	\$US \$US/T	3721.21 6.93	3332.58 6.93	2997.90 6.44	2712.15 5.54	3272.31 6.27
LABOR INDIRECTO	\$US \$US/T	5812.71 10.98	6114.87 12.73	5796.55 12.46	6317.02 12.89	5957.11 11.65
MATERIALES	\$US \$US/T	3809.92 7.20	3769.78 7.84	2099.65 4.51	1765.71 3.60	3775.71 7.38
ENERGIA	\$US \$US/T	3035.75 5.73	2647.95 5.51	2810.88 6.04	2440.27 4.98	3218.82 5.53
SERVICIOS TECNICOS	\$US \$US/T	3087.77 5.83	2456.38 5.11	2678.53 5.76	1751.68 3.57	1629.91 4.53
OTROS	\$US \$US/T	1037.71 2.05	204.44 0.43	620.85 1.33	153.79 0.27	826.39 1.12
TOTAL	\$US \$US/T	20555.07 38.82	18526.00 38.55	17004.36 36.54	15118.52 30.85	22177.32 36.48

TABLE V

ECONOMICAL BALANCE      DICIEMBRE 1979      P.F. JICA

	CONCENTRATE Pb, %	CONCENTRATE Zn	CONCENTRATE Sn	PRECONCENTRATE Sn
TONS. (DRY)				
Sn %	31.979	262.327	15.497	136.717
Pb %	17.26		29.10	3.35
Zn %		51.96		
Ag G/T	5234.	536		
Cd %		0.26		
TOTAL VALUE \$US	121803.87	198901.14	65534.44	68575.05
TAX	11474.71	13386.80	22237.61	
FLETE	1213.60	9955.31	500.86	
SHIPMENT	370.61	2640.84	178.68	
SMELTER etc.	10553.90	57152.35	11722.21	
OTHERS	11508.66	76153.61	2975.14	
TOTAL	<u>35101.48</u>	<u>159288.91</u>	<u>32614.50</u>	<u>62952.06</u>
INCOME \$US/	89702.39	39615.23	27919.94	1622.99
TOTAL INCOME \$US		161860.55		
\$US/T		272.41		
OPERATING COST \$US/T		34.22		
Mining COST etc.		62.38		
FINAL INCOME \$US/T		175.81 \$/T (101162.79 \$US)		

Sn = 6.79 \$/lb (14.97 \$/kg)      Zn = 0.35 (0.77)      Pb = 0.46 (1.01)      Ag = 20.0 \$/O.T. (643.0 \$/kg)

ANNEX III. Past Records of Implementation of the Project

Items	Japanese Fiscal Year	1976.	1977	1978	1979	Remarks
Dispatch of Japanese Experts	Koichiro KANAYA (Mineral Processing) Shiro OGINATA (Mineral Processing) Kazuo SINOJAKU (Mineral Processing) Masamori SAKURABA (Mineral Processing) Yoshihiro KUDO (Mechanical Engineering) Hisao KAGA (Mechanical Engineering) Koji OSANAI (Electrical Engineering)					Both Experts conduct Separation Tests of Colquiri and Bolivar Ores by Flotation at IIMI, Oruro.  Duties of Experts will be terminated on Feb. 29th, 1980.
Acceptance of Bolivian Counterpart Personnel	Training Items (1) Separation Tests of the Bolivar Ores by Flotation (2) Separation Tests of Cassiterite by Flotation (3) Flotation Theory of Complex Sulphide Ores					
Provision of Machinery & Equipment	The Pilot Plant For Flotation Tests					Machinery & Equipment for the Pilot plant were provided for two years ( 1977 and 1978 ).  Land reclamation, Foundation and so on.  One month behind initial plan.
Erection of the Pilot Plant	(1) Preparation for the Erection of the Pilot Plant (2) Buildings (3) Erection of the Pilot Plant (4) Electric Works					Test Run (Mar. 20th - 26th). Inaugural Ceremony (Mar. 27th). The Pilot Plant has been operated since April 23rd, 1979.
Operation of the Pilot Plant	Overall and Continuous Operation of the Pilot Plant					



1. Chronological Review of the Project

Year	Date	Items
1976	Feb. 10th	(1) Official Request from the Government of the Republic of Bolivia.
	Mar. 30th--- Apr. 28th	(2) Dispatch of Japanese Preliminary Survey Team
1977	Jan. 27th--- Feb. 25th	(1) Dispatch of Japanese Implementation Survey Team.
	Feb. 21st	(2) Signing of the Record of Discussions.
	Jan. 27th--- Aug. 26th Jan. 20th, 1978	(3) Dispatch of two (2) Japanese Experts (Mineral Processing, two (2) long-Term Survey Experts.)
	Mar. 21st--- Jun. 24th	(4) Acceptance of Bolivian Counterpart Personnel in Japan. ( two (2) persons; three (3) months )
	Dec. 4th --- Dec. 18th	(5) Dispatch of Japanese Consultation Team for the Election of the Pilot Plant.
1978	Feb.	(1) Provision of Machinery & Equipment. ( Parts of the Pilot Plant )
	Mar.	(2) Dispatch of Japanese Technical Guidance Team.
	Mar. 28th---	(3) Dispatch of one (1) Japanese Expert. ( Mineral Processing )
	May 27th---	(4) Dispatch of Japanese Technical Guidance Team.
	Aug.	(5) Provision of Machinery & Equipment. ( Parts of the Pilot Plant )
	Sep. 15th--- Mar. 31st, 1979	(6) Dispatch of three (3) Japanese Experts. ( Installation of the Pilot Plant )
	Sep. 20th--- Dec. 19th	(7) Acceptance of Bolivian Counterpart Personnel in ( two (2) persons, three (3) months )

1978	Nov. 29th---	(8) Dispatch of one (1) Japanese Expert. ( Mineral Processing )
1979	Mar. 9th	(1) Dispatch of one (1) Japanese Expert. ( Mineral Processing )
	Mar. 20th--- 26th	(2) Test Run of the Pilot Plant.
	Mar. 27th	(3) Inaugural Ceremony of the Pilot Plant.
	Apr. 23rd---	(4) Overall and Continuous Operation of the Pilot Plant.
1980	Feb. 20th	Termination of the Project.

## 2. Dispatch of Japanese Mission

- (1) Preliminary Survey Team (Mar. 30th - Apr. 23th, 1976)  
Leader Tsuneo MORIYOSHI DOWA Mining Co., Ltd.  
Takeshi SAHARA DOWA Mining Co., Ltd.  
Tomoo MURAKAMI Agency of Natural Resources & Energy,  
Ministry of International Trade & Industry  
( MITI )  
Koichi TAKAE Mining & Industrial Development Cooperation  
Dept., Japan International Cooperation Agency  
( JICA )
- (2) Implementation Survey Team ( Jan. 27th - Feb. 25th, 1977 )  
Leader Tsuneo MORIYOSHI DOWA Mining Co., Ltd.  
Shigeru HASEIMOTO DOWA Mining Co., Ltd.  
Koji ISHIWATA Economic Cooperation Bureau,  
Ministry of Foreign Affairs ( MFA )  
Kuniaki TAKASAKI Agency of Natural Resources & Energy, MITI  
Koichi TAKAE Mining & Industrial Development Cooperation  
Dept., JICA
- (3) Consultation Team for the Erection of the Pilot Plant  
( Dec. 4th - 18th, 1977 )  
Yoshihiro KUDO DOWA Engineering Co., Ltd.  
Koji OSANAI DOWA Engineering Co., Ltd.
- (4) Technical Guidance Team  
Leader Masao WADA Mining & Industrial Development Cooperation  
Dept., JICA  
Ryohei NAGASAWA Economical Cooperation Div., MITI  
Toshio MURAKOSEI Grant Aid & Procurement Dept., JICA
- (5) Technical Guidance Team ( May 27th - Jun. 11th, 1978 )  
Leader Kazuhisa NISHIDA DOWA Mining Co., Ltd.  
Shiro OBINATA DOWA Mining Co., Ltd.  
Yoshihiro KUDO DOWA Engineering Co., Ltd.  
Kenji SUZUKI Mining & Industrial Development Cooperation  
Dept. JICA

3. Dispatch of Japanese Expert

- (1) Jan. 27th - Aug. 26th, 1977 .  
Koichiro KANAYA                      DOWA Mining Co.,. Ltd.  
    ( Mineral Processing )
- (2) Jan. 27th, 1977 - Jan. 20th, 1978  
Shiro OBINATA                      DOWA Mining Co.,. Ltd.  
    ( Mineral Processing )
- (3) Mar. 23th, 1978 - Feb. 29th, 1980  
Kazuo SHOJAKU                      DOWA Mining Co.,. Ltd.  
    ( Mineral Processing )
- (4) Sep. 15th, 1978 - Mar. 31st, 1979  
Yoshihiro KUDO                      DOWA Engineering Co.,. Ltd.  
    ( Mechanical Engineering )
- (5) Oct. 15th, 1978 - Mar. 31st, 1979  
Eisao KAGA                      DOWA Engineering Co.,. Ltd.  
    ( Mechanical Engineering )  
Koji OSANAI                      DOWA Engineering Co.,. Ltd.  
    ( Electrical Engineering )
- (6) Nov. 29th, 1978 - Feb. 29th, 1980  
Shiro OBINATA                      DOWA Mining Co.,. Ltd.  
    ( Mineral Processing )
- (7) Mar. 9th, 1979 - Feb. 29th, 1980  
Masanori SAKURABA                      DOWA Mining Co.,. Ltd.  
    ( Mineral Processing )

#### 4. Acceptance of Bolivian Counterpart Personnel

(1) Mar. 21st - Jun. 24th, 1977 ( at DOWA Mining Co., Ltd. )

a. Name

- (a) Ing. Francisco Eernudez L. ( Mining Engineer )
- (b) Ing. Juan Escalera V. ( Mining Engineer )

b. Content of Study

- (a) Separation Tests of the Bolivar Ores by Flotation.
- (b) Separation Tests of Cassiterite by Flotation.
- (c) Flotation Theory of Complex Sulphide Ores.

(2) Sep. 20th - Dec. 19th, 1978 ( at DOWA Mining Co., Ltd. )

a. Name

- (a) Ing. Lisandro Vrouidi ( Mining Engineer )
- (b) Ing. Armando Encinas ( Mining Engineer )

b. Content of Study

- (a) Separation Tests of the Bolivar Ores by Flotation.
- (b) Flotation Theory of Complex Sulphide Ores.

(3) Nov. 16th - Dec. 21st, 1979 ( at DOWA Mining Co., Ltd. )

a. Name

- Ing. Rodolfo De la Barra Vasquez ( Mining Engineer )

b. Content of Study

- (a) Separation Tests of Complex Sulphide Ores by Flotation.
- (a) Flotation Theory of Complex Sulphide Ores.

## 5. Provision of Machinery and Equipment

### (1) Machinery and Equipment provided in 1977 Japanese Fiscal Year

- a. Equipment for Crushing;
  - (a) Receiving Hopper and Feeder with accessories and spare parts ( 1 set )
    - i. Receiving Hopper ( Capacity 25 ton )
    - ii. Belt Feeder ( 500B x 5200L )
  - (b) Jaw Crusher with accessories and spare parts ( 2 sets )
    - i. Primary Crusher ( 18" x 9", 15 KW )
    - ii. Secondary Crusher ( 30" x 8", 37 KW )
- b. Equipment for Grinding;
  - (a) Fine Ore Bin and Constant Feed Weigher with accessories and spare parts
    - i. Fine Ore Bin ( Capacity 75 ton )
    - ii. Constant Feed Weigher ( set 2.1 t/hr )
  - (b) Ball Mill with accessories and spare parts ( 2 sets )
    - i. Primary Mill ( 4' x 6', 37 KW )
    - ii. Regrinding Mill ( 3' x 2', 7.5 KW )
- c. Equipment for Flotation;
  - (a) Conditioner with accessories and spare parts ( 5 sets )  
( 0.8 m, 2.2 KW )
  - (b) Thickenner with accessories and spare parts ( 5 sets )
    - i. Desliming Tank ( Cone type, 3500 dia. )
    - ii. Pump
- d. Equipment for Products Treatment;
  - (a) Oliver Filter for Zn Conc. with accessories and spare parts ( 1 set )
- e. Equipment for Electric Work;
  - (a) Incoming Board with accessories and spare parts ( 1 set )
  - (b) Transformer ( .500 KVA, oil immersed type ) ( 1 set )
  - (c) Switch Box for welding and lighting
  - (d) Lighting Equipment
    - i. Fluorescent Lamp
    - ii. Mercury Arc Lamp
  - (e) Cable

f. Miscellaneous;

(a) Equipment for Foundation

1. Support and frame for Crusher with flouring materials ( 2 sets )
- ii. Frame equipment for Flotator
- iii. Arc Welder for installation of Frame equipment
- iv. Cutting torch

(2) Machinery and Equipment provided in 1978 Japanese Fiscal Year

- a. Equipment for Crushing
  - i. Belt Conveyor (6 sets)
  - ii. Vibrating Screen (3'x 8', 5.5KW , 1 set)
- b. Equipment for Grinding
  - i. Belt Conveyor (1 set)
  - ii. Tank and Pump (2 sets)
  - iii. Cyclone (2 sets)
- c. Equipment for Flotation
  - i. Tank and Pump (6 sets)
  - ii. Piping Materials
    - (i) Pipes
    - (ii) Valves and accessories
- d. Equipment for Products Treatment
  - i. Acid Proof Filter with accessories (1 set)
  - ii. Pan Filter for Pb Conc. with accessories (1 set)
  - iii. Pelletiser (pan type, 1 set)
  - iv. Belt Conveyor (portable type, 5 sets)
- e. Equipment for Electric Work
  - i. Motor Starter
  - ii. Equipment for Instrumentation
- f. Miscellaneous
  - i. Equipment for Foundation Support and Frame Vibrating Screen
  - ii. Tools for Repair and Maintenance
  - iii. Main Construction Materials
    - (i) Chain Hoist
    - (ii) Geared Trolley
    - (iii) Traveling Crane (manual type)
    - (iv) Disc Grinder
    - (v) Electric Drill
    - (vi) Abrasive Cut-off Machine
    - (vii) Portable Pipe Threading Machine
    - (viii) Iron Block and Wire Rope



## Ⅳ 結 び

前述のとおり、本件技術協力はポリビア側にとって非常に有益であったと評価されたが、本件技術協力に対するエバリュエーションチームの所感並びにポリビア側の対応状況は以下のとおりである。

### 1. エバリュエーションチームの所感

#### (1) パイロット・プラントについて

コンスタント・フィーダは今回持参した部品を替えることにより、順調に作動し、また、高地のため空気量不足で作動不能であったボイラーの故障も選鉱専門家の努力により、作動可能な状態にあり、現在は正常に運転されているが、メンテナンスを考慮した場合、試運転当初の期間だけでも、機械関係専門家を常駐させる必要があったと考えられる。

また、スペアパーツについては、ポリビア側で調達できないものが多いので、前もって多めに準備しておく必要がある。

#### (2) 日本人専門家及びポリビア側カウンターパートについて

現在、日本人専門家は、ポリバル鉱山サイトに常駐しているが、本件技術協力に対する日本側の姿勢、ポリビア側の意図を十分に反映させるためには、鉱山公社（COMIBOL）の中核部に配属させる必要がある。

ポリビア側カウンターパートは、パイロット・プラントサイトに現在 26 名おり、独自のプラントオペレーションは可能な状況にあるが、浮遊選鉱システムを変更した場合には、まだ十分に対応できないので、この点の技術移転が今後の課題となろう。

また、pH 自動制御装置及びコンスタント・フィーダなどの自動計測機器の取り扱いには十分に対応できない状況にあるので、この点の研修も今後の技術移転の課題となろう。

### 2. ポリビア側対応状況

本件技術協力に対し、ポリビア側関係者は最大限の謝意を示すと共に日本の技術を非常に高く評価している。

特に、パイロット・プラントは半営業的に運営され、1,000 万円／日程度の利益をあげ、鉱山公社傘下の鉱山においてポリバル鉱山の地位をトップクラスに成長させた実績もあるが、さらに、異例のことであるが前鉱山大臣である現 COMIBOL 総裁が、本件エバ・チームの来ポに合わせて新聞記者と共に、プラントサイトを視察したことは注目に値することである。

## 参 考 资 料



## 1. 現地調査結果

調査団は1980年2月11日から13日までの3日間、鉍山公社のホルキリ・ウアヌーニ・サンホセ各鉍山の選鉍場及びオルロの鉍山冶金研究所を視察し、各々の操業概況の調査並びにデータの収集を行なった。これらについては、既に他の調査団によって詳細に報告が為されているので、ここでは、3鉍山の各選鉍場について1～2の問題点を中心に簡単に報告するに留める。

### (1) コルキリ選鉍場

コルキリ鉍山はラパス市の東南235km、オルロ市より東へ約80kmに位置し、人口約20,000人、鉍山労働者2,500人の鉍山町にある。

当鉍山では、錫精鉍、亜鉛精鉍を生産しているが、月間処理鉍量2,000T、錫品位0.8%、Zn品位4.2%（前処理元鉍）に対して、亜鉛精鉍50T/月、品位45%、実収率30%、錫精鉍35T/月、品位22%、実収率50%という結果に留まっている。

錫精鉍の場合は以下の様に数種の品質のものを生産している。

高品位錫精鉍	10.1 T/月	50.8 % (Sr)
直接輸出向精鉍	3.9	28.8
ボラティリゼーション向精鉍	18.9	6.5
錫 石	2.5	18.4
合 計	35.4	22.4

選鉍操業は、前処理（破碎へ重液選鉍）、磨鉍、テーブル硫化物浮選、錫浮選といった組み合わせで、一方86名の人員で行なわれている。錫選鉍に関しては、未だ主体はテーブル選鉍法で行なわれており、上記の様に実収率は低位に留まっている。最近、微粒部に対する浮選系統が設置されたにも拘らず、結果は改善されていない現状である。又、亜鉛精鉍についても、実収率が低迷しているのは、亜鉛浮選系統を通過する亜鉛量が少ないことが大きな要因と考えられ、錫選鉍過程を含めて、総合的なプロセスの見直しが必要であろう。

次に、当鉍山に於いては、現在把握されている埋蔵鉍量に比べて非常に大量にあるダム廃滓の処理が重要な問題として挙げられている。その量は約1,000万トンにのぼり品位は錫0.5%、亜鉛約3.4%である。当技術協力プロジェクトは、双方合意のもとにポリーバルパイロットプラント一本に締られ、進められてきたが、実施当初の関わり上、依然として、その処理試験についての協力要請がある現状である。

## (2) ウマ・ヌーニ選鉱場

ウマ・ヌーニ鉱山はオルロ東南約30kmに位置するボリビア国第2位の錫鉱山である。

当選鉱場の産物は錫精鉱のみで、処理鉱量1,000T/日、錫品位1.2%、錫精鉱量は約20T/日、品位は50%程度である。

選鉱場は破碎、ジグよりなる前処理工場、磨鉱、分級、テーブルを主とする本選鉱場より、一方約80名の運転員で操業されている。

この選鉱場に於いても、微粒な錫鉱物の回収が問題とされており、最近増設された微粒錫鉱物回収の為の浮選鉱場によって、実収率が以前の67~68%より約75%にまで改善された。これは従来よりオルロの鉱山冶金研究所で基礎試験が実施されてきたものであり、当初の目的は達成されたと思われる。

しかし、なお、現地の技術者は、これを満足すべきものと見ておらず、浮選前段階でのデスライミングによって損失となっている微粒錫鉱物の回収の為、分級の強化等を検討している状況である。

又、当選鉱場では目下、オンストリーム自動分析装置が設置されようとしているが、我々の考えでは、給鉱の安定化やPHの自動制御など、もっと基礎的なコントロールのシステムが優先すべき問題であろう。

## (3) イトス選鉱場(サン・ホセ鉱山)

サン・ホセ鉱山はオルロ市の北部から南端にかけて続く丘にあり実質上銀鉱山といってよいものである。従って昨今の銀高騰により収益もよく、1979年末には鉱山公社内で最も収益の高い山となった。当鉱山の選鉱錫であるイトス選鉱錫は、鉛約1%、銀約250g/Tの鉱石を1,000T/日処理している。

鉱石はまず破碎され、低品位のものは、前処理工程を経た後ミル元鉱ビンに貯鉱される。

磨鉱以下の本選鉱場の処理鉱量は450T/日程度で、磨鉱後、鉛銀浮選が行なわれる。ここでの精鉱の品位は鉛30%、銀6kg/Tであり、銀量として150~200kg/日の生産量である。

精鉱の鉛品位が上記の様に非常に低いが、これは浮選粒度が非常に粗大である為と考えられる。浮選粒度の面から云えば前述の各選鉱場の場合にも粗大であり、このあたりに改善の余地が見出される可能性もあろう。又、当選鉱場に於いては鉛品位には大して関心がなく、すべてが“銀”であるという点も見のがせない。しかし一部、前処理工程から十分に浮選回収が改善の余地もある。

鉛銀浮選の尾鉱からはテーブルによって錫精鉱(品位15%)が回収されている。ここでは鉱石は既に磨鉱されている段階にあり、かつテーブル等の設備の老朽化も目だつ状況であり、当然今後浮選方式の導入も考えられよう。

2. 專 門 家 報 告 書

INFORME DE OPERACION DE FLOTACION  
CONTINUA EN PLANTA PILOTO "JICA"  
DE  
EMPRESA MINERA BOLIVAR

COOPERACION TECNICA SOBRE RECUPERACION DE MINERALES VALIOSOS DE  
MENAS COMPLEJAS DE SULFUROS EN LA  
REPUBLICA DE BOLIVIA

GRUPO EXPERTOS JAPONESES DE AGENCIA  
DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL  
JAPON ( J I C A )

Ing. Shiro Obinata

Ing. Kazuo Shojaku

Ing. Masanori Sakuraba

BOLIVAR, FEBRERO DE 1980

## I N D I C E

- I INTRODUCCION
- II RESUMEN DE OPERACION
- II 1. TRITURACION
- II 2. MOLIENDA
- II 3. FLOTACION DE PLOMO-PLATA
- II 3.1 Flotación de plomo-plata con método Na CN
- II 3.2 Flotación plomo-plata con método de pulpa caliente
- II 4. FLOTACION DE ZINC
- II 5. FLOTACION DE PIRITA Y FLOTACION DE CASITERITA
- II 6. FILTRACION Y PELETIZACION
- III DISCUSION
- III 1. COMPARACION DE RESULTADOS
- III 2. OPTIMIZACION DE FLOTACION CASITERITA Y CONTROL DE OPERACION
  - a. Realización íntegra de flotación Pirita
  - b. Segunda Flotación limpieza de UF del segundo ciclonaje
  - c. Control de pH
  - d. Control de espuma
  - e. Progreso técnico de los operadores
- III 3. POSIBILIDADES DE APLICACION METODO PULPA CALIENTE E INVESTIGACIONES FUTURAS
- III 4. REQUERIMIENTOS PARA TRATAMIENTO DE MINERALES COMPLEJOS DE ESTAÑO BAJA LEY
- III 5. CONDICIONES DE OPERACION SEMI-INDUSTRIAL EN PLANTA JICA.
- III 6. INVESTIGACIONES SOBRE PROYECTO INDUSTRIAL EN MINA BOLIVAR

## I. INTRODUCCION

Este proyecto se ha efectuado dentro del convenio de Cooperación Técnica entre los Gobiernos de Bolivia y Japón para la recuperación de minerales valiosos de menas complejas de sulfuros en la República de Bolivia, el mismo que se ha realizado durante 3 años con cooperación de Ingenieros bolivianos y japoneses.

En cumplimiento del registro de discusiones, firmado entre JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY y la CORPORACION MINERA DE BOLIVIA el 21 de febrero de 1977. En el primer año se efectuaron las investigaciones de flotación sobre minerales complejos de Mina Bolivar y Colquiri, en los laboratorios del Instituto Minero Metalúrgico de Oruro. En el segundo año, de acuerdo a los resultados obtenidos por la investigación básica, se determinó la construcción de la planta piloto en empresa Minera Bolivar, cuya inauguración fué el 27 de marzo de 1979. En el tercer año se efectuó pruebas correspondientes a la operación continua en la Planta Piloto, con la cooperación de Ingenieros bolivianos, Ing. Rodolfo de La Barra, Ing. Jorge Guzmán y otros, obteniendo resultados satisfactorios.

Los detalles de operación han sido informados en las partes mensuales de empresa, por lo tanto, el presente informe resumido comprende la evaluación técnica de las pruebas metalúrgicas en Planta Piloto.

## II. RESUMEN DE OPERACION

La instalación de maquinaria y construcción de la Planta se terminó a fines de marzo de 1979 y durante abril del mismo año se efectuó el ajuste de maquinaria y entrenamiento de personal de operaciones; no habiéndose realizado en consecuencia, una operación continua en dicho mes.



A partir del mes de mayo de 1979, se operó en forma continua con 4 días a la semana, durante el mes de junio la operación se prolongó a 5 días por semana; habiéndose destinado los días sábados y domingos para realizar el mantenimiento de equipo, maquinaria, en los flujogramas y tratamiento de concentrados.

Los objetivos de las pruebas metalúrgicas en operación continua son los siguientes:

- a.- Optimizar los resultados metalúrgicos mediante flotación convencional tratando diferentes menas de Mina Bolívar.
- b.- Tratar de producir concentrados de estaño de alta ley.
- c.- Producir pre-concentrados de estaño para su tratamiento en volatilización, optimizando la recuperación de los mismos.
- d.- Aplicación de dos métodos de tratamiento para flotación de minerales de plomo-plata, siendo estos métodos en el de pulpa caliente y en el de cianuro.
- e.- Obtención de datos y determinación de los parámetros necesarios para efectuar la evaluación técnica y económica correspondiente, para la posible construcción de una planta industrial.

En el cuadro Nº 1 se presenta un resumen de las operaciones efectuadas en cada mes.

De acuerdo al programa de operación propuesto con anticipación adjunto al Plan Anual de Trabajo de abril de 1979 a febrero de 1980 y firmado por los representantes de JICA y COMIBOL el 3 de mayo de 1979; se debía tratar los siguientes tipos de mineral: carga mina, taqueo, desmonte y mineral mezclado en la planta piloto, pero lamentablemente por circunstancias y condiciones que no son de nuestro conocimiento, la Empresa Bolívar solamente nos proporcionó mineral tipo carga mina; habiéndose efectuado los reclamos correspondientes para que se nos proporcione los otros tipos de carga y así dar cum

plimiento al plan y programa referido anteriormente, hecho que nos desliga de toda responsabilidad.

La capacidad máxima de la planta es de 50 ton/día, dimensionada en base a un tipo de carga cuyo contenido era lo siguiente: 1.3% Sn, 2.0% Pb y 10% Zn; registrada en el informe de la Misión Japonesa de Cooperación Técnica para la recuperación de minerales de sulfuros complejos en Empresa Minera Bolívar, escrito por los Ingenieros Koichiro Kanaya y Shiro Obinata, en enero de 1978.

El promedio de tratamiento de la Planta ha sido limitado a 25 ton/día, debido fundamentalmente al incremento de la ley de cabeza, siendo ésta más del doble que la usada para su diseño (1.7 á 2.5% Sn, 2.8 á 4.8% Pb y 17 á 26.0% Zn), sobrepasando en esta forma la capacidad de las maquinarias (celldas, filtros, etc).

El cuadro Nº 2 es un resumen de los balances metalúrgicos mensuales.

Preocupados en concretar los objetivos antes indicados y a medida que se obtenía una información real y práctica como consecuencia de las operaciones, se han realizado los cambios más convenientes y necesarios tanto en los flujogramas condiciones de operación, alimentación de reactivos, molienda, etc.

En el mes de diciembre, recién se pudo optimizar los resultados tratando mineral de carga mina y aplicando el método de cianuro, lo cual no indica lo difícil que fué su tratamiento, confirmando una vez que cualquier tipo de mineral procedente del yacimiento de Mina Bolívar presentará variados problemas en su beneficio, especialmente en lo que se refiere a la flotación de los minerales de Sn.

A continuación se explicará sobre las condiciones de operación de cada sección de la planta, en base a condiciones

empleadas en el mes de diciembre, los datos respectivos de operación se tiene en la última parte del presente informe.

## II 1. TRITURACION

La carga a tratarse se almacena en el buzón y cuya parrilla tiene una abertura de 180 mm y una capacidad de 25 ton. ésta carga se alimenta por belt-feeder y correa transportadora a una trituradora de mandíbulas Nº 1 (10" x 16"). El mineral triturado a - 30 mm, pasa a una segunda trituradora de mandíbulas Nº 2 (6" x 30") cuya reducción de tamaño es de 10 mm que está en circuito cerrado con una vibradora. El producto clasificado es almacenado en un buzón Nº 2 de 75 ton. de capacidad (Buzón fino). Siendo la capacidad de trituración de 4.41 ton/hora, este circuito trabaja 122 horas promedio mes y es atendido por un solo operador, debiéndose formar las previsiones del caso para la época de lluvias, debido al aumento de humedad en la carga, será entonces necesario 2 operadores.

Cuando la planta trabaje en su capacidad máxima (50 ton/día), la operación se hará en dos puntas diarias.

Los datos de operación indicamos en el cuadro:

MES	HORAS TRABAJADAS	TRATAMIENTO TON/HORA
junio	125 Hrs. 25 mi.	4.81
julio	134 " 05 "	4.65
agosto	116 " 15 "	4.44
septiembre	110 " 35 "	4.40
octubre	107 " 30 "	4.33-
noviembre	98 " 40 "	4.71
diciembre	166 " 00 "	3.55
PROMEDIO:	122 " 40 "	4.41

## II 2. MOLIENDA

Esta operación se realiza con una etapa en molino de bolas de 4' x 6', en circuito con 2 etapas de cicloneo en ciclones de 6".

En el caso del mineral tipo carga mina, se trató 25 ton por día y su índice-trabajo de operación es de 17 KWH/ton y el tamaño del producto molido es de 60% - 325 mallas.

Se ha observado que el tamaño de 60% - 325 mallas es el más aceptable para esta flotación, en vista que si se moliera a tamaños más finos el mineral de Sn (casiterita) produciría muchos finos, factor que influiría directamente en la flotación-estaño con resultados negativos en este circuito, recomendándose realizar investigaciones en este sentido.

Si se operara con una etapa de ciclonaje, dándonos un amplio rango en el tamaño de las partículas, ocurriría el fenómeno que algunas de las partículas es molida muy finamente y en otras partículas no se logra la liberación de los minerales; no siendo conveniente por este motivo este circuito.

El consumo de agua es de 1.50 m<sup>3</sup>/ton, consumo de bolas es 881 grs/ton y consumo de las piezas componentes para bombas es como sigue:

DETALLE	B O M B A N º	
	1	2
COVER LINNER	800 ton	1,700 ton
FLAME LINNER	1,000 "	2,500 "
IMPELLER	2,500 "	5,000 "

El análisis gránulo-métrico del over flow del segundo ciclonaje que es enviado a flotación es el siguiente:

MES	
junio	64.8% - 325 mallas
julio	62.9% - 325 mallas
agosto	59.9% - 325 mallas
septiembre	56.5% - 325 mallas
octubre	64.2% - 325 mallas
noviembre	61.9% - 325 mallas
diciembre	59.1% - 325 mallas
PROMEDIO:	61.3% - 325 mallas

## II 3. FLOTACION DE PLOMO-PLATA

### II 3.1 Flotación de plomo-plata con método Na CN

La recuperación del concentrado Pb-Ag mediante el método Na CN correlativamente fácil, presentándose un resumen de la ley de los concentrados y su recuperación

Ley de Pb - 40 %	recuperación 65 %
Ley de Ag - 64 D.M.	recuperación 53 %

Inicialmente la flotación de estos minerales se hizo con 2 etapas de limpieza, control automático de pH (pH 8.0 a 10.0) pero según nuestras observaciones en este circuito se determinó que era suficiente una etapa de limpieza, sin control riguroso del pH, por eso ha quedado determinado que se opere de acuerdo al flujograma y condiciones indicadas en fig. N° 1 y el cuadro N° 3.

La variación del contenido de antimonio en el mineral crudo, influye directamente en la ley del concentrado de plomo, variando la ley de Pb de 30% hasta 50%, la ley de antimonio varía desde 10% hasta 20%, la presencia del antimonio ha sido determinante en la optimización de la ley de concentrado de Pb.

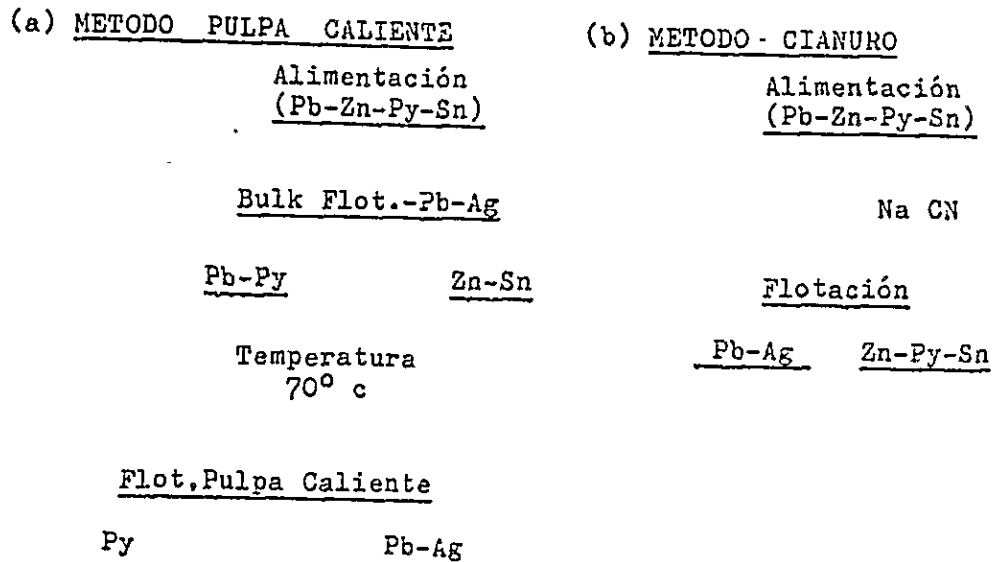
El contenido de plata en el concentrado de plomo es muy alto, dando un rendimiento económico elevado.

### II 3.2 Flotación plomo-plata con método de pulpa caliente

Siendo el método de cianuro un proceso convencional uno de sus objetivos el producir concentrados de plomo, este método presenta el siguiente problema: al producirse iones cianuro y transportados en las colas para su posterior acumulación en diques o ríos, existe la posibilidad de contaminación a los ríos circundantes a la mina; problema que no presenta el método de pulpa caliente, porque no usa cianuro, recuperándose el concentrado plomo-plata en el non float de este circuito, depresándose el mineral de plomo-plata como efecto

de calentarse la pulpa a 70°c aproximadamente

A continuación se presenta un diagrama comparativo entre los dos métodos:



En octubre de 1979 se realizó la operación con el método de pulpa caliente, según flujograma y condiciones de operación indicadas en fig. N° 3. El balance metalúrgico de dicha operación es el siguiente:

	PESO %	L E Y E S % (D M)					D I S T R I B U C I O N %				
		Sn	Pb	Zn	Ag	Fe	Sn	Pb	Zn	Ag	Fe
ALIMENTACION	100.00	2.56	3.20	25.61	5.77	11.60	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
ESP. Pb, Py	11.38	1.24	16.59	6.53	22.82	27.46	5.5	49.0	2.9	45.0	26.9
CONC. Pb, Ag	4.03	2.17	36.30	11.89	22.12	7.55	3.4	45.7	1.9	15.5	2.6
CONC. Py, Ag	7.35	0.73	5.79	3.66	23.21	38.38	2.1	13.3	1.0	29.5	24.3
CÓLA	88.62	2.73	1.48	28.06	3.58	9.57	94.5	41.0	97.1	55.0	73.1

A continuación se hace referencia a los problemas que se presentaron en la operación con pulpa caliente:

- a.- Uno de los mayores problemas se presenta en el proceso de bulk flotation de Pb y Py, debido a que también flota parte del mineral de zinc, creando dificultades en la producción del concentrado Pb-Ag, influyendo en la ley del mismo, a pesar de ser baja la distribución de zinc en la es-

puma de bulk flotation, teniendo relación directa con la ley de cabeza muy alta en contenido de Zn. Consideramos que esta dificultad técnica es fundamental en este método comparado con el de cianuro, de tal suerte, como solución al problema existe un método que se debe aplicar y es la flotación de zinc dentro del proceso de pulpa caliente, habiéndose realizado algunas pruebas pero debido al tiempo limitado no se pudo obtener buenos resultados.

b.- En el proceso de flotación en pulpa caliente gran parte del mineral de plata ha flotado conjuntamente la piritita, quedando en suspenso el análisis de los factores de este fenómeno. Será necesario en consecuencia, identificar el tipo de mineral de plata y al mismo tiempo efectuar pruebas básicas de flotación con otros reactivos que no sea xanthato Z-11.

#### II 4. FLOTACION DE ZINC.

El flujograma y las condiciones de operación se indican en la fig. N° 1 y en el cuadro N° 3.

El resultado promedio de la flotación de minerales de Zn es como sigue:

Ley de zinc	50%
Recuperación de zinc	86%
Recuperación de plata	35%

Se ha experimentado con una, dos y tres etapas de limpieza para la flotación de zinc, pero no es clara la eficiencia con mayor número de etapas de limpieza, antes bien, un mejor control de operación ha permitido mejorar los resultados. En el mes de diciembre se operó con una sola etapa de limpieza sin previo acondicionamiento, habiéndose obtenido concentrados de zinc con ley de 52% y recuperación del 88%, siendo este uno de los mejores resultados.

A la flotación rougher, se envía como recirculante

el non float de flotación limpieza cuya cantidad es variable. Esta recirculación influye sobre el pH de la flotación rougher siendo un factor que cambia las condiciones de flotación de este circuito; por este motivo se realiza el control de pH en flotación rougher, para la estabilización de la operación.

La temperatura es también un factor importante, con 25°C a 28°C la selectividad en la flotación de pirita y zinc mejora considerablemente; por esta razón el control de temperatura será muy importante para la flotación de zinc.

La capacidad de la planta es de 50 ton/día, diseñada para tratar mineral que tenga 10% de zinc, pero con minerales de alta ley de cabeza (25-30% zinc) se presenta el problema de capacidad de celdas sobre todo en flotación de zinc.

La planta cuenta con un molino 3' x 2' para la remolienda de los minerales antes de la flotación de Zn, dicho molino ha sido instalado para evitar pérdidas de estaño en el concentrado de zinc, y mejorar el concentrado de Zn, etapa que no se justificó por los resultados obtenidos sin esta remolienda, estando actualmente parado dicho molino.

## II 5. FLOTACION DE PIRITA Y FLOTACION DE CASITERITA

Los flujogramas respectivos, las condiciones de flotación, más la operación de deslame, están indicados en la fig. N° 2. y cuadro N° 3.

Inicialmente la operación de deslame se realizaba después de la flotación de pirita, tal como indica la fig. 4. afectando las condiciones de flotación de pirita cuando se tenía mala operación en la flotación de Zn. Para estabilizar este circuito se cambió la operación de deslame antes de la flotación de pirita (fig. N° 5), lográndose con este cambio excluir las partículas finas de mineral de zinc, que aún quedaban en la cola de flotación-zinc, y mejorando también la flotación de pirita. Con el resultado obtenido en la flotación



que es un factor muy importante para la flotación de estaño y gracias a este cambio en el circuito la ley de concentrado-Sn subió desde 12% hasta 18%.

Continuando con las operaciones a mediados de noviembre se hicieron las siguientes observaciones:

- a.- Que el concentrado de estaño de la primera limpieza, en su granulometría presentaba buena cantidad de partículas finas (lamas de estaño).
- b.- Existe la posibilidad de separar estas lamas de casiterita, de las partículas de estaño de tamaño mayor que tienen gran porcentaje de sílice.

De estos dos factores se dedujo la necesidad de clasificar estos tamaños de grano por ciclonaje, considerando que el OF tendría mayor ley de estaño, mientras que el UF recircular a la limpieza respectiva, pero en las pruebas de operación se observó que el UF tenía el mayor contenido de estaño; razón por lo cual se determinó incluir a este circuito una segunda flotación limpieza de estaño con el UF del ciclonaje indicado, recuperando así concentrados de estaño alta ley del orden de 30 a 35%, el OF de este ciclonaje se mezcla con el concentrado alta ley obteniéndose con esto el producto final.

Como consecuencia de la anterior operación, la flotación de casiterita ha sido optimizada en comparación con las pruebas del mes de diciembre, obteniéndose concentrados finales mayores al 26% Sn con recuperaciones de alrededor del 30%

Indudablemente, el control del pH que es automático es un factor muy importante, lo mismo que el control de la espuma de flotación rougher mediante kerosenne industrial que es muy eficiente en la operación actual. A la fecha los objetivos están fijados en:

- 1º Bajar el contenido de estaño en la cola.
- 2º Mejorar la ley de concentrado.

Existen grandes posibilidades para alcanzar estos objetivos, de ser posible será necesario instalar algunas celdas complementarias para efectuar la flotación scavenger de Sn. En la fig. Nº 6, se muestra el balance metalúrgico de Sn - Py, correspondiente al mes de diciembre.

## II 6. FILTRACION Y PELETIZACION

La planta cuenta con dos filtros (PAN) para tratar los concentrados de Pb, un filtro de (DRUM) para tratar concentrados de zinc, y dos filtros (PAN) para tratar concentrados de estaño.

La producción de concentrados zinc está en el orden de 10 ton/día por la falta de espesador, el tratamiento en el filtro es del orden de 6 a 7 ton/día. Este resultado se debe:

Que el concentrado de estaño tiene granulometría muy fina con alto porcentaje de agua, por esta razón este concentrado no es posible tratarlo en estos filtros. En la actualidad se decanta este concentrado en tanques de cemento, para luego ser secados por el sol.

En caso de los pre-concentrados de Zn, son recibidos en diques naturales para su sedimentación y luego ser peletizados a tamaños de: 5 a 10 mm para su posterior tratamiento en la planta de volatilización de la Empresa Bolívar. La capacidad del peletizador es de 0.6 ton/hora.

## III DISCUSION

### III 1. COMPARACION DE RESULTADOS

Los resultados a priori (preliminar) de operación de planta piloto están resumidos en el cuadro Nº 4, según el informe presentado por Ingenieros de la misión técnica de cooperación japonesa, Ing. Koichiro Kanaya y el Ing. Shiro Obinata.

En el mismo cuadro incluimos los resultados obtenidos en la gestión 1979 a objeto de comparar resultados, en los que se observa gran diferencia en el mineral de alimentación tratado; por esta razón una comparación completa de resultados no es recomendable, sinó más bién para tener una idea sobre la evolución en los resultados, llegando de esta forma a las siguientes definiciones:

- a.- Se puede recuperar concentrados Sn con alta ley.
- b.- La recuperación de los minerales de plomo-plata, superó en más los resultados del balance provisional.

### III 2. OPTIMIZACION DE FLOTACION CASITERITA Y CONTROL DE OPERACION

Hasta antes de estas pruebas se tenía informado que era difícil obtener concentrados-Sn de alta ley en Ingenio; en vista de que el mineral de Empresa Minera Bolivar es muy complejo y la casiterita existe en la forma de "Neede-tin" ó micro-cristalino, pero con la operaciones efectuadas en la planta piloto y sin aplicar ningún método nuevo o especial, sinó simplemente procurando diversos intentos y pruebas diarias de investigación básica, se ha obtenido concentrados de de estaño con 30% de ley con recuperaciones aceptables.

Refiriendonos a estas mejoras y a los factores de control de operación, efectuados en esta planta piloto, se comprende lo siguiente:

#### a.- Realización íntegra de flotación Pirita

Como conocimiento en anteriores informes, con el objeto de producir concentrados de alta ley de estaño por flotación, es muy necesario previa a la flotación de estaño, eliminar los minerales sulfurosos (sobre todo pirita) en la forma más completa posible.

El objetivo por el cual se efectuó el cambio de lugar, la operación de deslame antes de la flotación de pirita, estos esto se basa en lo anteriormente expuesto. Este cambio consiste no sólo eliminar minerales de sulfuros, además tiene

efecto en la eliminación de las influencias que causa de las micro partículas de zinc, cada flotación tiene relación mutua con los otros.

b.- Segunda flotación limpieza de UF del segundo ciclonaje.

La mayor parte de impurezas en el concentrado de casiterita se trata de SiO<sub>2</sub> en un tamaño de partículas mayor a lamas primarias por tanto existiendo relación entre el tamaño de partículas y la selectividad de las mismas por flotación, ha realizado en ciclonaje con la espuma de la primera flotación limpieza de estaño y con el UF (mineral grueso) de este ciclonaje, realizando una segunda flotación limpieza.

La espuma de esta primera limpieza-Sn tiene poca lama en comparación con la carga que se deslama en el primer ciclonaje, pero esta presencia de lamas es necesario eliminarlas (OF = 15% Sn) y mandar solamente el UF a flotación segunda limpieza mejorando la selectividad del mismo, habiéndose obtenido concentrados de Sn con leyes que varían de 35% a 45% Sn.

c.- Control de pH.

La variación del medio (pH), es uno de los factores más importantes donde varía senciblemente en la flotación de casiterita, además mediante un control automático se logra un control eficaz del pH, donde requiere un control estricto en pH.

d.- Control de espuma.

Se usa kerosenne para el control de espuma, en vista de que la espuma producida por el Aero Promoter 860 es espuma muy consistente, sin este control de espuma los operadores tienden a arreglar la alimentación de reactivos y la aereación a las celdas en forma frecuente.

e.- Progreso técnico de los operadores.

Al igual que cualquier otra parte de flotación, observando los contenidos de Sn en espuma y cola, circulación

de flujo en la flotación y la variación de ley en el mineral crudo etc., se recomienda que los operadores deben realizar una acción eficaz para su tratamiento.

### III 3. POSIBILIDADES DE APLICACION METODO PULPA CALIENTE E INVESTIGACIONES FUTURAS.

Hasta el presente, para producir concentrados de plomo-plata por flotación, el método de cianuro es el más conveniente; pero en las minas principales del Japón este método fue cambiado por el método de pulpa caliente, preocupados por los problemas de contaminación de las aguas. Estamos seguros que también en Bolivia ocurra el mismo problema, al enviarse las colas contaminadas con iones cianúricos como ocurre actualmente en las plantas de las empresas Quechisla, Matilde, etc.

Queda aún latente el problema de la recuperación de la plata por el método de pulpa caliente, el mismo que requiere una serie de investigaciones futuras quedando la posibilidad de aplicar este método en otras minas cuya ley de plata no sea tan alta, por lo tanto es posible también aplicar este método en minas donde el mineral de plata no tenga mucha importancia económica.

Cuando se piensa que el método de pulpa caliente es un proceso nuevo para sustituir el método de cianuro insistiendo en la investigación con diferentes tipos de minerales, el comportamiento de las partículas mineralizadas de plata de mina Bolívar, y otros se podrá conseguir resultados positivos por el método de pulpa caliente.

### III 4. REQUERIMIENTOS PARA TRATAMIENTO DE MINERALES COMPLEJOS DE ESTAÑO BAJA LEY.

La diferencia entre el tratamiento de minerales de estaño baja y alta ley, esta en la dificultad de obtener pre-concentrados de estaño comerciales para volatilización con recuperaciones económicas.

En el tratamiento con minerales de Sn de alta ley,

la lama producida por el deslame y la flotación de piritas tiene un enriquecimiento de Sn óptimo como pre-concentrados.

- Pero cuando la ley del mineral crudo baje su ley por debajo del 1.5% Sn será muy difícil recuperar pre-concentrados con las mismas características que cuando se trató minerales de alta ley, pero será posible obtener otros pre-concentrados efectuando cambios en el flujograma.

Según nuestro concepto se deberá continuar las investigaciones para este tratamiento en la siguiente forma:

- a.- Realizar flotación limpieza con la espuma rougher de piritas y producir de esta forma una espuma pirita como concentrado piritoso y en su non float un pre-concentrado-Sn.
- b.- De acuerdo a la evolución de las pruebas, se debe estudiar la posibilidad de obtener pre-concentrados mixtos con valores menores a 20% Sn.

### III 5. CONDICIONES DE OPERACION SEMI-INDUSTRIAL EN PLANTA "JICA"

Pensamos que los resultados obtenidos con la operación continúa en estos meses es muy provechoso, tal como muestran los cuadros Nº 5 y 6; especialmente porque el mineral de mina Bolívar contiene en la mena minerales de estaño, plata, plomo y zinc; es un mérito poder recuperar estos productos sin tener que sacrificar los minerales de plomo, plata y zinc como sucede actualmente por el método de volatilización, cuyo proceso recupera como elemento comercial solo el estaño. Por lo tanto, con los resultados obtenidos por planta "JICA" se podrá seleccionar en la mina minerales con altos contenidos de plomo, plata, zinc y bajo contenido Sn y ser tratados por flotación, menas que no podrán tratarse por volatilización debido a su contenido bajo de estaño, además que no cumple con el cutt-off de volatilización, con los pre-concentrados producidos en planta se podrá mejorar los resultados de volatilización, debido a su bajo contenido de zinc, plomo y antimonio.

Por lo tanto al estar nuestra planta operando como

planta semi-industrial es muy importante efectuar una selección del tipo de carga a tratarse, con mezclas de cargas que mantengan una homogeneidad en el contenido de los minerales de alimentación, especialmente no es conveniente tener saltos bruscos en la ley de cabeza requiriéndose una acción rápida en el control de operación. En estas circunstancias la falta de cuidado, la ley o recuperación de los concentrados tendría cambios negativos.

No se puede evitar problemas complementarios como aplicación de la instalación que se presentan en el tratamiento de los concentrados, al operarse como planta semi-industrial; por lo tanto, tendrá necesidades de disponer espesadores para el tratamiento de concentrados de Sn, Pb y Zn, además requirieran filtros que se acomoden a cada uno de estos productos, como ser Bell-filter's o D-counter's.

Otro problema muy importante es la necesidad de analizar el abastecimiento de agua para la flotación, ya que existe gran posibilidad de disminuir el caudal del agua en la época de estiaje por debajo de los índices requeridos en operación.

Si bien la planta actual fué diseñada para pruebas piloto, ésta viene operando como una planta semi-industrial de acuerdo a situaciones especiales que no son de nuestra competencia, recomendándose dar la cobertura necesaria ante la necesidad de completar su implementación, ensayos químicos rápidos y exactos, etc, tomando en cuenta las características de operación ingenio así llevar adelante el mejoramiento futuro.

### III 6. INVESTIGACIONES SOBRE PROYECTO INDUSTRIAL EN MINA BOLIVAR

El objetivo final de este proyecto es investigar las posibilidades para un proyecto planta industrial, habiéndose obtenido los datos técnicos y económicos necesarios donde requieren realizar operaciones con cargas representativas del yacimiento para una posible explotación de 10 a 20 años de tra-

bajo, lamentando muy de veras el no haber tenido la oportunidad de experimentar con estas cargas representativas. Por lo anterior es muy difícil realizar una evaluación exacta para un proyecto planta industrial, en base a datos obtenidos con el tratamiento en planta piloto con minerales de estaño de alta ley. Pese a las circunstancias expuestas y en base a los datos obtenidos durante el mes de diciembre se ha preparado un balance económico tentativo.

Según este cálculo, como se muestra en el cuadro Nº 5, la ganancia obtenida es alta al tratarse minerales con alta ley.

Cuando se trate mineral de baja ley, que representa 10 a 20 años de misma carga, naturalmente la ganancia por tonelada tratada bajará pero, se deberá tomar en cuenta que los costos de tratamiento también disminuirán.

No es imposible calcular un balance económico tentativo en el supuesto tratamiento de minerales con leyes bajas de cabeza, también se puede estimar su balance metalúrgico ya que se conoce el comportamiento de los minerales por flotación no teniendo un carácter definitivo para el caso de una evaluación para la planta industrial.

En este sentido será muy necesario en el futuro tratar minerales de baja ley en planta piloto y con los resultados obtenidos realizar la evaluación técnica y económica definitiva.

Ahora abajo indicaremos algunos requerimientos técnicos para el proyecto industrial:

- a.- En trituración primaria, pensando en una posible elevación del contenido de lamas, deberá instalarse equipos para lavar las mena y sacar los polvos producidos.
- b.- En sección molienda, dos etapas de molienda son necesarias y varias etapas (3 a 5) de clasificación; por ejemplo, la combinación de clasificadores a espiral y ciclones.



- c.- En flotación de plomo y zinc, no presenta mayores problemas. En la flotación de estaño, una buena operación de ciclónaje será muy importante y para el presente caso una clasificación de tamaños con flotación independiente nos proporcionará mayor eficiencia. Será necesario por lo tanto mantener la capacidad de las celdas de flotación y el tiempo de flotación.
- d.- Es comparativamente fácil filtrar concentrado de zinc y plomo, pero para concentrado de estaño se deberá buscar el tipo adecuado de filtros que trabaje optimamente con materiales finos (por ejemplo belf-filter, filter-press, etc). Los preconcentrados Sn de baja ley tienen mucha cantidad de lama por esta razón es más económico sacar en plataformas o diques amplios mediante el sol.
- e.- En este proceso la condición del medio (pH de pulpa) es factor básico y muy importante para flotación. Entonces será necesario, una programación positiva sobre el control de repuestos para mantener optimamente el sistema automático de pH.

- Cuadro Nº 1
- 1 Operación e Investigación de cada mes
  - 2 Balance Metalúrgico Mensual
  - 3 Condiciones de Flotación en Diciembre de 1979
  - 4 Comparación de Balance Metalúrgico
  - 5 Balance Económico de Diciembre 1979
  - 6 Costo y Ganancia en Planta Piloto (mensual)
  - 7 Personal
  - 8 "Size Analysis" en Sección Molienda
  - 9 Tiempos de Flotación y Acondicionamiento
  - 10 Consumo de Agua, Electricidad y Bolas
  - 11 Consumo mensual de Reactivos
  - 12 Costo de Operación
  - 13 Costo de Materiales

- Figura Nº 1
- 1 Flujograma de Flotación en Noviembre 1979 (Parte 1)
  - 2 Flujograma (Parte 2)
  - 3 Flujograma de Flotación con Método de Pulpa Caliente
  - 4 Flujograma de Planta JICA para mes Mayo-Julio
  - 5 Flujograma de Flotación en Agosto
  - 6 Balance de Flotación-Sn diciembre 1979
  - 7 Lista de Equipo
  - 8 Sistema Automático de Control-pH
  - 9 Sección Preparación y Alimentación de Reactivos
  - 10 Sección Vaporizador
  - 11 Balance de Sección Molienda Agosto 1979
  - 12 Balance Metalúrgico en Flotación Agosto 1979

OPERACION Y INVESTIGACION DE CADA MES

PLANTA PILOT JICA

1979.

		ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
TIPO DE CARGA		CARGA MINA	MESCLADA	CARGA MINA	CARGA MINA	CARGA MINA	CARGA MINA	CARGA MINA	CARGA MINA	CARGA MINA
TRATAMIENTO	TONS	291.54	476.47	641.43	575.30	529.48	480.55	465.35	490.00	594.18
	T/24Hr.	-	31.76	27.77	24.80	23.64	22.97	24.11	26.49	24.86
HORAS TRABAJADAS		246	360	555	557	538	502	463	444	574
HORAS PERDIDAS	MANTENIMIENTO				96	23	154	140	38	24
	DOMINGO, FERIADO				80	144	62	96	0	0
	FALTA-ENERGIA				11	9	2	1	4	0
	HUELGA Y OTROS				0	30	0	44	234	146
METODO DE FLOTACION		NaCN	NaCN	NaCN	NaCN	NaCN	PULPA CALIENTE	PULPA CALIENTE	NaCN	NaCN
OBJETIVO PRINCIPAL		ENTRENAMIENTO OPERACION CONTINUAL		PRODUCCION DE CONC.-Sn	"		ENTRENAMIENTO	INVESTIGACION DE NUEVO METODO	MEJORAR CONCENTRADO-Sn	
CAMBIO DE FLUJOGRAMA						CICLONAJE 1+2 ETAPAS (MOLIENDA) DESLAMA COLA-PYRITA ↓ COLA-Zn	CAMBIO DE METODO -FLOT.	SCAVENGER DE SEPARACION PY-Pb. 3ra LIMP DE Zn	METODO NaCN 2da LIMP. DE Sn	
NOTA.		INVESTIGACION DE FLUJOGRAMA Y MAQUINAS 1,2 PUNTAS	OPERACION CONTINUAL				CONC-Py, Ag	CONC-Py, Ag NO HAY FLOT.-Sn		



BALANCE METALURGICO CON METODO HACH

	TONIS	LEYES(%)			(DM)			DISTRIBUCION (%)				
		Sn	Pb	Zn	Ag	Pb	Zn	Ag	Sn	Pb	Zn	
<u>MAYO</u>												
ALIMENTACION	476.470	0.94	0.66	8.36	0.92			100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
CONC-Pb,Ag	4.972	2.20	4.16	6.53	58.02			2.4	66.7		45.8	
CONC- Zn	69.832	0.58		46.81				9.0		82.1		
CONC- Sn	22.768	3.96						20.1				
COLA	366.727	0.80						65.8				
<u>JULIO</u>												
ALIMENTACION	641.430	2.06	2.77	17.40	-			100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
CONC-Pb,Ag	43.874	2.65	33.94	4.65	52.24			8.8	83.8			
CONC- Zn	217.266	1.04		45.77				17.1		89.1		
CONC-Sn(A)	25.960	11.85						23.3				
CONC-Sn(B)	169.802	3.28						42.2				
COLA	184.528	0.62						8.6				
<u>JULIO</u>												
ALIMENTACION	575.300	1.96	3.74	21.54	8.43			100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
CONC-Pb,Ag	38.102	2.64	34.47	7.31	68.08			8.9	61.0		53.5	
CONC- Zn	212.882	1.05		48.02	7.64			19.8		82.5	33.5	
CONC-Sn(A)	18.977	11.61						19.5				
CONC-Sn(B)	137.834	3.18						38.9				
COLA	167.505	0.87						12.9				
<u>AGOSTO</u>												
ALIMENTACION	529.480	1.93	3.93	25.02	8.54			100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
CONC-Pb,Ag	34.545	2.41	36.13	5.59	76.06			8.1	59.9		58.1	
CONC- Zn	223.864	0.82		50.50	6.31			17.9		85.3	31.2	
CONC-Sn(A)	21.647	13.50						28.6				
CONC-Sn(B)	105.878	3.29						34.1				
COLA	143.546	0.80						11.3				

BALANCE METALURGICO SEPT.- DIC. 1979

	TONS.	LÍVELES % (DIF)				DISTRIBUCION %							
		Sn	Pb	Zn	Ag	Fe	Sn	Pb	Zn	Ag			
10-26 SEPTIEMBRE													
ALIMENTACION	349.71	1.92	4.85	24.30	9.93		100.0	100.0	100.0	100.0			
CONC.--Pb,Ag	45.57	3.16	23.31	15.20	28.08		21.4	62.6	8.2	36.8			
CONC.--Pyrita	46.76	1.13	4.38	5.24	21.66	38.26	7.9	12.1	2.9	29.2			
CONC.-- Zn	146.92	0.82	-	48.98	7.35		17.9	-	84.7	31.1			
CONC.--Sn(A)	11.31	13.76					23.1						
CONC.--Sn(B)	23.78	5.23			7.39		18.5						
COLA	75.37	1.00					11.2						
OCTUBRE													
ALIMENTACION	465.350	2.56	3.20	25.61	5.77		100.0	100.0	100.0	100.0			
CONC.--Pb,Ag	18.750	2.17	36.30	11.89	22.12		3.4	45.7	1.9	15.5			
CONC.--Pyrita	34.191	0.73	5.79	3.66	23.21	38.38	2.1	13.3	1.0	29.5			
CONC.-- Zn	196.784	1.20	-	50.70	5.67		19.9		83.7	41.6			
CONC.--Sn(B)	215.625	4.11					74.6						
NOVIEMBRE													
ALIMENTACION	490.000	2.36	3.88	23.62	4.79		100.0	100.0	100.0	100.0			
CONC.--Pb,Ag	24.792	2.48	48.17	5.61	51.09		5.3	62.8	1.2	54.0			
CONC.-- Zn	199.661	0.94		50.57	4.15		16.2		87.0	35.2			
CONC.--Sn(A)	10.583	23.56					21.6						
CONC.--Sn(B)	134.391	3.82					44.4						
COLA	121.173	1.19					12.5						
DICIEMBRE													
ALIMENTACION	594.180	2.37	3.42	25.97	6.34		100.0	100.0	100.0	100.0			
CONC.--Pb,Ag	31.979	2.25	47.26	4.46	53.24		5.1	74.4	0.9	45.2			
CONC.-- Zn	262.327	1.02	1.22	51.96	5.36		19.1		88.3	37.3			
CONC.--Sn(A)	15.497	29.10					32.0						
CONC.--Sn(B)	136.747	3.35				24.20	32.5						
COLA	147.630	1.08					11.3						

PULPA CALIENTE

PULPA CALIENTE  
SIN FLOT.-Sn

NaCN

NaCN

DICIEMBRE 1979

CONDICIONES DE FLOTACION

	ROUGH Pb	LIMPIEZA Pb	ROUGH Zn	LIMPIEZA Zn	FLOT. PY	ROUGH Sn	NO.1 LIMP Sn	NO.2 LIMP Sn
pH	6.0 NATURAL		7.0 CAL	11.0 CAL	3.5-4.0 ACIDO	2.2-2.5 ACIDO	3.5 ACIDO	1.7 ACIDO
DOW#1012	50		25		45			
Z- 11	80		215		800			
ZnSO4		926						
NaCN		118						
CuSO4			1135					
AP #860						1080		180
Na2SiO3						404		
DIESEL						100		

REACTIVOS.....Gr./T.

COMPARACION DE BALANCE METALURGICO  
(INFONAE-1978 y RESULTADO-1979)

	%	LEYES %				DISTRIBUCION %			
		Sn	Pb	Zn	Ag	Sn	Pb	Zn	Ag
INFORME 1978									
ALIMENTACION	100.0	1.37	2.00	9.96	1.75	100.0	100.0	100.0	100.0
CONC.--Pb,Ag	2.7	3.50	33.00	6.00	12.00	6.9	44.6	1.6	27.2
CONC.-- Zn	16.0	1.30		53.00	+0.00	15.2		85.0	37.4
CONC.--Sn(B)	11.1	5.55				45.0			
COLA	70.2	0.64				32.9			
NAEN PROMEDIO									
ALIMENTACION	100.0	2.15	3.73	24.05	7.07	100.0	100.0	100.0	100.0
CONC.--Pb,Ag	5.9	2.45	40.70	5.82	63.92	6.7	64.5	1.4	52.9
CONC.-- Zn	41.0	0.96		50.35	15.87	18.3		85.9	34.1
CONC.--Sn(A)	3.1	18.18				25.7			
CONC.--Sn(B)	23.5	3.41				37.3			
COLA	26.5	0.97				12.0			
NAEN DICIEMBRE									
ALIMENTACION	100.0	2.37	3.42	25.97	6.34	100.0	100.0	100.0	100.0
CONC.--Pb,Ag	5.4	2.25	47.26	4.46	53.24	5.1	74.4	0.9	45.2
CONC.--Zn	44.1	1.02	1.22	51.96	5.36	19.1		88.3	37.3
CONC.--Sn(A)	2.6	29.10				32.0			
CONC.--Sn(B)	23.0	3.35				32.5			
COLA	24.9	1.08				11.3			
PULPA CALIENTE									
ALIMENTACION	100.0	2.56	3.20	25.61	5.77	100.0	100.0	100.0	100.0
CONC.--Pb,Ag	4.0	2.17	36.30	11.89	22.12	3.4	45.7	1.9	15.5
CONC.--Pyrita	7.3	0.73	5.79	3.66	23.21	2.1	13.3	1.0	29.5
CONC.-- Zn	42.3	1.20		50.70	5.67	19.9		83.7	41.6
CONC.--Sn(B)	46.4	4.11				74.6			

NO HAY CONC.--Sn(A)

SIN FLOTACION DE Sn



ECONOMICAL BALANCE

	CONCENTRATE Pb, Ag	CONCENTRATE Zn	CONCENTRATE Sn	PRECONCENTRATE Sn
TONS. (DRY)	31.979	262.327	15.497	136.747
Sn %				
Pb %	47.26	51.96	29.10	3.35
Zn %				
Ag G/T	5234	536		
Cd %		0.26		
TOTAL VALUE \$US	124803.87	198904.14	65534.44	68575.05
TAX	11474.71	13386.80	22237.61	
FLETE	1213.60	9955.31	500.86	
SHIPMENT	370.61	2640.84	178.68	
SMELTER etc.	10533.90	57152.35	11722.21	
OTHERS	11508.66	76153.61	2975.14	
TOTAL	<u>35101.48</u>	<u>159288.91</u>	<u>37614.50</u>	<u>63952.06</u>
INCOME \$US/	89702.39	39615.23	27919.94	4622.99
TOTAL INCOME \$US		161860.55		
\$US/T		272.41		
OPERATING COST		34.22		
MINING COST etc.		62.38		
FINAL INCOME		175.81 \$/T	(104462.79 \$US)	

Sn = 6.79 \$/lb (14.97 \$/kg) Zn = 0.35 (0.77) Pb = 0.46 (1.01) Ag = 20.0 \$/O.T. (643.0 \$/kg)

1979

COSTO Y GANANCIA EN PLANTA PILOT

		ABR.-JUL.	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
COSTO DE EXPLOTACION Y OTRO	\$US	86665.58	31528.58	29051.77	31297.42	37556.52	67308.31	
	\$US/T	43.68	59.55	60.46	67.26	76.65	113.28	62.38
COSTO DE OPERACION	\$US	62094.68	20555.07	18526.00	17004.36	15118.62	22177.32	
	\$US/T	31.30	38.82	38.55	36.54	30.85	37.32	34.22
COSTO TOTAL	\$US	148760.26	52083.65	47577.77	48301.78	52675.14	89485.63	
	\$US/T	74.98	98.37	99.01	103.80	107.50	150.60	96.60
CONCENTRADO Pb,Ag	VALOR TOTAL	182602.80	84937.02	71381.50	68616.10	73883.40	128180.24	
	GANANCIA	117633.23	57379.55	29312.48	41243.82	50587.88	90392.88	386549.84
CONCENTRADO Zn,Ag	VALOR TOTAL	200429.95	87225.95	131803.55	179225.65	165941.10	300886.50	
	GANANCIA	1242.34	6206.64	23945.14	48380.74	41516.70	96404.60	217696.16
CONCENTRADO Sn	VALOR TOTAL	76439.34	39618.30	-	-	36053.76	67166.68	
	GANANCIA	11867.39	7970.74	-	-	13865.30	29272.28	62975.71
PRECONC.Sn	GANANCIA	-	21072.54	10759.35	13478.72	5180.77	-	50491.38
GANANCIA TOTAL	\$US	130742.96	92629.47	64016.97	103103.28	111150.65	216069.76	
GANANCIA FINAL (PERDIDA)	\$US	-18017.30	+40545.82	+16439.20	+54801.50	+58475.51	+126584.13	+278828.86
ALIMENTACION	TONS.	1984.00	529.48	480.55	465.35	490.00	594.18	4543.56

PERSONAL

<u>SUPERINTENDENCIA</u>		
INGENIEROS BOLIVIANOS	x 2	EXPERTOS DE JICA x 3
SECRETARIA	x 1	
	<u>3</u>	
<u>OPERACION</u>		
JEFES DE PUNTA	x 3	
TRITURACION	x 2	
MOLIENDA	x 3	
FLOTACION	x 3	
FILTROS	x 3	
REACTIVOS	x 1	
VAPORIZADOR	x 3	
MUESTRERO	x 3	
	<u>21</u>	
<u>MECANICOS</u>		
MECANICO	x 1	
ASISTENTE	x 1	
	<u>2</u>	
TOTAL	<u>26</u>	

SIZE ANALYSIS EN SECCION HOLLANDA

ALIMENTACION MOLINO	MOLINO PRODUCTO		CIRCULACION -FLOTACION		U.F. NO.1 CYCLON		O.F. NO.1 CYCLON		U.F. NO.2 CYCLON		O.F. NO.2 CYCLON	
	%	%PASADO	%	%PASADO	%	%PASADO	%	%PASADO	%	%PASADO	%	%PASADO
8.5mm	10.0	90.0										
7.0	18.0	72.0										
8 mesh	39.0	33.0										
14	14.0	19.0										
48	7.2	11.8	14.8	85.2	21.4	78.6	3.9	96.1	10.6	89.4		
65	1.2	10.6	10.4	74.8	12.9	65.7	4.6	91.5	9.4	80.0	1.6	98.4
100	1.3	9.3	14.2	60.6	19.3	46.4	7.5	84.0	12.3	67.7	5.0	93.4
150	1.2	8.1	20.0	40.6	17.1	29.3	11.3	72.7	24.5	43.2	6.8	86.6
200	1.3	6.8	14.0	26.6	12.1	17.2	13.3	59.4	18.9	24.3	7.5	79.1
325	1.2	5.6	11.2	15.4	8.8	8.4	13.3	46.1	13.0	11.3	16.5	62.6
-325	5.6	-	15.4	-	8.4	-	46.1	-	11.3	-	62.6	-
TOTAL	100.0		100.0		100.0		100.0		100.0		100.0	

# ALIMENTACION CARGA MINA  
1.018 T/Hr.

CYCLON 2 STAGES.

CUADRO DEL TIEMPO DE FLOTACION Y ACCNDICIONAMIENTO  
AGOSTO 1979

PLANTA JICA.

	MAQUINAS	CAPACIDAD (M <sup>3</sup> )	CARGA (T/HR)	%-SOLIDO	AGUA lt./MIN	PULPA lt./min	TIEMPO DE FLOT. Y ACCNDICIONAR MIN.
FLOTACION	ROUGHER FLOT-Pb	1.00	1.571	26.0	74.5	81.4	12.3
	SCAVENGER- Pb	1.00	1.134	23.7	61.0	66.0	15.2
	LIMPIEZA - Pb	1.28	0.437	22.4	25.2	27.0	47.4
	ROUGHER FLOT-Zn	1.00	1.480	18.9	105.8	112.3	8.9
	SCAVENGER- Zn	1.00	0.738	12.9	82.8	86.0	11.6
	NO.1 LIMP.-Zn	0.50	0.742	32.1	26.2	38.6	13.0
	NO.2 LIMP.-Zn	0.64	0.650	30.0	25.1	28.1	22.8
	FLOT.- PY	1.00	0.447	10.3	64.9	67.0	14.9
	ROUGHER FLOT Sn	2.00	0.269	4.5	95.1	96.4	20.7
	LIMPIEZA - Sn	1.28	0.067	2.8	38.8	39.1	32.7
ACCNDICIONAMIENTO	ROUGHER FLOT-Pb	0.64	1.571	26.0	74.5	81.4	7.9
	LIMPIEZA - Pb	0.64	0.437	22.4	25.2	27.0	23.7
	ROUGHER FLOT-Zn	0.64	1.480	18.9	105.8	112.3	5.7
	NO.2 LIMP.-Zn	0.64	0.650	30.0	25.1	28.1	22.8
	FLOT.- PY	0.64	0.447	10.3	64.9	67.0	9.6
	ROUGHER FLOT-Sn	0.64	0.269	4.5	95.1	96.4	6.6

1979 P.P. JICA

CONSUMO DE AGUA, ELECTRICIDAD Y BOLAS

	AGUA M <sup>3</sup> /T	ELEC. KWH/T	BOLAS gr./T
JUNIO	18.01	60.2	-
JULIO	22.17	115.8	-
AGOSTO	23.44	123.3	694
SEPT.	20.86	118.5	1103
OCT.	21.65	129.9	420
NOV.	17.24	107.1	1633
DIC.	15.24	116.5	553
PROMEDIO	19.81	110.2	881

CONSUMO DE AGUA

MOLIENDA	1.6	M <sup>3</sup> /T
FLOT.-Pb	2.3	
FLOT.-Zn	2.8	
FLOT.-Sn	4.0	
REACTIVOS	0.2	
FILTRO Y OTROS	8.9	
<b>TOTAL</b>	<b>19.8</b>	

CONSUMO DE REACTIVOS MAYO - DICIEMBRE 1979 PLANTA JICA

REACTIVOS	CONSUMO						DICIEMBRE	DICIEMBRE	PROMEDIO-NaCN
	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUBRE			
CAL	5000	1116	1244	1122	843	1247	1727	1840	1675
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	3000	2460	2806	4416	2109	347	3676	1705	3011
Z - 11	400	395	931	1011	823	576	931	1094	877
NaOH	100	154	163	183	-	-	102	118	137
ZnSO <sub>4</sub>	300	780	695	472	520	645	510	926	614
DOW #1012	85	53	59	96	283	146	139	118	92
CuSO <sub>4</sub>	900	1130	1391	1369	1145	1504	1276	1135	1200
AP #360	1000	1643	1300	1027	707	-	522	1259	1125
Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	500	524	1168	1179	499	-	588	404	727
KEROSENE	-	-	-	-	12 1/2 T	12 1/2 T	-	-	-
M-FLOC.	50	7.5	1.6	1.1	0.6	-	2.4	-	10.4
CARGA TRATADA (T)	476.5	641.4	575.3	529.5	480.6	465.4	400.0	594.2	551.2
COSTO (\$US/T)	4.82	6.53	6.44	6.58	4.92	2.67	5.12	5.93	5.90
METODO	NaOH	NaCN	NaOH	NaOH	PULPA CALIENTE	PULPA CALIENTE	NaCN	NaCN	NaCN

CONSUMO DE REACTIVOS SIN FLOTACION DE Sn

COSTO DE OPERACION

COSTOS		COSTO DE OPERACION							PROMEDIO
		AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.			
LABOR DIRECTO	\$US	3721.21	3552.58	2997.90	2712.15	3272.31		3207.23	
	\$US/T	7.03	6.93	6.44	5.54	5.51		6.27	
LABOR INDIRECTO	\$US	5812.71	6114.87	5796.55	6317.02	5794.38		5967.11	
	\$US/T	10.98	12.73	12.46	12.89	9.75		11.65	
MATERIALES	\$US	3009.92	3769.78	2099.65	1763.71	7435.51		3775.71	
	\$US/T	7.20	7.84	4.51	3.60	12.51		7.38	
ENERGIA	\$US	3035.75	2647.95	2810.88	2440.27	3218.82		2830.73	
	\$US/T	5.73	5.51	6.04	4.98	5.42		5.53	
SERVICIOS TECNICOS	\$US	3087.77	2456.38	2678.53	1751.68	1629.91		2320.85	
	\$US/T	5.83	5.11	5.76	3.57	2.74		4.53	
OTROS	\$US	1037.71	204.44	620.85	133.79	826.39		574.64	
	\$US/T	2.05	0.43	1.33	0.27	1.59		1.12	
TOTAL	\$US	20555.07	18576.00	17004.36	15118.62	22177.32		18676.27	
	\$US/T	38.82	38.55	36.54	30.85	37.32		36.48	



COSTO DE MATERIALES

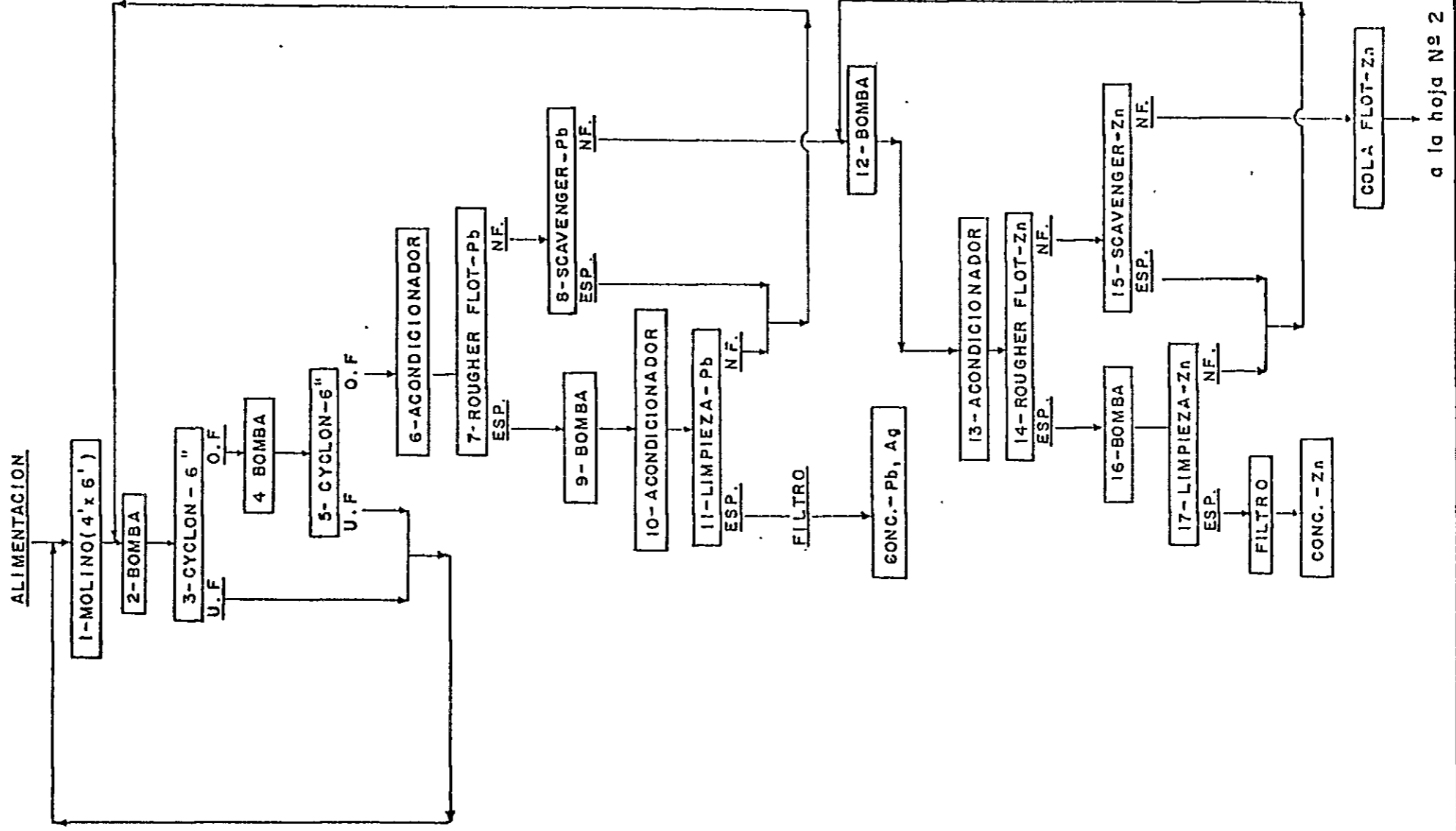
MATERIALES		AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	PROHIBIDO
MATERIAL PRINCIPAL	US	2350.33	3010.50	1740.94	1182.14	5430.76	3142.93
	US/T	6.33	6.26	3.74	2.41	10.82	6.14
MANTENIMIENTO	US	314.84	427.19	205.65	306.44	548.37	362.56
	US/T	0.59	0.91	0.44	0.63	0.92	0.71
OTROS	US	144.75	321.79	153.06	275.13	456.38	270.22
	US/T	0.27	0.57	0.33	0.56	0.77	0.53
TOTAL	US	3809.92	3769.75	2039.65	1763.71	7435.51	3775.71
	US/T	7.20	7.34	4.51	3.60	12.51	7.38

CORPORACION MINERA DE BOLIVIA  
EMPRESA MINERA BOLIVAR

Figura No 1

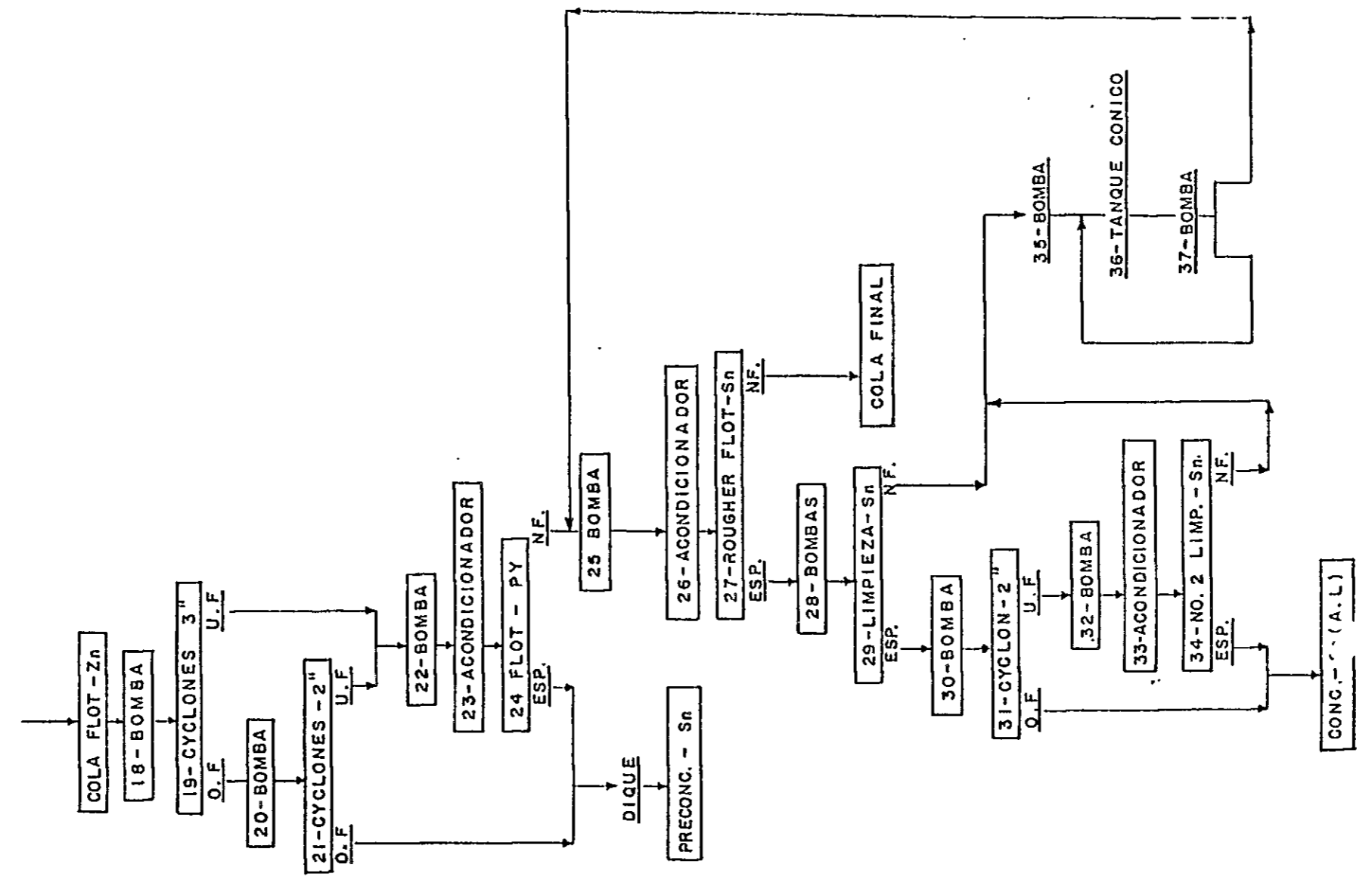
# FLUJOGRAMA DE FLOTACION FLOTACION DE SULFUROS

19 NOVIEMBRE 1979



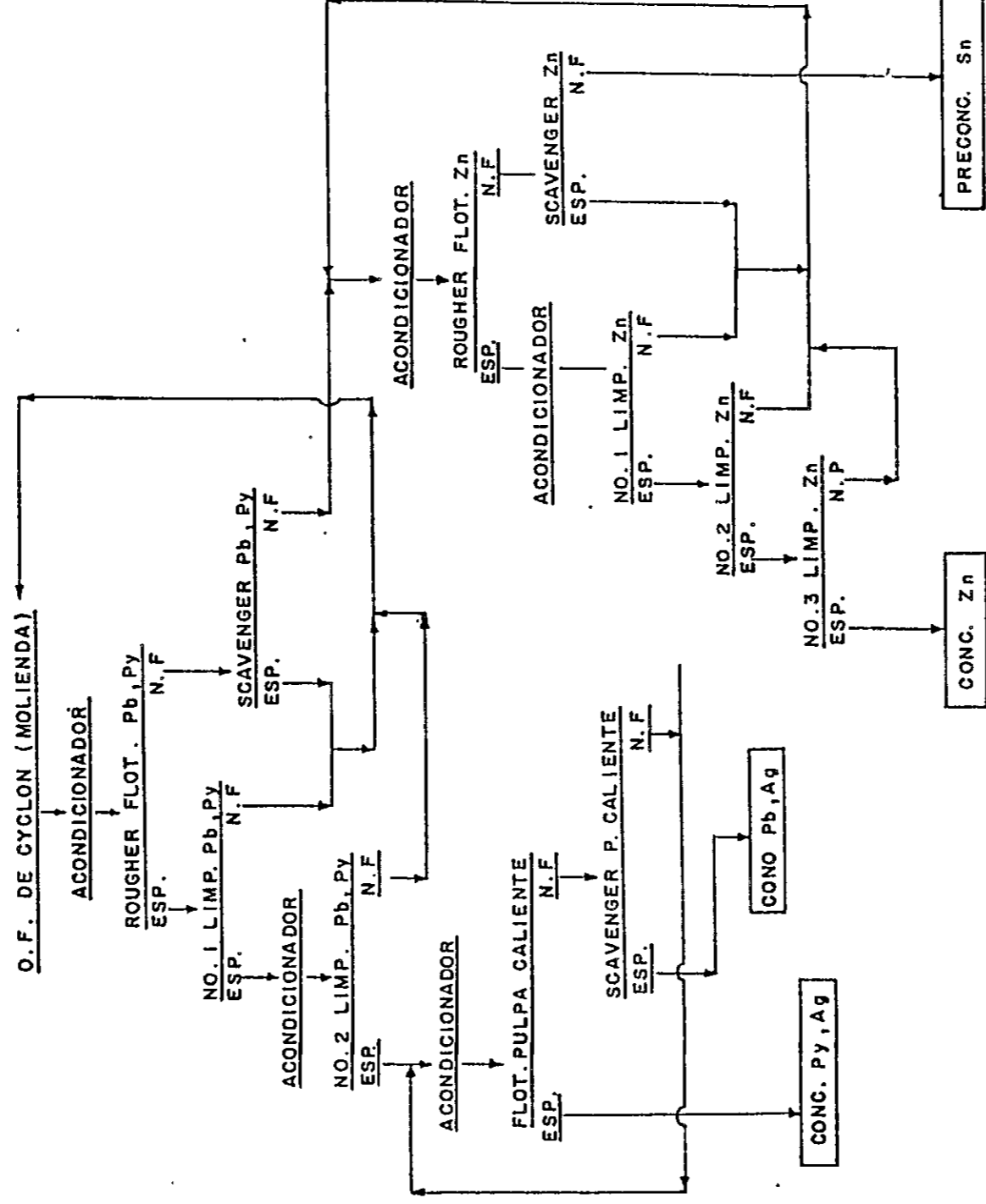
# FLOTACION DE PYRITA Y CASITERITA

( Segunda parte )



FLUJOGRAMA DE FLOTACION CON METODO DE PULPA CALIENTE

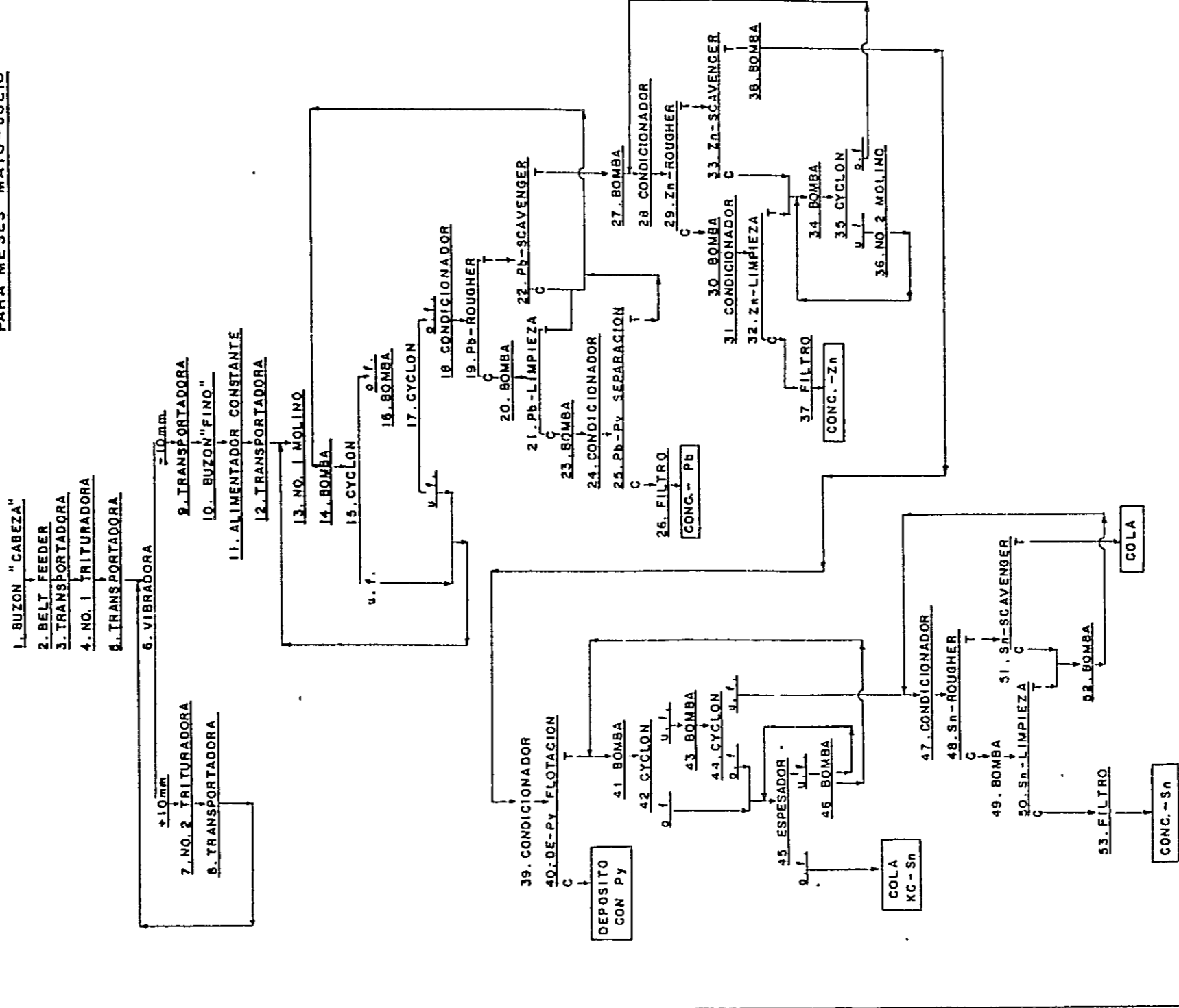
SEPTIEMBRE - OCTUBRE 1979



ROUGHER-FLOT Nº 1 LIMP.	Pb, Py	Pb, Py	Nº 2 LIMP.	FLOTACION PULPA CALIENTE	SCAVENGER PULPA CALIENTE
pH	Natural		4.0		27 - 30
Temp. °C			65 - 70		
DOY Nº 1012	50		40		55
Z-11	90		12		
Zn SO4			645		

FLUJOGRAMA DE PLANTA "J.I.C.A."

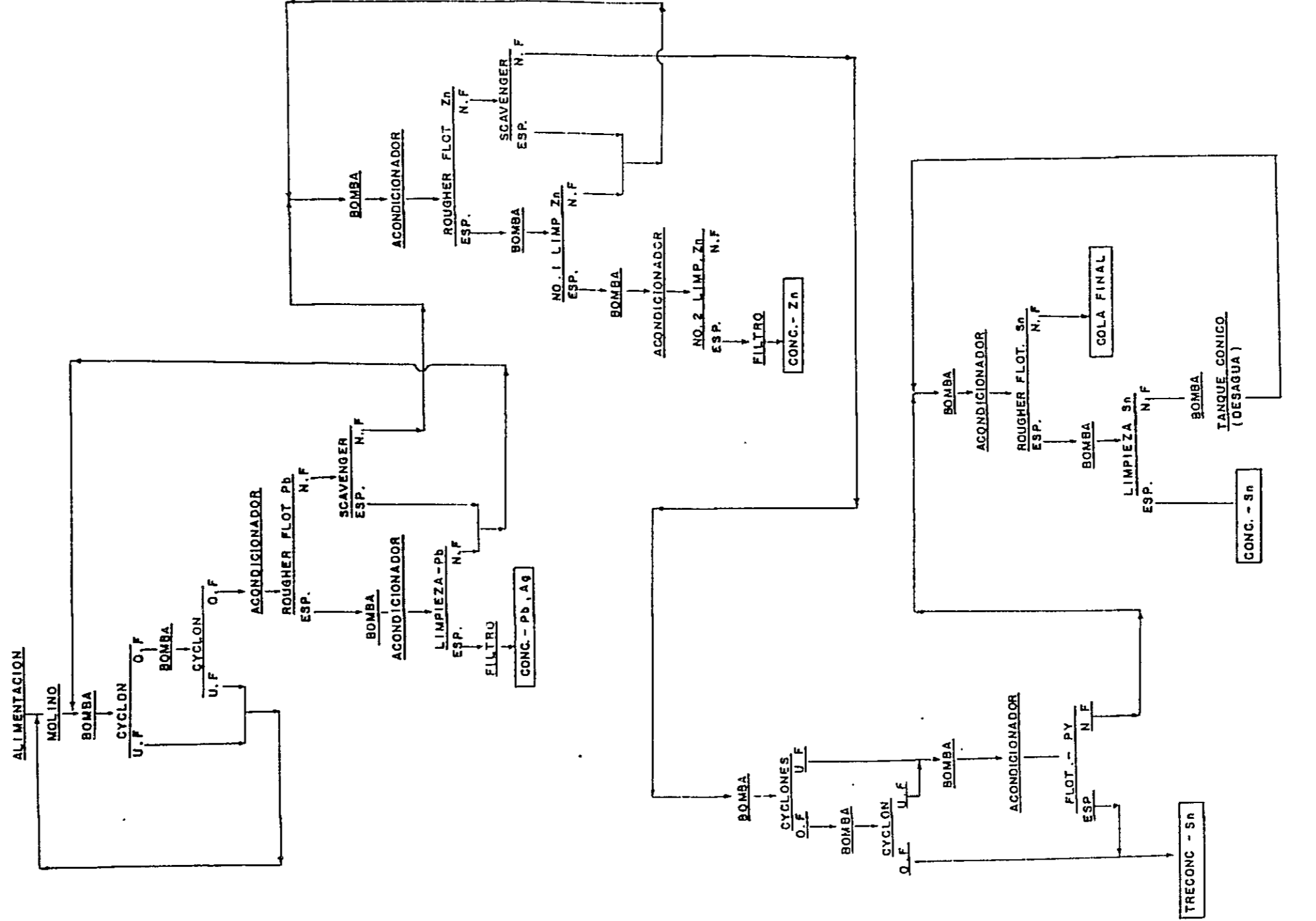
PARA MESES MAYO-JULIO



FLUJOGRAMA DE FLOTACION

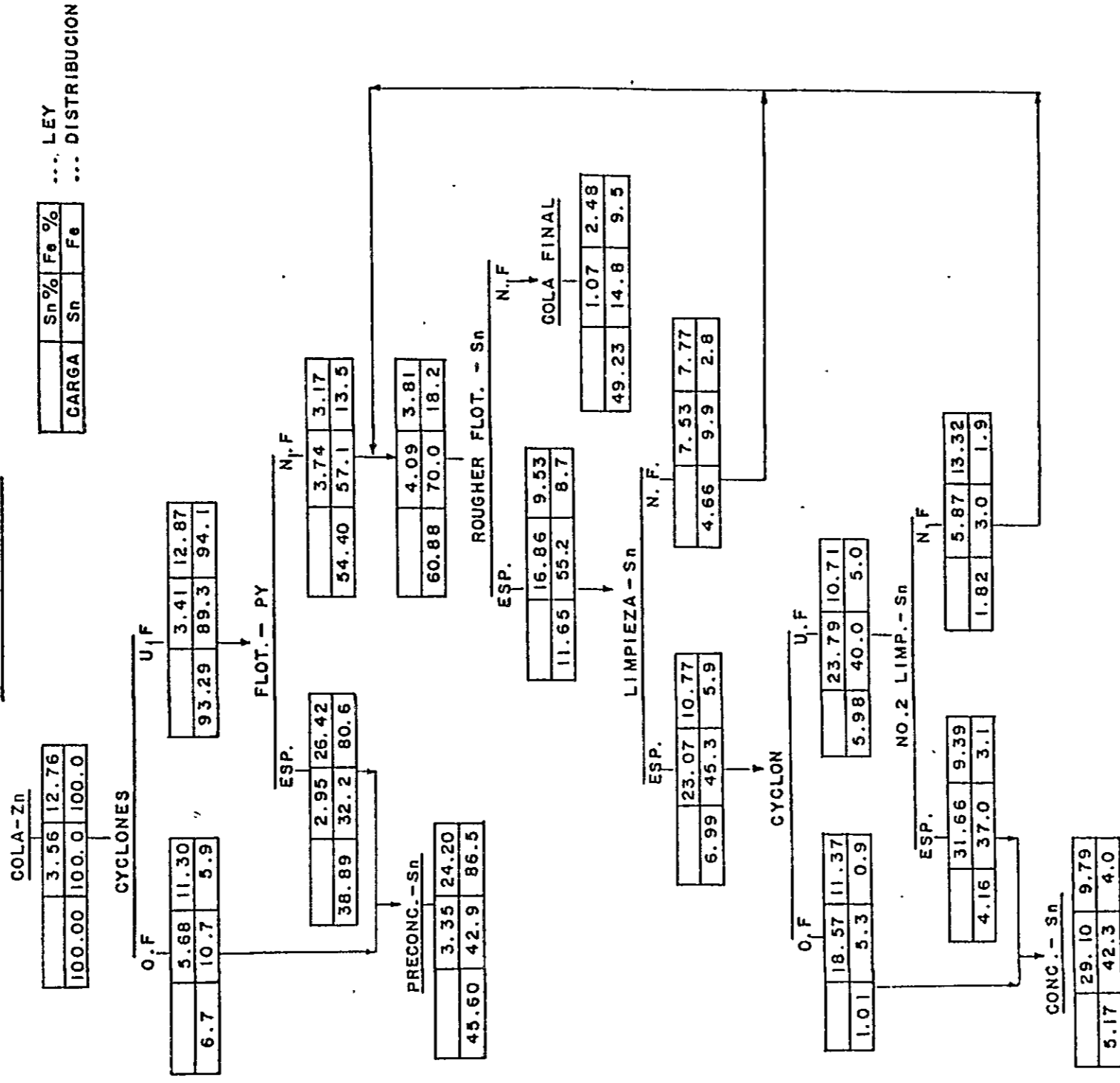
FIGURA No 5.

AGOSTO 1979



## BALANCE DE FLOTACION Sn

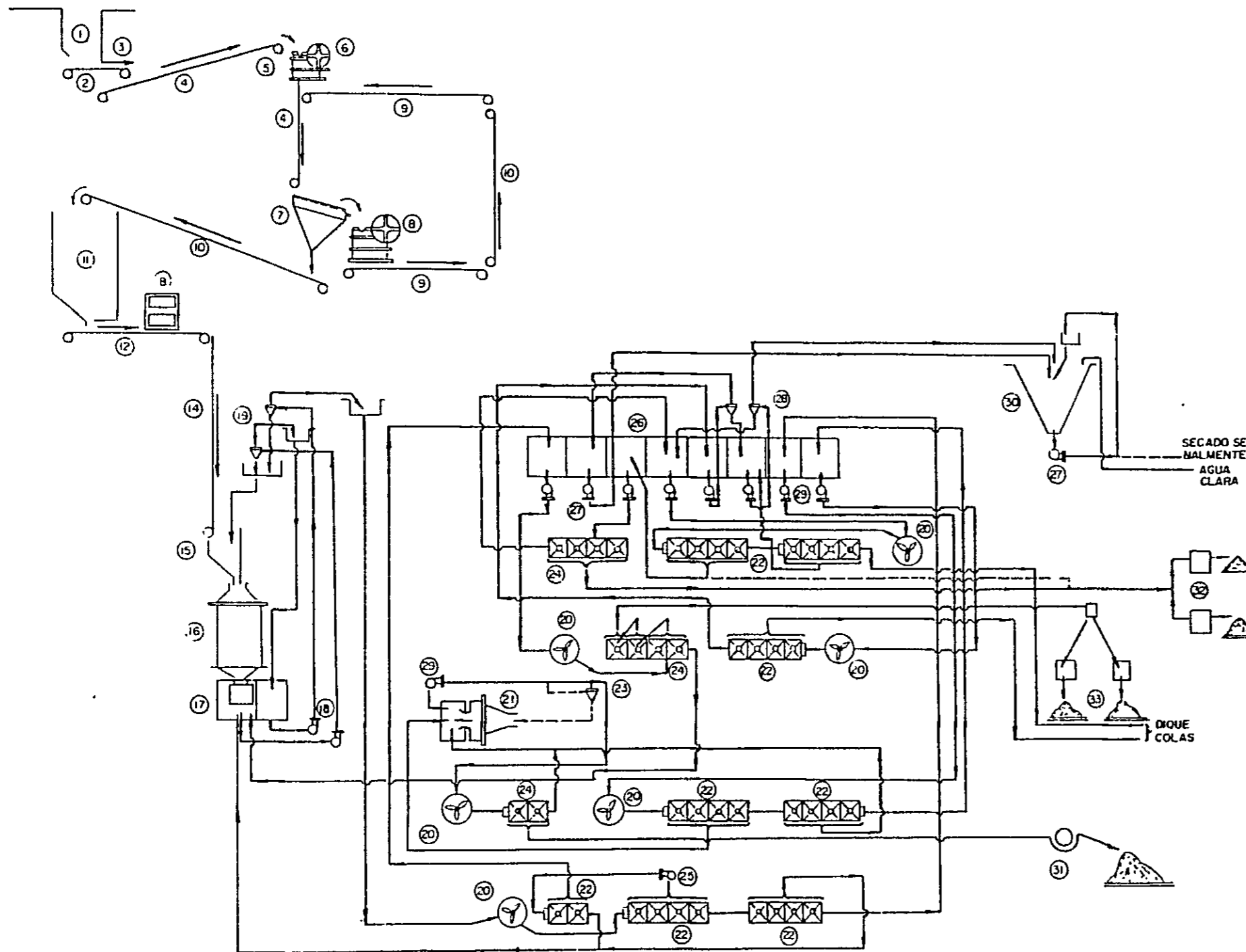
DICIEMBRE 1979



TIEMPO DE FLOTACION Y ACONDICIONAMIENTO

	TIPO DE MAQUINA	CARGA T/Hr.	% DE SOLIDO	PULPA M3/Hr.	TIEMPO (min.)	
					FLOY.	ACOND.
FLOT. - PY	Nº 24AG x 4	0.488	9.7	4.682	12.8	8.2
ROUGHER - Sn	Nº 24AG x 8	0.318	7.6	3.957	30.3	9.7
LIMPIEZA-Sn	Nº 15SUB-A x 4	0.061	2.8	2.134	36.0	
NO.2 LIMP. Sn	Nº 15SUB-A x 2	0.031	4.2	0.715	53.7	53.7

FIGURA N° 7.



LISTA DE EQUIPO				
Nº	Cant	DESCRIPCION	KWA	CNP
1	1	BUZON GRUESOS DEC-ORH-025		25 Ton.
2	1	CORREA TRANSPORTADORA DEC-08F-500	2.2	85 Ton
3	1	REGULADOR VELOCIDAD		
4	2	CORREA TRANSPORTADORA 450 x 4000mm	2.2	18 Tons/h.
5	1	POLEA MAGNETICA		
6	1	TRITURADORA DE MANIBULAS 10" x 16" ST	150	85 t/h.
7	1	VIBRATORIA SINGLE DECK 3' x 8' (-10 mm)	5.5	18 t/h
8	1	TRITURADORA DE MANIBULA 6" x 30"	37.0	85 t/h
9	2	CORREAS TRANSPORTADORAS PORTATILES	1.0	9 t/h
10	2	CORREAS TRANSPORTADORAS 350 x 0.800mm	1.5	9 t/h
11	1	BUZON DE FINOS DEC-0FB-3 500		75 ton
12	1	ALIMENTADOR CONSTANTE YAMATO PBF 6 P	1.5	0.5-2.5 t/h
13	1	WEIGHTOMETER		0.5-2.5 t/h
14	1	CORREA TRANSPORTADORA 350 x 16 700 mm	1.5	2 t/h
15	1	CHUTE ALIMENTACION		
16	1	MOLINO DE BOLAS 4' x 6' KSD	370	2 t/h
17	1	CAJON MOLINO		
18	2	BOMBAS NISSO-WARMAN 3" x 2"	5.5	
19	2	CICLONES DE MD-6(6")		
20	6	ACONDICIONADORES DE 3' x 4'	2.2	
21	1	MOLINO A BOLAS KSD 3' x 2'	7.5	16 t/h
22	30	CELDA DE FLOTACION AGITAIR N° 24	5.5/2	
23	1	CICLON DE 2"		
24	10	CELDA FLOTACION DENVER SUB-A N° 15	3.7/2	
25	2	BOMBA VERTICAL GALIGHER	1.5	100 l/mn
26	8	CAJONES RECEPTORES PARA BOMBAS		120 m³ C/U
27	5	BOMBAS NISSO-WARMAN 1.1/2" x 1"	2.2	
28	3	CICLONES MD-3" (3")		
29	5	BOMBAS MD 50 x 40 - EO	3.7	
30	1	TANQUE ESPESADOR CONICO 30.000 Ø x 35.000 mm	0.75	
31	1	FILTRO DE TAMBOR OLIVER 4' Ø x 2'	0.75	
32	2	FILTROS (PAN FILTER) 0.8 m²		
33	2	FILTROS (PAN FILTER) 0.6 m²		

CORPORACION MINERA DE BOLIVIA  
 EMPRESA MINERA BOLIVAR

FLUJOGRAMA PLANTA PILOTO  
 DE FLOTACION "JICA" COMIBOL

S/ESCALA  
 DIBUJADO Y REVISADO  
 Ing Rodolfo de la Barra

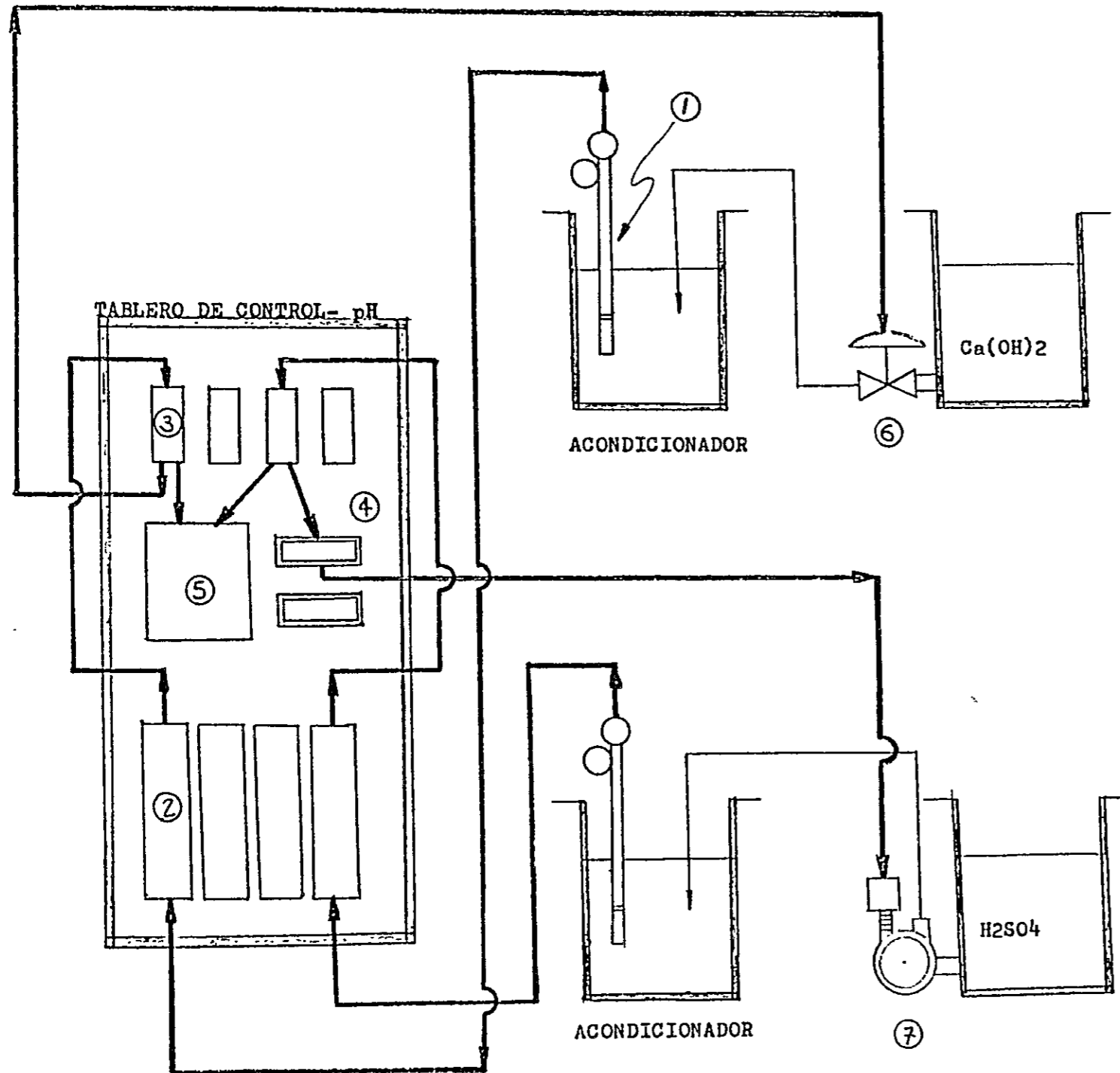
CAP TRATAMIENTO 50T/DIA



SISTEMA AUTOMATICO DE CONTROL- pH

P.P. JICA

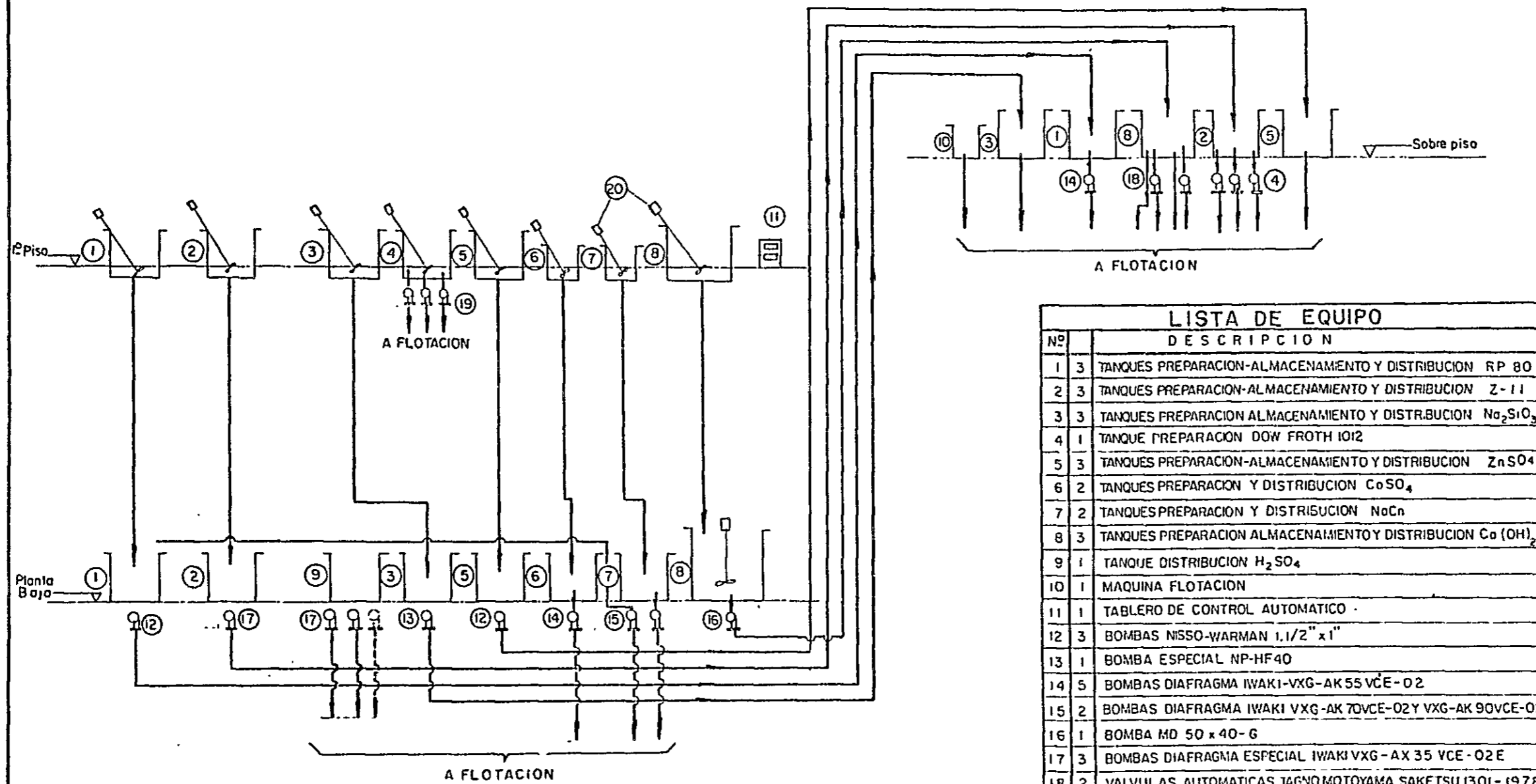
Figura Nº 8



	EQUIPOS	TIPO	Nro.
①	pH-METRO	HORIBA K-7	6
②	TRANSMITTER	HITACHI-HORIBA PW 1212	6
③	CONTROLLER	HITACHI-V186	4
④	POSITIONER	IWAKI CHINO MODEL- OH-9	2
⑤	RECORDER	HITACHI- VKP36	1
⑥	VALVULA AUTOMATICA	MOTOYAMA ENG. WORKS NO. 2881	2
⑦	BOMBA	IWAKI IVXG-AK35	2

SECCION PREPARACION Y ALIMENTACION REACTIVOS

Figura Nº 9

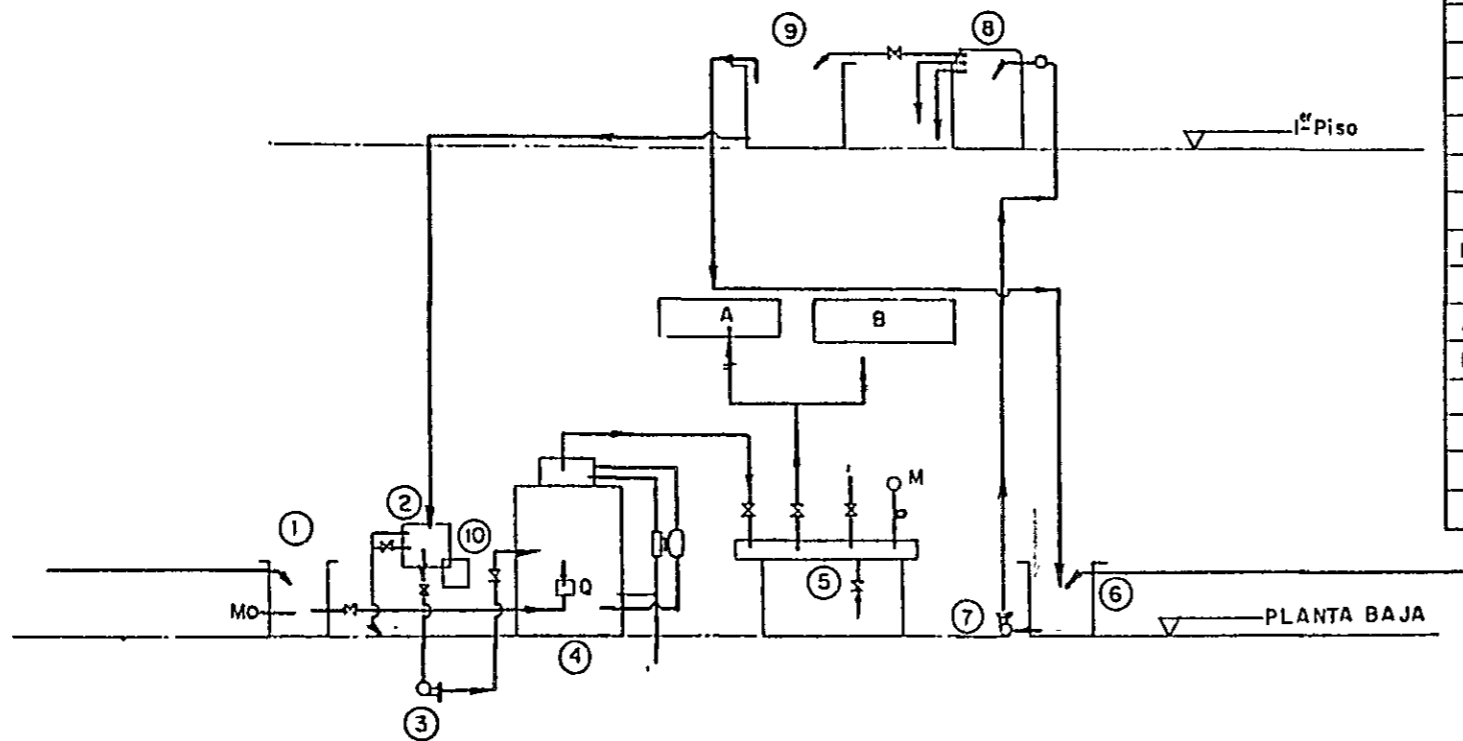


LISTA DE EQUIPO	
Nº	DESCRIPCION
1	3 TANQUES PREPARACION-ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION RP 80
2	3 TANQUES PREPARACION-ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION Z-11
3	3 TANQUES PREPARACION ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION $\text{Na}_2\text{SiO}_3$
4	1 TANQUE PREPARACION DOW FROTH 1012
5	3 TANQUES PREPARACION-ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION $\text{ZnSO}_4$
6	2 TANQUES PREPARACION Y DISTRIBUCION $\text{CoSO}_4$
7	2 TANQUES PREPARACION Y DISTRIBUCION $\text{NaCN}$
8	3 TANQUES PREPARACION ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION $\text{Co(OH)}_2$
9	1 TANQUE DISTRIBUCION $\text{H}_2\text{SO}_4$
10	1 MAQUINA FLOTACION
11	1 TABLERO DE CONTROL AUTOMATICO
12	3 BOMBAS NISSO-WARMAN 1,1/2" x 1"
13	1 BOMBA ESPECIAL NP-HF40
14	5 BOMBAS DIAFRAGMA IWAKI-VXG-AK 55 VCE-02
15	2 BOMBAS DIAFRAGMA IWAKI VXG-AK 70VCE-02 Y VXG-AK 90VCE-02
16	1 BOMBA MD 50 x 40- G
17	3 BOMBAS DIAFRAGMA ESPECIAL IWAKI VXG-AX 35 VCE-02 E
18	2 VALVULAS AUTOMATICAS TAGNO MOTOYAMA SAKETSU I301-1978
19	3 BOMBAS MEKRING IWAKI HP-0594 N
20	8 FEEDER MIXER SUPER LINE Y SF-ERV 300 Y 375 r.p.m.

Dibujo Ing Rodolfo de la Barra.

SECCION VAPORIZADOR

Figura Nº 10



LISTA DE EQUIPO

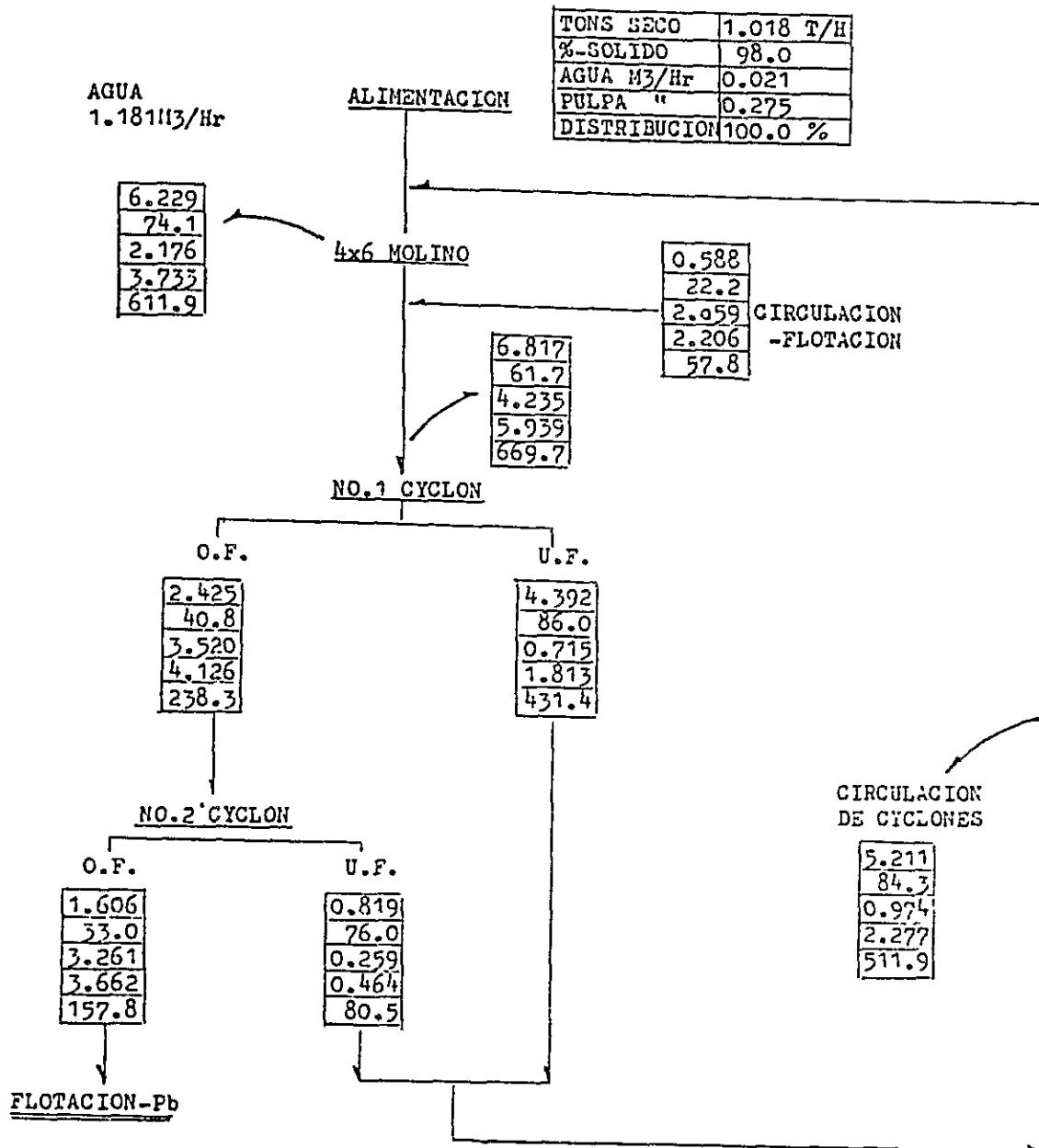
Nº	DESCRIPCION
1	TANQUE PARA COMBUSTIBLE
2	CAJA DE DISTRIBUCION Y CONTROL DE AGUA
3	BOMBA MAYORAMA 320 l/h
4	HARBEE BROILER (VAPORIZADOR 70 Kg/Cm <sup>2</sup> HB250
5	CILINDRO RECEPTOR Y DISTRIBUIDOR DE VAPOR
6	TANQUE PARA AGUA RECEPTORA Y RECIRCULANTE
7	BOMBA CENTRIFUGA SAMSO 40 l/min
8	DESIONIZADOR - CILLICHIME
9	TANQUE DE AGUA DESIONIZADA
10	TABLERO DE CONTROL (AUTOMATICO Y MANVAL
A	A ACONDICIONADOR FLOT PULPA CALIENTE
B	A CELDAS FLOT. DENVER SUB -A Nº15 PULPA CALIENTE



BALANCE DE SECCION MOLIENDA

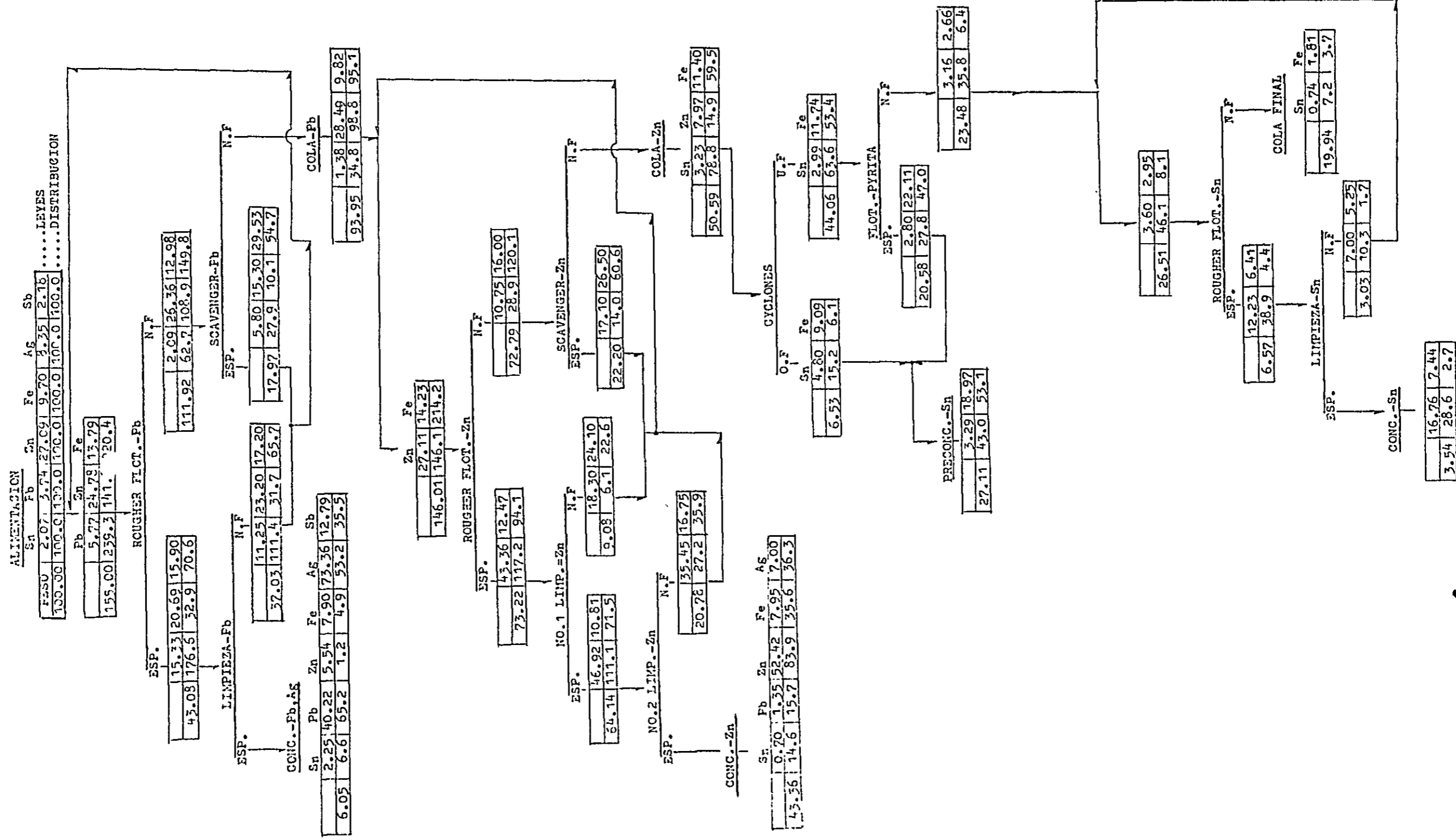
30 DE AGOSTO

P.=J.I.C.A.



ALIMENTACION.....CARGA MINA

METODO NaCN





3. 討 議 議 事 録

RECORD OF DISCUSSIONS  
BETWEEN THE JAPANESE IMPLEMENTATION SURVEY TEAM  
OF THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
AND THE CORPORACION MINERA DE BOLIVIA OF THE REPUBLIC OF BOLIVIA  
WITH RESPECT TO THE TECHNICAL COOPERATION  
ON THE RECOVERY OF VALUABLE MINERALS  
FROM COMPLEX SULPHIDE ORES



The Government of the Republic of Bolivia aims at effective processing of complex sulphide and low grade tin ores, obtaining a large variety of valuable mineral products for expanding domestic smelting and refining capacity, with the purpose of promotion and development of mining industries in Bolivia.

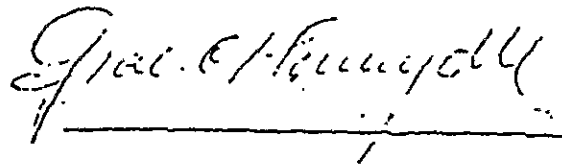
On the basis of the reports and recommendations of the Japanese Preliminary Survey Team, dispatched by the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") in March, 1976, the Japanese Implementation Survey Team organized by JICA, headed by Mr. Tsuneo Moriyoshi, visited Bolivia from January 29 to February 21, 1977, with the purpose of working out the details of the technical cooperation program on the recovery of valuable minerals from complex sulphide ores, between the Government of Japan and the Government of the Republic of Bolivia. The Team has discussed and studied with the Bolivian counterpart a number of points with respect to the technical cooperation on the recovery of valuable minerals from complex sulphide ores, for its effective implementation and management.

As a result of careful studies and discussions, the Japanese Implementation Survey Team and the Corporación Minera de Bolivia (hereinafter referred to as "COMIBOL"), agree to recommend to their respective Governments the implementation of the technical cooperation on the recovery of valuable minerals from complex sulphide ores, as specified in the Record of Discussions and its Annexes attached hereto.

February 21, 1977, at La Paz



Tsuneo Moriyoshi  
Leader  
Japanese Implementation Survey Team  
Japan International Cooperation Agency,  
Japan



Gral. Div. Carlos Alcoreza M.  
General Manager  
Corporación Minera de Bolivia  
The Republic of Bolivia

## RECORD OF DISCUSSIONS

### I. Technical cooperation on the recovery of valuable minerals from complex sulphide ores

The Government of Japan and the Government of the Republic of Bolivia, through their authorities concerned, will cooperate in implementing the technical cooperation on the recovery of valuable minerals from complex sulphide ores (hereinafter referred to as 'the Project'), in the Republic of Bolivia.

#### 1. Objectives of the Project

The Government of Japan, through the authorities concerned, will conduct a technical cooperation with measures as described in I-3, to recover valuable minerals by means of flotation techniques from complex sulphide ores containing cassiterite, which are produced at the Colquiri Mine and the Bolivar Mine of COMIBOL.

The objectives to conduct this technical cooperation on a Government to Government basis, are not only to transfer technical capability but also to cultivate absorbing capacity of technology on the Bolivian side, concerning the effective recovery of zinc, lead, silver and tin from complex sulphide ores containing cassiterite.

#### 2. The implementing organizations of the Project

- (1) Japanese side: JICA
- (2) Bolivian side: COMIBOL

#### 3. Technical cooperation to be conducted by the Government of Japan, through the authorities concerned, to both mines of COMIBOL

##### (1) To the Colquiri Mine

In order to conduct a technical cooperation to recover tin and zinc by means of flotation techniques, utilizing existing equipment and facilities at the Colquiri Mine, from the complex sulphide ores containing cassiterite of the said Mine, the Government of Japan, through the authorities concerned, will assign Japanese experts to the Republic of Bolivia and accept Bolivian counterpart personnel for training and/or study in Japan. The Japanese experts will be stationed both at the Colquiri Mine and Instituto de Investigaciones Minero-Metalurgicas, Oruro (hereinafter referred to as 'IIMM, Oruro').

##### (2) To the Bolivar Mine

In order to conduct a technical cooperation to recover tin, zinc, lead and silver by means of flotation techniques, from the complex sulphide ores containing

as, the United Nations, performing similar duties in the Republic of Bolivia.

V. Claims against the Japanese experts

The Government of the Republic of Bolivia, through the authorities concerned, will undertake to bear claims, if any arise, against the Japanese experts resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with the performance of their official functions in the Republic of Bolivia, except for those claims arising from willful misconduct or gross negligence of the Japanese experts.

VI. The knowledge and experience acquired by the Bolivian counterpart personnel in Japan

The Government of the Republic of Bolivia, through the authorities concerned, will take measures to ensure that the knowledge and experience acquired by the Bolivian counterpart personnel, from technical training and/or study in Japan, will be utilized effectively for the implementation of the Project.

VII. Responsibility for the Project

1. The Technical Manager of COMIBOL will bear overall responsibility for the implementation of the Project.

The Projects Sub-Manager of COMIBOL, under the supervision and direction of his Technical Manager, will be responsible for the administrative matters of the implementation and activities of the Project.

2. The Japanese experts will be responsible primarily for technical matters and give advice to the Projects Sub-Manager of COMIBOL on other matters, whenever so requested by the latter.

VIII. Mutual consultation

There will be mutual consultation between both authorities concerned, on any matters arising in the course of the implementation of the Project.

IX. Terms of Cooperation

1. The duration of the technical cooperation mentioned in this Record of Discussions will be three (3) years, starting from the date of signature of this Record of Discussions.
2. This Record of Discussions will serve as a basis for the implementation of the Project. A Work Plan for each year will be made and agreed upon by both authorities concerned.

- (1) The space of land and buildings as well as incidental facilities, necessary for the erection of a pilot plant at the Bolivar Mine, as indicated in Annex III;
  - (2) Equipment, machinery, standard tools and instruments for plant construction, and their spare parts for their maintenance, including any other materials necessary for the Project except for those provided by the Government of Japan through the authorities concerned, as referred to in II-2-(1);
  - (3) Technical staff required for the Project as described in Annex IV and services of Bolivian secretaries and chauffeurs to the Japanese experts while on duty;
  - (4) Fully furnished accommodations for the Japanese experts and their families, similar to and no less favourable than those awarded to experts of International Organizations, such as the United Nations, performing similar duties in the Republic of Bolivia;
  - (5) Transportation facilities for the Japanese experts in the course of performing their duties;
  - (6) Office rooms and such common facilities as conference rooms and library for the Japanese experts.
2. In accordance with laws and regulations in force in the Republic of Bolivia, the Government of the Republic of Bolivia, through the authorities concerned, will take measures to meet:
- (1) Expenses necessary for the transportation from the Chilean port(s) (Antofagasta and/or Arica) and/or from the La Paz International Airport, to the final destinations in the Republic of Bolivia of the goods referred to in II-2-(1), as well as those for the installation, operation and maintenance thereof;
  - (2) Custom duties, internal taxes and any other charges such as port charges, if any, imposed both in the Republic of Bolivia and Chile upon the goods referred to in II-2-(1);
  - (3) All local expenses for the effective implementation of the Project;
  - (4) Expenses for internal travel in the Republic of Bolivia by the Japanese experts while on duty.

#### IV. Privileges, exemptions and benefits to the Japanese experts and their families

In accordance with laws and regulations in force in the Republic of Bolivia, the Japanese experts mentioned in II-1 and their families, will be granted in the Republic of Bolivia, privileges, exemptions and benefits as described in Annex V, which will be no less favourable than those granted to the experts and their families of any third country and of International Organizations, such

criteria:

- (1) To exclude the equipment which is available in the Republic of Bolivia;
- (2) To exclude the equipment which requires extremely high level of technology;
- (3) To reduce accessories of lesser importance which are not vital to the function of the equipment.

## 2. List of Equipment .

The main articles to be provided by the Government of Japan will be as follows:

### (1) Equipment for Crushing

- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| 1. Receiving Hopper | 4. Belt Conveyor    |
| 2. Feeder           | 5. Vibrating Screen |
| 3. Jaw Crusher      |                     |

### (2) Equipment for Grinding

- |                          |                    |
|--------------------------|--------------------|
| 1. Fine Ore Bin          | 5. Regrinding Mill |
| 2. Constant Feed Weigher | 6. Tank & Pump     |
| 3. Belt Conveyor         | 7. Cyclone         |
| 4. Primary Mill          |                    |

### (3) Equipment for Flotation

- |                |                     |
|----------------|---------------------|
| 1. Conditioner | 4. Thickener        |
| 2. Flotator    | 5. Boiler Equipment |
| 3. Pump        |                     |

### (4) Equipment for Products Treatment

- |                  |               |
|------------------|---------------|
| 1. Oliver Filter | 2. Pan Filter |
|------------------|---------------|

### (5) Equipment for Electric Work

- |                  |                                  |
|------------------|----------------------------------|
| 1. Motor Starter | 3. Equipment for Instrumentation |
| 2. Cable         | 4. Lighting Equipment            |

### (6) Miscellaneous

1. Equipment for Foundation
2. Spare Parts and Tools for Repair & Maintenance

## ANNEX I : JAPANESE EXPERTS

In order to implement the technical cooperation, the following Japanese experts will be sent to the Colquiri Mine and the Bolivar Mine, including IIMM, Oruro, who are expected to render such technical services as conducting study and on-the-job man-power training, and providing advice and guidance with respect to the Project.

### 1. Japanese experts to the Colquiri Mine

Experts in the field of mineral beneficiation of tin and zinc, who have the following duties:

- a. To conduct separation tests of casiterite and marmatite of the Colquiri Mine ores by flotation at IIMM, Oruro;
- b. To provide guidance on other technical matters.

### 2. Japanese experts to the Bolivar Mine

(1) Experts in the field of mineral beneficiation of tin, zinc, lead and silver, who have the following duties:

- a. To conduct separation tests of complex sulphide ores of the Bolivar Mine by flotation at IIMM, Oruro;
- b. To participate in the installation of equipment, machinery, tools and instruments, and provide guidance for erection of building facilities and tests of the pilot plant;
- c. To conduct continuous test operation of the pilot plant;
- d. To conduct man-power training of Bolivian engineers, technicians and operators;
- e. To prepare technical evaluation of an industrial scale flotation plant.

(2) Experts in the field of mechanical engineering for the pilot plant equipment and in the field of electric engineering, who have the following duties:

- a. To install equipment, machinery, tools and instruments and provide guidance for erection of building facilities for the pilot plant of the Bolivar Mine;
- b. To participate in tests of the pilot plant;
- c. To provide guidance for maintenance of the pilot plant.

In case of necessity, short term experts will be sent to the Republic of Bolivia.

## ANNEX II : PROVISION OF EQUIPMENT

### 1. Criteria

The equipment to be provided by the Government of Japan will be selected on the following

cassiterite of the Bolivar Mine, the Government of Japan, through the authorities concerned, will assign Japanese experts to the Republic of Bolivia, accept Bolivian counterpart personnel for training and/or study in Japan and provide equipment, machinery, tools, instruments, vehicles and their spare parts, as described in Annex II, within the limit of its budget. The Japanese experts will be stationed both at the Bolivar Mine and IIMM, Oruro.

II. The measures to be taken by the Government of Japan through the authorities concerned

1. Assignment of Japanese experts

In accordance with laws and regulations in force in Japan, the Government of Japan, through the authorities concerned, will take measures to provide at its own expense the required services of Japanese experts, for the purpose of advancing the objectives of the Project, as described in Annex I, through the normal procedures under the Technical Cooperation Scheme.

2. Japan's provision of Equipment

(1) In accordance with laws and regulations in force in Japan, the Government of Japan, through the authorities concerned, will take measures to provide at its own expense and within the limit of its budget, equipment, machinery, tools, instruments, vehicles and their spare parts as described in Annex II, which are required for the Project, through the normal procedures under the Technical Cooperation Scheme.

(2) The goods referred to in (1) above, will become the property of the implementing organization of the Government of the Republic of Bolivia, upon being delivered to the Bolivian authorities concerned at the Chilean port(s) (Antofagasta and/or Arica) and/or at the La Paz International Airport on C.I.F. basis, and will be utilized exclusively for the implementation of the Project.

3. Acceptance of Bolivian counterpart personnel for training and/or study in Japan

In accordance with laws and regulations in force in Japan, the Government of Japan, through the authorities concerned, will take measures to accept at its own expense the Bolivian counterpart personnel engaged in the activities of the Project, for technical training and/or study in Japan through the normal procedures under the Technical Cooperation Scheme.

III. The measures to be taken by the Government of the Republic of Bolivia through the authorities concerned

1. In accordance with laws and regulations in force in the Republic of Bolivia, the Government of the Republic of Bolivia, through the authorities concerned, will take necessary measures to provide at its own expense:

(7) Vehicles

ANNEX III : LAND AND BUILDINGS

The space of land and buildings, as well as incidental facilities for the erection of the pilot plant, will be prepared in the Bolivar Mine.

The necessary preparation for the erection of the pilot plant, will be finished by the implementing organization of the Government of the Republic of Bolivia, prior to the arrival of the initial portion of the goods referred to in II-2-(1).

ANNEX IV : BOLIVIAN TECHNICAL STAFF REQUIRED FOR THE PROJECT

Metallurgists  
Assistant technicians  
Assayers

ANNEX V : PRIVILEGES, EXEMPTIONS AND BENEFITS

1. Exemption from income tax and charges of any kind, imposed on or in connection with the living allowances remitted from abroad;
2. Exemption from custom duties and any other charges, imposed on goods in connection with official duty and personal effects, including one motor car for each expert, which may be brought into the Republic of Bolivia from abroad;
3. Exemption from re-exportation custom duties and any other charges imposed on the motor car mentioned in point 2 above on termination of the duty of the expert thereof. The motor car imported into or bought in the Republic of Bolivia, may be sold or transferred in accordance with the laws and regulations in force in the Republic of Bolivia.
4. Free local medical services and facilities to the Japanese experts and their families.



4 昭和54年度年次計画書

ANNUAL WORK PLAN FROM APRIL 1979 TO MARCH 1980

THE TECHNICAL COOPERATION ON THE RECOVERY OF VALUABLE  
MINERALS FROM COMPLEX SULPHIDE ORES  
IN THE REPUBLIC OF BOLIVIA

La Paz, 1979

Japan International Cooperation Agency (JICA)

and

Corporacion Minera de Bolivia (COMIBOL)

In accordance with Article IX-2 of the Record of Discussions (hereinafter referred to as "RD") signed on February 21, 1977 at La Paz, the group of Japanese Experts sent by the Japan International Cooperation Agency (JICA) and the Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL) mutually agree upon the Annual Work Plan from April 1979 to February 1980 in order to promote technical cooperation on the recovery of valuable minerals from complex sulphide ores (hereinafter referred to as "the Project") and its related matters as follows:

1979, at La Paz

THE JAPAN INTERNATIONAL  
COOPERATION AGENCY (JICA)

CORPORACION MINERA DE  
BOLIVIA (COMIBOL)

*Shiro Obinata*  
Mr. Shiro Obinata

LEADER OF JAPANESE EXPERTS  
JICA - JAPAN

*Hector Escobar J.*  
Ing. Hector Escobar J.  
GERENTE TECNICO

## I. IMPLEMENTATION PROGRAM TIME SCHEDULE

1. The master plan of the technical cooperation program of the Project is outlined in Table I.
2. The duties of each side and the time schedule of the Project are outlined in Table II.  
For the purpose of making sure the effective implementation of the Project, the time schedule within the Japanese fiscal year of 1979 (from April 1979 to March 1980) is cleared up in Table II.
3. The test operation program of the Pilot Plant is outlined in Table III.

## II. PROJECT TEAM

In order to promote the Project efficiently and smoothly, it is desirable to form a Project Team given in Table IV with personnel of both side.

## III. DISPATCH OF JAPANESE EXPERTS

- Experts in the field of mineral beneficiation;  
The appropriate number of experts, three (3), will be assigned to the Project, who have the following duties:
- 1) To conduct training of Bolivian engineers, technicians and operators for the operation of the Pilot Plant.
  - 2) To make technical guidance on operation and maintenance of the Pilot Plant to Bolivian engineers, technicians.
  - 3) To carry out the technical and economical evaluation of an industrial scale flotation Plant, based on the result of the test operation of the Pilot Plant.

#### IV. DISPATCH OF AN EVALUATION TEAM

An Evaluation Team will be dispatched toward the end of the cooperation period to evaluate the progress of the Project and ascertain the degree of the intended transfer of technology.

#### V. BOLIVIAN TECHNICAL STAFF

The desirable number of the Bolivian counterpart personnel two (2), will be selected from the COMIBOL's staff in the field of mineral beneficiation, and they have the following duties:

- 1) Coordinator--- To promote the smooth implementation of the Project in cooperation with Japanese Experts.
- 2) Staff in charge of the operation of the Pilot Plant  
--- To take the responsibility of the operation of the Pilot Plant and the other related technical matters arised thereof in cooperation with Japanese Experts.

#### VI. ACCEPTANCE OF BOLIVIAN COUNTERPARTS IN JAPAN

In accordance with Article II-3 of RD, the appropriate number of Bolivian counterparts, two (2), will be accepted in Japan as follows:

- 1) A high ranking officer of COMIBOL will be accepted in Japan for 3 weeks for an observational trip of mining and research facilities.
- 2) Another counterpart will be accepted in Japan for 3 months for practical training in mining

## VII. DETAILS OF BENEFITS TO THE JAPANESE EXPERTS

### 1. Office rooms, conference room and library.

In accordance with Article III-I-(6) of RD, COMIBOL will take measures to provide office rooms and to permit to utilize the conference room and the library at the Bolivar Mine.

### 2. Services of Bolivian secretaries and chauffeurs.

In accordance with Article III-I-(3) of RD, COMIBOL will take measures to provide the services of secretaries and chauffeurs.

### 3. Dealings of the following official goods brought into Bolivia by Japanese experts.

1) A "Land Cruiser" vehicle provided by the Government of Japan, through the authorities concerned, will be used exclusively by the Japanese experts during the whole term of the Project.

The expenses for maintenance, fueling, repair and any other charges occurring from the utilization of the said vehicle will be borne by COMIBOL.

2) An ore-microscope, a pH-meter, a calculator, a camera a typewriter and their attachments provided by the Government of Japan, through the authorities concerned, will be used under the Guidance of the Japanese experts during the whole term of the Project. The expenses for maintenance of the said goods will be borne by COMIBOL.

## VIII. PERSONNEL ARRANGEMENT PROGRAM FOR THE TEST OPERATION OF THE PILOT PLANT

Personnel arrangement for the test operation of the Pilot Plant is given in Table V.

## IX. THE LIMITS OF JAPAN TECHNICAL COOPERATION

Japan's technical cooperation on a government to government basis is limited to the extent of publicly generalized technology and therefore rules out technology exclusively owned by the private sector and individuals, in such forms as patents, technological know-how, and so on.

Table I. MASTER PLAN OF THE TECHNICAL COOPERATION PROGRAM ON THE RECOVERY OF VALUABLE MINERALS FROM COMPLEX SULPHIDE ORES IN THE REPUBLIC OF BOLIVIA

Objectives	Fiscal Year Items to be accomplished	1976 (April 1976-March 1977)	1977 (April 1977-March 1978)	1978 (April 1978-March 1979)	1979 (April 1979-March 1980)	1980 (April 1980- )	
Colquiri Mine	Tests & study on the "Colquiri Ores" and technical guidance	Study and Preparatory work for technical cooperation	1. Separation tests of cassiterite by flotation (1) Complete chemical analysis of crude ores (2) Identification of main minerals with X-ray diffractometer and electron-probe X-ray microanalyser (3) Laboratory tests by flotation (4) Estimation of metallurgical results and operation costs				
Bolivar Mine	I. Test & study on the "Bolivar Ores" and technical guidance	Study and preparatory work for technical cooperation  Basic tests and study on nature of crude ores and selection of flotation conditions	2. Guidance on other matters and information services 3. Separation tests of "Bolivar Ores" by flotation (1) Complete chemical analysis of crude ores (2) Identification of main minerals with X-ray diffractometer and electron-probe X-ray microanalyser (3) Laboratory tests by flotation (4) Decision of flowsheet and flotation conditions a. Decision of optimum grinding size b. Selective flotation tests c. Examination of flotability at different sizes d. Classification tests of fine particles		12. Examination tests by the Pilot Plant based on testing results obtained in 1977 and 1978	Note: The following items should be done at the Bolivian side option after completion of the technical cooperation. Independent operation of the Pilot Plant by the Bolivian side  ↓ Preparation for the construction of an industrial plant (1) Obtaining of approvals from the authorities concerned (2) Obtaining of budget allocation from the authorities concerned (3) Preparation of the plant site (4) Preparation of the equipment, machinery, tools and other necessary materials (5) Preparation of electric power and industrial water (6) Preparation of man-power  ↓ Construction of an industrial plant and test operation  ↓ Industrial operation	
	II. Erection of the Pilot Plant	Study and preparatory work for technical cooperation	4. Preparation for the erection of the Pilot Plant (1) Decision of Plant capacity and flowsheet (2) Decision of layout and completion of detailed design (3) Decision of details of equipment, machinery, tools and other instruments & decision of allowance of the Government of Japan (4) Design, specifications and costs estimates of equipment, machinery, tools and other instruments (5) Land levelling, arrangement of buildings, incidental facilities, man-power, preparations for electric power and industrial water	6. Completion of land levelling 7. Completion of buildings and incidental facilities 8. Completion of preparation for electric power and industrial water 9. Installation and unit operation test of the Pilot Plant 10. Guidance for fundamental knowledge and techniques on plant operation and maintenance	13. Overall and continuous operation of the Pilot Plant and assessment of its performance (1) Assessment of metallurgical results (2) Assessment of operation costs and economical efficiency		
	III. Operation of the Pilot Plant & Assessment of its performance	Study and preparatory work for technical cooperation			14. Guidance for applied knowledge and techniques on plant operation and maintenance		
	IV. Evaluation for practical use	Study and preparatory work for technical cooperation			11. Estimation of the Pilot Plant performance (1) Estimation of metallurgical results (2) Estimation of operation costs and economical efficiency	15. Technical and economical appraisal for industrial scale operation (1) Discussion of the optimum capacity of an industrial plant (2) Estimation of its metallurgical results (3) Estimation of its operation costs and profitability (4) Market research	
	V. Technical information services			5. Technical information services			

Table II. DUTIES OF EACH SIDE AND TIME SCHEDULE OF THE PROJECT

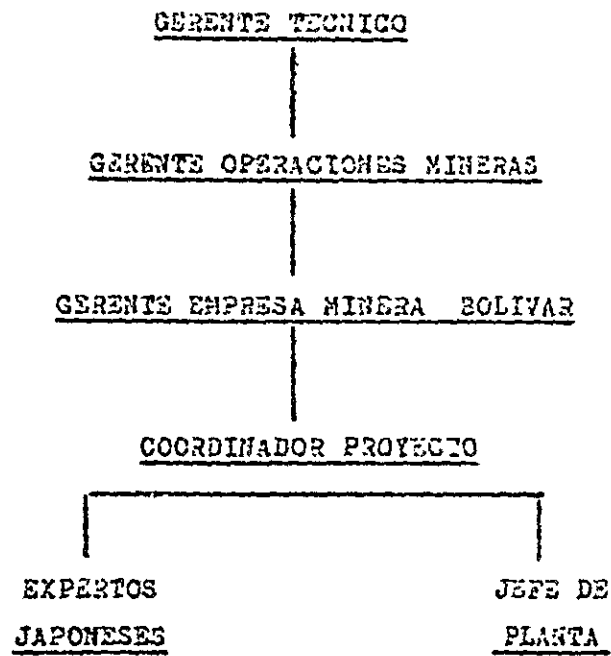
Objectives	Side concerned	Duties	Detailing of duties (Reference will be made to Table I)	1977 (April 1977-March 1978)	1978 (April 1978-March 1979)	1979 (April 1979-March 1980)
Colquiri Mine	Japanese experts with Bolivian counterpart personnel	Tests & study on the "Colquiri Ores" and technical guidance	<ul style="list-style-type: none"> <li>Separation tests of cassiterite and marmatite of "Colquiri Ores" by flotation &amp; other technical guidance</li> <li>(1) Laboratory tests by flotation</li> <li>(2) Estimation of metallurgical results and operation costs</li> <li>Guidance on other technical matters and information services</li> </ul>			
	Bolivian counterpart personnel in Japan	Test & study on the "Colquiri Ores" and others	<ul style="list-style-type: none"> <li>Separation tests of cassiterite and marmatite of "Colquiri Ores" by flotation</li> <li>(1) Complete chemical analysis of crude ores</li> <li>(2) Identification of main minerals</li> <li>(3) Laboratory tests by flotation</li> <li>Other training &amp; study</li> </ul>			
Bolivar Mine	Japanese experts with Bolivian counterpart personnel	I. Tests & study on the "Bolivar Ores" and technical guidance	<ul style="list-style-type: none"> <li>Separation tests of "Bolivar Ores" by flotation &amp; other technical guidance</li> <li>(1) Laboratory tests by flotation</li> <li>(2) Decision of flowsheet and flotation conditions</li> <li>Examination tests by the Pilot Plant based on the above testing results</li> </ul>			
		II. Erection of the Pilot Plant	<ul style="list-style-type: none"> <li>Installation and unit operation test</li> </ul>			
		III. Operation of the Pilot Plant & assessment of its performance	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guidance for knowledge and techniques on plant operation &amp; maintenance</li> <li>Overall and continuous operation of the Pilot Plant &amp; assessment of its performance</li> </ul>			
		IV. Evaluation for practical use	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estimation of the Pilot Plant performance</li> <li>Technical and economical appraisal for industrial scale operation</li> </ul>			
		V. Others	<ul style="list-style-type: none"> <li>Information and technical services</li> </ul>			
	Bolivian counterpart personnel in Japan	Tests & study on the "Bolivar Ores" and others	<ul style="list-style-type: none"> <li>Separation tests of "Bolivar Ores" by flotation</li> <li>(1) Complete chemical analysis of crude ores</li> <li>(2) Identification of main minerals</li> <li>(3) Laboratory tests by flotation</li> <li>Other training &amp; study</li> </ul>			
	JICA	Erection of the Pilot Plant	<ul style="list-style-type: none"> <li>Preparation for the erection of the Pilot Plant</li> <li>(1) Preparation for the provision of goods</li> <li>(2) Provision of goods</li> </ul>			
	COMIBOL	I. Erection of the Pilot Plant	<ul style="list-style-type: none"> <li>Preparation for the erection of the Pilot Plant, such as land leveling, arrangement of buildings, incidental facilities, electric power and water</li> <li>Completion of land leveling, buildings, incidental facilities, electric power and water</li> <li>Overall supervision of the erection of the Pilot Plant</li> </ul>			
		II. Overall and continuous operation of the Pilot Plant	<ul style="list-style-type: none"> <li>Preparation for consumption goods such as flotation reagents and other materials necessary for the overall and continuous operation of the Pilot Plant</li> <li>Recruitment of Bolivian technicians and operators for the overall and continuous operation of the Pilot Plant</li> </ul>			







ORGANIGRAMA



CUADRO BASICO DE PERSONAL PILOTO  
DE FLOTACION E. M. BOLIVAR

O C U P A C I O N	B A S I C O		T O T A L
	Empleados	Obreros	
Jefe Planta	1	-	1
Jefe de Punta	3	-	3
Secretaria	1	-	1
Mecánico	-	1	1
Electricista	-	1	1
Ayudantes	-	2	2
Trituración 1º, 2º	-	2	2
Molienda 1º, 2º	-	3	3
Flotación	-	3	3
Filtro	-	3	3
Reactivo	-	1	1
Vaporizador	-	3	3
Muestreros	-	3	3
			27

5. 昭和54年度年次報告書

ポリビア亜鉛等有機物回収技術協力事業

1979年 年次報告書

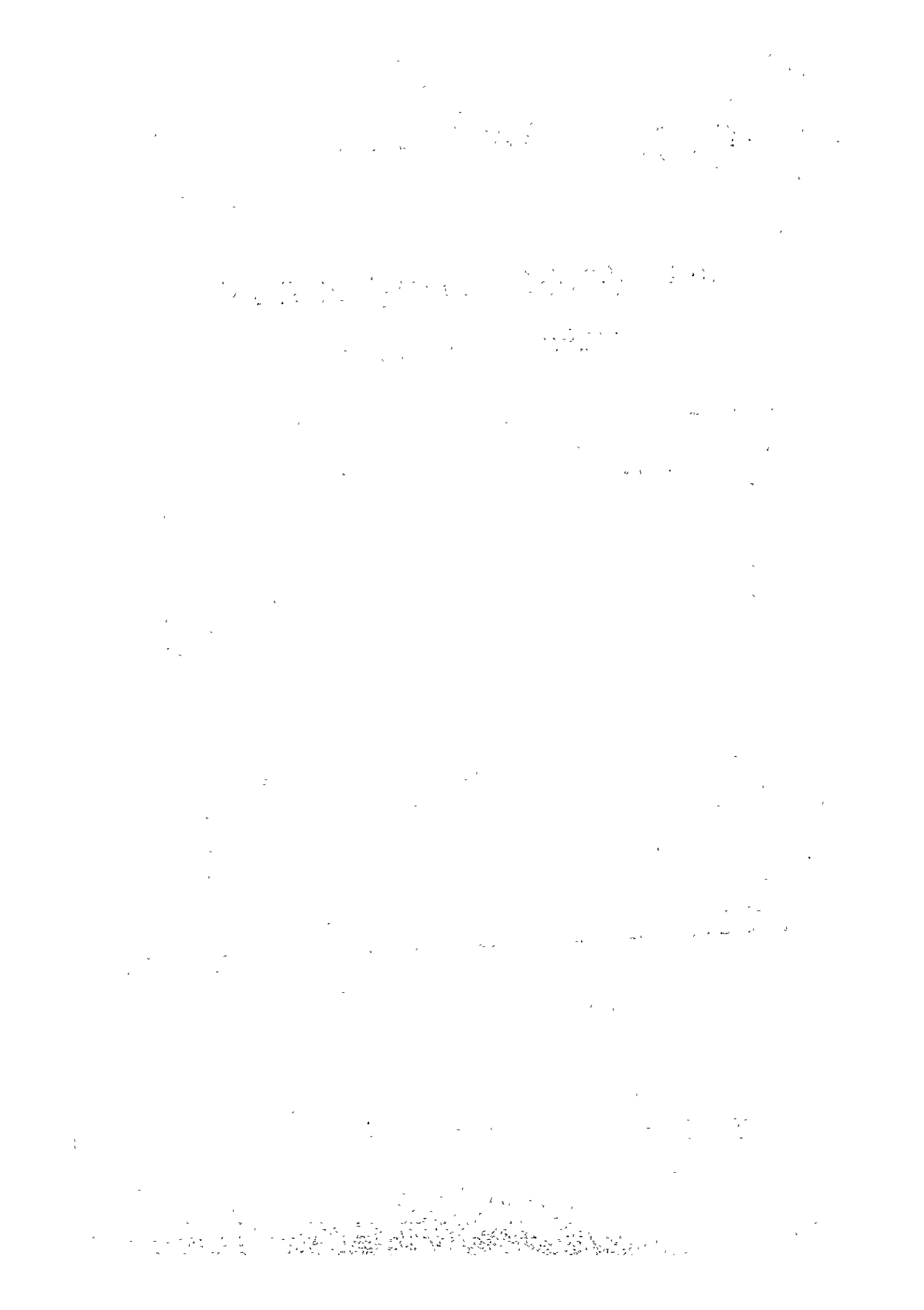
1980年1月

JICA 専門家

大日方 司 郎

将 積 一 夫

桜 庭 正 則



## 1. 年間プロジェクト実施概要

### (1) 年間実績概要

#### (イ) パイロット・プラントの設置

1978年9月から開始されたパイロット・プラントの建設工事は、1979年3月末終了し、建設工事指導の為派遣された工藤良広、加賀久雄、小山内康二の各専門家は、予定通り1979年3月末日本へ帰国した。

当初計画では、1979年2月末に機器据付を完了し、1979年3月は各装置の試運転・調整及び運転員の教育を実施する予定であったが、建設工事が約1ヶ月遅れ、これらは1979年4月につれ込んだ。

#### (ロ) パイロット・プラントの連続操業運転

実質的な総合連続運転は、予定より1ヶ月遅れて1979年5月から開始された。

各月別操業概略を第1表(末尾)に示した。

### (2) 年間実績に対する自己評価及び相手国側関係者の評価振り

#### (イ) パイロット・プラントの操業は順調におこなわれ、当初計画した予想成績を上まわる操業成績を達成することが出来た。

特に、錫に関する成績は、いくつかの現場的な改善を重ねた結果1979年11月及び12月には画期的に向上し、我々が調査したかぎりでは、ポリバル鉱山の鉱石について、過去にポリビアはもちろん米国他の各国に於て実施されたいかなる試験結果よりも勝れたものである。

この点は、ポリビア側の関係者も大きく評価しているものと考えている。

#### (ロ) パイロット・プラントの重要な目的の1つは、将来の工業規模プラント建設に関して、技術的・経済的評価をおこなうことである。

その為には、パイロット・プラントでは鉱種・品位とも将来の10～20年間を代表する鉱石を処理することが望ましい。

しかし、現実には本パイロット・プランの操業コストは、独立採算性をとっているポリバル鉱山の経費でまかなわれた為、利益をあげることが強く要求され、採算性の良い高品位鉱石を処理することをよぎなくされた。

幸い、操業成績は良好で、かなりの黒字を計上することができたが、工業プラントの経済評価を行うためには最適のデータが得られたとは言えない。

(イ) パイロット・プラントの運転員が、選鉱操業に関して全員が未経験者であったにもかかわらず、大きなトラブルもなく操業が継続されたのは、技術移転がスムーズにおこなわれた為と考えている。

しかし、PH自動制御あるいは給鉱定量フィーダー等の計測機器に関しては、かなり高度な専門的な知識・技術が必要で、この分野での技術移転はまだ充分とは言えない。

(ロ) 本パイロット・プラントに於ては、一般的な浮選方式である、青化ソーダ法と、新しい浮選方式である温水浮選法との2つの方式を採用した。

前者の青化ソーダ法はプラント廃水中に有毒なシアンイオンが残存し、公害問題をひきおこす危険性があり、それに反し、後者の温水浮選法は全く青化ソーダを使用しない為その危険性は皆無である。

本プラントに於て2つの方式を実施して、その操業成績を比較検討した結果、温水浮選法を適用した場合には銀実収率が大きく低下することが問題となり、経済的観点からは、青化ソーダ法が有利であると判断された。

しかし、ボリビアに於ても、青化ソーダ法を適用している他の鉱山ではすでに公害問題が生じており、ボリビア鉱山公社の関係者は温水浮選法に大きな関心をよせている。

温水法における銀実収率低下の問題が解決されれば、その適用の可能性は充分ありましてや、ポリバル鉱山以外の銀含有量の低い鉱石に対しては銀の問題が発生せず、すぐにも適用できるケースも考えられる。

これらの観点から、ボリビアに於て初めて本プロジェクトによって温水浮選法が現場テストされたことは、大いに意義深いことであると思う。

## 2. 今後のプロジェクトの取進め方に対する意見

### (1) 明年度におけるプロジェクトの取進め方に対する意見

本プロジェクトは1977年2月に署名交換された討議議事録にしたがえば、1980年2月末で終了しなければならないが、現時点でボリビア鉱山公社当局は本プロジェクトの延長を強く希望している。

我々専門家も延長した方が良く考えている。



その理由は、

(1) 工業プラント建設計画に関してはボリビア鉱山公社内部にいくつかの異なる意見が存在し、現段階では最終的な結論を得るまでに至っていない。

(2) 工業プラントの経済的評価をおこなう為には、本パイロット・プラントに於て、将来の10～20年間を代表する鉱石を処理して、その操業結果を最終のデータとすることが最善である。

(3) 無公害の温水浮選方式は非常に興味深い方式であり、実験室での基礎的なテストを実施して問題の解決をはかるとともに、再度本パイロット・プラントで連続テストを実施したい。

(4) PH自動制御等の計測装置に関する技術移転はまだ不十分で、完全なものとするまでには、さらに教育期間が必要である。

(5) 延長されるならば、その期間は1980年3月から1年間、専門家派遣は1名、若干の機材供与をともなう形態が最良と考えられる。

## (2) プロジェクト取進めに対する長期的観点からの意見

ボリビア国の経済に関しては、鉱業が占めるウェイトが非常に大きく、特にその内でも錫の生産が主体である。

しかし、ボリビアに産出する錫の鉱石は他の金属鉱物と共生し非常に複雑な場合が多く、その選別・採取成績はマレーシア等のアジアの産錫国と比較してかなり低い状態である。

ボリビアの各鉱山の選鉱設備は、設備投資の遅れの為にすでに前近代的なものとなっているのがほとんどで、技術水準も低いので、我々の技術協力によって選別・採取成績が向上する余地は大きく残されている。

今後とも、ポリバル鉱山にかぎらず、ボリビアに於る選鉱分野での技術協力をさらにおし進めていく必要があると考える。

## (3) 資金協力を併せ行う必要は大きいと考えます。

その理由は、本プロジェクトが工業規模の前段階である、パイロット・プラントまで実施されたわけで、当然その後は工業規模プラント建設につながるべきである。

しかし、ボリビアの経済事情を考えた場合には、日本政府の資金協力が与えられなければ、

その実現は相当困難であると考えられる。

さらには、工業規模プラント計画とあわせて、同時に、鉱山全体の合理化計画も推進させる必要があり、特に採鉱プロセスの改善によって、出鉱々量の増大を計らねばならない。

これらの総合的なプロジェクトを実現する為には高額の資金が必要となり、日本政府の資金協力が得られるならば最善の道であると考える。

～

第1表 月別操業概略

ポリーパル鉱山JICAバロット・プラント 1980年1月

項目	1979年 5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
処理元鉱品	品位 Sn % Pb % Zn % Ag g/T	高品位鉱 2.06 2.77 1.740 -	高品位鉱 1.96 3.74 2.154 84.30	高品位鉱 1.93 3.93 25.02 85.40	高品位鉱 1.92 4.85 24.30 99.30	高品位鉱 2.56 3.20 25.61 57.70	高品位鉱 2.36 3.88 23.62 47.90	高品位鉱 2.37 3.42 25.97 63.40	
処理鉱量	当り T/月 日 T/口	476.47 641.43 27.77	575.30 24.80	529.48 23.64	349.71 24.80	465.35 24.11	490.00 26.49	594.18 24.86	
採業日数	日/月	23.1	23.2	22.4	14.1	19.3	18.5	23.9	
適用浮選方式		シアソ法	シアソ法	シアソ法	温水法	温水法	シアソ法	シアソ法	
精鉱品位	鉛・銀精鉱 Pb % Ag g/T 亜鉛・銀精鉱 Zn % Ag g/T 高品位錫精鉱 Sn % 低品位錫精鉱 Sn %	4.216 5.8020 4.681 - - 3.96	3.394 5.2240 4.577 - 1.185 3.28	3.447 6.808.0 4.802 7.640 1.161 3.18	3.613 7.6060 5.050 6.31.0 1.350 3.29	2.331 2.808.0 4.898 7.35.0 1.376 5.23	3.630 2.212.0 5.070 5.67.0 - 4.11	4.817 5.109.0 5.057 4.15.0 23.56 3.82	4.726 5.324.0 5.196 5.36.0 29.10 3.35
夾収率 %	鉛 亜鉛 銀 高品位錫精鉱の錫 低品位錫精鉱の錫 合計 錫	6.67 8.21 4.58 - 2.01 2.01	8.38 8.91 - 2.33 4.22 6.55	6.10 8.25 8.70 1.95 3.89 5.84	5.9.9 8.5.3 8.9.3 2.8.6 3.4.1 6.2.7	6.2.6 8.4.7 6.7.9 2.3.1 1.8.5 4.1.6	4.5.7 8.3.7 5.7.1 - 7.4.6 7.4.6	6.2.8 8.7.0 8.9.2 2.1.6 4.4.4 6.6.0	7.4.4 8.8.3 8.2.5 3.2.0 3.2.5 6.4.5
備考		(1)各機調整・手直しの有休 転6日間 (2)日曜日完全 休み		(1)磨鉱分級を1段から2段へ系統変更 (2)脱スライムサイクロンを錫浮選前からパイライト浮選前へ系統変更	(1)高銀含有パイライト精鉱の産出あり (2)シアソ法から温水法への系統切替準備7日間	(1)高品位錫精鉱採取せず (2)温水法からシアソ法への切替準備4日間	(1)Sn系2次精選新設 (2)Sn系へケロシン添加の条件変更 (3)鉱山スト7日間		





11