

# ボリビア

## 中米自由貿易協定に基づく協力事業

### 技術協力第一号報告書



ボリビア

亜鉛等価値鉱物回収技術協力事業

巡回指導チーム報告書

1978年8月

国際協力事業団

JICA LIBRARY



1054296[7]

鉱開技

J R

78-15

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 4. 13	702
登録No. 03310	66.1
	MIT

## ま え が き

「ポリビア・亜鉛等有価鉱物回収技術協力事業」は、昭和52年2月21日に合意議事録の署名交換が行われ、同日よりむこう3年間にわたる技術協力が開始されて現在に至っている。

プロジェクトの進捗に伴い、実施状況を調査し、また本年10月に着手予定のパイロット・プラント据付工事を円滑に取り進めるため、技術上、運営上の諸事項につき打合せを行い、併せて53年度年次計画の作成を行う目的のもとに、昭和53年5月27日より6月11日まで16日間に亘って巡回指導チームが派遣された。

本報告書は、巡回指導チームのポリビア共和国における上記業務について、その結果をとりまとめたものである。

本プロジェクトが十分な成果をあげ、日ポ両国親善の一助となることを切に願うとともに、本チームの派遣にあたりご協力をいただいた外務省、通商産業省の関係各位に感謝申し上げると同時に、ご支援をいただいた在ポリビア日本大使館、さらにはポリビア共和国関係機関に対しても深甚の謝意を表する次第である。

昭和53年 8 月

国際協力事業団

鉱工業開発協力部



# 目 次

## ま え が き

I 巡回指導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	2
3. チームの構成と行程	3
II 年次計画に関する討議及び年次計画書内容	4
1. 討議内容	4
2. 53年度年次計画書の内容	7
III プロジェクト推進のための基本事項	25
1. パイロット・プラントの建設	25
2. 総合連続運転のための準備	28
3. プロジェクト推進にあたっての留意事項	28
資 料	
I 長期調査員報告書	29
II プラント建設打合せに関する短期専門家チーム報告書	53

III	GENERAL ARRANGEMENT OF FOUNDATION FOR EQUIPMENT AND MACHINERIES .....	61
IV	LAYOUT DRAWING .....	62
V	ASSEMBLY DRAWING OF FRAME EQUIPMENT .....	63
VI	OUTLINE DRAWING OF BUILDING .....	64
VII	WORKING DRAWING LAND GRADING & ACCESS ROAD .....	65
VIII	Equipment List to be provided from the Japanese Government .....	66
IX	Material list to be prepared by the Bolivian side .....	69
X	Data sheet for materials to be prepared by the Bolivian side .....	70



## 1. 巡回指導チーム派遣の経緯と目的

### 1. 派遣に至る経緯

- (1) ボリビア共和国政府は自国の鉱業振興を目的として生産鉱種の多様化・国内製錬の比重拡大・錫廃石からの錫再回収等に努力している。

本件協力事業は、同国鉱山公社の保有する鉱山のうちコルキリ ( Colquiri ) 鉱山及びボリバル ( Bolivar ) 鉱山を対象として、複雑硫化鉱石から亜鉛、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るが、事業の枠組を示せば以下の通りである。

	コルキリ 鉱 山	ボリバル 鉱 山
協 力 内 容	複雑硫化鉱石から、同山の既存設備を利用して浮遊選鉱法により錫・亜鉛を回収するための技術協力を行う。 〔 浮選による鉱石分離試験 〕	複雑硫化鉱石から、浮遊選鉱法により、錫・亜鉛・鉛等を回収するための技術協力を行う。 〔 ①浮選による鉱石分離試験 ②パイロット・プラントを用いての連続試験・成績測定 ③工業規模操業の為の技術的・経済的考察 〕
協 力 形 態	日本人専門家の派遣 ボリビア人研修員の受入れ	日本人専門家の派遣 ボリビア人研修員の受入れ 機材供与
協 力 期 間	昭和52年2月21日より昭和55年2月20日まで。	
協 力 相 手 機 関	ボリビア鉱山公社	

- (2) 昭和51年3月ペルー政府よりの技術協力要請を受けて、相手国要請内容の確認及び必要な調査を行うため30日間に亘る事前調査を実施した。

事前調査団の構成は以下のようであった。

( 調 査 団 構 成 )

団 長 森 吉 恒 夫 ( 同和鉱業 鉱山部長 )

佐 原 猛 ( " 鉱山部参与 )

村上 智夫 (資源エネルギー庁 鉱業課)

高 栄 浩 一 (国際協力事業団)

事前調査団による調査内容を踏まえ、昭和52年1月より当該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、合意をとりつけることを主要目的として30日間に亘り下記構成による実施調査団の派遣を行った。

(調査団構成)

団長 森 吉 恒 夫 (同和鉱業 鉱山部長)

橋 本 滋 (同和鉱業 中央研究所)

石 渡 耕 二 (外務省 技術協力二課)

高 崎 邦 昭 (資源エネルギー庁 鉱業課)

高 栄 浩 一 (国際協力事業団)

前記調査団は、ボリビア鉱山公社をはじめとする相手側関係当局と討議を重ねた結果、その討議事項を「合意議事録」として、またむこう3年間にわたる技術協力の初年度分年次計画を「1977年4月から1978年3月までの年次計画書」として鉱山公社との間にとりまとめ、昭和52年2月21日付でその双方の署名交換を行った。

またこれと前後して2名の長期調査員を派遣し、合意議事録署名後は鉱山冶金省所属オルロ鉱山冶金研究所にて、引き続きプロジェクトの実施の一環としての鉱石の試験・研究業務を開始した。

さらに昭和52年12月には、53年度に予定されるパイロット・プラントの建設に係る事前打合せを目的として短期専門家2名を派遣し、ボリビア側関係者との間でプラント建設に係る基本的な条件の設定を行った。

## 2. 派遣目的

今回の巡回指導チーム派遣は、既に述べたような経緯を踏まえ、下記目的の下に実施されたものである。

(1) 53年度年次計画に関する協議及び年次計画書の作成

署名済の合意議事録に基づく53年度年次計画書の作成

(2) パイロット・プラント建設計画に基づくボリビア側準備事項の履行状況確認

パイロット・プラント建設予定地の整地、建物設備の資材確保、所要電力・工業用水の整備、プラント建設に必要な労働力及びトラック・クレーン等の機材の確保等々ボリビア側の責任となっている準備事項についての履行状況の確認

(3) パイロット・プラント建設工事についての詳細協議及び総合連続運転の準備に関する諸事項の協議

3. チームの構成と行程

巡回指導チームの構成及び行程は以下の通りであった。

( 構 成 )

団 員 名	業 務 担 当	所 属 先
西 田 一 久	団長(選鉱技術総括)	同和鉱業(株) 鉱山部選鉱担当部長
大日方 司 郎	選 鉱 技 術	同和鉱業(株) 中央研究所
工 藤 良 広	機 械 技 術	同和エンジニアリング(株) プラント建設部課長
鈴 木 憲 二	業務企画・調整	国際協力事業団 鉱工業開発協力部

( 行 程 )

順日	月日(曜日)	業 務 内 容
1	5/27 (土)	東京発 → ニューヨーク着
2	28 (日)	ニューヨーク発
3	29 (月)	ラパス着 日本大使館、鉱山冶金省(大臣、鉱山局長)表敬
4	30 (火)	ボリビア鉱山公社(COMIBOL)表敬、打合せ
5	31 (水)	COMIBOL と協議(年次計画案説明)
6	6/ 1 (木)	ラパス → オルロ COMIBOL・Oruro と打合せ
7	2 (金)	COMIBOL・Oruro ボリバール鉱山 関係者と協議、プラントサイト実査
8	3 (土)	オルロ → ラパス
9	4 (日)	内部打合せ
10	5 (月)	COMIBOL と協議
11	6 (火)	年次計画書署名、プロジェクト運営に関する打合せ、日本大使館へ報告
12	7 (水)	鉱山冶金省へ報告、COMIBOLと打合せ(研修計画)
13	8 (木)	ラパス発 → リマ着
14	9 (金)	リマ発
15	10 (土)	ロス着 ロス発
16	11 (日)	東京着

## Ⅱ. 年次計画に関する討議及び年次計画書内容

### 1. 討議内容

- (1) 53年度年次計画についてはポリビア鉱山公社企画部がポリビア側事務局となり、当チームとの間で具体的な問題に関して討議が行われた。討議の結果、ポリビア側は研修員受入れに関する一事項を除いては、当方が作成提議した年次計画案をそのまま受け入れ、6月6日付で53年度年次計画書の署名交換が行われた。

修正は上記の通り研修員受入れに関する事項について行われた。当初の考え方としては、協力対象2鉱山のうちコルキリ鉱山を対象とする技術協力は、初年度専門家派遣及び研修員受入れの二形態の組み合わせにより行い、第2年度以降は研修員受入れのみを継続させるというものであった。しかしながら、プロジェクトの進捗に伴い、53年度以降はポリバール鉱山を対象を絞ることが得策との判断がポリビア側に生じ、修正の要望となったものである。

なお、当方が作成・提議した年次計画についてその枠組みを示せば表Ⅰ、表Ⅱのとおりである。

表I. 全 体

対象	項目	年度 ( 1979年4月～ 1980年3月 )	1980年度
コ ル キ リ 鉦 山	I. コルキリ原 する試験 術指導		
ボ リ バ ー ル 鉦 山	I. ポリパール 関する試験 技術指導	年・1978年の試験結果のバ ・プラントでの試験	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">           (注) 以下の項目は本技術協力終了 後ポリビア側のオプションで 実施されるべきものである。         </div> <p>ポリビア側でのパイロット・プラント の自主的運営</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">           工業プラント建設のための準備            (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         </div> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>工業プラントの建設・試運転</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>本 操 業 . . . .</p>
	II. パイロット 設置	パイロット・プラントの総合・連続運転 定 費の算定	
	III. パイロット 運転と成績	コストおよび経済性の算定 オペレーションとメンテナンス 応用知識と技術の指導	
	V. 情報サー	業のための技術的・経済的考察 プラントの最有効規模の検討	
	IV. パイロット 成績の推定 トおよび本業コストおよび収益性の推定 プラントの ット・リサーチ		

表I. 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 鉍 山	I. コルキリ原鉍石に関する試験・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鉍の分離試験  (1) 鉍石の完全分析 (2) X線回折、X線マイクロアナライザーによる主要鉍物の同定 (3) 小型回分式浮選試験機による浮選試験 (4) 連続操業時の選鉍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										
				ボ リ バ ル 山				I. ボリバル原鉍石に関する試験・研究と技術指導	実態調査と技術協力実施準備作業	原鉍の性質の研究・分離条件の決定のための基礎試験	3. 浮選によるボリバル鉍石の分離試験  (1) 鉍石の完全分析 (2) X線回折、X線マイクロアナライザーによる主要鉍物の同定 (3) 小型回分式浮選試験機による浮選試験 (4) 分離条件・選鉍プロセスの決定  a. 適正磨鉍粒度の決定 b. 分離度試験 c. 粒度別フロータビリティの検討 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	(注) 以下の項目は本技術協力終了後ボリバル側のオプションで実施されるべきものである。  ボリバル側でのパイロット・プラントの自主的運営  ↓ 工業プラント建設のための準備 (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  ↓ 工業プラントの建設・試運転  ↓ 本 操 業 . . . .
											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) レイアウトの決定・詳細設計の完成 (3) 機材類の明細の決定および日本側供与分の決定 (4) 機材類の設計・仕様書作成・費用見積り  (5) 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			
											II. パイロット・プラントの設置			
III. パイロット・プラントの運転と成績測定	13. パイロット・プラントの総合・連続運転と成績測定  (1) 選鉍成績の算定 (2) 操業コストおよび経済性の算定  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													
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	11. パイロット・プラント成績の推定  (1) 選鉍成績の推定 (2) 操業コストおよび経済性の推定	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) その選鉍成績の推定 (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												
V. 情報サービス等		5. 情報サービス・技術サービス												

表II. 相互の履行事項及びタイムスケジュール

対象	当事者	履行事項	履行事項明細	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)
コ ル キ リ 鉍 山	日本人専門家と ボリビア人カウ ンターパート	コルキリ原鉍石に 関する試験・研究と技術 指導	○浮選による錫石と鉄閃亜鉛鉍の分離試験およびその他技術指導 (1) 小型回分式浮選試験機による浮選試験 (2) 連続操業時の選鉍成績および操業コストの推定 ○その他の技術事項の指導と情報サービス	→ 1月 → 1月		
	ボリビア人研修員 (日本において)	コルキリ原鉍石に 関する試験・研究等	○浮選による錫石と鉄閃亜鉛鉍の分離試験 (1) 鉍石の完全分析 (2) 主要鉍物の同定 (3) 小型回分式浮選試験機による浮選試験 ○その他の研修・研究	→ 6月 → 6月		
ボ リ バ ー ル	日本人専門家と ボリビア人カウ ンターパート	I ポリバール原鉍石に 関する試験・研究と技 術指導	○浮選によるポリバール鉍石の分離試験およびその他技術指導 (1) 小型回分式浮選試験機による浮選試験 (2) 分離条件・選鉍プロセスの決定 ○上記試験結果のパイロット・プラントでの試験	→ 1月		
		II パイロット・プラン トの設置	○機材の据付・試運転		→	
		III パイロット・プラン トの運転と成績測定	○プラント・オペレーションとメンテナンスに関する知識と技術の指導 ○パイロット・プラントの総合・連続運転と成績測定			→
		IV パイロット・プラン トおよび本格的工業プ ラントの成績測定	○パイロット・プラント成績の推定 ○工業規模操業のための技術的・経済的考察			→
		V そ の 他	○情報サービス・技術サービス	→ 1月 3月		→
ル	ボリビア人研修員 (日本において)	ポリバール原鉍石に 関する試験・研究等	○浮選によるポリバール鉍石の分離試験 (1) 鉍石の完全分析 (2) 主要鉍物の同定 (3) 小型回分式浮選試験機による浮選試験 ○その他の研修・研究	→ 6月 → 6月	→	→
	国際協力事業団	パイロット・プラン トの設置	○パイロット・プラント設置のための準備 (1) 機材の供与準備 (2) 機材供与		→	
山	ボリビア鉍山公社	I パイロット・プラン トの設置	○予定地の整地・建物設備の資材確保・所要電力と工業用水の整備等の準備 ○用地の整地・建物設備の施工・所要電力と工業用水の整備完了 ○パイロット・プラント設置の総合監理	→ 1月	→	
		II パイロット・プラン トの総合・連続運転	○選鉍試薬等消耗品及びパイロット・プラントの総合・連続運転に必要なそ の他の資材の準備 ○パイロット・プラントの総合・連続運転のためのボリビア人技能者及び運 転手の確保		→	→





## 2. 53年度年次計画書の内容

討議に基づき、最終的な合意を得て作成された53年度年次計画書の内容は以下のとおりである。

なお年次計画書は鉾山公社側の要望により、英西両文を作成しそのいずれにも双方署名交換を行った。(但し、西文の年次計画書についてみると、本文は西文であるが、付表については英文のままとなっている。

( 年次計画書 英文 )

ANNUAL WORK PLAN FROM APRIL 1978 TO MARCH 1979

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

La Paz, June 6, 1978

The Japanese Technical Guidance Team of  
the Japan International Cooperation Agency (JICA)

and

Corporación 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 Japanese Technical Guidance Team sent by the Japan International Cooperation Agency (JICA) and the Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL) mutually agree upon the Annual Work Plan from April 1978 to march 1979 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:

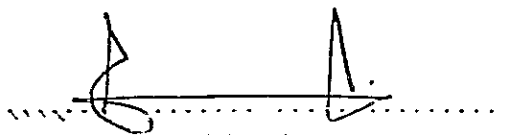
June 6, 1978 at La Paz

JICA, Japan

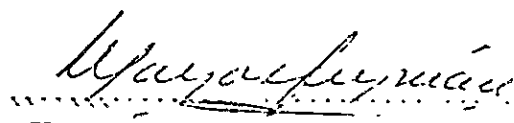


Mr. Kazuhisa Nishida  
Leader  
Japanese Technical  
Guidance Team  
JICA-Japan

Corporación Minera de Bolivia



Ing. Eduardo Asebey Salas  
Gerente Técnico



Cnl. Ing. Enrique Vargas Guzmán  
Gerente General

## I. IMPLEMENTATION PROGRAM AND 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 1978 (from April 1978 to March 1979) is cleared up in Table II.

## II. PROJECT TEAM

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

## III. DISPATCH OF JAPANESE EXPERTS

1. Experts in the fields of mechanical engineering and electric engineering.

The appropriate number of experts, about three (3), will be assigned to the Project, who have the following duties:

- (1) To install equipment and machinery provided by Government of Japan (hereinafter referred to as "the Pilot Plant") and provide guidance for construction of building facilities for the Pilot Plant of the Bolivar Mine;
- (2) To participate in unit operation test of the Pilot Plant;
- (3) To provide guidance for maintenance of the Pilot Plant.

2. Experts in the field of mineral beneficiation

The appropriate number of experts, about (2), will be assigned to the Project, who have the following duties:

- (1) To participate in the erection of the Pilot Plant and provide guidance for its unit operation test;
- (2) To prepare for the over-all and continuous operation of the Pilot Plant;
- (3) To conduct man-power training of Bolivian engineers, technicians and operators;
- (4) To prepare for the technical and economical evaluation of

an industrial scale flotation Plant.

#### IV. BOLIVIAN TECHNICAL STAFF

1. The desirable number of the Bolivian counterpart personnel is, at least, Four (4), and they will be selected from the COMIBOL's staff.
  - (1) Fields of the Bolivian counterpart personnel;
    - i) Mineral Beneficiation (Two (2) persons);
    - ii) Mechanical engineering (One (1) person);
    - iii) Electric engineering (One (1) person).
  - (2) Duties of the Bolivian counterpart personnel, to be conducted in cooperation with the Japanese experts, are:
    - i) To cooperate in the erection of the Pilot Plant;
    - ii) To prepare consumption goods such as flotation reagents and other materials necessary for the overall and continuous operation of the Pilot Plant (In accordance with Article III - 2 of RD, the expenses of these consumption goods and other materials will be borne by COMIBOL);
    - iii) To recruit Bolivian technicians and operators for the overall and continuous operation of the Pilot Plant.
2. In addition to the technical staff mentioned above, necessary number of technicians will be provided during the erection of the Pilot Plant as described in Table IV.

#### V. TRAINING FOR BOLIVIAN PERSONNEL IN JAPAN

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

- (1) Period of acceptance: For about three (3) months
- (2) Objectives of training and study in Japan:

To conduct the following items on "Bolivar Ores",

  - i) Complete chemical analysis of crude ores;
  - ii) Identification of main minerals with X-ray diffractometer and electron-probe X-ray microanalyser;

- iii) Laboratory tests by flotation.

## VI. 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.

## VII. COOPERATION FOR THE ERECTION OF THE PILOT PLANT

The Japanese experts and the Bolivian technical staff will cooperate with each other for the installation and unit operation test of the Pilot Plant.

1. Personnel arrangement for the installation and unit operation test of the Pilot Plant is given in Table IV.

2. Time schedule for the installation and unit operation test of the Pilot Plant is given in Table V.

## VIII. 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 III. Operation of the Pilot Plant & Assessment of its performance	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 leveling, arrangement of buildings, incidental facilities, man-power, preparations for electric power and industrial water	6. Completion of land leveling 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 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>				



Table III. PROJECT TEAM

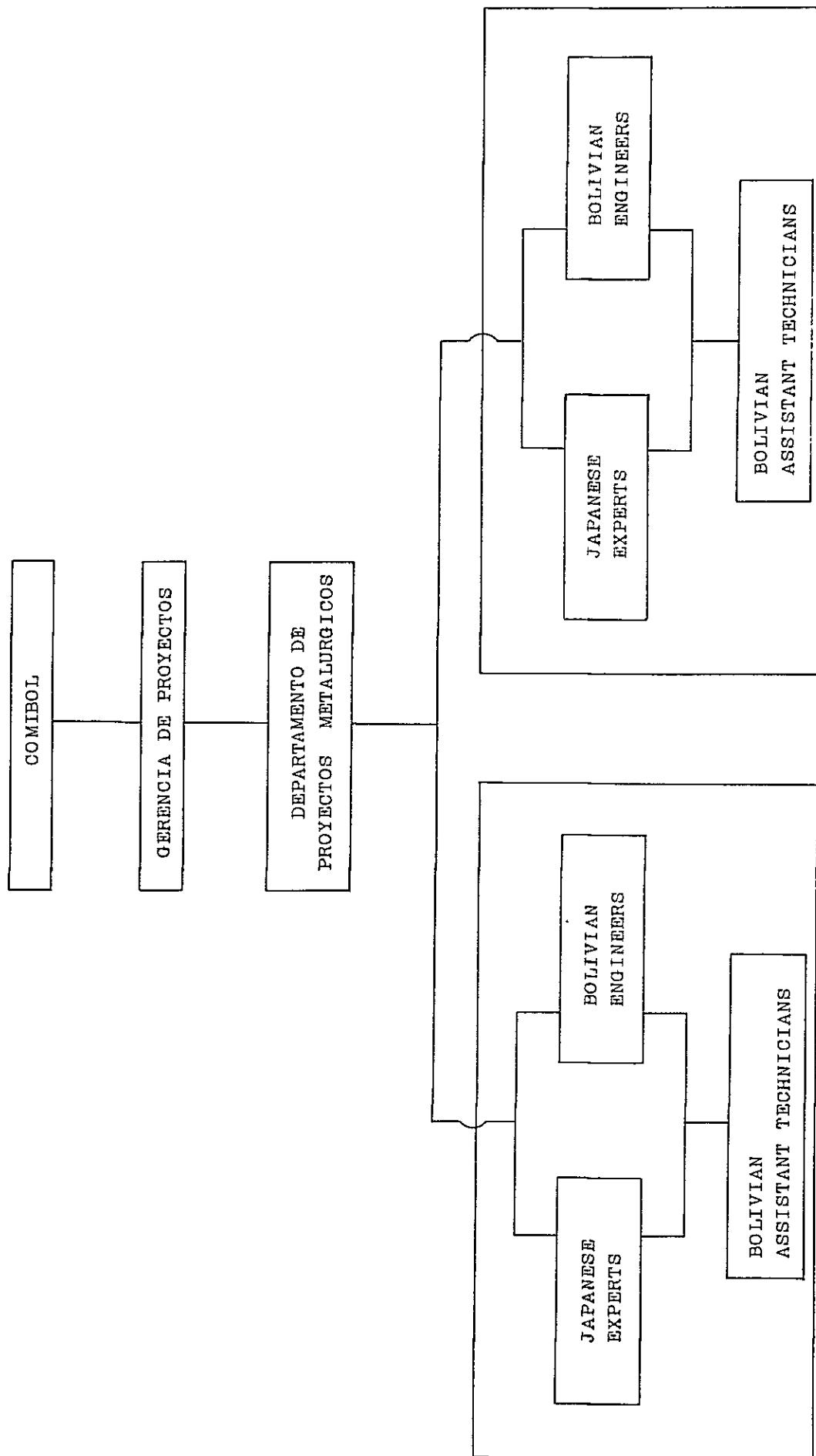
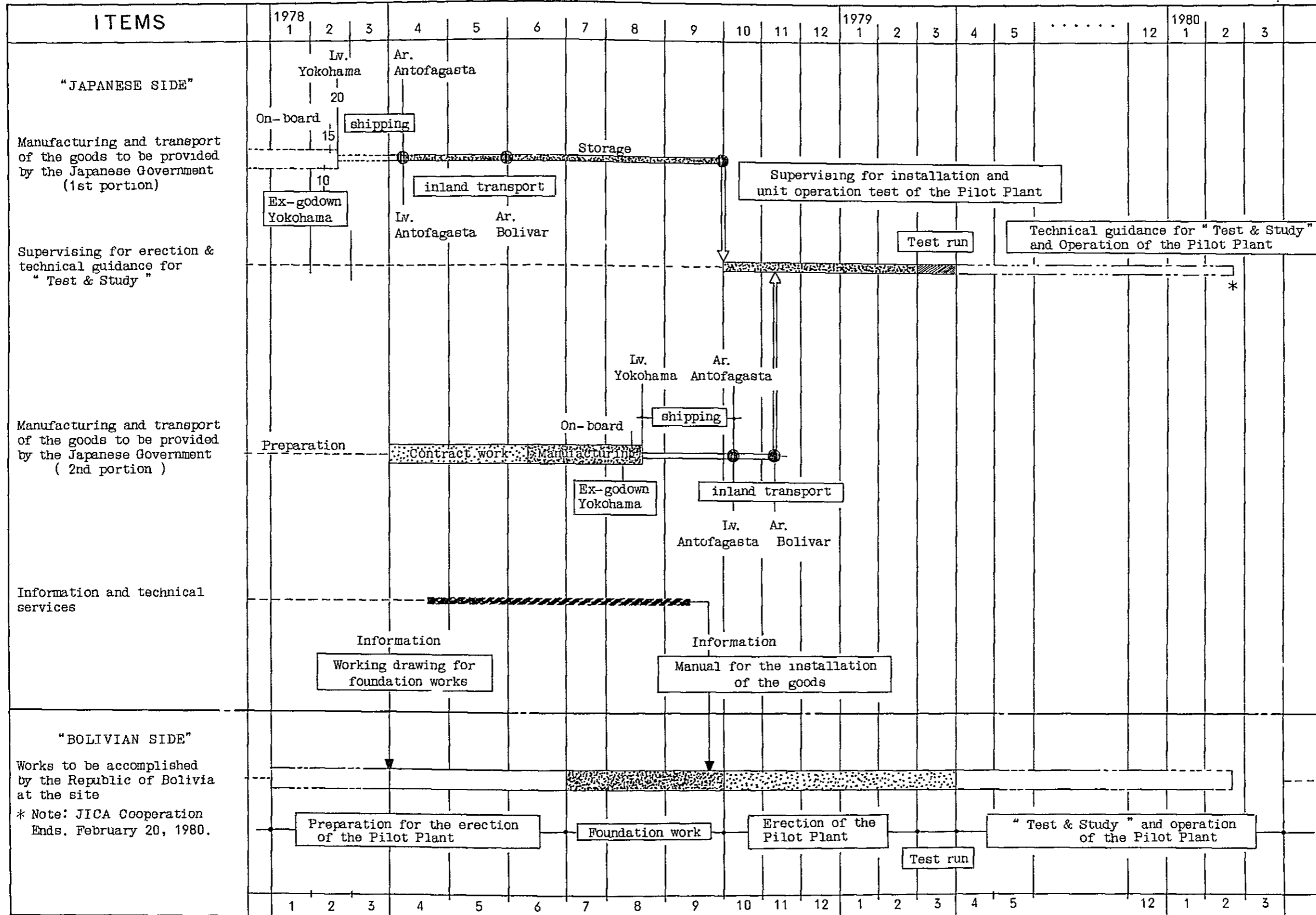


Table IV. PERSONNEL ARRANGEMENT FOR ERECTION OF THE PILOT PLANT

NO.	ITEMS	1978			1979			
		10	11	12	1	2	3	
	WORK PLAN FOR INSTALLATION OF THE PILOT PLANT	START-UP			COMPLETION			
		(INSTALLATION WORKS)						
		(UNIT OPERATION TEST)						
1	Japanese Experts .....	( 3 members )						Total man-days 450. ( at 25 d/m )
2	Bolivian Technicians .....	( 9+18 ) = 27      ( 12+24 ) = 36      ( 11+24 ) = 35      ( 9+4 ) = 13						Total man-days 4,325. ( at 25 d/m )
2-1	Surveyors		( 1+1 ) = 2					150
2-2	Technicians for installation of machine & equipment			( 3+9 ) = 12		( 3+3 ) = 6		1,650
2-3	Technicians for welding			( 2+4 ) = 6		( 2+0 ) = 2		800
2-4	Technicians for piping			( 1+2 ) = 3	( 2+4 ) = 6	( 1+1 ) = 2		425
2-5	Operators for truck crane		( 2+2 ) = 4		( 1+1 ) = 2			400
2-6	Electricians	( 1+2 ) = 3		( 3+6 ) = 9		( 3+0 ) = 3		900

( NOTE ) Parenthesized number indicates Technicians and Assistant Workers, respectively.  
For example : ( Technicians ) + ( Assistant Workers ) = ( Total Personnel )

Table V. TIME SCHEDULE FOR ERECTION OF THE PROJECT





( 年次計画書 西文 )

PLAN ANUAL DE TRABAJO DE ABRIL 1978 A MARZO 1979

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

La Paz, Junio 6, 1978

3

Grupo Director Japonés de la Agencia de  
Cooperación Internacional del Japón (JICA)

y

Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL)

De acuerdo al artículo IX-2 del Acta de Discusiones (De aquí en adelante referida como RD) firmada en febrero 21, 1977 en La Paz

El Grupo Director Técnico Japonés enviado por JICA y COMIBOL acuerdan mutuamente el Plan Anual de Trabajo de abril de 1978 a marzo de 1979 para promover cooperación técnica sobre recuperación de minerales valiosos de minerales sulfurosos complejos (De aquí en adelante referido como "el proyecto") y sus materias relacionadas como sigue:

La Paz, Junio 6, 1978

JEFE

GRUPO DIRECTOR TECNICO JAPONES

JICA, Japan

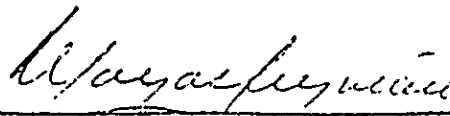


Mr. Kazuhisa Nishida

CORPORACION MINERA DE BOLIVIA



Ing. Eduardo Asebey Salas  
Gerente Técnico



Cnl. Ing. Enrique Vargas Guzmán  
Gerente General



## I. Implementación del programa y calendario

1. El plan maestro del programa técnico de cooperación de Proyecto es delineado en la Tabla I.
2. Las obligaciones de cada parte y el calendario de tiempos del Proyecto están delineados en la Tabla II, .

Con el propósito de asegurar la implementación efectiva del Proyecto, el calendario de tiempo dentro del Año Fiscal del Japón 1978 (de abril 1978 a marzo de 1979) es detallado en Tabla II .

## II. Equipo del Proyecto

Para promover el Proyecto eficientemente, es aconsejable formar un equipo del Proyecto, detallado en la Tabla III con personal de ambas partes.

## III. Envío de Expertos Japoneses

1. Expertos en los campos de ingeniería mecánica e ingeniería eléctrica.

El número apropiado de expertos, aproximadamente 3, serán asignados al Proyecto, con las siguientes obligaciones:

- 1) Instalación de equipos y maquinarias provistos por el Gobierno del Japón (De aquí en adelante referido como "la Planta Piloto") y proveer dirección o guía para la construcción de las facilidades para la Planta Piloto de mina Bolívar.
- 2) Participar en la operación de prueba de cada maquinaria de la Planta Piloto.
- 3) Proveer dirección o guía para el mantenimiento de la Planta Piloto.

2. Expertos en el campo de beneficiación de minerales.

El número apropiado de expertos, aproximadamente dos (2), serán asignados al proyecto, quienes tendrán las siguientes obligaciones:

- 1) Participar en el montaje de la Planta Piloto y proveer guía para su operación unitaria de prueba.

- 2) Preparar para la operación continua y general de la Planta Piloto.
- 3) Conducir entrenamiento a Ingenieros, Técnicos y Operadores bolivianos.
- 4) Preparar para la evaluación técnica y económica de una Planta de flotación a escala industrial.

#### IV. Personal Técnico Boliviano

1. El número aconsejable del personal de contraparte boliviano es por lo menos de 4 y serán seleccionados del staff de Comibol.
  - 1) Campo de acción del personal boliviano:
    - i) Beneficiación de minerales (2 personas)
    - ii) Ingeniería mecánica (1 persona)
    - iii) Ingeniería eléctrica (1 persona)
  - 2) Tareas del personal boliviano, a ser realizado en cooperación con los expertos japoneses:
    - i) Cooperar en el montaje de la planta piloto
    - ii) Preparar insumos tales como reactivos de flotación y otros materiales necesarios para la operación continua y general de la planta piloto (de acuerdo al Artículo III-2 de RD los costos de estos insumos y otros materiales serán por cuenta de Comibol).
    - iii) Preparar técnicos y operadores bolivianos para la operación continua y general de la planta piloto.
2. Fuera del personal técnico arriba mencionado, un número necesario de técnicos será provisto durante el montaje de la planta piloto según la tabla IV.

#### V. Entrenamiento de personal boliviano en el Japón.

De acuerdo al Artículo II-3 de RD, el número apropiado de personal boliviano, aproximadamente 2, serán aceptados en el Japón bajo las siguientes condiciones:

- 1) Período de aceptación: aproximadamente 3 meses
- 2) Objetivos del entrenamiento y estudio en el Japón.  
Conducir los siguientes items con "minerales de mina Bolívar"

- i) Completar análisis químicos de minerales crudos:
- ii) Identificación de los minerales principales con el difractor de rayos X y el micro analizador electron-probe de rayos X.
- iii) Pruebas de flotación en laboratorio.

VI. Detallo de las facilidades a los expertos japoneses

1. Oficinas, sala de conferencias y biblioteca.

De acuerdo con el Artículo III-I-(6) \*Comibol tomará las medidas adecuadas para proveer oficinas y permitir el uso de la sala de conferencias y la biblioteca en la mina Bolívar.

2. Servicios de Secretarías y choferes bolivianos.

De acuerdo con el Artículo III-I-(3) de RD, Comibol proporcionaría secretarías y choferes.

3. Manipuleo de los siguientes items traídos a Bolivia por los expertos japoneses.

1) Un jeep "Land Cruiser" provisto por el Gobierno del Japón, a través de las autoridades concernientes, que será usado exclusivamente por los expertos japoneses durante todo el período del proyecto. Los gastos de mantenimiento, gasolina, reparación y otros cargos serán por cuenta de Comibol.

2) Un microscopio de minerales, un pH metro, una calculadora, una cámara fotográfica, una máquina de escribir y sus accesorios provistos por el Gobierno del Japón, a través de las autoridades concernientes, serán utilizados en este proyecto. los gastos de mantenimiento de los citados equipos serán por cuenta de Comibol.

VII. Cooperación en el montaje de la Planta Piloto.

Los expertos japoneses y el personal técnico boliviano cooperarán entre sí para la instalación y la operación de prueba de cada maquinaria de la Planta Piloto.

1. La distribución de personal para esta, dada en Tabla IV.

2. El calendario para la instalación y la operación de prueba de

\* de RD

cada maquinaria de la planta piloto, está detallada en Tabla V.

VIII. Límites de la cooperación técnica japonesa

La cooperación técnica del Japón en una base de Gobierno a Gobierno, es limitada al uso de tecnología públicamente generalizada, eliminando de esta manera la tecnología de propiedad exclusiva del sector privado, e individuos, en tales formas como patentes, know-how, etc.

(付表については、英文年次計画書の付表と同一内容のものを英文のまま添付してあるのでここでは割愛した。)

### Ⅲ. プロジェクト推進のための基本事項

#### 1. パイロット・プラントの建設

(1) 計画のパイロット・プラントは、ボリビア共和国オルロー州オルロー市東南105kmにあるポリバール鉱山に設置されるものであり、複雑硫化鉱物の浮遊選鉱に関する諸テストをする為に、クラッシャー、ボールミル、浮選機、脱水機、ボイラー、ペレタイザー及びこれらの付属機械・装置群から成る一連の連続処理試験設備である。

プラントサイトは海拔4,000m強の高地にあり、気圧460mmHg(平地の約60%)、水の沸点83℃、年間平均気温15～18℃(最高21℃、最低-4℃)で、雨期・乾期の別はあるが、冬期の凍結による操業上のトラブルは殆んどなく、サイトの地盤支持力は10t/m<sup>2</sup>以上であることが確認され、これらの諸条件のもとに、本パイロット・プラントは設計されている。

本プラントは、受入ホッパー・フィーダー、クラッシャー、振動篩、ベルトコンベヤーから成る破碎設備と貯鉱ビン、コンスタントフィードウエアー、ボールミル、サイクロン、ポンプから成る磨鉱設備、及び、コンディショナー、浮選機、デスライミングタンク、ポンプ、試薬設備から成る浮選設備と電源設備・脱水設備・錫精鉱の造粒設備・バルブ加温法のためのボイラー設備等付帯設備から構成されている。

本計画では、分離の非常に困難なポリバール鉱石に対し、浮遊選鉱法を採用することによって、分離効率を高め、今まで殆んど回収されていなかった鉛、亜鉛を精鉱として生産し、且つ最終産物である錫精鉱中の不純物(鉛・亜鉛等)の割合を大巾に低減させることを期待している。本プラントの試験操業が成功することによって、次工程のボラタリゼーションプラントの能率向上と操業の安定が期待でき、その産物である錫精鉱の品位の向上により付加価値の大巾アップが期待される。即ち、本パイロット・プラントの操業結果が良好であれば、ポリバール鉱石の価値が大巾に高められることは確実と考えられる。

また、この浮遊選鉱法の概略は、脱鉛・脱亜鉛工程を経て、錫浮選に悪影響を及ぼす硫化鉄鉱を取り除く脱硫工程の後錫の精選が為され、錫精鉱を産出するのが主な流れで、脱鉛・脱亜鉛工程で取り除かれたものは各々精選工程を経て、鉛精鉱、亜鉛精鉱となる。

(2) パイロットプラントの建設計画については、去る、昭和52年12月にボリビア共和国La Paz市にて行なわれた日本側供与機材の据付工事を含めたプラント建設計画に関する事前打合せ、並びに今回の討議により、プラント建設を円滑に実施するための体制作りを含め、詳細な計画が作成された。

プラント建設スケジュールに基づくボリビア側の履行事項の進捗状況を観察したところでは、本計画のボリビア側担当者が大変意欲的であり、予想以上にはかどっている模様であった。6月2日現在、整地工事が8割方完成し、浮選場の基礎工事に着手、根切工事の

最中であり、この調子で作業が進められると、当初計画より、1ヶ月から1ヶ月半程早くポリピア側の準備工事が完了する見込である。

尚、協議の席上、ポリピア側より建家関係の作業を予定より早く施工できる見通しなので、建築関係（架台据付等）の指導について、予定を繰り上げ、できるだけ早い時期（8～9月頃）に開始して欲しいとの要望が出た。

現地到着の第一次供与分機材の保管状況は良好であり、また、建家・電力・用水関係等ポリピア側準備資材についても COMIBOL 手持ちの在庫が確認できた。

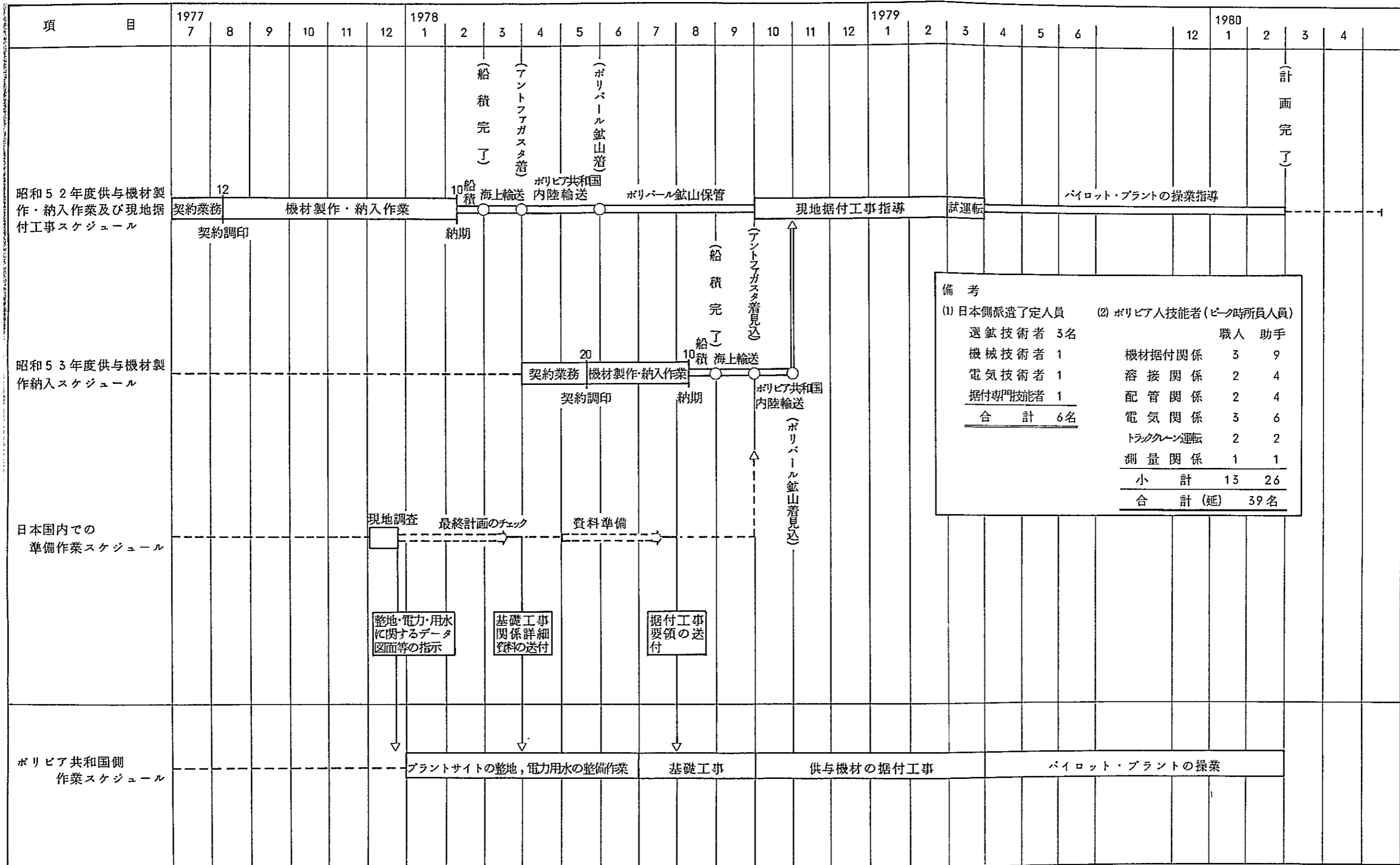
また、COMIBOL-ORURO の工作工場を見学したところでは、かなりの設備が整っており、プラント建設に伴って発生する細かい手直し等の問題に十分対処できると判断された。

(8) プラント建設計画の内容は次表Ⅲにみられる通りである。

表Ⅲ. ポリビア共

項 目	3	4	5	6	12	1980																																		
						1	2	3	4																															
昭和52年度供与機材 作・納入作業及び現地 付工事スケジュール								(計 画 完 了)																																
				パイロット・プラントの操業指導																																				
	試運転																																							
昭和53年度供与機材 作納入スケジュール	<p>備 考</p> <p>(1) 日本側派遣了定人員      (2) ポリビア人技能者(ピーク時所員人員)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>職人</th> <th>助手</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>選 鉱 技 術 者 3名</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>機 械 技 術 者 1</td> <td>機材据付関係 3</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>電 気 技 術 者 1</td> <td>溶 接 関 係 2</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>据付専門技能者 1</td> <td>配 管 関 係 2</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td><u>合 計 6名</u></td> <td>電 気 関 係 3</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td></td> <td>トラククレーン運転 2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>測 量 関 係 1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td></td> <td><u>小 計 13</u></td> <td><u>26</u></td> </tr> <tr> <td></td> <td><u>合 計 (延) 39名</u></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>											職人	助手	選 鉱 技 術 者 3名			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	<u>合 計 6名</u>	電 気 関 係 3	6		トラククレーン運転 2	2		測 量 関 係 1	1		<u>小 計 13</u>	<u>26</u>		<u>合 計 (延) 39名</u>	
	職人	助手																																						
選 鉱 技 術 者 3名																																								
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																																						
<u>合 計 6名</u>	電 気 関 係 3	6																																						
	トラククレーン運転 2	2																																						
	測 量 関 係 1	1																																						
	<u>小 計 13</u>	<u>26</u>																																						
	<u>合 計 (延) 39名</u>																																							
日本国内での 準備作業スケジュール																																								
ポリビア共和国側 作業スケジュール				パイロット・プラントの操業																																				

表Ⅲ. ポリビア共和国パイロット・プラント建設計画工程表







## 2. パイロット・プラントの総合連続運転のための準備

1979年4月から開始される予定のパイロット・プラントの連続試験操業が支障なくスタートするように、現在ボリビア滞在中の日本人専門家と COMIBOL 担当者は次の事項について検討し、万全の準備をする旨確認された。

- 1) 連続試験操業の実施計画（1979年4月から1980年2月までの Time Schedule）を作成する。
- 2) 連続試験操業時の予想山元収入及び経費についての概算を行う。
- 3) 連続試験操業に必要な選鉱試薬、磨鉱ボール、軽油及びその他の消耗物品の調達ならびに電力、用水の供給確保に万全を期する。
- 4) 連続試験操業時の組織を決定し、スタッフおよび運転人員を確保する。
- 5) パイロット・プラント運転員の教育計画を作成し、必要があれば運転開始前に教育を実施する。

## 3. プロジェクト推進にあたっての留意事項

ボリバル鉱山の現有設備はソ連援助によるボラタリゼーション法による錫の回収が主で、錫品位7～8%、フランケイタは直送鉱として未処理のまま売鉱し、現在3～4% (Sn) の鉱石を処理対象としている。

この品位に満たない多量の鉱石は設備及び処理方法上の制約により坑内外に未利用のまま充填又は堆積されている。従って可採採掘対象鉱量も限定せざるを得ない現状である。

ボリバル鉱山の鉱石は金谷、大日方専門家の報告にある顕微鏡試験、浮選試験等から判断すると、コルキリ鉱山或は日本の明延鉱山等の錫鉱石に比べて組織が緻密であり、浮選分離も難かしい様に思われる。

然し、選鉱方式の導入により鉛、亜鉛が回収対象となり、ボラタリゼーション給鉱の錫品位上昇が期待出来、更に現在充填、堆積等によって未回収の錫が回収可能となってくると思われる。そこで実際のパイロット・プラントの運転に際しては、運転初期の損失を少なくするため、未利用鉱石の処理から開始し順次現状の取扱鉱石に及ぶと云う手順を踏む必要があると考えられる。

パイロット・テストが選鉱の大型化のためには是非必要な道程であり、良い選鉱工程の導入が鉱山の利益増と若がりにつながっていることはボリビア側も十分承知していると思われ、今回のミッションとの対応でも各所で観察された。



資料 I

長期調査員報告書

1978年2月

金谷 浩一郎

大日方 司郎



# 1. コルキリ ( Colquiri ) 鉱山への技術協力

## 1.1 コルキリ鉱山の概要

位 置 : コルキリ、ラパス州、ボリビア国  
ラパス市の南東 140 km、オルロの北 80 km、海拔 4,200 m

気 温 : 夏期 17 ~ 5 °C、冬期 8 ~ - 10 °C

人 員 : 全体 2,000 名、選鉱 450 名 ( 運転 300 名、保守 150 名 )

生 産 量 : 下 記

Production in Colquiri Mine

Product	Weight (t/m)	Grade (%)		Content of Tin (%)
		Sn	Zn	
Run of Mine	45,000	0.8	5	360
High grade tin Concentrate	200	50		100
Low grade tin Concentrate	400	18-20		72-80
Concentrate for Volatilization	50	5-6		2-3
Zinc Concentrate	1,500	0.5	4.6	

粗鉱の鉱物組成 : 多量に存在する鉱物

硫化鉄鉱 - 白鉄鉱、菱鉄鉱、鉄内亜鉛鉱、石英、磁硫鉄鉱

少量存在する鉱物

錫石、黄錫鉱 ( atannite )、黄銅鉱、磁鉄鉱、硫砒鉄鉱、

褐鉄鉱、ジャロサイト ( jarosite )、方鉛鉱、螢石

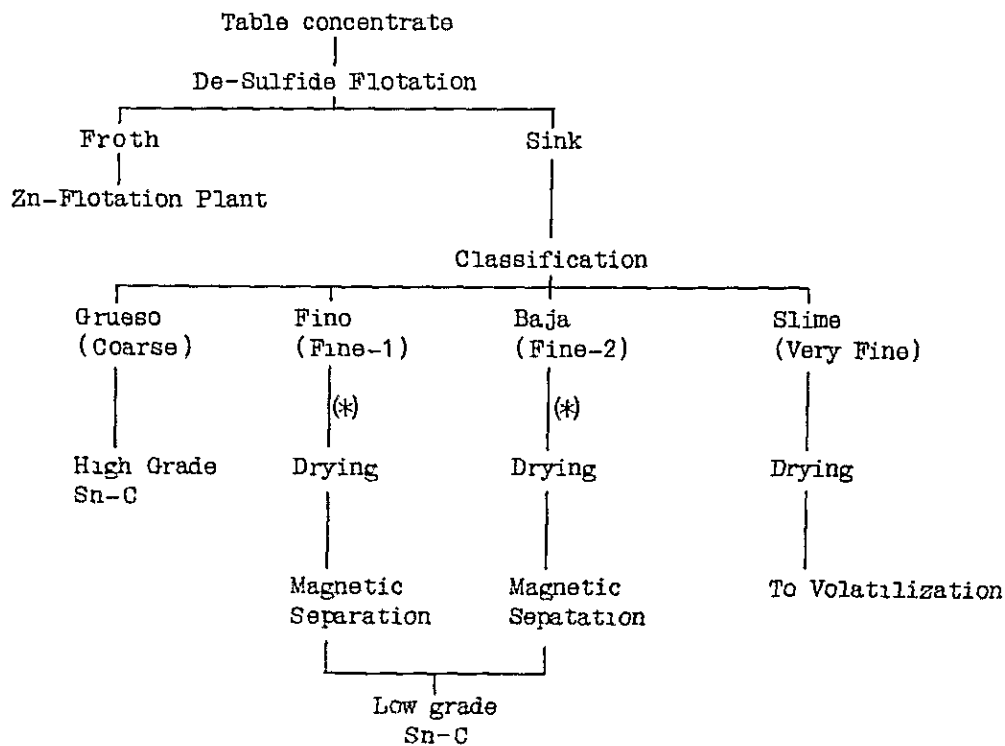
埋 蔵 鉱 量 : 錫鉱 370 万トン、Sn 0.9 %

( 確・推・予を含む )

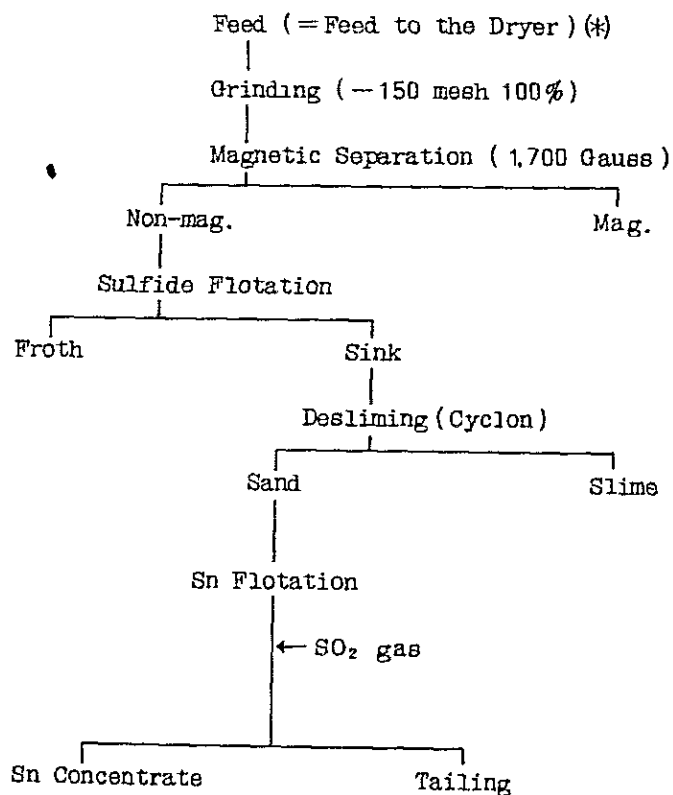
## 1.2 亜硫酸 ( 塩 ) の適用試験

(1) 目 的 : 錫精鉱品位向上のため、SO<sub>2</sub>法の有効性の確認。

(2) コルキリ選鉱のフローシートと試験用サンプル採取箇所



(3) 試験方法



## (4) 試験結果

## Estimated Result of Separation Test

Product	Wt.		Grade Sn, %	Distribution %
	ton.	%		
Feed	888	100.00	9.88	100.00
Pre-treatment Tailing	370	41.67	1.22	5.15
- # - Concentrate	518	58.33	16.07	94.85
Sn-Flotation Tailing	316	35.59	1.01	3.65
- # - Concentrate	202	22.75	39.60	91.20
Total Tailing	686	77.25	1.12	8.80

## (5) コルキリ選鉱場の低品位錫系の成績の推定

## Estimation of metallurgical balance in low grade tin circuit.

FINO Circuit  
(細粒)

Product	Wt.		Grade Sn, %	Distribution %
	ton.	%		
Feed to Dryer (Sample No.4)	296.0	100.00	14.27	100.0
Concentrate of Magnetic Separator	116.8	47.85	33.82	93.6
Tailing of Magnetic Separator	179.2	60.51	1.50	6.4

BAJA Circuit  
(低品位)

Feed to Dryer (Sample No.5)	592.0	100.00	7.96	100.0
Concentrate of Magnetic Separator	283.2	47.85	14.30	89.0
Tailing of Magnetic Separator	308.8	52.15	1.62	11.0

## Sum of FINO and BAJA Circuit

Feed to Dryer	888.0	100.00	9.88	100.0
Concentrate of Magnetic Separator	400.0	45.00	20.00	91.2
Tailing of Magnetic Separator	488.0	55.00	1.59	8.8



1.3 COMIBOL ( 鉱山公社 ) の意向と今後の進め方

カウンタパートのパラビシーニ、ナバロ両技師は、上記の結果に非常に興味を持っている。しかし、今回の試験はバッチ式なので、更に連続式試験機により成績を確認したいという意見であった。

オルロの鉱山冶金研究所 ( IIMM ) には連続式小型浮選機があるが、耐酸性ではないので、この使用には問題がある。また試薬使用の面からは亜硫酸 ( 塩 ) の入手と使用に問題が発生するかも知れない。

しかし、この案件を促進するには、連続式試験装置を用意する方が望ましい。

2. ボリバル ( Bolivar ) 鉱山への技術協力

2.1 ボリバル鉱山の概要

位置 : オルロ市の東南 100 km、海拔 4,000 m

人員 : 約 400 名

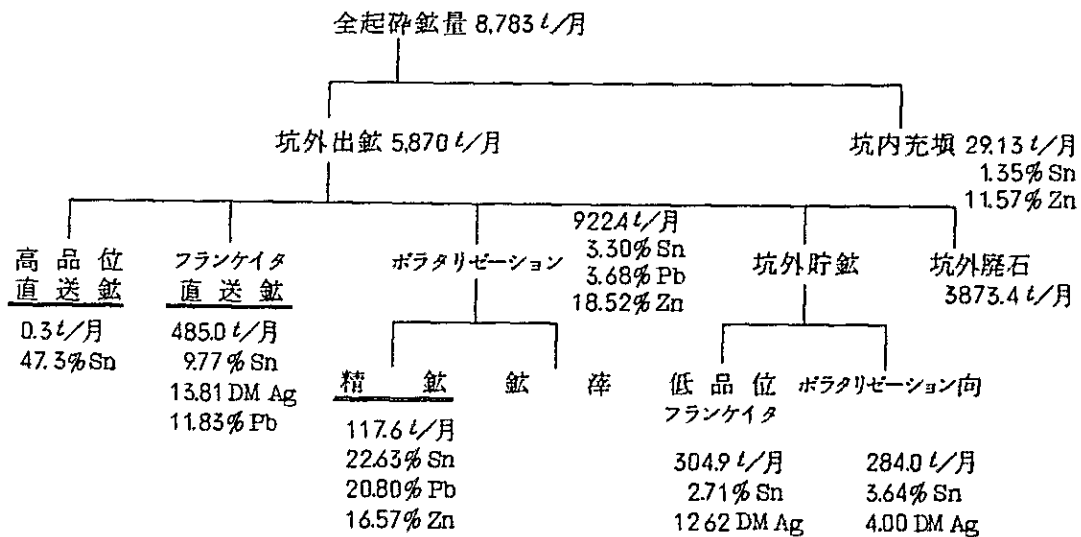
埋蔵鉱量 :

鉱種	鉱量 (t)	品位		
	(t)	% Sn	DM Ag	% Zn
高品位鉱	169,488	2.95	3.94	13.46
低品位鉱	400,623	1.02	2.37	14.11

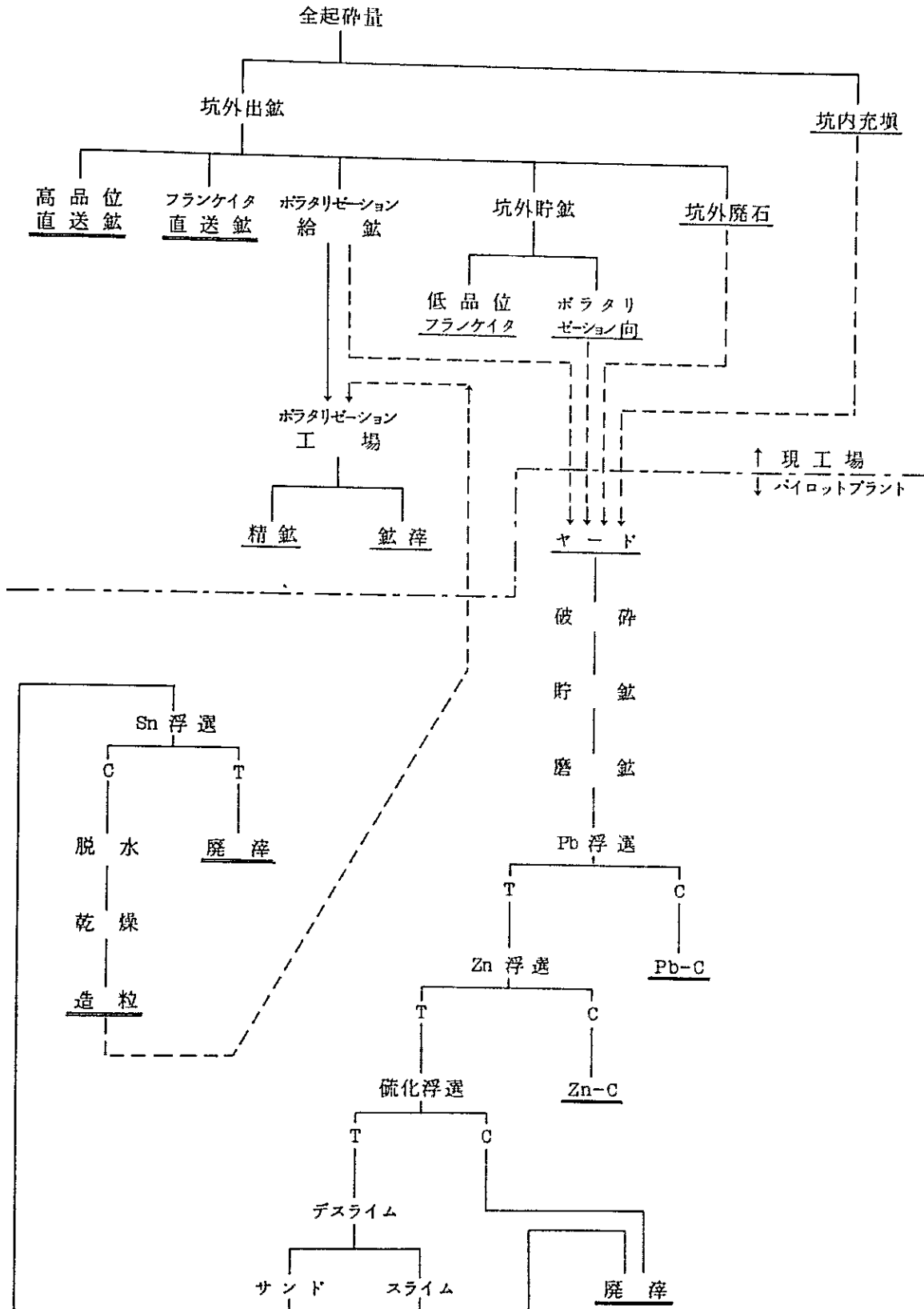
(t) 確定および推定を含む

1 DM = 100 · g / t

生産状況 ( 1976 年月平均 ) :



2.2 パイロットプラントの位置づけ



2.3 1976年月平均成績

番号	鉱種	鉱量 t/月	品位				分布率 %			
			% Sn	% Zn	% Pb	DM Ag	Sn	Zn	Pb	Ag
1	全起砕鉱石	8,783.0	1.84	10.53	2.54	2.42	100.0	100.0	100.0	100.0
2	高品位直送鉱	0.3	47.30	—	—	—	0.1	—	—	—
3	フランケイタ直送鉱	485.0	9.77	(20.00)	11.83	13.81	29.4	—	25.7	31.6
4	ボラタリゼーション給鉱	922.4	3.30	18.52	3.68	3.61	18.8	—	—	—
5	坑外貯鉱	588.9	3.16	(16.70)	(6.95)	8.46	11.5	—	—	—
6	坑内充填	2,913.0	1.35	11.57	(1.80)	(1.39)	24.4	—	—	—
7	坑外廃石	3,873.4	0.66	(5.73)	(1.00)	(0.56)	15.8	—	—	—
4	ボラタリゼーション給鉱	922.4	3.30	18.52	3.68	3.61	18.8	—	—	—
8	" 精鉱	117.6	22.63	16.57	20.80	(3.00)	16.5	2.1	11.0	—
9	" 鉱滓	804.8	0.48	18.80	1.18	(3.70)	2.3	—	—	—
5	坑外貯鉱	588.9	3.16	(16.70)	(6.95)	8.46	11.5	—	—	—
10	低品位フランケイタ	304.9	2.71	(15.00)	(10.00)	12.62	5.1	—	—	—
11	ボラタリゼーション向	284.0	3.64	(18.52)	(3.68)	4.00	6.4	—	—	—
	Sn精鉱合計(2+3+8)	602.9	12.30				46.0	—	—	—
	亜鉛実収率(8)				( )は推定値			2.1	—	—
	鉛実収率(3+8)								36.7	—
	銀実収率(3)									31.6
12	(4+5+6+7)	8,297.7	1.37	9.98	2.00	1.75	70.5	87.5	74.3	68.5

1DM=100g/t

2.4 実操業規模の浮選プラントが建設された場合の予想成績

番号	鉱種	鉱量 t/月	品位				分布率 %			
			% Sn	% Zn	% Pb	DM Ag	Sn	Zn	Pb	Ag
1	全起砕鉱石	8,783.0	1.84	10.53	2.54	2.42	100.0	100.0	100.0	100.0
2	高品位直送鉱	0.3	47.30	—	—	—	0.1	—	—	—
3	フランケイタ直送鉱	485.0	9.77	(20.00)	11.83	13.81	29.4	10.5	25.7	31.6
12	選鉱場給鉱 (4+5+6+7)	8,297.7	1.37	9.98	2.00	1.75	70.5	89.5	74.3	68.5
13	鉛精鉱	224.0	3.50	6.00	33.00	17.00	4.9	1.4	33.1	18.6
14	亜鉛精鉱	1,327.6	1.30	53.00	2.00	4.00	10.7	76.1	11.9	75.7
15	ボラタリゼーション給鉱	922.4	5.55	3.00	1.50	0.80	31.7	3.0	6.2	3.6
16	廃滓	5,823.7	0.64	1.43	0.89	0.70	23.2	9.0	23.1	20.6
15	ボラタリゼーション給鉱	922.4	5.55	3.00	1.50	0.80	31.7	3.0	6.2	3.6
17	" 精鉱	199.1	22.63				27.8	—	—	—
18	" 鉱滓	723.3	0.86				3.9	—	—	—
	Sn精鉱合計(2+3+17)	709.3	13.06				57.3	—	—	—
	亜鉛実収率(14)							76.1	—	—
	鉛実収率(3+13)								58.8	—
	銀実収率(3+13+14)									75.9

## 2.5

### 2.5.1 目的

- (1) Pb精鉱採取の為の青化ソーダ法と温水法とを比較する。
- (2) Sn浮選の前段で実施される脱スライムの効果を確認する。
- (3) パイロットプラントで将来使用する予定の用水の影響を調査する。

### 2.5.2 青化ソーダ法と温水法の比較

方 法	試 験 №	Pb 精 鉱	
		Pb, %	Pb実収率, %
NaCN	4	2980	507
	6	3182	479
	9	2618	578
	平均	2927	521
温 水	5	4287	539
	7	3387	548
	8	4189	633
	平均	3954	573

Pb精鉱の品位及び実収率ともに温水法の方がすぐれている。

### 2.5.3 脱スライムの効果

方 法	試 験 №	Sn浮選尾鉱		捕収剤A-P860 使用量(gr/ton)
		Sn %	Sn分布率, %	
脱スライム有	4	066	8.1	525
	8	171	235	800
	平均	119	15.8	663
脱スライム無	6	168	30.8	600
	7	241	51.3	1500
	平均	205	41.1	1050

脱スライムはSn浮選に好結果をもたらす。

2.5.4 ポリーバル鉱山現地の用水の影響

(1) 温水 Pb浮選への影響

使 用 水 試 験 ㍻	Pb 精 鉱	
	Pb %	Pb実収率, %
5	42.87	53.9
水 道 水 7	33.87	54.8
平 均	38.87	54.4
ポリーバル用水 8	41.89	63.3

ポリーバル鉱山現地の用水は温水 Pb浮選に好影響を与える。

(2) Zn浮選への影響

使 用 水 試 験 ㍻	Zn 精 鉱	
	Zn %	Zn実収率, %
水 道 水 7	46.06	83.1
ポリーバル用水 8	47.68	74.1

ポリーバル鉱山現地の用水を使用した場合には Zn実収率が低下する。

(3) Sn浮選への影響

使 用 水 試 験 ㍻	Sn 浮 選 尾 鉱		A・P860 使用量 (gr/t)
	Sn %	Sn分布率, %	
水 道 水 4	0.66	8.1	525
ポリーバル用水 8	1.71	23.5	800

ポリーバル鉱山現地の用水を使用した場合には Sn実収率が低下する。

資料 1 - 2

ボリビア鉱山公社へ提出した報告書

1971年 1 月

金 谷 浩 一 郎

大 日 方 司 郎



INFORME DE LA MISION DE COOPERACION JAPONESA

SOBRE LA RECUPERACION DE MINERALES

DE SULFUROS COMPLEJOS EN:

EMPRESA MINERA BOLIVAR (E.M.BOLIVAR)

EMPRESA MINERA COLQUIRI (E.M.COLQUIRI)

KOICHIRO KANAYA (JICA)

SHIRO OBINATA (JICA)

ENERO DE 1978



## 1. I N T R O D U C C I O N

El presente informe se refiere a las pruebas de flotación que se realizaron sobre los minerales de E.M.Colquiri y E.M.Bolivar, en cumplimiento del Registro de Discusiones y Plan Anual de Trabajo, firmado entre Japan International Cooperation Agency (JICA) y Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL) el 21 de febrero de 1977.

Estas pruebas de flotación se efectuaron en celda unitaria desde marzo hasta diciembre de 1977 en Instituto de Investigaciones Minero Metalúrgicas-Oruro, con la colaboración de Técnicos bolivianos: Ing.Rodolfo de la Barra é Ing. Agricio Castro.

## 2. PRUEBAS DE FLOTACION CON PRODUCTOS DEL INGENIO' DE E.M. COLQUIRI

### 2.1. Objetivo.-

El objetivo principal de las pruebas de flotación en celda unitaria con productos del Ingenio de E.M.Colquiri, es recuperar concentrados de alta ley de estaño por medio de aplicación de la patente: "PROCESO DE FLOTACION DE ESTAÑO", usando SO<sub>2</sub> gas para depresar siderita, que se ha registrado en Japón y Bolivia. (Ver referencia)

### 2.2. Muestras para alimentación a las pruebas de flotación.

En el Ingenio de E.M.Colquiri, del circuito de concentrado baja ley de estaño, se tomarán las siguientes muestras para alimentación a las pruebas de flotación.

---

#### M U E S T R A S

---

- Nº 1. Alimentación a flotación sulfuros Nº 4.
  - Nº 2. Non-float de flotación sulfuros Nº 4.
  - Nº 3. Non-float de flotación sulfuros Nº 5.
  - Nº 4. Concentrado fino antes horno secador.
  - Nº 5. Concentrado baja ley antes horno secador.
  - Nº 6. Alimentación a flotación rougher de planta flotación casiterita.
  - Nº 7. Concentrado estaño de planta flotación casiterita.
  - Nº 8. Concentrado estaño para volatilización.
-

En el flujograma del ingenio de E.M.Colquiri, (Ver apéndice), se indican los lugares donde se tomaron estas muestras.

El análisis químico de estas muestras arrojó los siguientes resultados:

MUESTRAS	L E Y E S						
	%Sn	%Fe	%Zn	%S	%SiO2	%Al2O3	%Ca
Nº 1.	2.56	42.13	9.77	33.24			
Nº 2.	9.56	27.90	4.09	15.50			
Nº 3.	9.74	23.07	13.04	12.11			
Nº 4.	13.94	28.56	8.13	13.41	5.78		2.00
Nº 5.	7.53	25.58	9.76	13.96	15.43	5.08	3.90
Nº 6.	0.74	9.43					
Nº 7.	9.85	30.88	1.44	1.56	3.60	7.84	6.30
Nº 8.	3.90	22.82					

### 2.3. Resultados y condiciones experimentales.

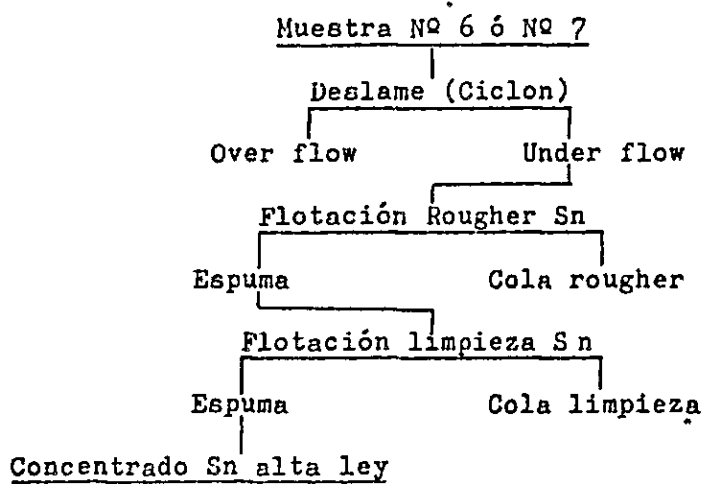
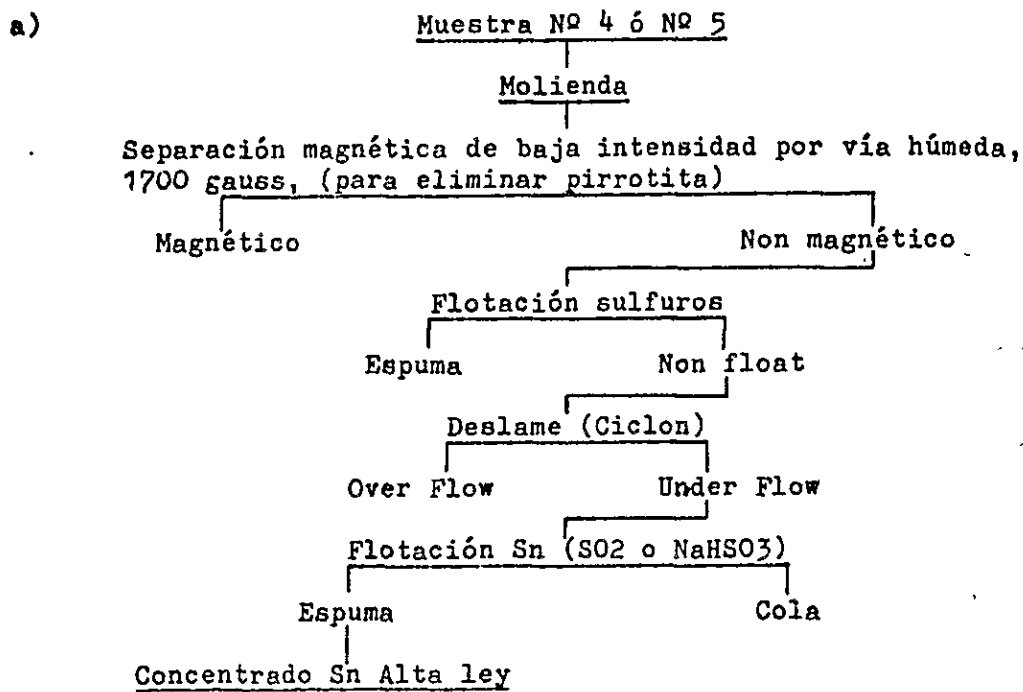
Sobre las muestras arriba indicadas, se efectuaron treinta pruebas de flotación en total.

En el apéndice se indican los resultados obtenidos y condiciones aplicadas en cada prueba de flotación.

Estas pruebas de flotación se clasifican en dos tipos principales:

- a). Con las alimentaciones a planta de separación magnética de alta intensidad (Muestra Nº 4 y Nº 5), se efectuaron las siguientes pruebas de flotación Sn (Pruebas Nos: 1, 2, 3, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 28, 29, 30), a objeto de comparar resultados entre las pruebas experimentales de flotación Sn por el método usando SO<sub>2</sub> gas (o NaHSO<sub>3</sub>), y el balance metalúrgico en la planta actual de separación magnética de Ingenio de E.M.Colquiri.
- b). Usando como alimentación (Muestra Nº 6) y el concentrado estaño (Muestra Nº 7) de la planta actual de flotación casiterita, se efectuaron las pruebas de flotación Sn (Pruebas Nos: 11, 19, 20, 22, 24, 25, 26, 27), a objeto de estudiar la posibilidad de aplicación de este método de flotación Sn usando SO<sub>2</sub> gas (o NaHSO<sub>3</sub>) para depresar siderita, en la planta actual de flotación casiterita de ingenio de E.M.Colquiri.

Los flujogramas de estos dos tipos de las pruebas de flotación están dados en las figuras siguientes:



2.4. Discusiones y conclusiones de las pruebas de flotación sobre los productos de E.M.Colquiri.

2.4.1. Comparar los resultados experimentales de las pruebas de flotación Sn por el método usando SO<sub>2</sub> gas (o NaHSO<sub>3</sub>), con el balance metalúrgico de la planta actual de separación magnética en ingenio de E.M.Colquiri

- (1) En base a datos proporcionados por E.M.Colquiri, suponemos que el balance metalúrgico de la planta separación magnética es como en el cuadro siguiente:

PRODUCTOS	PESO %	LEY %Sn	RECUPERACION %
Alimentación a planta de separación magnética de alta intensidad.	100.0	9.88	100.0
Concentrado baja ley de estaño	45.0	20.00	91.2
Cola	55.0	1.59	8.8

- (2) De acuerdo a los cálculos realizados en base a resultados experimentales de las pruebas de flotación Sn por el método usando SO<sub>2</sub> gas (o NaHSO<sub>3</sub>) sobre las muestras Nº 4 y Nº 5, se deduce que en el circuito de concentrado baja ley de estaño, se puede obtener concentrado alta ley de estaño, como se observa en el cuadro siguiente:

PRODUCTOS	PESO %	LEY % Sn	RECUPERACION %
Alimentación a planta separación magnética de alta intensidad	100.0	9.88	100.0
Concentrado alta ley de estaño por este método de flotación Sn	22.7	39.60	91.2
Cola de pre-tratamiento	41.7	1.22	5.2
Cola de flotación Sn	35.6	1.12	3.6

\* Es igual que la suma de muestras Nº 4 y Nº 5.

- 2.4.2. Posibilidad de aplicación de este método de la flotación Sn usando SO<sub>2</sub> gas (o NaHSO<sub>3</sub>) para depresar siderita, en la planta actual de flotación casiterita de Ingenio de E.M.Colquiri.

Los resultados experimentales de Prueba Nº 27 con muestra Nº 6. (Alimentación a flotación rougher de planta flotación casiterita), han dado concentrado alta ley de estaño; 32.41% Sn, y recuperación de 43.1%

En base a los datos proporcionados por E.M.Colquiri, suponemos

que el concentrado de estaño tiene ley de 15% Sn y recuperación de 45%, en la planta actual de flotación casiterita.

Por esta razón, la ley del concentrado de Sn obtenido por el método de flotación Sn usando SO<sub>2</sub> gas (o NaHSO<sub>3</sub>) es mayor en 17% que el concentrado de Sn de la planta actual.

Se debe indicar que en la Prueba N° 27 se ha usado el reactivo HF para depresar impurezas; como Ca, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y otros, siendo muy difícil usar este reactivo en la planta actual, debido a su cotización cara, además de su preparación y alimentación muy peligrosa.

### 2.4.3. Proposición para obtener concentrado alta ley de estaño en circuito de concentrado baja ley de estaño en Ingenio actual de E.M.Colquiri.

Como consecuencia de los resultados de estas pruebas, se debe aclarar que, en el concentrado de baja ley de estaño se observa muchos minerales sulfurosos como: pirita, pirrotita, y marmatita.

La pirrotita se puede eliminar fácilmente por separación magnética de baja intensidad por vía húmeda.

Por esta razón, antes de la etapa de peso específico comparativamente alto, además de disminuir notablemente la cantidad de minerales que se pasa en la etapa de mesas simultáneamente se mejora la eficiencia de operación en mesas.

En conclusión, para obtener concentrados de alta ley de estaño, proponemos que antes de la etapa de mesas, se debe operar con separación magnética de baja intensidad por vía húmeda, combinando posteriormente con planta de flotación casiterita usando SO<sub>2</sub> gas (o NaHSO<sub>3</sub>) para depresar siderita, que reemplazaría a separación magnética de alta intensidad por vía seca usando actualmente.

## 3. PRUEBAS DE FLOTACION CON MINERALES DE E.M.BOLIVAR

### 3.1. Objetivo.-

En base al convenio de cooperación técnica entre JICA y COMIBOL, para E.M.Bolivar, se tiene proyectado la construcción de una planta piloto

to de flotación, para recuperar concentrados de Pb, Zn y Sn.

Por razón de adelantar este proyecto sin dificultad se han realizado las pruebas de flotación en celda unitaria, considerando los objetivos siguientes:

- a) Comparar el resultado experimental de flotación Pb por el método de "Pulpa Caliente", con el resultado por método convencional usando Cianuro de Sodio (NaCN).
- b) Estudiar la influencia de la etapa de deslame, sobre el resultado experimental de flotación Sn.
- c) Estudiar la influencia del Agua proveniente de E.M. Bolivar, sobre los resultados experimentales de flotación Pb, Zn y Sn.

### 3.2. Muestras para alimentación a las pruebas de flotación.-

En E.M. Bolivar, se tomaron las siguientes muestras para alimentación a las pruebas de flotación cuyos análisis químicos se presentan en el siguiente cuadro (Cuadro 1)

MUESTRAS	CUADRO 1						
	L E Y E S		%Sb	%Zn	%Fe	%S	D.M.* Ag
%Sn	%Pb						
Desmonte (Caja extraído)	1.61	1.68	0.02	8.91	9.33	11.49	0.55
Taqueo (relleno en rajos)	2.34	2.98	0.03	18.11	11.51	16.97	4.74
Alimentación a planta de volatilización	3.03	3.04	0.45	22.46	10.80	20.96	2.41

\* 1 D.M. = 100 gr/ton

### 3.3. Resultados y condiciones experimentales.-

Las pruebas Nº 1, Nº 2, y Nº 3 tienen carácter preliminar, se experimentaron con muestras de Desmonte, Taqueo y Alimentación a planta de volatilización respectivamente.

En base a los objetivos indicados anteriormente, las Pruebas Nos: 4, 5, 6, 7, 8, y 9 se realizaron sobre muestra común; mezclada, en la proporción de : 50.2% de Desmonte, 37.8% de Taqueo y 12.0% de Alimentación a la Planta volatilización.

Esta muestra mezclada se ha determinado en base de cantidad de productos obtenidos en E.M.Bolivar durante el año de 1976.

La muestra mezclada fué sometida a un grado de molienda 77.4%-325 mallas, antes de alimentar a cada prueba de flotación.

En el apéndice se indican los resultados obtenidos, condiciones y flujograma aplicados en cada prueba de flotación.

### 3.4. Conclusiones sobre las pruebas de flotación con los minerales de E.M.Bolivar.-

#### 3.4.1. Comparación de resultados experimentales de flotación Pb por método pulpa caliente, y por método convencional usando NaCN.

CUADRO 2			
METODOS	PRUEBAS	CONCENTRADO Pb	
		LEY, %Pb	RECUPERACION %
NaCN	Nº 4.	29.80	50.7
	Nº 6.	31.82	47.9
	Nº 9.	26.18	57.8
	PROMEDIO	29.27	52.1
Pulpa Caliente	Nº 5.	42.87	53.9
	Nº 7.	33.87	54.8
	Nº 8.	41.89	63.3
	PROMEDIO	39.54	57.3

Como se observa en el cuadro Nº 2, por método de "pulpa Caliente" se puede obtener concentrado Pb de mas alta ley y mayor recuperación en comparación con el concentrado de Pb por método convencional usando NaCN.

#### 3.4.2. Influencia de la etapa de deslame sobre el resultado experimental de flotación Sn.

CUADRO 3

METODOS	PRUEBAS	COLA DE FLOTACION Sn		COLECTOR EMPLEA DOS A.P. 860 gr/ton
		LEY % Sn	DISTRIB. %	
Con deslame (Ciclón)	Nº 4.	0.66	8.1	525
	Nº 8.	1.71	23.5	800
	PROMEDIO	1.19	15.8	663
Sin deslame	Nº 6.	1.68	30.8	600
	Nº 7.	2.41	51.3	1500
	PROMEDIO	2.05	41.1	1050

Como se observa en el cuadro Nº 3, para obtener resultados óptimos en etapa flotación Sn, es necesario que el deslame por ciclón se opere de flotación Sn.

4.3. Influencia de agua proveniente de E.M.Bolivar.-

En la siguiente tabla, se indica resultados de análisis químico del agua proveniente de E.M.Bolivar y agua potable de la ciudad Oruro, empleados en las pruebas de flotación.

AGUA	PH	Fe+++	Ca++	Mg++	Cl -	SO4 --
Agua proveniente de E.M.Bolivar	6.4	* 1.2	26.85	14.34	7.09	139.7
Agua potable de ciudad Oruro	8.2	0.3	42.08	19.91	198.53	79.43

\* Es muy baja porque ión de Fe+++ se ha sedimentado probablemente.

(1) Influencia sobre flotación Pb por método "Pulpa Caliente".

AGUA EMPLEADO EN PRUEBA	PRUEBA	CONCENTRADO Pb	
		LEY % Pb	RECUP. %
Agua potable de ciudad Oruro	Nº 5.	42.87	53.9
	Nº 7.	33.87	54.8
	PROMEDIO	38.37	54.4
Agua proveniente de E.M.Bolivar	Nº 8.	41.89	63.3

El resultado experimental de flotación Pb usando agua proveniente de E.M.Bolivar, es mejor que usando agua potable de ciudad de Oruro.



(2) Influencia sobre flotación Zn.

AGUA EMPLEADO EN PRUEBA	PRUEBA	CONCENTRADO Zn	
		LEY % Zn	RECUP. %
Agua potable de ciudad Oruro	Nº 7.	46.06	83.1
Agua proveniente de E.M.Bolivar	Nº 8.	47.68	74.1

En estas pruebas se ha aplicado el método Pulpa caliente para recuperar concentrado Pb. El resultado experimental de flotación Zn usando agua proveniente de E.M.Bolivar, tiene recuperación más baja de Zn que usando agua potable de ciudad Oruro.

(3) Influencia sobre flotación Sn.

AGUA EMPLEADO EN PRUEBA	PRUEBA	COLA DE FLOTACION Sn		COLECTOR EMPLEA- DO A.P.860 gr/ton
		LEY % Sn	DISTRIB. %	
Agua potable de ciudad Oruro	Nº 4.	0.66	8.1	525
Agua proveniente de E.M.Bolivar	Nº 8.	1.71	23.5	800

En estas pruebas se ha aplicado la etapa de deslame por ciclón. El resultado experimental de flotación Sn usando agua proveniente de E.M.Bolivar nos muestra una recuperación más baja de Sn, que usando agua potable de ciudad Oruro.

4. CONDICIONES ACTUALES Y PROBLEMAS EN E.M. BOLIVAR

En base a datos proporcionados por E.M. Bolivar, para el año 1976 suponemos que el balance metalúrgico de los productos es como sigue:

(Ver en la siguiente hoja)

BALANCE METALURGICO EN 1976 (PROMEDIO MENSUAL)

E.M. BOLIVAR

Nº	PRODUCTOS	To/Ms	L E Y E S				DISTRIBUCION %			
			%Sn	%Zn	%Pb	DM AG	Sn	Zn	Pb	Ag
1	Tot.Arrancado	8783.0	1.84	10.53	2.54	2.42	100.0	100.0	100.0	100.0
2	Guia Alta ley	0.3	47.30				0.1			
3	Guia Frankeita	485.0	9.77	20.00	11.83	13.81	29.4		25.7	31.6
4	Alim.Volatiliz.	922.4	3.30	18.52	3.68	3.61	18.8			
5	Existencia	588.9	3.16	16.70	6.95	8.46	11.5			
6	Relleno Rajos	2913.0	1.35	11.57	1.80	1.39	24.4			
7	Caja extraida	3873.4	0.66	5.73	1.00	0.56	15.8			
4	Alim.Volatiliz.	922.4	3.30	18.52	3.68	3.61	18.8			
8	Polvo volatil.	117.6	22.63	16.57	20.80	3.00	16.5	2.1	11.0	
9	Escoria	804.8	0.48	18.80	1.18	3.70	2.3			
5	Existencia	588.9	3.16	16.70	6.95	8.46	11.5			
10	Fran.baja ley	304.9	2.71	15.00	10.00	12.62	5.1			
11	Estaño p/horno	284.0	3.64	18.52	3.68	4.00	6.4			
	TOTAL ESTAÑO (2+3+8)	602.9	12.30				46.0			
	RECUPERACION Zn (8)							2.1		
	" Pb (3+8)								36.7	
	" Ag (3)									31.6

En las condiciones actuales de E.M.Bolivar, creemos que existen los siguientes problemas:

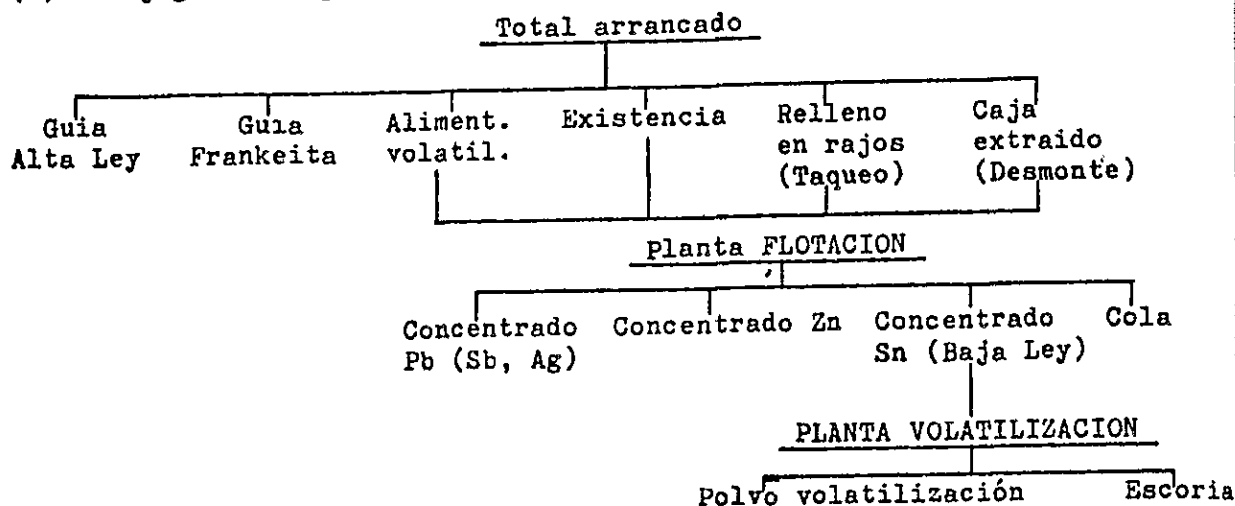
- (1) Las recuperaciones de Zn y Ag son muy bajas, 2.1% y 31.6%, mientras las leyes de cabeza en Zn y Ag son muy altos, 10.53% Zn y 2.42 D.M.Ag.
- (2) Para alimentación a planta volatilizaci3n se requiere ley de Sn mayor al 3% Sn, por esta raz3n se est3 perdiendo todo el contenido de estaño en los Taqueos (1.35%Sn) y Desmontes (0.66%Sn).
- (3) La capacidad de la planta de volatilizaci3n es limitada por consiguiente, se est3 acumulando el excedente como "existencia" para la planta volatilizaci3n.
- (4) "Guia Frankeita", contiene muchos minerales valiosos de alta ley; pero no se los recupera convenientemente por t3cnica de concentraci3n por esta raz3n actualmente no se tiene un 3ptimo r3dito correspondiente al valor econ3mico de los minerales "Guia Frankeita"

5. PLAN TENTATIVO DE LA PLANTA INDUSTRIAL DE FLOTACION EN E.M.BOLIVAR

Para resolver los problemas arriba mencionados, proponemos un plan tentativo de la planta industrial de flotación, que tiene el siguiente flujograma y el siguiente balance metalúrgico.

Este balance metalúrgico de la planta flotación, se ha calculado considerando límite mínimo, en base a resultados obtenidos por los estudios realizados en Japón y Bolivia.

(1) Flujograma de plan tentativo



(2) Balance metalúrgico estimado en plan tentativo

Nº	PRODUCTOS	To/Ms	L E Y E S				DISTRIBUCION %			
			%Sn	%Zn	%Pb	DM Ag	Sn	Zn	Pb	Ag
1	Tot.Arrancado	8783.0	1.84	10.53	2.54	2.42	100.0	100.0	100.0	100.0
2	Guia Alta ley	0.3	47.30				0.1			
3	Guia Frankeita	485.0	9.77	20.00	11.83	13.81	29.4	10.5	25.7	31.6
Aliment. a Ingenio (Planta Flotación)										
12	(4+5+6+7)	8297.7	1.37	9.98	2.00	1.75	70.5	89.5	74.3	68.5
13	Concent.Pb	224.0	3.50	6.00	33.00	17.00	4.9	1.4	33.1	18.6
14	" Zn	1327.6	1.30	53.00	2.00	4.00	10.7	76.1	11.9	25.7
15	" Sn	922.4	5.55	3.00	1.50	0.80	31.7	3.0	6.2	3.6
16	Cola	5823.7	0.64	1.43	0.89	0.70	23.2	9.0	23.1	20.6
15	Aliment.Volat.	922.4	5.55	3.00	1.50	0.80	31.7	3.0	6.2	3.6
17	Polvo volat.	199.1	22.63				27.8			
18	Escoria	723.3	0.86				3.9			
TOTAL Sn		709.3	13.06				57.3			
(2+3+17)										
Recup. Zn (14)								76.1		
" Pb (3+13)									58.8	
" Ag (3+13+14)										75.9

## 6. DISCUSION GENERAL SOBRE E.M.BOLIVAR

- 1) Considerando el valor económico de cada metal que contiene los minerales de E.M.Bolivar, no solamente se debe recuperar Sn, sino también los metales Zn, Ag, Sb y Pb.
- 2) La experiencia de trabajos con mineral "Guía Frankeita" nos indica que es muy difícil recuperar concentrados de estaño con ley y recuperaciones satisfactorias por método convencional de flotación, debido a que la casiterita se encuentra finamente enclavada en los minerales sulfurosos.
- 3) En el plan tentativo arriba indicado, solamente se recupera concentrado baja ley de estaño, pero en base a los resultados obtenidos en estudios realizados en Japón, también se puede obtener concentrados de alta ley de estaño, con ley de 43% Sn y recuperación de 17% (ver informe "Flotación tests of Bolivar ore" por JICA). También se ha obtenido otro concentrado de Sn con ley de 20% Sn, y recuperación del 25% por método convencional de flotación (ver "Informe sobre el curso de entrenamiento teórico-práctico en el campo de flotación de minerales, realizado en el Japón" por Ing. Juan Escalera Vásquez).
- 4) Generalmente, los minerales de E.M.Bolivar son muy complejos y por esta razón son muy variables, en este sentido previamente es necesario realizar un estudio completo en operaciones de la planta piloto de flotación, hasta obtener resultados satisfactorios en la separación de estos minerales, que servirán de base para la etapa industrial.

R E F E R E N C I A S :

- (1) "Flotation Tests of Colquiri & Bolivar Ores", JICA: S.Hashimoto, K.Kanaya, S.Obinata. January, 1977.
- (2) "Estudio de las Posibilidades de Concentración de un mineral "Guia Frankeita" de la E.M.Bolivar, COMIBOL.  
Proyecto P-265 Abril 1974 I.I.M.M.-Oruro
- (3) "Informe sobre el curso de entrenamiento teórico-práctico en el campo de Flotación de Minerales, realizado en el Japón".  
Ing. Juan Escalera Vasquez,  
Oruro, 9 de agosto de 1977.
- (4) "Informe de Labores de Investigación de Misión Japonesa - Gestión 1977"  
Ing. Agricio Castro V., Ing. Rodolfo de la Barra V.,  
Oruro, 6 de junio (Parte I), 28 de septiembre (Parte II), y diciembre de 1977 (Parte III).

資料Ⅱ

プラント建設打合せに関する短期専門家チーム報告書

1977年12月

工藤良広

小山内康二



## I. 調査の目的及び調査項目

実施調査団による“R/D”にもとづいて、ポリバール鉱山におけるパイロット・プラント建設に当り日本側とポリビア側との建設作業に関する責任分担および作業スケジュールを明確にし、現地での資材調達状況、供与機材の荷揚港からプラント建設予定地までの内陸輸送に関する諸問題および保管状態等を調査し、更にプラント建設予定地の状況を視察することによって、今後の計画の円滑な運用をはかることを目的とし、以下に示す細目についてポリビア側と打合せを行った。

### 〔調査項目〕

1. パイロット・プラントのレイアウト・プランに関する説明
2. プラント建設予定地の整地計画及び供与機材の基礎配置計画に関する説明
3. 供与機材の範囲に関する説明（日本側供与機材の範囲とポリビア側準備資材の範囲を明確にすること。
4. 関係法規・技術基準（特に電気関係について）の確認
5. プラント建設に関する相互の責任分担の確認
6. 建設作業スケジュールの調整
7. 建家概要の説明
8. 建設資材の調達に関する調査
9. 試薬・その他消耗品の調達に関する調査
10. 荷揚港より建設予定地までの輸送方法、通関、検収方法および保管場所等に関する打合せ
11. プラント建設予定地の実査



## Ⅱ. 調 査 日 程

調 査 期 間      昭和52年12月4日 ~ 12月15日 (15日間)  
 場                      所      ボリビア共和国 ラパス市

月 日	曜日	行 動 内 容
12/4	(日)	東 京——○ニューヨーク (PA 800) ニューヨーク (発)                      (BN 979)                      (泊) 機 中
5	(月)	ラ パ ス      (着)                      日本大使館表敬                      (泊)ラパス市内 ※津田大使・柴田書記官挨拶
6	(火)	鉦山冶金省表敬                      鉦山 局 長 Guillermo Murugua 氏挨拶 鉦山公社 (COMIBOL) 表敬 企画副部長 Oscar Urudinea 氏挨拶 企画 課 長 Guido Paravicini 氏挨拶 本件の概要を説明し、今後の日程・ボリビア側代表者の人選等につ いて企画課長 Paravicini と打合せ
7	(水)	対 COMIBOL 打合せ (出席者) JICA派遣専門家 大日方司郎 (選鉦技師) 同和ラパス事務所 河 野 (通 訳) 企 画 課 長 Guido Paravicini (地質技師) 本調査団の世話役 Radolfo de la Barra (選鉦技師)
8	(木)	COMIBOL-Oruro Hugo Bolaños (機械技師) 工 作 課 長 技術室スタッフ Raúl Pereira (電気技師) "                      Jaime Wieler (建築技師) "                      Jaime Baptista (土木技師) " Talking Paper" に従い、日本側の説明及び質疑応答
9	(金)	電気関係調査項目確認のため Pereira 氏と打合せ 日本大使館中間報告 (熊倉晃氏) 建設予定地実査のためオルロー市に向け移動 (ジープにて) 約 240 km (泊) オルロー市内

月 日	曜日	行 動 内 容
12/10	(土)	COMIBOL-Oruro事務所挨拶 (泊)オルロー市内 選鉱関係チーフ Edgar Ruiz 供与機材の積替駅(Pazña)の構内視察 ポリバール鉱山(プラント建設予定地)視察 鉱山長 Artoro Delgadillo 氏挨拶
11	(日)	移 動 日 (Oruro市——o La Paz市) (泊)ラパス市内
12	(月)	企画副部長 Urudinea 氏の事故死の報により、急遽予定を変更し、本調査団の世話役 de la Barra 氏 と今後の日程等について打合せ 鉱山局長 Murugia 氏 と会食
13	(火)	内部打合せ(最終打合せの条項を整理し、会議の進め方を協議)
14	(水)	対 COMIBOL 最終打合せ (大使館 熊倉氏出席) 確認事項・協議事項のまとめ
15	(木)	議事録の確認 大使館最終報告、津田大使挨拶 ラパス(発) (BN 978) (泊)機 中
16	(金)	リ マ (着) リ マ——o ロスアンゼルス(BN 920) (泊)ロスアンゼルス
17	(土)	ロスアンゼルス(発) (JL 061) (泊)機 中
18	(日)	東 京 (着)

突発事故により、ボリビア国内での予定変更を余議なくされたが、当初予定した調査項目については、互いに了解し、今後の計画の円滑な運営のために、双方、努力することを確認した。

### Ⅲ. 確 認 事 項

- (1) 荷 揚 港 Antofagasta港 (チリー共和国)
- (2) ポリビア側通関場所 Uyuni 税関
- (3) 供与機材の宛先変更について  
Corporación Minera de Bolivia,  
Empresa Minera Bolivar,  
Antofagasta en Transit a Uyuni, BOLIVIA
- (4) ポリビア側内陸輸送計画  
Antofagasta港(鉄道)○ Uyuni (通関場所)  
Uyuni(鉄道)○ Pазña (積替え) (トラック)○ Bolivar 鉱山 (保管場所)
- (5) 供与機材の梱包断面については、別添の鉄道断面規制図に従うこととし、梱包最大長さは  
10 m とする。
- (6) 輸 送 期 間 COMIBOL の責任で、2ヶ月以内に Bolivar 鉱山に搬入する。
- (7) 保 管 場 所 Bolivar 鉱山内
- (8) 保 管 方 法 一部倉庫内搬入とし、その他は屋外シート掛け程度の保管状態とする。  
※ 倉庫に入れる必要のあるものについては、梱包に印をつける  
(例えばコーナーカラーによる色分け)等による明確な分類を  
すること。
- (9) 輸入禁止品目のポリビア共和国国内持込については、COMIBOL の責任において処理できる  
ことなので全く問題なし。
- (10) プラント建設予定地については、日本側から提示された計画通りの場所を選定し、位置の  
変更はない。
- (11) 機材据付工事の期間中、トラック・クレーン2台を使用する件については、17.5トンク  
レーン車1台使用を確約できた。もう1台については、配備できるよう努力するが、現状で  
は約束できないとのことである。  
注) 機材据付工事に当っては、1台のトラック・クレーンで十分であるが建家の鉄骨組立時  
1～1.5ヶ月くらいの間2台のクレーンが配備されることにより作業工程が円滑に遂行  
されるであろうことを前提に、2台のトラック・クレーンを常時配備するよう主張した。  
最悪の場合でも1ヶ月間程度なら、もう1台の使用が可能と思われる。(COMIBOL-  
Oruroの倉庫にて2台のクレーン車が、現在、稼動中である。)
- (12) 日本側から提案したスケジュールについて、据付試運転期間6ヶ月では、いかにも短く、  
8ヶ月くらいかかるのが通常であるという意見はあったが、日本側派遣の専門家の指導のも

とに、お互いに協力し合って、提案されたスケジュール通り計画を進めるよう努力するという事で、日本側提案の作業スケジュールは、承認された。

- 03 上記の作業スケジュールに従って、ポリビア側準備作業は昭和53年1月に着手し、プラント建設予定地の整地工事は同年6月までに完成させることを約束した。
- 04 日本側からの供与機材の範囲を了解し、ポリビア側で準備する資材については、COMIBOLの責任で、全て調達できることを確認した。
- 05 プラント操業時に必要な試薬等の消耗品については全て、COMIBOLにて調達することで了解した。
- 06 日本側提示のフローシートについて基本的に了解した。
- 07 ポリビア側は、200m<sup>3</sup>の用水タンクを建設し、プラントサイトまでの用水配管を行うことを約束した。

#### Ⅳ. 協 議 事 項

(1) 日本側から提案された計画の内容について、特に問題はなく、これにもとづき、スケジュール通り計画を遂行するよう双方努力し合うことを申し合わせた。

(2) ポリビア側・準備作業の早期着工と、スケジュール通りの完成のために、特に基礎工事の早期着工をはかりたいので、基礎の詳細設計図・最終フローシート及び最終レイアウトを昭和53年3月末日までに送付するよう要望されたので、極力努力することを約束した。

そのために、ポリビア側では、プラント建設予定地の地質条件及び地耐力を調査し、プラントサイトへの取付道路の計画を検討し、それらの結果を早急に連絡することを申し合わせた。

(送付資料内訳) 第2原図 1部、青焼 4部

(ポリビア側送付先) Ing. Guindo Paravicini

Jefe de Proyecto de Corporación Minera de Bolivia

Casilla 349

LAPAZ, BOLIVIA

(3) ベルトコンベヤーにフードをつけるよう要望されたが、現在の計画では不要としているので、日本に帰って種々検討し、できるだけ希望に沿えるよう努力することで了解した。

(4) 当初計画のボイラー設備の代替品として、錫精鉱のボラタリゼーションの為に必要なベレタイザーを採用したいという日本側の説明に対し、日本側の主旨は基本的に了解するが、現在、日本側派遣の専門家によって進められている、パルプ加温法に関する実験室でのバッチ・テストは新しい技術であり、非常な興味をもっているので、今回の試験プラントにおいても、この種の試験を是非行ないたいと考えている。従って、供与機材の中に、ボイラー設備も加えるよう検討して欲しいという要望が出た。これについては、帰国後、種々の検討を加えた上、その結論を伝える旨、回答した。

(5) 人員計画については、日本側の主旨を了解し、COMIBOLとしてこれに沿えるよう努力するという回答を得た。

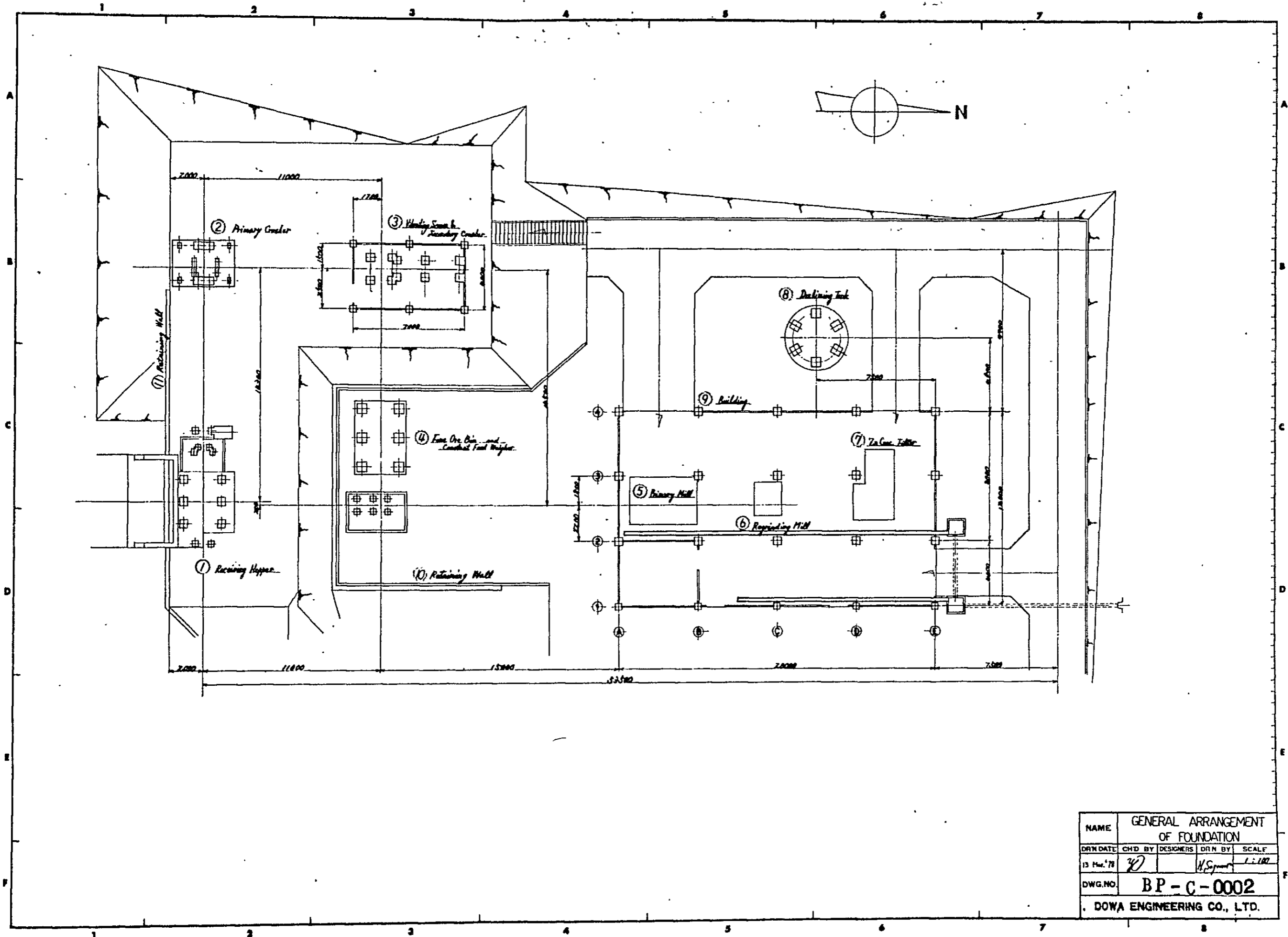
(6) 日本側とポリビア側の作業分担については、先の、ポリバール鉱山におけるパイロット・プラント建設に関するR/D条項に示す供与機材を各年度毎に送付し、プラントの据付指導及び操業指導を行うことを日本側が担当し、それ以外の土木・建築に係る資材の調達、施工、供与機材の据付工事・プラントの操業及び電力・用水の整備等日本側供与機材の項目にない建設資材の調達及び計画の運営について、ポリビア側が責任を負うという日本側の説明を了解し、本プロジェクトの完遂に、双方、協力し合うことを確認した。

また、ポリビア側で担当すべき機材でも、日本側の計画にマッチさせる構造にする必要のある建家の鉄骨や納期等の関係でスケジュールに合わせて調達できない資材(例えば高圧配

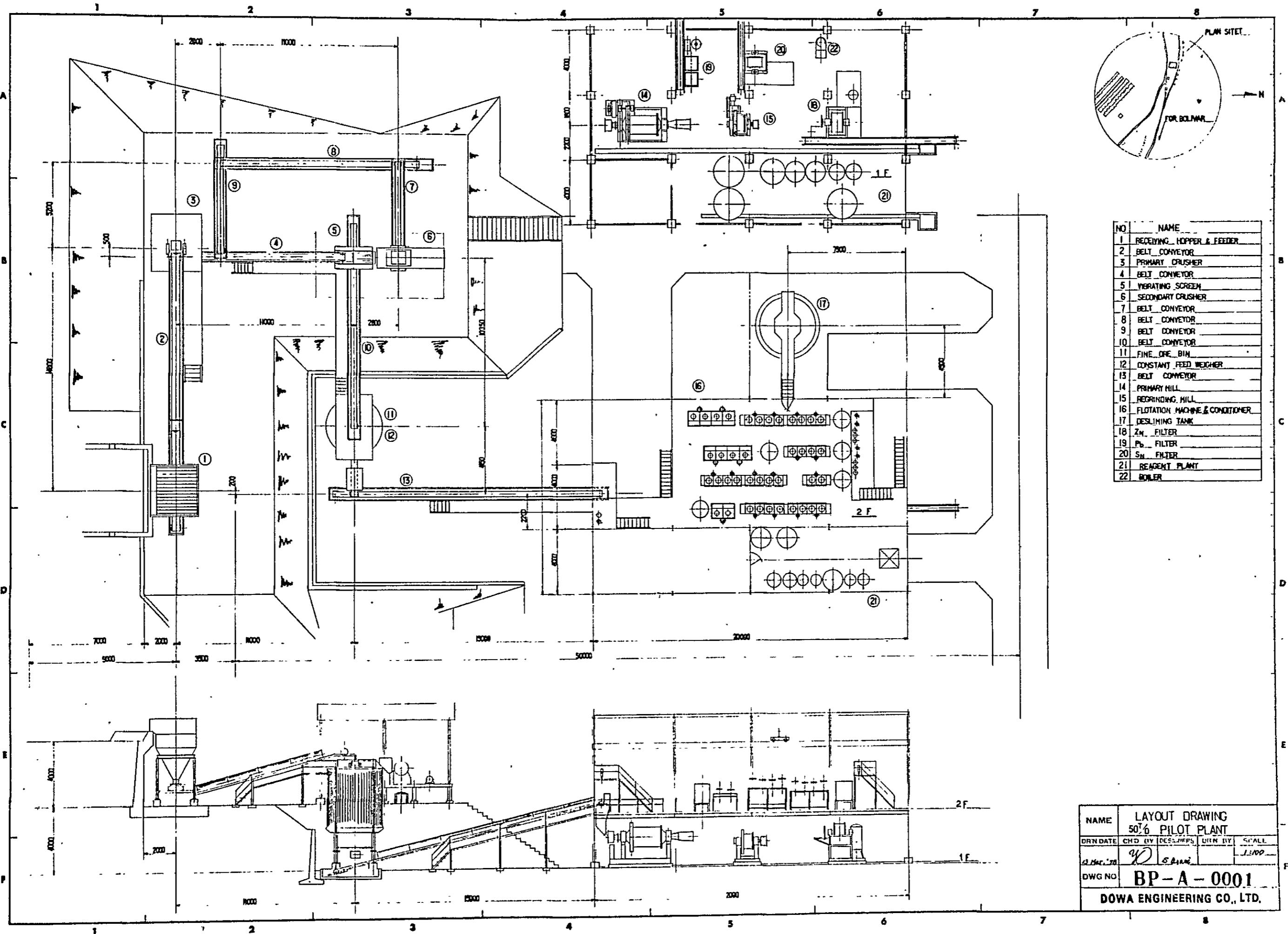
線賃材)については、C.I.F Antofagasta ベースの見積をして欲しい由の要望があった。

但し、それらは全て COMIBOL のコストで調達するものであるということがつけ加えられている。

- (7) ボイラー設備採用等を考慮し、COMIBOL は飲料水の調達と、プラントサイトまでの飲料水配管計画を進める用意のあることを示唆した。



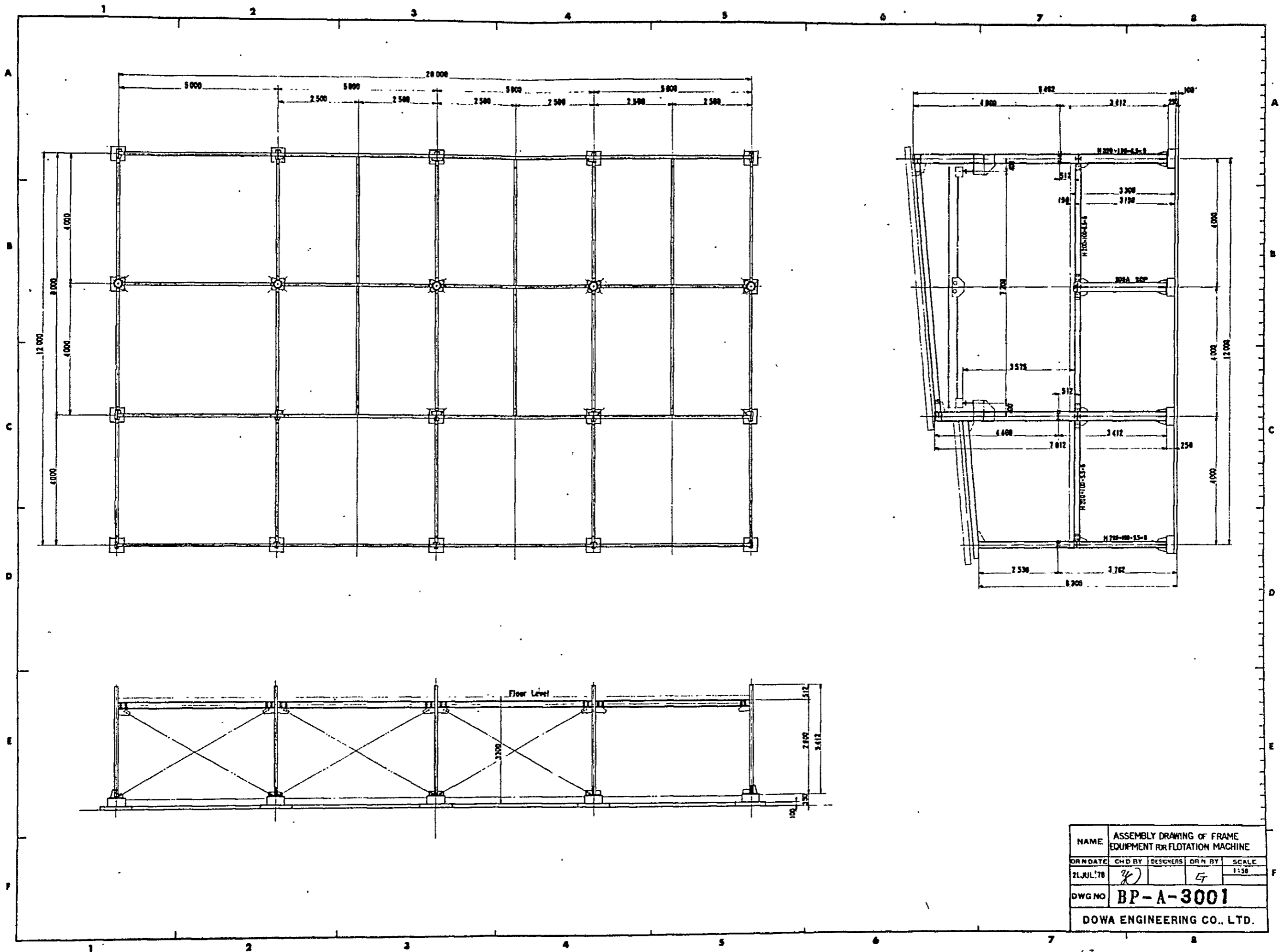
NAME					GENERAL ARRANGEMENT OF FOUNDATION				
DRN DATE	CHD BY	DESIGNERS	DRN BY	SCALE					
13 Mar '78			H. S. [Signature]	1:100					
DWG. NO.					BP - C - 0002				
DOWA ENGINEERING CO., LTD.									



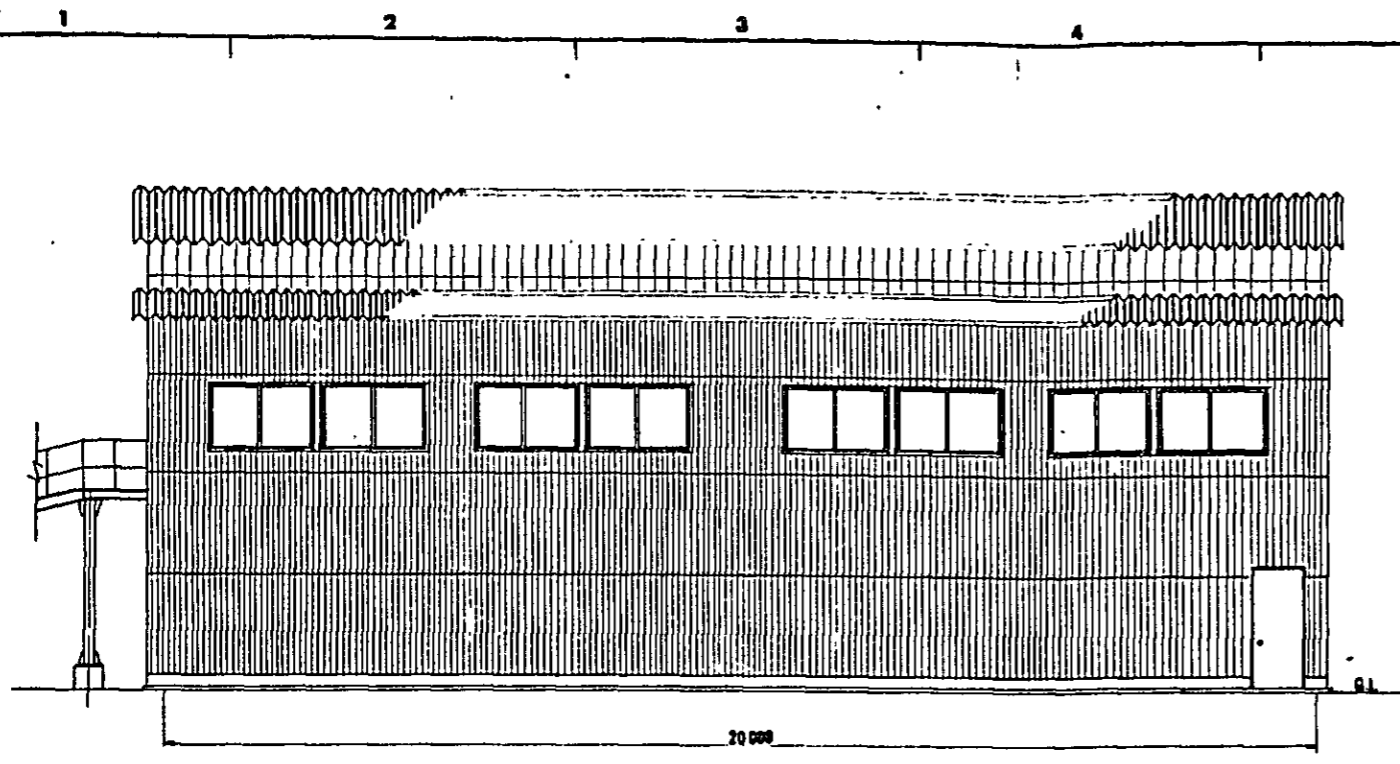
NO	NAME
1	RECEIVING HOPPER & FEEDER
2	BELT CONVEYOR
3	PRIMARY CRUSHER
4	BELT CONVEYOR
5	VIBRATING SCREEN
6	SECONDARY CRUSHER
7	BELT CONVEYOR
8	BELT CONVEYOR
9	BELT CONVEYOR
10	BELT CONVEYOR
11	FINE ORE BIN
12	CONSTANT FEED WEIGHER
13	BELT CONVEYOR
14	PRIMARY MILL
15	REGROUNDING MILL
16	FLOTATION MACHINE & CONDITIONER
17	DESLIMING TANK
18	Zn FILTER
19	Pb FILTER
20	Su FILTER
21	REAGENT PLANT
22	BOILER

NAME	LAYOUT DRAWING 50t/h PILOT PLANT		
DRN DATE	CHD BY	DESIGNERS	DRN BY
12 MAR 78	YD	S. P. H.	J. LIND
DWG NO	BP-A-0001		
DOWA ENGINEERING CO., LTD.			

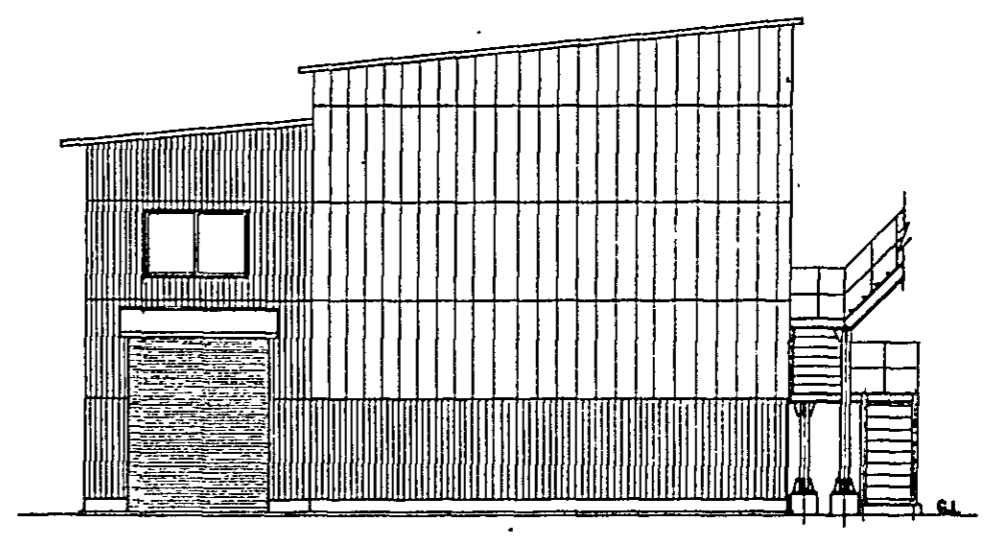




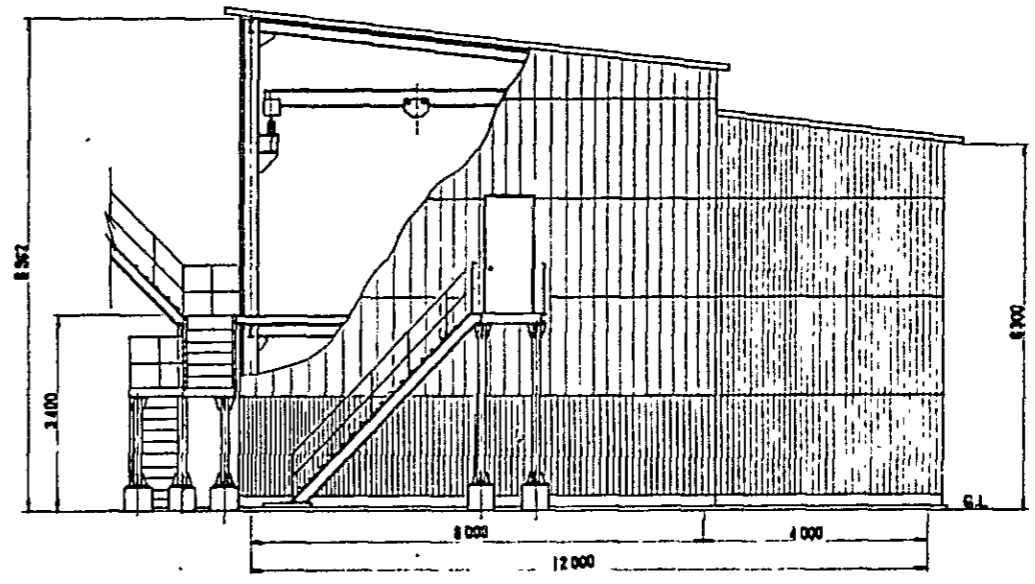
NAME	ASSEMBLY DRAWING OF FRAME EQUIPMENT FOR FLOTATION MACHINE			
OR DATE	CHD BY	DESIGNERS	DRN BY	SCALE
21 JUL '78	Y		G	1:50
DWG NO	BP-A-3001			
DOWA ENGINEERING CO., LTD.				



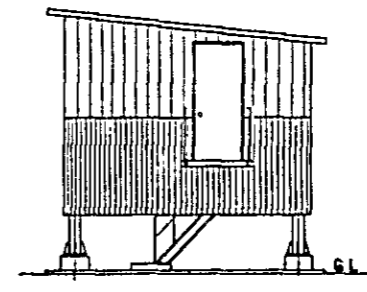
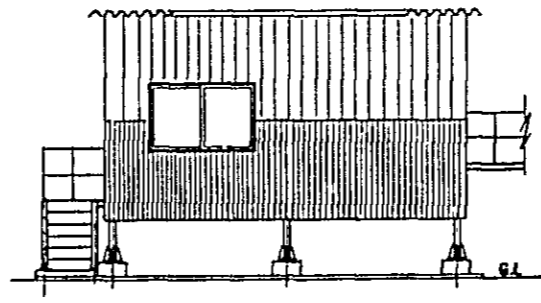
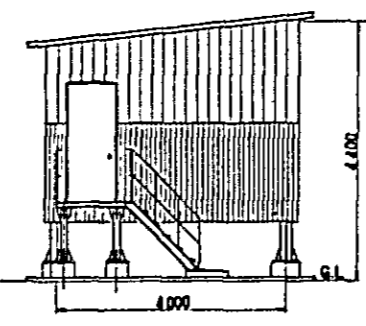
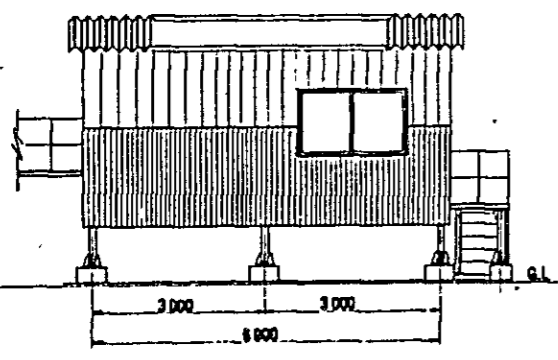
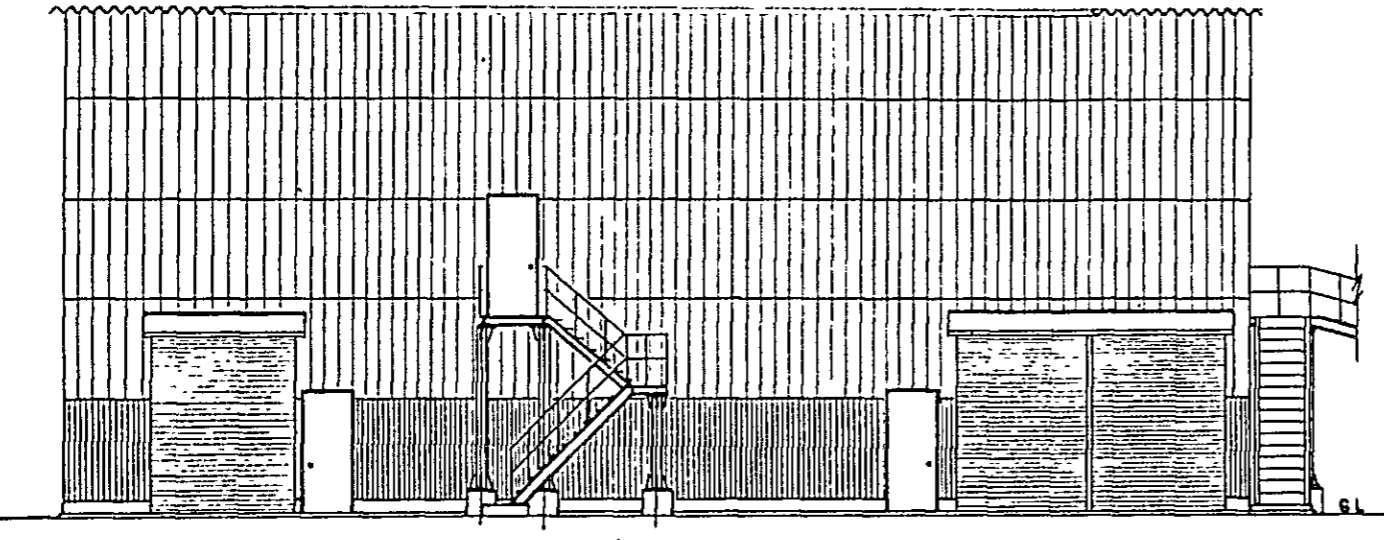
LEFT SIDE ELEVATION



FRONT ELEVATION



RIGHT SIDE ELEVATION

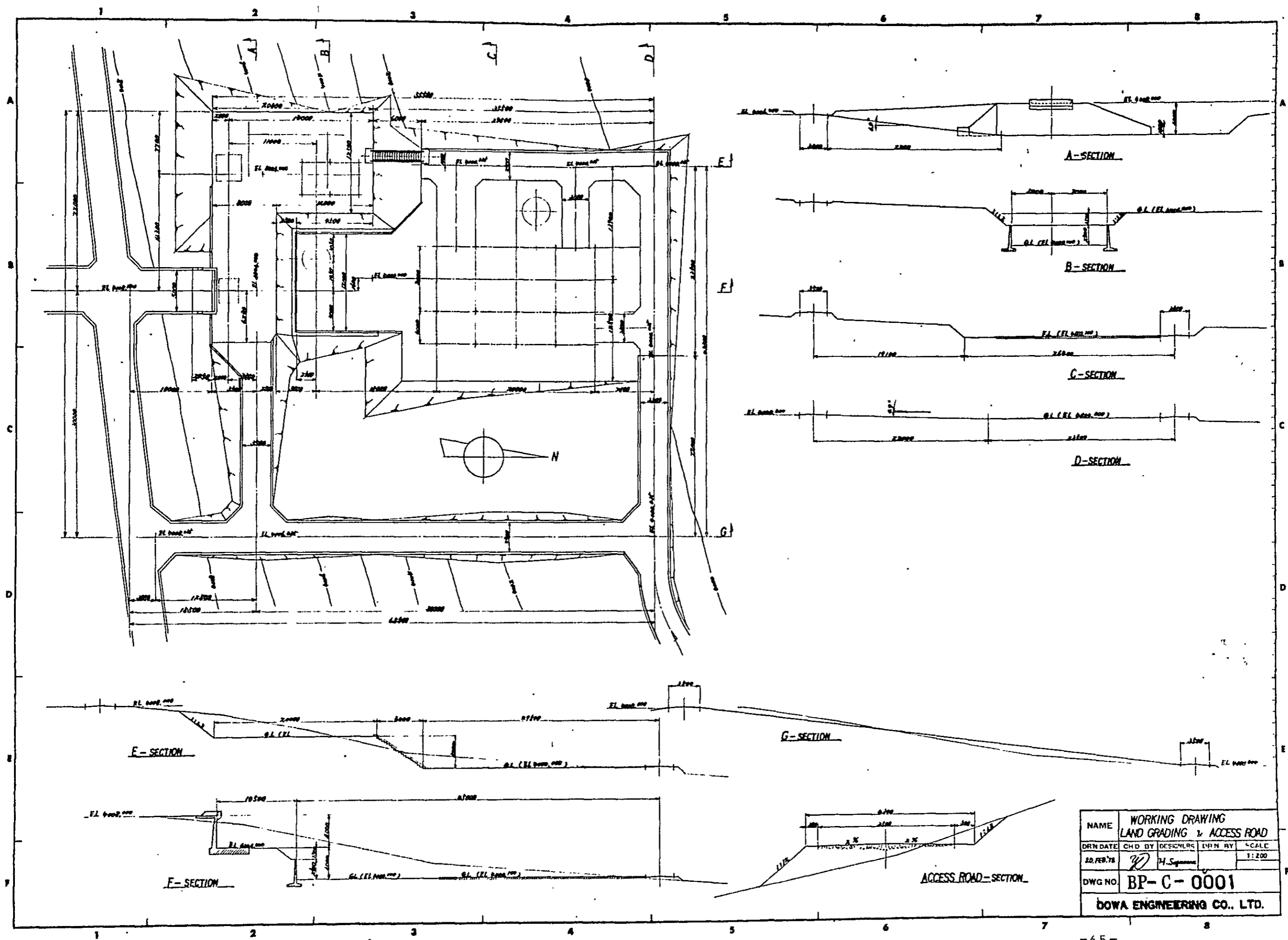


LEFT SIDE ELEVATION

FRONT ELEVATION

RIGHT SIDE ELEVATION

NAME	OUTLING DRAWING OF BUILDING			
DRN DATE	CHD BY	DESIGNERS	DRN BY	SCALE
19 JUL 78	27		9	1:50
DWG NO	BP-B-0001			
DOWA ENGINEERING CO., LTD.				



NAME					WORKING DRAWING				
					LAND GRADING & ACCESS ROAD				
DRN DATE	CHD BY	DESIGNER	ENR BY	SCALE					
20 FEB 78		H. Sigmund		1:200					
DWG NO.					BP-C-0001				
DOWA ENGINEERING CO., LTD.									



資料 VIII

Equipment List to be provided from the Japanese Government

In the fiscal year 1977	In the fiscal year 1978	
1. Equipment for Crushing		
(1) Receiving Hopper and Feeder with accessories and spare parts 1 set	(1) Belt Conveyor	6 sets
(a) receiving hopper (Capacity 25 ton)	(2) Vibrating Screen	1 set
(b) belt feeder (500 B x 5, 200 L)	3' x 8' 5.5 Kw	
(2) Jaw Crusher with accessories and spare parts 2 sets		
(a) primary crusher (18''x9'' 15 Kw)		
(b) Secondary crusher (30''x8'' 37 Kw)		
2. Equipment for Grinding		
(1) Fine Ore Bin and Constant Feed Weigher with accessories and spare parts	(1) Belt Conveyor	1 set
(a) fine ore bin (capacity 75 ton)	(2) Tank and Pump	2 sets
(b) constant feed weigher (set 2.1 t/hr)	(3) Cyclone	2 sets
(2) Ball Mill with accessories and spare parts 2 sets		
(a) primary mill (4' x 6' 37 Kw)		
(b) regrinding mill (3' x 2' 7.5 Kw)		
3. Equipment for Flotation		
(1) Conditioner with accessories and spare parts 5 sets 0.8 m <sup>3</sup> 2.2 Kw	(1) Tank and Pump	6 sets
	(2) Piping materials Pipes, valves and accessories	

In the fiscal year 1977

In the fiscal year 1978

(2) Thickner

with accessories and spare parts 5  
set

(a) Desliming Tank (cone type)  
(3,500 dia.)

(b) pump

4. Equipment for Products Treatment

(1) Oliver Filler for Zn Conc.

with accessories and spare parts 1  
set

(1) Acid Proof Filter with 1 set  
accessories

(2) Pan Filter for PB Conc.  
with accessories 1 set

(3) Pelletiser (pan type) 1 set

(4) Belt conveyer  
(portable type) 5 sets

5. Equipment for Electric Work

(1) Incoming Board

with accessories and spare parts 1  
set

(1) Motor Starter

(2) Transformer 1 set

500 KVA Oil immersed type

(2) Equipment for Instrumentation

(3) Switch Box for welding and  
lighting

(4) Lighting Equipment

Fluorescent Lamp, Mercury  
arc Lamp and so on

(5) Calbe

6. Miscellaneous

(1) Equipment for Foundation

(a) Support and frame for Crusher  
with flooring materials 2 sets

(b) Frame equipment for Flotaotor

(1) Equipment for Foundation

Support and frame for  
Vibrating Screen

(2) Tools for Repair and  
Maintenance

In the fiscal year 1977

- (c) Arc Welder for installation of  
Frame equipment
- (d) Cutting torch

In the fiscal year 1978

- (3) Main Construction Materials
  - (a) Chain Hoist
  - (b) Geared Trolley
  - (c) Travelling crane  
(manual operating)
  - (d) Disc grinder
  - (e) Electric drill
  - (f) Abrasive Cut-off machine
  - (g) Portable pipe threading  
machine
  - (h) Iron block and wirerope
  - (i) Others

資料 IX.

Material List to be prepared by the Bolivian side

1. Materials for Building
  - (1) Main members
  - (2) Roofing materials
  - (3) External wall materials
  - (4) Shutter, Window and Door
  - (5) Others
  
2. Materials for Civil work
  - (1) Cement, Sand, Gravel and Reinforced steel for reinforced concret
  - (2) Mould for foundation work and necessary accessories
  - (3) Crushed stone for access road
  
3. Materials for Electric Power resource
  - (1) Wiring materials for 6.6 KV line
  - (2) Arrester and Lightning
  
4. Materials for Water resource
  - (1) Piping materials
  - (2) Water storage
  - (3) Others
  
5. Construction Materials
  - (1) Truck crane (15 ton)      2 units
  - (2) Tools for installation of the Pilot Plant
  - (3) Others



資料X.

DATA SHEET FOR MATERIALS  
to be prepared by the Bolivian side

1. For Building

(1) Main members (H-Type steel, and so on)	11.0 ton
(2) Roofing materials	
(a) roof deck plate	90 sheets
(b) fitting articles	90 units
(3) External wall materials	
(a) corrugated sheet	500 sheets
(b) hook bolt and accessories	500 sheets
(c) channel for fitting	750 meters
(4) Shutter, Window and Door	
(a) shutter	2 units
(b) window	5 sets
(c) door	8 sets
(5) Others	

2. For Civil work

(1) Excavation quantity	7,600 m <sup>3</sup>
(a) Plant site	6,000 m <sup>3</sup>
(b) Crude ore yard	1,600 m <sup>3</sup>
(2) Access road	
(a) width	3,500 mm
(b) total length	180 meters
(c) crushed stone quantity	100 m <sup>3</sup>
(3) Leveling area of ground	2,600 m <sup>2</sup>
(a) Plant site	30 x 60 1,800 m <sup>2</sup>
(b) Crude ore yard	20 x 40 800 m <sup>2</sup>
(4) Foundation of Machineries, Equipment and Building	
(a) reinforced Concrete	180 m <sup>3</sup>
* foundation for Building	15
* foundation for Machineries and Equipment	35
* concrete Wall	70

* concrete Floor	60
(b) necessary Goods	
* Cement	65 ton
* Sand	100 m <sup>3</sup>
* Gravel	200 m <sup>3</sup>
* Reinforced Steel	9 ton







