

昭和61年度資源開発協力基礎調査

ボリヴィア共和国

サンアントニオ地域開発計画調査

調査報告書

昭和62年3月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

設計書
CR(3)
87-49

昭和61年度資源開発協力基礎調査
ボリヴィア共和国
サンアントニオ地域開発計画調査
調査報告書

昭和62年3月

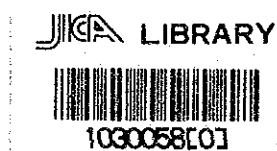
02
5.1
PH

昭和61年度資源開発協力基礎調査

ポリヴィア共和国

サンアントニオ地域開発計画調査

調査報告書



16278

昭和62年3月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

87-49

| | | |
|----------|-----------|------|
| 国際協力事業団 | | |
| 受入 月日 | 87. 4. 30 | 702 |
| 登録No. | 16278 | 66.1 |
| | | MPN |

は し が き

日本政府はボリヴィア共和国政府の要請に応え、同国のポトシ県の南西部に位置するサンアントニオ地域の開発可能性予備的調査を実施することとし、この実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は本調査の内容が鉱山開発可能性の調査という専門分野に属することから、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。

本調査は昭和61年11月から昭和62年2月にかけて実施され、ボリヴィア共和国政府関係機関、特にボリヴィア鉱山公社の協力を得て予定通り完成した。

本調査の実施にあたって御協力いただいたボリヴィア共和国政府関係機関ならびに外務省、在ボリヴィア日本大使館及び関係各社の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

昭和62年3月

国際協力事業団

総裁 有田 圭輔

金属鉱業事業団

理事長 佐藤 淳一郎

謝 辞

本報告書は財団法人国際開発センターが金属鉱業事業団より委託を受けて行った調査をとりまとめたものである。

調査の目的は、ボリヴィア共和国ポトシ県の南西部に所存するサンアントニオ地域に賦存する銀・鉛・亜鉛鉱床の開発計画と、それに関連する経済効果を分析検討することである。

本調査が鉱床周辺の地域開発及びボリヴィア共和国の経済発展に寄与することを願うものであり、ボリヴィア共和国と日本国との友好的な協力関係の強化につながることを期待するものである。

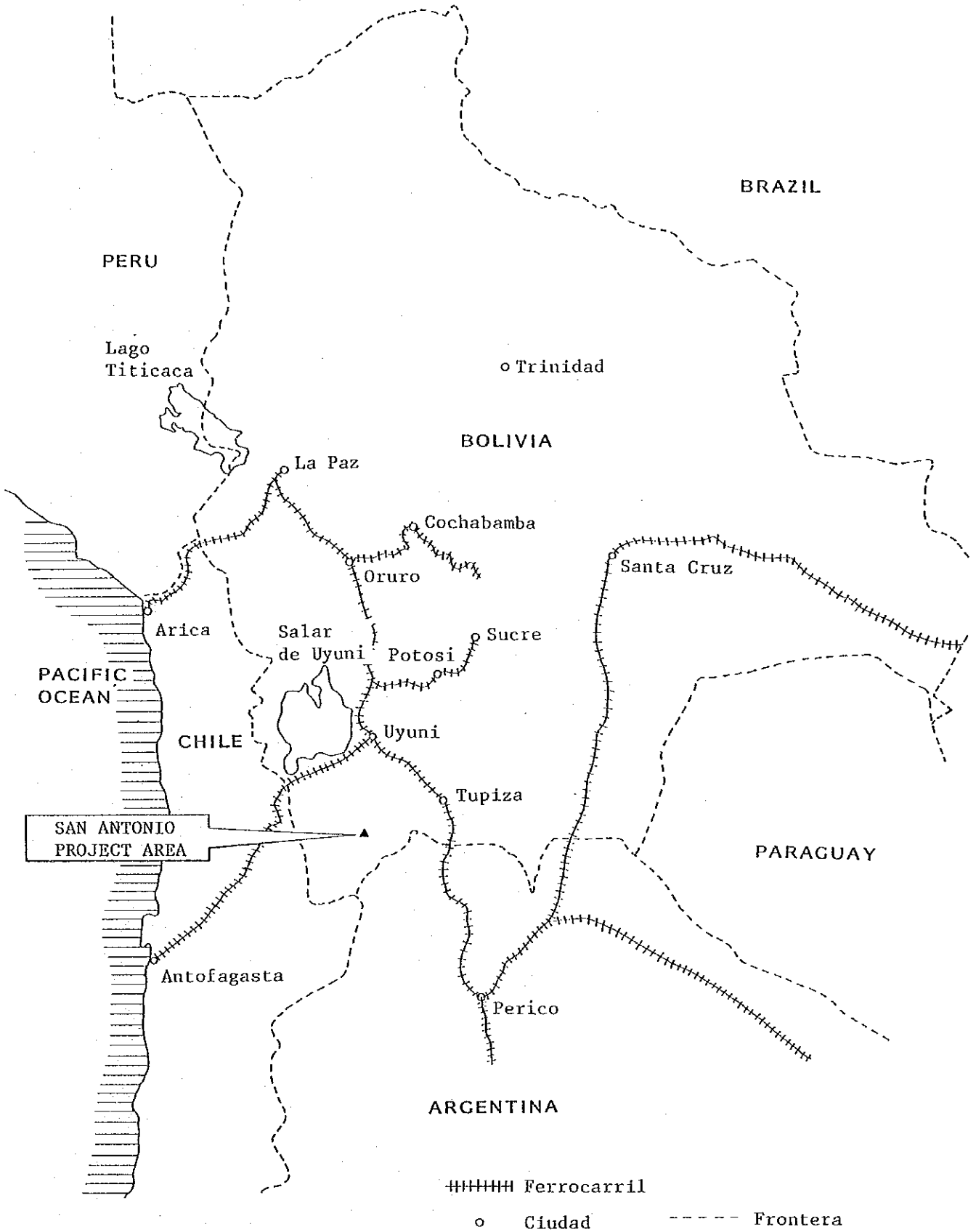
調査団のメンバー及び現地調査の日程は別表の通りであるが、訪問先において受けたボリヴィア政府関係機関の積極的な支援及び在ボリヴィア日本大使館そして国際協力事業団ボリヴィア事務所の御指導に対し深く感謝するものである。特にボリヴィア鉱山公社からは貴重な助言と協力を賜わった。

最後に、本調査の実施にあたり、調査上の御指導と御便宜を下さった外務省、国際協力事業団、金属鉱業事業団、関係各位に対し、深く謝意を表するものである。

昭和62年3月

財団法人 国際開発センター
理事長 門 田 英 郎

サンアントニオ プロジェクト位置図



目 次

は し が き

謝 辞

サンアントニオプロジェクト位置図

| | |
|------------------------|-----|
| 要 約 | (1) |
| 第1章 序 論 | 1 |
| 1. 1 調査の経緯と地域 | 1 |
| 1. 2 調査の目的と概要 | 5 |
| 1. 3 調査関係者及び調査日程 | 7 |
| 第2章 鉍 山 開 発 | 13 |
| 2. 1 生産計画の概要と代替案 | 13 |
| 2. 2 地質・鉍床及び埋蔵鉍量 | 18 |
| 2. 3 採 鉍 | 32 |
| 2. 4 選 鉍 | 57 |
| 第3章 インフラストラクチャ | 79 |
| 3. 1 輸 送 | 79 |
| 3. 2 水 資 源 | 84 |
| 3. 3 電力・通信 | 89 |
| 3. 4 鉍山キャンプ | 94 |
| 第4章 総 合 評 価 | 103 |
| 4. 1 目的と手法 | 103 |
| 4. 2 財務分析のデータ | 112 |
| 4. 3 経済分析のデータ | 119 |
| 4. 4 分析結果と感度分析 | 121 |
| 4. 5 地域社会に対する影響 | 127 |

第5章 結論と提言 131

写真集

図 表 目 次

第1章 序 論

| | | |
|--------|-----------|---|
| 図1-1-1 | プロジェクト位置図 | 3 |
|--------|-----------|---|

第2章 鉍 山 開 発

| | | |
|--------|-----------------------------------|----|
| 表2-1-1 | 可採鉍量(1985年11月現在) | 13 |
| 表2-1-2 | 年間産出精鉍量 | 14 |
| 表2-1-3 | 人員配置表 | 15 |
| 表2-1-4 | 生産計画代替案の総括表 | 17 |
| 表2-2-1 | 鉍量区分・鉍脈別埋蔵鉍量集計 | 26 |
| 表2-2-2 | 埋蔵鉍量総括 | 26 |
| 表2-3-1 | アルファ立坑直接工事費 | 37 |
| 表2-3-2 | 探開坑直接工事費 | 41 |
| 表2-3-3 | 次期開坑直接工事費 | 46 |
| 表2-3-4 | シュリンケージ採掘費(出鉍量400t/日の場合) | 49 |
| 表2-3-5 | シュリンケージ採掘費(出鉍量800t/日の場合) | 50 |
| 表2-3-6 | 直接工事費総括表(出鉍量400t/日の場合) | 51 |
| 表2-3-7 | 直接工事費総括表(出鉍量800t/日の場合) | 52 |
| 表2-3-8 | 使用機器類の購入価格及び修理費 (出鉍量400t/日の場合) | 53 |
| 表2-3-9 | 使用機器類の購入価格及び修理費 (出鉍量800t/日の場合) | 53 |
| 表2-4-1 | 試験元鉍完全分析結果 | 58 |
| 表2-4-2 | 予想選鉍成績 | 60 |
| 表2-4-3 | 浮選産物完全分析結果 | 60 |
| 表2-4-4 | 廃水の分析 | 61 |
| 表2-4-5 | 主要原単位・原単価算定表 | 66 |
| 表2-4-6 | 選鉍直接操業費試算(1986年) | 67 |
| 表2-4-7 | サンアントニオ鉍山選鉍設備仕様及び見積額 (400t/日) | 69 |

| | | |
|---------|---|----|
| 表 2-4-8 | サンアントニオ鉱山選鉱設備仕様及び見積額 (800 t/日) | 71 |
| 図 2-1-1 | サンアントニオ鉱山組織図 | 16 |
| 図 2-2-1 | サンアントニオ地域地質図 | 19 |
| 図 2-2-2 | サンアントニオ鉱床ボーリング位置・鉱脈図 | 23 |
| 図 2-2-3 | II 脈予想鉱量鉱画 | 22 |
| 図 2-2-4 | I 脈載面図 | 27 |
| 図 2-2-5 | II 脈載面図 | 29 |
| 図 2-3-1 | アルファ立坑平面図及び断面図 S=1/30 | 34 |
| 図 2-3-2 | 探開坑坑道断面図 | 39 |
| 図 2-3-3 | トラックレス斜坑平面図及び断面図 S=1/2,000 | 42 |
| 図 2-3-4 | シュリンケージ法採掘切羽断面図 S=1/500 | 47 |
| 資 料 1 | 掘削及び採掘時の人員配置表 | 54 |
| 資 料 2 | 掘削及び採掘時の主要物品費 | 55 |
| 資 料 3 | 掘削及び採掘時の主要機器類購入価格表 | 56 |
| 図 2-4-1 | 選鉱フローシート | 68 |
| 図 2-4-2 | 選鉱設備配置図 (400 t/日) | 73 |
| 図 2-4-3 | 選鉱設備配置図 (800 t/日) | 75 |
| 図 2-4-4 | サンアントニオ鉱山選鉱設備建設スケジュール | 77 |

第 3 章 インフラストラクチャ

| | | |
|---------|---------------------|----|
| 表 3-1-1 | 輸送需要 | 81 |
| 表 3-1-2 | 代替輸送ルートのコスト比較 | 83 |
| 表 3-2-1 | 年間降水量 | 84 |
| 表 3-2-2 | 用水需要 | 86 |
| 表 3-2-3 | 水源の水質と流量 | 87 |
| 表 3-3-1 | 電力需要 | 91 |
| 表 3-3-2 | 電力供給方式の比較 | 93 |
| 表 3-4-1 | キャンプ居住人口 | 95 |

| | | |
|---------|--------------------|-----|
| 表 3-4-2 | 山元施設建物建設費 | 101 |
| 図 3-1-1 | ボリヴィア西部の輸送ネットワーク概略 | 80 |
| 図 3-2-1 | ボリヴィア水系図 | 85 |
| 図 3-2-2 | 用水供給システム | 88 |
| 図 3-3-1 | 周辺電力系統 | 90 |
| 図 3-4-1 | 鉍山キャンプ候補地 | 97 |
| 図 3-4-2 | 鉍山施設配置 | 99 |

第 4 章 総合評価

| | | |
|----------|---|-----|
| 表 4-2-1 | 採鉍費、代替案 I (基本見積額) | 112 |
| 表 4-2-2 | 選鉍費、代替案 I (基本見積額) | 113 |
| 表 4-2-3 | インフラ整備費及び管理費、代替案 I (基本見積額) | 113 |
| 表 4-2-4 | キャッシュフロー (財務分析用)、 代替案 I (基本算定値) | 114 |
| 表 4-2-5 | 採鉍費、試算用代替案 II' (基本見積額) | 114 |
| 表 4-2-6 | 選鉍費、試算用代替案 II' (基本見積額) | 115 |
| 表 4-2-7 | インフラ整備費及び管理費、 試算用代替案 II' (基本見積額) | 115 |
| 表 4-2-8 | キャッシュフロー (財務分析用)、 試算用代替案 II' (基本算定値) | 116 |
| 表 4-2-9 | 採鉍費、代替案 II (基本見積額) | 116 |
| 表 4-2-10 | 選鉍費、代替案 II (基本見積額) | 117 |
| 表 4-2-11 | インフラ整備費及び管理費、代替案 II (基本見積額) | 117 |
| 表 4-2-12 | キャッシュフロー (財務分析用)、 代替案 II (基本算定値) | 118 |
| 表 4-3-1 | 費用/便益フロー (経済分析用)、 代替案 I (基本算定値) | 119 |
| 表 4-3-2 | 費用/便益フロー (経済分析用)、 代替案 II' (基本算定値) | 119 |
| 表 4-3-3 | 費用/便益フロー (経済分析用)、 代替案 II (基本算定値) | 120 |

| | | |
|-------------|---|-------|
| 表 4 - 4 - 1 | 金属建値の動向 | 1 2 3 |
| 表 4 - 4 - 2 | 代替案 I (400 t/日、10年間操業) の感度分析 | 1 2 4 |
| 表 4 - 4 - 3 | 試算用代替案 II' (800 t/日、5年間操業) の感度分析 | 1 2 4 |
| 表 4 - 4 - 4 | 代替案 II (800 t/日、10年間操業) の感度分析 | 1 2 5 |

要 約

要 約

ボリビア共和国ポトシ県の南西部に位置するサンアントニオ鉱山について、現時点での資料と妥当な仮定に基づいて鉱山開発とインフラ整備の計画案を策定し、開発の可能性を検討した。既に確認されている可採鉱量は130万トンであり、これを粗鉱出鉱量400トン/日で操業する場合に鉱山ライフは10年となりこれを代替案Ⅰとした。また、今後の探鉱の余地を考えて可採鉱量が260万トンになった場合を想定し、これを800トン/日操業で鉱山ライフ10年として開発する場合を代替案Ⅱとした。

(1) 地質・鉱床

本鉱床は新第三紀の石英安山岩中に胚胎する銀-鉛-亜鉛を主とする熱水性鉱脈型鉱床で、東西約2.5km、南北約2.0kmの範囲内に多数の露頭及び旧坑が知られている。主要鉱脈はⅠ脈、Ⅱ脈、Ⅲ脈をはじめ、これらより派生した支脈群より構成され、ほぼ東西系で北または南急傾斜の雁行配列を示す。埋蔵鉱量を総括すると以下のとおりである。

埋 蔵 鉱 量 総 括

| 区 分 | 鉱 量 (トン) | 品 位 | | | 金 属 量 | | |
|-----|-------------|---------|-------|-------|---------|----------|----------|
| | | Ag(g/t) | Pb(%) | Zn(%) | Ag(kg) | Pb(t) | Zn(t) |
| 確 定 | 14.778 | 260 | 1.23 | 0.37 | 3.840 | 181.2 | 54.1 |
| 推 定 | 34.277 | 258 | 2.47 | 2.75 | 8.849 | 845.9 | 942.7 |
| 予 想 | 1,425,854 | 149 | 3.26 | 5.37 | 211,869 | 46,450.8 | 76,614.9 |
| 計 | 1,474,909 | 152 | 3.21 | 5.26 | 224,558 | 47,477.9 | 77,611.7 |
| タケオ | 52,910 | 259 | 1.08 | 0.36 | 13,699 | 571.7 | 335.0 |
| 合 計 | 1,527,819 | 156 | 3.14 | 5.10 | 238,257 | 48,049.6 | 77,946.7 |

更に本鉱床は、その東部地域をはじめとし探鉱余地が多く、これらの探鉱が進めば埋蔵鉱量の増加が十分に期待できる鉱床である。

(2) 探鉱

探鉱計画について、まず開坑工事を2期(各期1年)に分け初期開坑では、アルファ立坑の排水、改修、掘下り、立坑完成後は探鉱坑道、錘押坑道、及び掘上り掘削を行い、埋蔵鉱量を確認し企業化が可能なら次期開坑に入ることとした。次期開坑では、トラックレス斜坑

等の掘削及び出鉱準備工事を行う。また、採掘計画では、鉱脈の傾斜及び幅、母岩や鉱石の性質、そしてボリヴィアでの普及度を考えてシュリンケージ採掘法を採用することにした。出鉱品位は銀145 g/t、鉛2.92%、亜鉛4.73%である。

(3) 選鉱

次に選鉱については実験室における一連の回分浮選試験及び顕微鏡観察等の結果、本鉱石は組織が非常に緻密であるため、鉛と亜鉛の分離にはかなりの微粉砕を必要とする。銀の挙動は鉛鉱物に近く、大部分の銀が鉛精鉱中に回収されることは経済的に有利である。従って通常用いられている苛性ソーダを主体とする直接優先浮選法で比較的良い成績が期待できる。選鉱成績としては、鉛精鉱品位49%、鉛実収率77%、亜鉛精鉱品位53%、亜鉛実収率75%と推定される。銀は鉛精鉱中に80%採取される見通しである。

(4) インフラストラクチャ

インフラについては輸送、水資源、電力・通信、鉱山キャンプに分けて整備計画をたてた。輸送需要の中心は産出精鉱の搬出であるが、それを最寄りの都市または鉄道駅まで道路輸送するについてウユニ経由、エスコリアニ駅経由、トゥピサ経由の3つの代替ルートが考えられる。費用やその他の条件を検討の結果、エスコリアニ駅経由が有利と判明し、それに基づいて道路補修やトラックや貯鉱舎を計画した。

用水需要としては400トン/日の場合1,630 m³/日、同じく800トン/日の場合3,110 m³/日が見込まれている。各水系の水量や水質を分析の結果、400トン/日の場合はミナ・ブランカ川と坑内水を、800トン/日の場合は更にユラフ・サリ川の水も利用することとした。

生産設備及び付帯・福利施設の最大電力は約1,600 kW (400トン/日)、2,200 kW (800トン/日)、平均電力は約1,200/1,700 kW、年間電力量は9,213/12,541 MWhと推定される。月間の平均必要電力量はそれぞれ77万/105万 kWhとなる。ディーゼル発電やENDEからの買電についても検討してみたが、結果的に現在タタシ鉱山まで来ているCOMIBOLの送電線を140 km延長する案が有利であると判明した。通信設備については、山外とは無線電話方式、山内は有線電話方式をそれぞれ採用し、中央事務所に50回線の自動交換機を設置することとした。

鉱山現場に勤務する職員数は166人(400トン/日)、237人(800トン/日)で、これを基にキャンプ居住人口を算定するとそれぞれ882人、1,258人となる。キャンプ用地としていくつかの候補位置を検討した結果、現坑口の西約1 kmの台地が望ましいと思われる。ここに住宅、学校、診療所等を計画した。

(5) 総合評価

分析結果をまとめると以下のようである。

- 1) 代替案Ⅰ（400トン/日、10年間操業）では財務内部収益率は負になり、プロジェクトにとって貸付利子はおろか投資額そのものを回収することもできない。

また同じく経済内部収益率は5.48%で、国としてもこのプロジェクトが良い投資機会であるとは言えない。

- 2) 代替案Ⅱ（800トン/日、10年間操業）ではやはり財務内部収益率は負であるが、経済内部収益率は24.16%と高く国家経済に与える影響は極めて良い。これ以上収益や費用の改善が実現できなくても、国家経済にとっては非常に優れたプロジェクトなので、輸入税や鉱産税に関する税制優遇措置を考慮するなどしてプロジェクトの財務状況を改善し、実施するべきだと考えられる。

(6) 結論と提言

総合評価を踏まえて導かれる結論と提言は以下のようである。

- 1) 選鉱や電気関係などの遊休機材を効率的に活用する努力が不可欠である。
- 2) 400トン/日操業では費用や便益が相当改善されない限りフィージブルでないが、800トン/日操業にすると効率が良くなる。同じ800トン/日操業でも鉱量が多く、鉱山ライフが長い方が優れたプロジェクトとなる。今後探鉱を積極的に進めて可採鉱量をできれば260万トンに近づくように持っていくことが望まれる。
- 3) いずれの場合にもプロジェクトの財務的採算性は改善されることが課題となる。しかしながら800トン/日操業の場合国家経済へ及ぼす経済効果は見逃せないものがあるので、税制優遇措置を考慮するなどしてプロジェクトを実施すべきだと考えられる。

第 1 章 序 論

第 1 章 序 論

1. 1 調査の経緯と地域

1. 1. 1 調査の経緯

本プロジェクトの検討対象地域であるサンアントニオ地域について、昭和57年から同59年まで3か年間にわたり日本国政府がボリヴィア共和国の要請に応え、政府間技術協力として「ボリヴィア共和国サンアントニオ地域資源開発協力基礎調査」を国際協力事業団及び金属鉱業事業団から委託して実施された。この調査の第一年次にはサンアントニオ鉱山を中心とした面積20㎦の地質、変質帯及び坑内地質精査、さらに坑内よりのボーリング調査が実施された。これらの調査結果に基づき第二年次にはボーリング調査のみが実施され、また第三年次にも引続きボーリング調査が実施された。この3か年を通じて実施されたボーリングは13孔、掘進延長3,814.8mである。

ボリヴィア鉱山公社 (Corporacion Minera de Bolivia, 以下COMIBOLと略す) は、この日本政府の援助による主として坑内からの調査と並行して、主に坑外よりボーリングを実施した。昭和61年11月現在で25孔、掘進延長3,579.22mが実施され、日本側とボリヴィア側とで38孔、掘進延長7,394.02mが実施された。

サンアントニオ鉱山はスペイン時代より採掘されていたが放棄され、後に前世紀末にDon. Aniceto Arceの所有となっているHuanchaca de Bolivia社が稼行し、1866年から1884年にわたって採掘を実施した。その後休山となっていたが、1980年以降COMIBOLがサンアントニオ鉱山の主要坑道であるメサ・デ・プラータ坑の改修に着手し、ボーリング探鉱計画が策定され、この実施を上記のように国際協力事業団に技術協力を要請してきたものである。

3年間にわたる資源開発協力基礎調査とCOMIBOLによる調査を総合した結果、サンアントニオ鉱山の鉱床は、新第三紀に当地域で広範囲に活動した酸性火山活動の最末期に噴出した石英安山岩中に胚胎される含金・銀・鉛・亜鉛の熱水性鉱脈鉱床であり、有望な鉱床であることが判明した。

サンアントニオ鉱山の主脈はⅠ脈及びⅡ脈であるが、探鉱の結果この他にも多数の脈が存在することが確認された。既開発部は採掘されているが、本鉱山の東部及びその下部は全く処女地であり、探鉱によって獲得された鉱量は200万tに達するのではないかと想定された。

COMIBOLはこれらの状況からみて鉱床を評価する必要があると判断し、鉱量計算及

び極めて概略の鉱山開発についての検討を行うなどのフォローアップ作業を実施したいと考え、ボリヴィア政府を通じて日本政府に対しこの作業に対する技術支援を要請して来た。日本政府は、これに応じて国際協力事業団・金属鉱業事業団を通じて2名の技術者を派遣し、支援業務を実施させた。

本作業を実施した結果サンアントニオ鉱山の埋蔵鉱量は152万t、銀品位156g/t、鉛品位3.14%、亜鉛品位5.10%が見込まれた。

COMIBOLは従来その収入の大半を錫生産によって得ていたが、最近の錫市況の低迷によって同社に所属する錫鉱山の経営は品位の低下と相まって悪化の一途をたどった。そこで、同社は銀、鉛、亜鉛などの増産を計って経営の改善を計ることとした。

これらの要因からCOMIBOLはサンアントニオ鉱山の開発と、これに関連するインフラストラクチャ整備及び地域開発に関する総合的な予備調査の実施について改めて金属鉱業事業団と協議し、昭和61年9月5日にラ・パスに於て本件に関するScope of Workを締結し、本調査はこれに基づいて実施されたものである。

1. 1. 2 調査地域

サンアントニオ地域は行政区分上はボリヴィア共和国ポトシ県サンパブロ・デ・リベス郡サンアントニオ村に属する。これは、ボリヴィア共和国の南西部に位置し、アルゼンチン国境に近い(図1-1-1参照)。

調査地域に首都ラ・パスより達するには自動車または自動車と列車を併用する方法がある。しかしいずれの場合も現状では1月から3月までの雨期には各所で道路が寸断され通行が不可能の場合が多い。自動車による代表的なルートは次のとおりである。

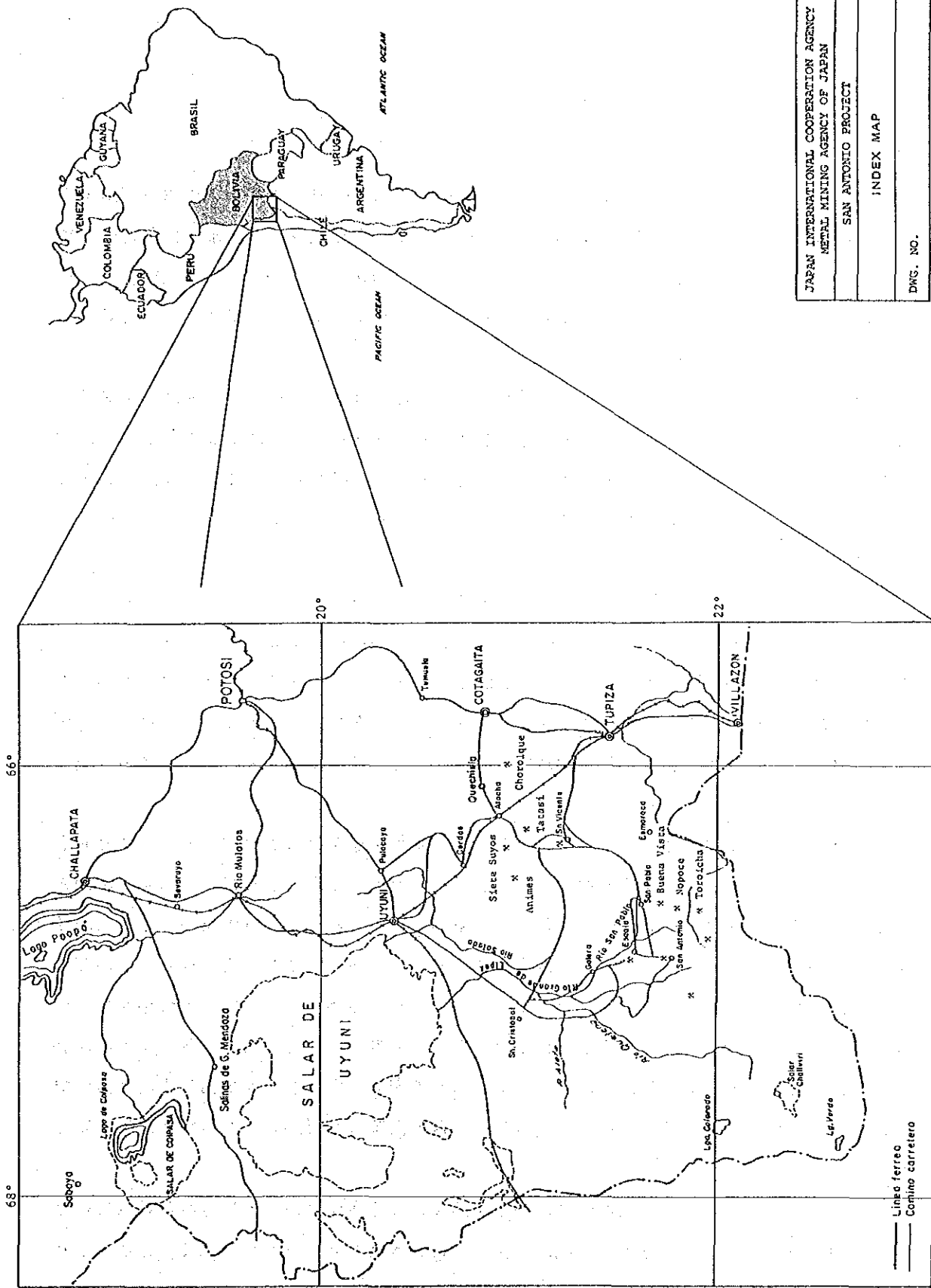
ラ・パス — オルロー — ウユニ — サンアントニオ
(240km) (400km) (200km)

ラ・パス — オルロー — ポトシ — トゥピサ — サンアントニオ
(240km) (300km) (624km) (225km)

ラ・パス — オルロー — ポトシ — アトチャ — サンアントニオ
(240km) (300km) (200km) (200km)

また自動車と鉄道の併用は次のとおりである。

ラ・パス — ウユニ — サンアントニオ
鉄道 自動車



| |
|--|
| JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY METAL MINING AGENCY OF JAPAN |
| SAN ANTONIO PROJECT |
| INDEX MAP |
| DWG. NO. |

図1-1-1 プロジェクト位置図

ラ・パス — アトチャ — サンアントニオ
鉄道 自動車

ラ・パス — トゥピサ — サンアントニオ
鉄道 自動車

ウユニ、アトチャ及びトゥピサでの自動車の確保は極めて困難であるため鉄道を利用するルートを採用は現状では不可能である。いずれのルートでも最低ラ・パスよりは三日の日数が必要である。アトチャまたはトゥピサよりは殆んど交通量の無い山道であり高原状地形の処の道路は良好であるが、サンパブロ・デ・リペスよりサンアントニオ鉱山までの道路約46 km間は悪路で到底雨期の通行は出来ない。

調査地域の地形は東アンデス山系の一部を占める標高4,000 m以上の山岳地帯である。本地域にはセロ・リペス(5,933 m)をはじめ5,000 m以上の高峰が集中している。サンアントニオ鉱山の主要坑道地帯及び諸設備のあるところの標高は海拔4,600 mの高地である。サンアントニオ鉱山周辺は丘状を呈する山地でセロ・リペスより次第に北に向い低くなっている。

水系はグランデ・デ・リペス河の源流にあたるミナ・ブランカ川があり、セロ・リペスを源としてサンアントニオ鉱山地域を北流している。この川は鉱山施設のある北端でユラフ・サリ川と合流してサンタ・ローサ川となり北流する。また鉱山地帯西部のサンアントニオ部落にはやはりセロ・リペスより発するリャフト・マユ川があり北流して最終的にはグランデ・デ・リペス川に合流し、広大なウユニ塩湖に流入する。従って本地域の水系は外海に流出せず内陸水系を形成している。

当地域の気候は南緯22°に近く、通常であれば熱帯・亜熱帯の気候であるが、4,000 mを越える高地であるため寒冷の地となっている。年中夜間気温は零度以下を示す。雨期と乾期の差は明瞭で雨期は12月から3月までで夏季に相当するが年間降雨量約400 mmが殆んどこの間に集中して降り、本地域では寒冷のため大部分みぞれまたは雪となる。この間の気温は最高22℃、最低-5℃前後である。乾期は冬季に該当するが、殆んど降雨がなく晴天が続くことが多いが温度が低く気温は最高17℃、最低-22℃である。冬季は西風が強く、また気温日較差が30℃以上に及び寒気が厳しく湿度も0~20%であり生活には困難な地である。従って当地域での探査活動は気候が最も温暖な9月から12月頃までに限定される。

以上のような気候条件より当地域には植生が殆んどなく僅かにパハと称される針状に伸びた禾本科植物がみられる程度で半砂漠的であり、海拔5,000 m近くよりは殆んど植生がない。

こうした厳しい自然環境の地であるため農耕は全く行われていず、住民のケチュア族は全ての生活をリヤマと羊の放牧に頼って自給自足の生活を行っているが人口密度は極めて低い。当地域の中心都市であるサンパブロ・デ・リベスはサンアントニオ鉱山より北東35kmに位置しているが、人口200人といわれる小部落である。宿泊施設・商店など皆無であり、食糧・生活必需品の調達はアトチャ、トゥピサなどの都市に頼らざるを得ない。

以上のように当地域の自然環境、生活環境は極めて厳しいの一語につきる。

1. 2 調査の目的と概要

1. 2. 1 調査の目的

本調査は、ボリヴィア共和国ポトシ県サンパブロ・デ・リベス郡サンアントニオ村に位置するサンアントニオ鉱山の銀、鉛、亜鉛の熱水性鉱脈型鉱床について、現時点での資料と妥当な仮定に基づいてその開発の可能性を検討し、開発に伴うインフラストラクチャの整備と共に鉱山開発がこの地域に如何なる効果を与えるかを考察する。このため主要な調査課題は次の3項目とする。

- (1) サンアントニオ鉱山の銀・鉛・亜鉛鉱床の開発の計画を立案し、またその可能性を企業ベースの収支採算と国家ベースで見た資源利用について検討し、それらの結果から投資の妥当性について考察する。
- (2) サンアントニオ鉱山の開発を中核として周辺鉱山の開発効果を予測し検討する。
- (3) 鉱山開発によって地域に如何なる効果をもたらすかを予測し、開発の方針を提案する。

1. 2. 2 調査概要

本調査報告書の完成までには次のような手順がとられた。

- (1) 既存資料による事前検討を東京で実施し、現地調査期間中に必要資料を収集出来るように質問事項を予め現地側に送付し現地側の早期着手を要請した。

(2) 調査団員6名を現地に派遣し、まず調査の基本方針についてボリヴィア側カウンターパートと協議し、方針を確認すると共に作業の進め方を定めた。

(3) 調査団及びカウンターパートはそれぞれの分担事項に応じて現地調査、資料の収集を行った。これらの資料に基づき再度カウンターパートと協議し、生産に関する代替案など基本的な事項について両者確認した。

(4) 調査団員は総括、地質、採鉱、選鉱、インフラストラクチュア、経済分析の各専門家より構成され、日本帰国後は開発計画策定のため下記の項目について検討・計画された。

1) 埋蔵鉱量、可採鉱量の算定

2) 採鉱計画

3) 選鉱計画

4) 生産計画

5) インフラストラクチュア

(a) 輸送

(b) 水資源

(c) 電力・通信

(d) 鉱山キャンプ計画

6) 総合評価

(a) 財務分析

(b) 経済分析

(c) 感度分析と総合評価

(d) 地域社会に対する影響

(5) 選鉱計画策定については別に実施された選鉱試験報告書に基づいた。

(6) 評価についてはサンアントニオ鉱山開発の財務評価を最初に実施し、その後基礎数値の調整・組替えと関連する収集データの解析を行って経済評価を実施した。

1. 3 調査関係者及び調査日程

1. 3. 1 調査関係者

(1) S/W締結

日本側

和 泉 武 (金属鉱業事業団)
林 歳 彦 (国際協力事業団)
山 口 三 郎 (国際協力事業団 ラパス事務所所長)
高 野 剛 (在ボリヴィア共和国日本大使館書記官)

ボリヴィア側

Ing. Gonzalo Barrientos (Gerente General, COMIBOL)
Ing. Edwin Portocarrero (Gerente de Planificación y Proyectos, COMIBOL)
Ing. Saúl Cabrera (Director de Proyectos, COMIBOL)
Ing. Raúl Colque (Gerencia de Planificación y Proyectos, COMIBOL)
Ing. Jorge Caballero (Subgerente Geología, COMIBOL)

(2) 調査監理

石 田 真 (金属鉱業事業団)
馬 場 洋 三 (")
上 田 英 之 (")

(3) 調査団

| <u>担 当</u> | <u>団 員 氏 名</u> |
|------------|-------------------|
| 総 括 | 黒 岩 廣 治 (I D C J) |
| 地 質 | 富 沢 尚 明 (") |
| 採 鉱 | 田 畑 利 信 (") |
| 選 鉱 | 橋 本 滋 (") |

インフラストラクチュア 豊間根 則 道 (I D C J)
経済評価 土 井 正 幸 (")

(4) カウンターパート (COMIBOL) 調査協力者

Ing. Gonzalo Barrientos Careaga, Gerente General
Ing. Edwin Portocarrero, Gerente de Planificación y Proyectos
Ing. Raul Colque, Gerencia de Planificación y Proyectos
Ing. Rafael Revollo, Gerente de Operaciones
Lic. Antonio Revollo, Subgerente Financiero
Ing. Saúl Cabrera, Dirección Proyectos-Oruro
Ing. Angel Pinaya, Dirección Proyectos-Oruro
Ing. Jorge Claros, Subgerencia de Geología-Oruro
Ing. Freddy Vargas, Subgerencia de Geología-Oruro
Ing. Jorge Flores, Subgerencia de Geología-Oruro
Ing. Raúl Echenique, Empresa Minera Colquiri
Ing. Luis Carretero, Ingeniería Auxiliar-Oruro
Ing. Eduardo Robles, Gerencia de Operaciones
Lic. Carlos Guzman, Gerencia de Planificación y Proyectos
Lic. Julio C. Peñaranda, Jefe Comercialización
Tec. Jorge Azuga, Geología-Oruro
Ing. Walter Arias, Proyectos-Oruro
Dr. Gonzalo Oroza, Asesor de Wactone Unidas

(5) その他のボリヴィア側調査協力者・協力機関

鉱 山 省 (Ministerio de Minería y Metalurgia)
Dr. Jaime Villalobos Sanjinez, Ministro
Ing. Freddy Paz, Subsecretario Tecnico
ポトシ県 (Departamento de Potosí)
ポトシ開発公社 (CORDEPO) (Corporación Regional de Desarrollo de Potosí)
移 民 局 (Instituto Nacional de Colonización)
陸軍地理局 (Instituto Geografico Militar)

気象庁 (Servicio Nacional de Meteorología y Hidrología)
 大蔵省 (Ministerio de Finanzas)
 労働省 (Ministerio de Trabajo y Desarrollo Laboral)
 運輸省 (Ministerio de Transportes y Comunicaciones)
 道路公団 (SENAC) (Servicio Nacional de Caminos)
 ボリビア中央銀行 (Banco Central de Bolivia)
 計画調整省 (Ministerio de Planificación y Coordinación)
 長距離輸送業組合 (Sindicato de Transporte Pesado a Larga Distancia)
 ボリビア国鉄 (ENFE) (Empresa Nacional de Ferrocarriles del Estado)
 ボリビア電力会社 (ENDE) (Empresa Nacional de Electricidad, S.A.)
 教育文化省 (Ministerio de Educación y Cultura)
 国家統計局 (Instituto Nacional de Estadística)
 USAID ボリビア事務所 (USAID / Bolivia)
 カラチパンパ製錬所 (CMK) (Complejo Metalúrgico Karachipampa)
 ウユニ塩湖開発局 (Complejo Industrial de los Recursos Evaporíticos del
 Salar de Uyuni)

注. IDCJ : (財) 国際開発センター
 (International Development Center of Japan)

COMIBOL : Corporación Minera de Bolivia

1. 3. 2 調査日程

(1) 調査全体日程

調査工程表

| 項目 | 1986年 11月 | 12月 | 1987年 1月 | 2月 | 3月 | 備考 |
|--------|--------------|------------|-------------|----|----|--------|
| 現地調査 | 11/16 □ | 12/14 □ | | □ | | 選鉱試験報告 |
| 報告書作成 | | | □ | | | |
| (選鉱試験) | | □ | | | | |

(2) 現地調査日程

| | 総括 | 地質 | 探鉱 | インフラ | 経済評価 | 選鉱 |
|----------|--|-------------|--------------|---|---|--------------------------------|
| 11/16(日) | TKO 1200 → NY 1020 (JL6) | | | | | |
| 17(月) | NY 900 → MM 1139 (EA009), MM 1341 → LPZ 2231 (EA987) | | | | | |
| 18(火) | JICA表敬, 大使館表敬, COMIBOL 表敬 | | | | | |
| 19(水) | COMIBOL 打合, 調査団打合, HMAJ主催懇親会 | | | | | |
| 20(木) | ORURO へ移動 800, COMIBOL 主催懇親会, ORURO 支局打合 (全体, グループ別) | | | | | |
| 21(金) | ORURO 支局・周辺鉱山にてグループ別打合・資料収集, ORURO 支局にて全体打合 | | | | | |
| 22(土) | ORURO 支局他にてグループ別打合・資料収集, 調査団打合 | | | | | |
| | | | | | | LPZ へ移動 1500 |
| 23(日) | TUPIZAへ移動 800 | | | | | |
| | | | | | | LPZ911 → MM1635 (EA992) |
| 24(月) | 食料購入 (インフラは鉄道ヒアリング), SAN ANTONIO へ移動 1130 | | | | | |
| | | | | | | MM745 → NY1010 (PA360), NY1230 |
| 25(火) | 坑外踏査 | | | インフラ候補地踏査, SAN ANTONIO 村ヒアリング | | → TKO1630 (JL005) |
| 26(水) | 坑内踏査 (Veta I, II) | | | TUPIZAへ SAN VICENTE ヒ ESCORIANI 駅 移動 800, アリング, ヒアリング | | |
| 27(木) | BUENA VISTA 鉱山 視察, | | ESCALA 鉱山 視察 | | POTOSIへ POTOSI県ヒア CORDEPO ヒア 移動 600, リング, リング | |
| 28(金) | TRAPICHE鉱山視察, | | | CORDEPO ヒア 資料整理 リング, | | |
| 29(土) | SAN VICENTE 鉱山 視察, | | | TUPIZAへ移動 | | |
| | | | | | | LPZ へ移動 1000 |
| 30(日) | ORURO へ移動 700 | | | | | |
| 12/ 1(月) | ORURO 支局探鉱部にて資料収集 | | | 資料整理, 分析, JICA | | |
| 2(火) | ORURO 支局探鉱部にて資料収集 | | | COMIBOL 打合 | | |
| | | | | 移民局 | JICA | |
| 3(水) | ORURO 支局選鉱冶金部にて資料収集 | | | 陸軍地理局 | 大蔵省税関局 | |
| | | | | 気象庁, COMIBOL | 労働省 | |
| 4(木) | BOLIVAR 鉱山視察 | | | 運輸省 | 中央銀行, 計画省, | |
| | | | | 道路公団 | 鉱山省 | |
| 5(金) | ORURO 支局地質局にて資料収集 | | | 長距離トラック組合, | COMIBOL 財務部他 | |
| | | | | 国鉄 | | |
| 6(土) | LPZ へ移動 900 | | | 電力会社 (COCHABAMBA) | JICA SANTA CRUZU 事務所 | |
| 7(日) | | | | | | |
| 8(月) | 地形図等収集 | | | 教育省, 気象庁 | 統計局 | |
| | 調査団打合, KARACHI PAMPA打合, COMIBOL 主催懇親会 | | | | | |
| 9(火) | 資料整理, COMIBOL 打合 | | | 資料整理 | COMIBOL, CIRESU | |
| | 調査団打合 | | | | | |
| 10(水) | カウンターパート・調査団 全体打合 | JICA・大使館 報告 | | 調査団主催懇親会 | | |
| 11(木) | ラパス大学 | | | COMIBOL 輸送部 | USAID ヒアリング | |
| | 資料整理 | | | | | |
| 12(金) | LPZ 911 → MM 1635 (EA992) | | | | | |
| 13(土) | MM 745 → NY 1010 (PA360), NY 1230 | | | | | |
| 14(日) | → TKO 1630 (JL005) | | | | | |

(3) 選鉱試験現地報告日程

| 月 日 | 摘 要 |
|----------|---|
| 1/25 (日) | TKO 12:00→NYC 10:20 (TL 600) |
| 26 (月) | NYC 09:00→MM 11:39, MM 13:41→LPZ 22:31 (EA409/937) |
| 27 (火) | JICA, 大使館表敬 COMIBOL (LPZ) 表敬 |
| 28 (水) | COMIBOL (LPZ) 試験結果報告及び打合せ |
| 29 (木) | LaPaz→Oruro COMIBOL (Oruro) 表敬、結果報告及び打合せ |
| 30 (金) | 実証試験(1) |
| 31 (土) | 中間打合わせ |
| 2/ 1 (日) | |
| 2 (月) | 実証試験(2) |
| 3 (火) | " (3), (4) |
| 4 (水) | データ整理、中間討議 |
| 5 (木) | 実証試験(5) |
| 6 (金) | " (6), (7) |
| 7 (土) | " (8) |
| 8 (日) | Oruro→Potosi |
| 9 (月) | Karachipampa (Pb-Ag) 製錬所視察 |
| 10 (火) | Potosi→Oruro (Oruro州記念日) |
| 11 (水) | データ整理 |
| 12 (木) | 総括報告及び討議、Oruro→La Paz |
| 13 (金) | COMIBOL (LPZ) へ結果報告及び討議 JICA, 大使館へ報告 |
| 14 (土) | 資料整理 |
| 15 (日) | LPZ 09:20→MM 16:55 (EA992) |
| 16 (月) | MM 07:45→MYC 10:00 (PA360) NYC 12:30 |
| 17 (火) | →TKO 16:30 (JL005) |
| | |
| | |

第2章 鉦山開発

第 2 章 鋳 山 開 発

2. 1 生産計画の概要と代替案

鋳山開発の基礎である埋蔵鋳量については後章において詳述されるが、サンアントニオ鋳山の鋳化状況、採鋳方式を考慮して決定された稼行対象鋳量すなわち可採鋳量は以下に述べるとおりであり、これにより生産計画の代替案を立案した。

2. 1. 1 可採鋳量

鋳量は休山中の鋳山に探鋳を再開して新たな鋳床賦存地域について計算されているため殆んどが予想鋳量によって占められている。

表 2 - 1 - 1 可採鋳量 (1985年11月現在)

| 鋳 種 | 鋳 量 (t) | 品 位 | | | 金 属 量 | | |
|-------|------------|-------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|
| | | Ag (g/t) | Pb (%) | Zn (%) | Ag (kg) | Pb (t) | Zn (t) |
| 確 定 | 12,769 | 242 | 1.15 | 0.33 | 3,090.9 | 147.3 | 45.1 |
| 推 定 | 29,604 | 241 | 2.30 | 2.56 | 7,122.7 | 682.1 | 758.6 |
| 予 想 | 1,237,657 | 138 | 3.02 | 4.96 | 171,434.2 | 37,403.2 | 61,485.6 |
| 計 | 1,280,030 | 142 | 2.99 | 4.86 | 181,647.8 | 38,232.6 | 62,289.6 |
| タケオ1) | 41,725 | 232 | 0.98 | 0.58 | 9,672.9 | 410.7 | 243.0 |
| 合 計 | 1,321,755 | 145 | 2.92 | 4.73 | 191,320.7 | 38,643.3 | 62,532.6 |

注1) タケオとは切羽残鋳と充填物の混合した鋳石である。

2. 1. 2 年間出鋳量及び鋳山ライフ

上記のように稼行対象鋳量が130万tであるため鋳山ライフをおおよそ10年と考えると月産1万t台の生産規模となる。鋳山ライフが短かければ建値の低い時期のみに生産することとなったり、また逆に高い時期にのみ出鋳したりすることになる。10年前後の生産を考えた場合にはこの間の建値変動も平均してくるのでこの位が妥当な鋳山ライフではないかと考えた。

したがって一日の粗鋳出鋳量は400tとなった。操業日数についてはポリヴィア側より26日/月と提案されたのでこれを採用すると次のようになる。

年間出鉱量 124,800 t (400 t × 26日 × 12月)
 年間操業日数 312日
 鉱山ライフ 1,321,755 t ÷ 124,800 t = 10.6年 ≒ 10年

以上のように400 t/日の出鉱で計算した場合は約10年の稼行が可能であるが(代替案Ⅰ)、代替案として800 t/日を考えてみることにする。

800 t/日とする理由は設備投資を大きく変動することなく実質的に生産量に比例して増加する若干の人員の増加と消耗品費の増加ですみ、固定費的な費用と設備投資が余り大きくなり、逆に増産によるコストダウンのメリットがあるのではないかと考えられたからである。また収益を前倒して早く得、その現在価値を高めることもねらっている。ただし、操業日数を上記と同じくとれば、

年間出鉱量 249,600 t (800 t × 26日 × 12月)
 年間操業日数 312日
 鉱山ライフ 1,321,755 t ÷ 249,600 t = 5.3年 ≒ 5年

となり、鉱山ライフが5年間と非常に短くなってしまふ。そこで現実的な鉱山ライフを維持するためには鉱量の増加を計ることが肝心で、事実今後の探鉱によって鉱量増加の可能性が充分にあり、操業期間中の探鉱での埋蔵鉱量の増加が期待される。そこで800 t/日の場合の鉱山ライフとしては仮に探鉱が進んだとして基本ケースを10年とし(代替案Ⅱ)、また鉱山ライフが5年のままのケース(代替案Ⅱ')も分析の説明上試算してみることにする。実際に探鉱により鉱山ライフが10年まで伸びる程鉱量が増加する可能性がどれだけあるかについては、後節2.2.5で地質的に検討されている。

2.1.3 産出精鉱

前節の400 t/日、800 t/日の粗鉱産出によれば次のような年間産出精鉱量が得られる。この場合、出鉱品位は切羽設定のバランスを計り、各年度とも同一とする。

表2-1-2 年間産出精鉱量

(1) 400 t/日の場合

| 鉱種 | 鉱量 (t) | 品位 | | | 実収率 | | |
|------|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | Ag (g/t) | Pb (%) | Zn (%) | Ag (%) | Pb (%) | Zn (%) |
| 粗鉱 | 124,800 | 145 | 2.92 | 4.73 | 100 | 100 | 100 |
| Pb精鉱 | 5,741 | 2,522 | 49.0 | 16.0 | 80 | 77 | 16 |
| Zn精鉱 | 8,362 | 173 | 3.6 | 53.0 | 8 | 8 | 75 |
| 尾鉱 | 110,697 | 20 | 0.48 | 0.50 | 12 | 15 | 9 |

(2) 800 t/日の場合

| 鉍種 | 鉍量 (t) | 品 位 | | | 実 収 率 | | |
|-------|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | Ag (g/t) | Pb (%) | Zn (%) | Ag (%) | Pb (%) | Zn (%) |
| 粗 鉍 | 249.600 | 145 | 2.92 | 4.73 | 100 | 100 | 100 |
| Pb 精鉍 | 11.482 | 2.522 | 49.0 | 16.0 | 80 | 77 | 16 |
| Zn 精鉍 | 16.723 | 173 | 3.6 | 53.0 | 8 | 8 | 75 |
| 尾 鉍 | 221.395 | 20 | 0.48 | 0.50 | 12 | 15 | 9 |

Pb、Znの1日当り産出精鉍は年間稼働日数が312日であるのでそれぞれ、400 t/日の場合それぞれ18.4 t/日、26.8 t/日となり800 t/日の場合はそれぞれ36.8 t/日、53.6 t/日となる。

2. 1. 4 人員計画

生産活動は最寄鉄道駅のエスコリアニ駅への精鉍輸送までを直轄で行うものとし所要人員を算出した。

表2-1-3 人員配置表

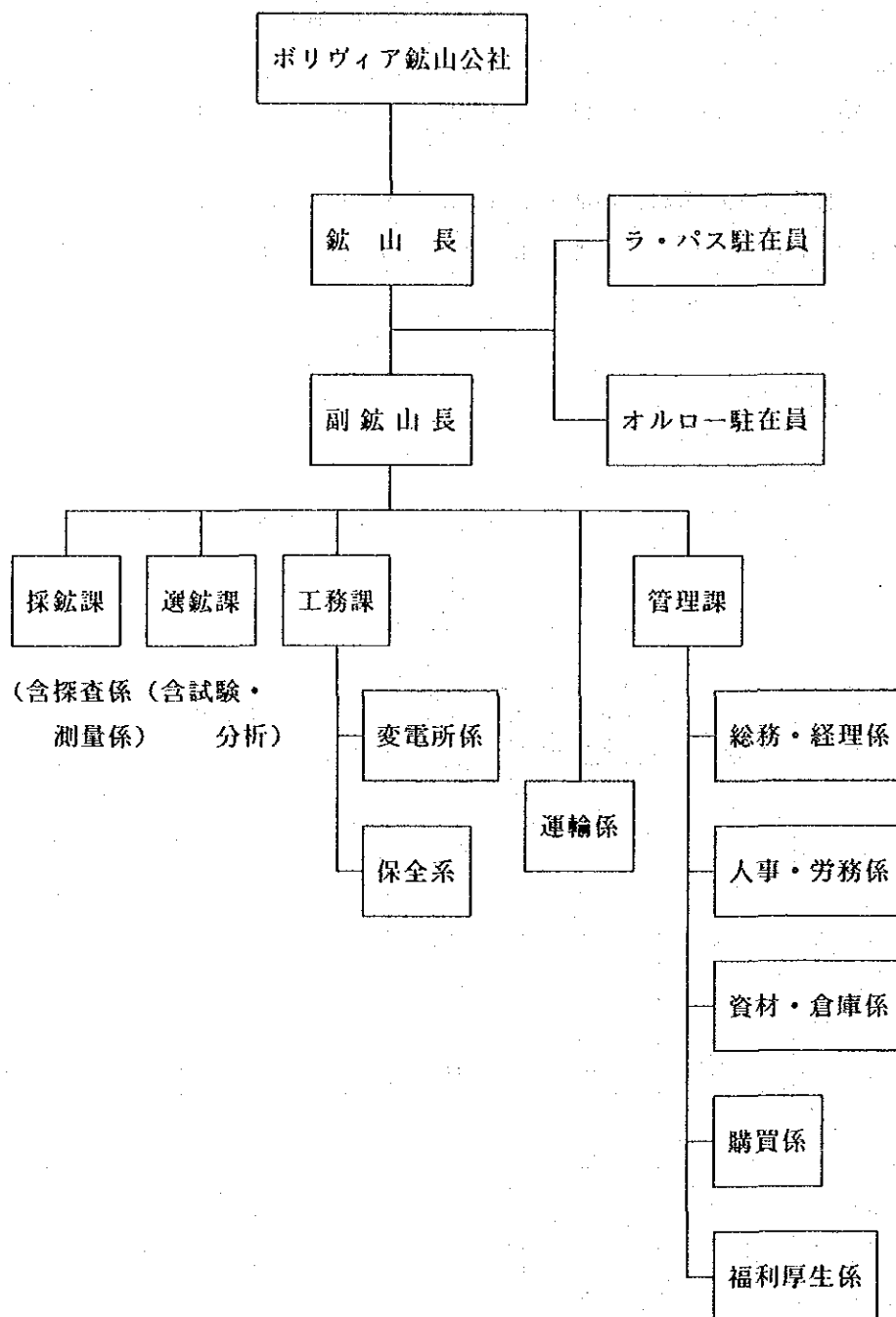
| 項 目 | 400 t/日 | | | 800 t/日 | | |
|-------|---------|-----|-----|---------|-----|-----|
| | 日給者 | 月給者 | 計 | 日給者 | 月給者 | 計 |
| 探 鉍1) | 71 | 10 | 81 | 119 | 14 | 133 |
| 選 鉍2) | 22 | 8 | 30 | 24 | 8 | 32 |
| インフラ | | | | | | |
| 変電所 | 4 | 1 | 5 | 4 | 1 | 5 |
| 保 全 | 3 | 9 | 12 | 9 | 3 | 12 |
| 運 輸 | | 14 | 14 | | 25 | 25 |
| 計 | 7 | 24 | 31 | 13 | 28 | 42 |
| 管 理 | | | | | | |
| 山 元 | | 24 | 24 | | 30 | 30 |
| オルロー | | 1 | 1 | | 2 | 2 |
| ラ・パス | | 1 | 1 | | 1 | 1 |
| 計 | | 26 | 26 | | 33 | 33 |
| 合 計 | 100 | 68 | 168 | 156 | 83 | 240 |

注1) 探査、測量を含む。

2) 試験・分析を含む。

サンアントニオ鉱山はCOMIBOLに所属する鉱山であるため組織としてはCOMIBOLに所属した形態で下図のような組織とする。

図2-1-1 サンアントニオ鉱山組織図



2. 1. 5 代替案の総括表

以上述べた代替案を総括すると表2-1-4のようになる。これらの代替案について採鉱・選鉱そしてインフラの計画をたて、また財務分析及び経済分析を施すこととする。

表2-1-4 生産計画代替案の総括表

| 代替案 | | I | II' (試算用) | II |
|---|--------------------|---------------|-----------|------|
| 粗鉱出鉱量 (t/日) | | 400 | 800 | 800 |
| 可採鉱量 (t) | | 130万 | 130万 | 260万 |
| 鉱山ライフ (年) | | 10 | 5 | 10 |
| 精鉱産出量 (t/年) | Pb 精鉱 | 5,741 | 11,482 | |
| | Zn 精鉱 | 8,362 | 16,723 | |
| 精鉱品位 と実収率 (実収率は %でカッコ 内に示す) | Pb 精鉱中 Pb (%) | 49.0 (77) | | |
| | Zn 精鉱中 Zn (%) | 53.0 (75) | | |
| | Pb 精鉱中 Ag (g/t) | 2,522 (80) | | |
| 配置人員 (人) | | 168 | 240 | |
| 必要用水量 (m ³ /日) | | 1,630 | 3,110 | |
| 必要電力量 (MWh / 年) | | 9,213 | 12,541 | |

なお、いずれの代替案の場合も亜鉛精鉱は、チリ北部のアントファガスタ港經由でフランスまたはベルギーの製錬所へ向けて輸出されるものとし、鉛精鉱はポルトガル近郊のカラチバンパ製錬所へ売却されるものとそれぞれ仮定する。

2. 2 地質・鉱床及び埋蔵鉱量

2. 2. 1 地質概要

サンアントニオ鉱床の位置するスードリペス地域は東アンデス山系の西端を占め、その地質は広域的に下位よりオルドビス系の未変成劣地向斜堆積物、白亜系の浅海成堆積物、第三系の陸成堆積物・火山岩類さらに第四系の氷河堆積物で構成されている。

調査対象鉱山付近は、坑内ボーリングにより地下深部に白亜系の存在が確認されているものの、殆ど大部分が新第三紀の石英安山岩で占められている。また、地表の一部には氷河堆積物が分布する。

石英安山岩は自破碎構造・流理構造を示す部分と緻密・塊状部分とが相互に漸移し、本岩はほぼ同一場所で同時期に活動した一連の溶岩及び溶岩ドームと考えられている。鉱床付近では顕著な脱色化作用を被り、白色から灰白色を帯び、特に変質の著しい部分では石英以外の斑晶鉱物の肉眼的識別が困難である。鏡下では径4mm以下の自形の石英・斜長石・黒雲母斑晶が普通で、石基は微細な黒雲母を伴う斜長石が主である。このうち斜長石は主に絹雲母・カオリン鉱物・緑泥石・炭酸塩鉱物に、また黒雲母は鉄鉱物・緑泥石によって交代されている。

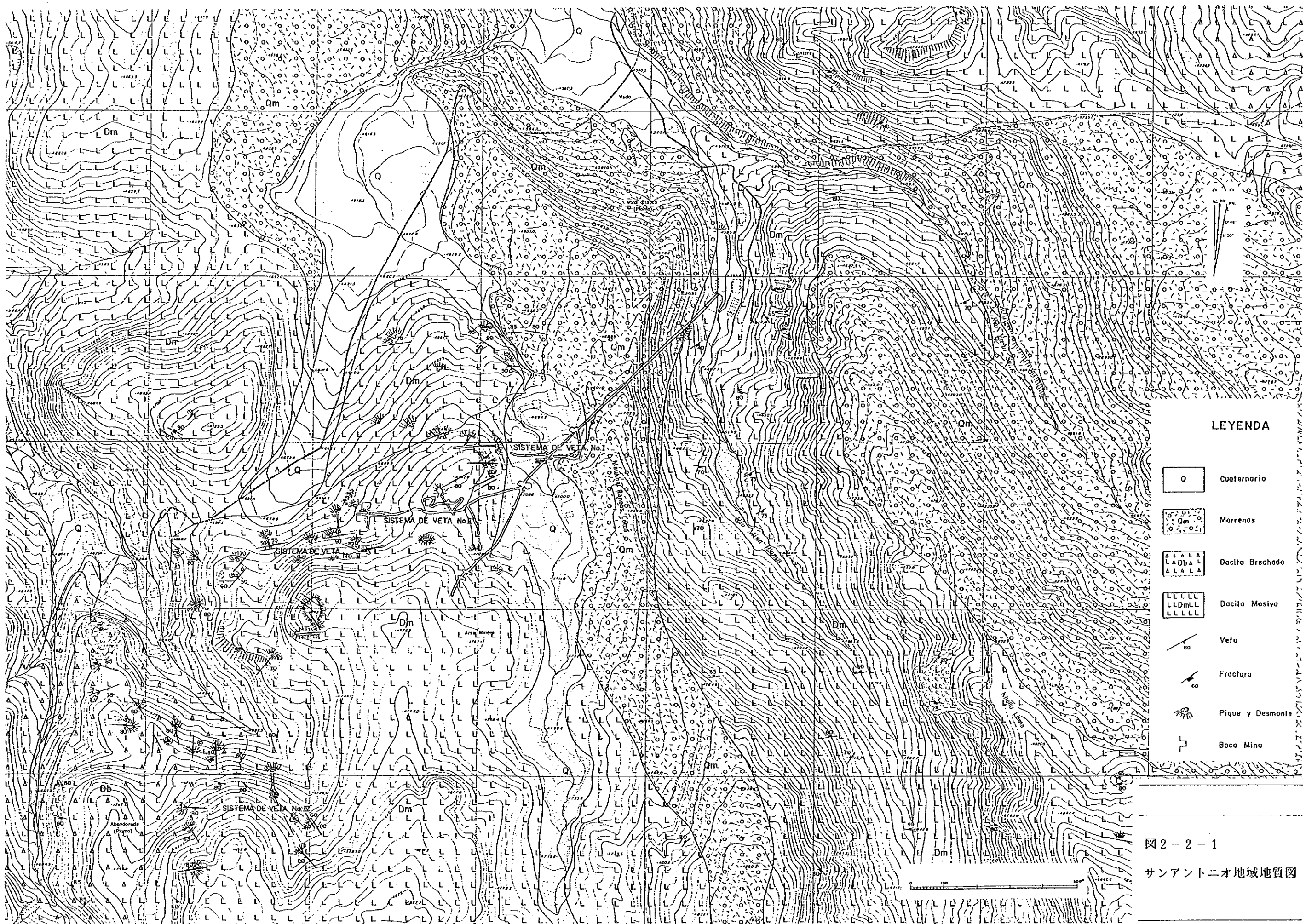
本地域には地質構造を具体的に示す断層・褶曲などの構造は認められないが、その地理的な位置より東アンデス山系の基本的な南北系の構造と副次的な東西系断層が発達するものと判断される。また、本地域周辺のオルドビス系と第三系には、ほぼ南北系の等斜褶曲が発達している(図2-2-1)。

2. 2. 2 鉱床概要

本鉱床は新第三紀の石英安山岩中に胚胎する銀-鉛-亜鉛を主とする熱水性鉱脈型鉱床で、東西約2.5km、南北約2.0kmの範囲内に多数の露頭及び旧坑が知られている。

スペイン植民地時代に鉱床上部が採掘され、後に19世紀末には主要水平坑道(メサ・デ・プラータ坑:坑口海拔高度4,600m)、更には3本の盲立坑が地下約80mまで開さくされて本格的に採掘された。現在は、COMIBOLの最優先探鉱地の1つとして、1980年以来探鉱作業が続けられている。

主要鉱脈はI脈、II脈、III脈をはじめ、これらより派生した支脈群より構成され、ほぼ東西系で北または南急傾斜の雁行配列を示す。これら東西系の裂罅は本地域の広域的な横圧力に伴って形成された二次剪断裂罅であり、理論的に富鉱体の形成場所に適する裂罅とされて



LEYENDA

- Q Cuaternario
- ○ ○ ○ Morrenos
- △ △ △ △ Dacita Brechada
- L L L L Dacita Masiva
- / 80 Veta
- / 80 Fractura
- ⊕ Pique y Desmonte
- └┘ Boca Mina

図 2-2-1
サンアントニオ地域地質図

いる。主要脈は走向延長1,000m以上、傾斜延長200m以上、最大脈幅10m前後、平均0.9~1.95mの規模を有すると考えられている。

初生鉱石鉱物は方鉛鉱・閃亜鉛鉱・黄鉄鉱を主に、白鉄鉱・黄銅鉱・四面銅鉱・自然銀・輝銀鉱・輝安銅鉱・濃紅銀鉱・赤鉄鉱・アイキナイト・硫カドミウム鉱で、脈石鉱物は石英・重晶石・菱鉄鉱である。二次鉱物としては褐鉄鉱・針鉄鉱・銅藍などが知られている。

これらの鉱物中には高温生成の鉱物が認められず、低温生成とされている白鉄鉱・重晶石・菱鉄鉱を産し、閃亜鉛鉱中の鉄含有量が少なく、複雑な銀-鉛-錫などの硫酸塩鉱物が認められず、鉱物の種類、共生、鉱石の組織も極めて単純であることから、本鉱床が比較的低温・低圧下で生成したことを暗示している。

鉱化作用は早期と後期とに大別される。早期鉱化作用は鉱石鉱物に富み、脈石の主体は石英で、著しい緑泥石化作用を伴う。鉱化温度は液体包有物の実験結果から170℃~240℃を示し、I脈の鉱化作用に代表される。後期鉱化作用は鉱石鉱物に比較的乏しく、脈石は石英を主に重晶石を伴い、著しい絹雲母化及びカオリン化作用を伴う。鉱化温度は170℃程度で、II脈の鉱化作用に代表される。

変質作用は鉱脈を中心とし、緑泥石帯・絹雲母帯・カオリン鉱物帯・モンモリロン石帯の累帯配列を有し、鉱化作用と良好な対応を示す。地表では、メサ・デ・プラータ坑を中心とする地域に絹雲母-カオリン鉱物帯、その他に数か所の変質帯が確認されている。

2. 2. 3 鉱 量 計 算

サンアントニオ鉱床は、前述の通りスペイン植民地時代及び1900年代に上部並びに坑道展開部を中心に相当採掘された為、本鉱床に対する探鉱は未開発部と目されるメサ・デ・プラータ坑準以下に主眼が置かれた。1980年から1985年までCOMIBOLは精力的な探鉱を開始し、坑内サンプリング及び坑内外からのボーリングを実施した。これに並行して1982年から1984年の3か年間、金属鉱業事業団による資源開発協力基礎調査が実施され、坑内外地質調査・地化学探査及びボーリングが行われた。これらの結果、坑道展開部域の深部並びに東部地域において、既知鉱脈延長部に対比される優勢な鉱脈を多数個所でボーリングにより確認し、本鉱床の有望性が実証されるに至った。

1985年11月には、COMIBOLは日本の技術支援を得て詳細な鉱量計算を実施し、メサ・デ・プラータ坑準以上の未採掘部にわずかではあるが確定及び推定鉱量を、同坑準以下にボーリング資料より予想鉱量をそれぞれ計上すると共に、旧採掘切羽を充填しているタケオ¹⁾についても鉱量を計上した。

注1) タケオとは切羽残鉱と充填物の混合した鉱石。

(1) 鉱画設定手順

以下に、鉱量のほとんどを占める坑準以下の予想鉱量についての鉱画設定の手順を述べる。

(a) ボーリング着鉱部と鉱脈の対比

本鉱床の鉱脈は、ほぼ東西の走向を有し、I脈以北の脈群は一般に北落し、II脈以南では南落しの傾向を有するので、ボーリング着鉱部を70°ないし80°でメサ・デ・プラータ坑準に投影し、同坑内調査で判明している既知鉱脈と対比した。その結果、I脈、II脈、III脈にセロ脈、ヌエバ脈及び支脈-Iの3鉱脈を加え、計6鉱脈を鉱量計算対象とした(図2-2-2)。

(b) 真の脈幅の計算

ボーリングの方位・傾斜および鉱脈の走向・傾斜より、ボーリング着鉱長を真の脈幅に補正した。

$$\begin{aligned} \theta_i &= \text{脈の傾斜、} & L_t &= \text{真の脈幅} \\ \theta_b &= \text{ボーリングの傾斜、} & L &= \text{ボーリング着鉱長} \\ \theta_{st} &= \text{脈の走向とボーリング方位との交叉角、} \\ L_t &= L \cdot \cos \theta_b \cdot \sin \theta_{st} \cdot \sin \theta_i. \end{aligned}$$

(c) 分析値

坑内試料およびボーリングコアの分析はケチスラ鉱業所のテラマユ分析所とサンホセ鉱業所のイトス分析所で実施された。

(d) 計算鉱画の決定

各鉱脈の連続する可能性が高いので、各鉱脈に着鉱している最端部のボーリングを包含する鉱画を計算の対象とした。その上限はメサ・デ・プラータ坑準とし、走向延長および下部へは最端部着鉱ボーリングより30mまでを鉱画範囲とした。II脈について図2-2-3のように示される。

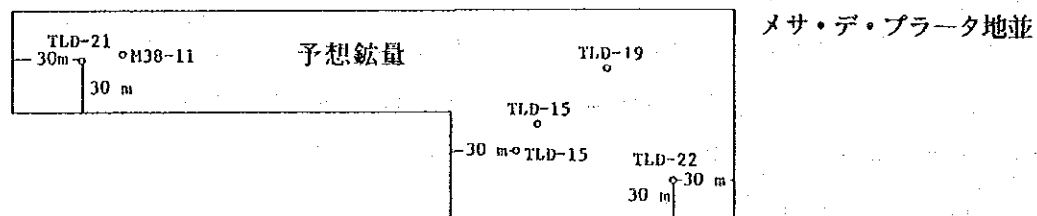


図2-2-3 II脈予想鉱量鉱画

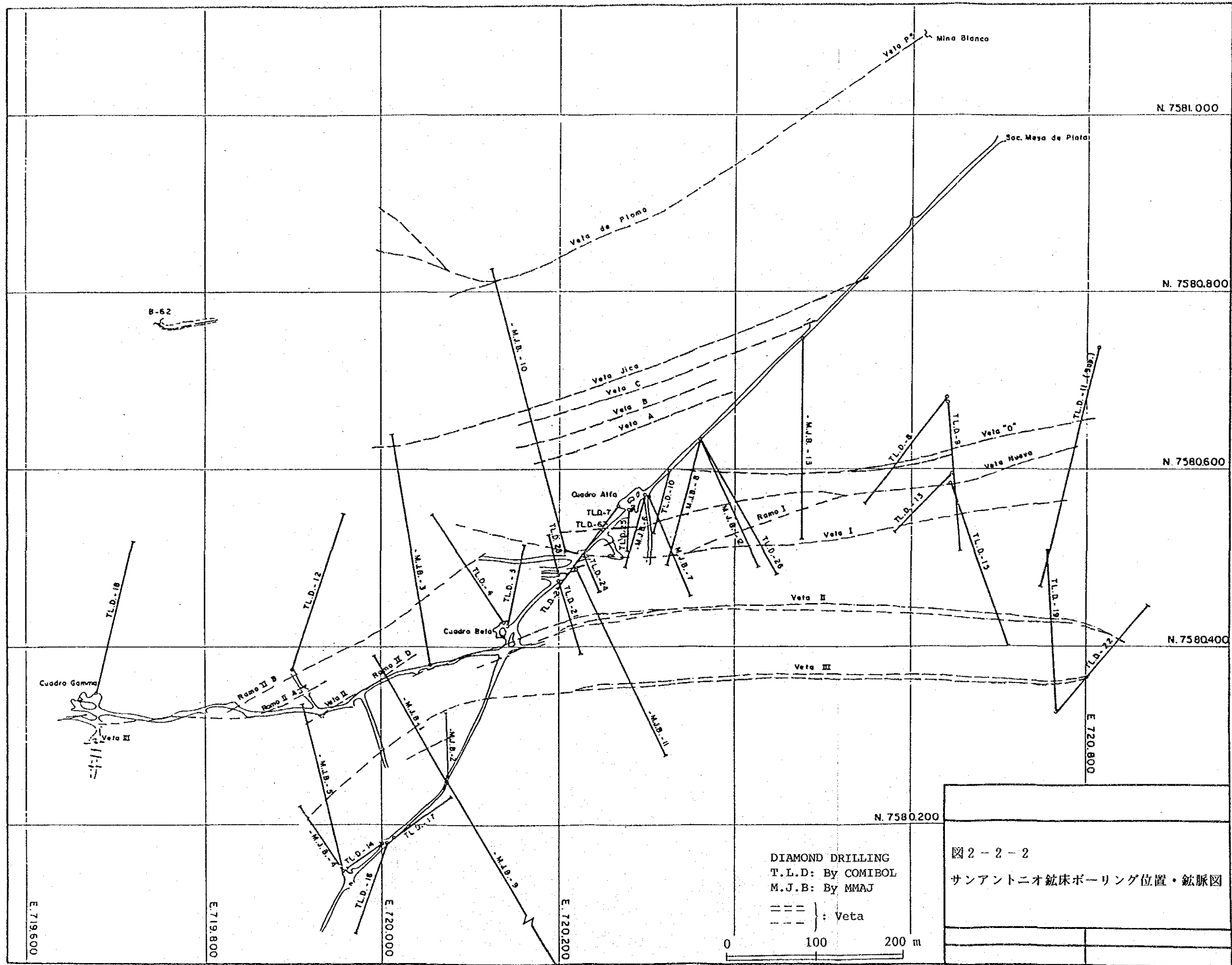


図 2-2-2
 サンアントニオ鉱床ボーリング位置・鉱脈図

(e) 鉱画の平均脈幅と品位の決定

ボーリング間隔及び本数を考慮し、平均脈幅は各ボーリングの脈幅の相加平均、そして平均品位は各ボーリングの脈幅と品位の加重平均をそれぞれ採用した。

(2) 埋蔵鉱量の計算

(a) 次の諸元を用い、確定・推定・予想の各鉱量が計算された。

| | |
|------------|-------------------------|
| 比 重 | : 3.0 g/cm ³ |
| 分析・試料採取安全率 | : -20% |
| 真の脈幅への安全率 | : -20% |
| 鉱床賦存率 | : 0~-30% |

(b) タケオの鉱量計算には次の諸元が用いられた。

| | |
|---------------|--------------------------|
| 比 重: 乾燥細粒鉱石 | : 2.54 g/cm ³ |
| 塊状鉱石 | : 1.98 g/cm ³ |
| 相 対 湿 度 | : 14% |
| 分 析 ・ 試料採取安全率 | : -20% |

(c) この結果、1985年11月現在として、埋蔵鉱量153万t、Ag156g/t、Pb3.14%、Zn5.10%が計上された。その鉱量区分別・鉱脈別鉱量集計を表2-2-1に、総括埋蔵鉱量を表2-2-2に示す。

また、ボーリング探鉱データを記入した鉱画図の一部を図2-2-4・図2-2-5に示す。

2.2.4 追加探鉱

埋蔵鉱量の大部分はボーリングにより把握されたもので、予想鉱量として計上されている。しかもボーリング間隔に粗密があり、鉱量計算には前述の通り鉱量・品位に相当の安全率を乗じている。

したがって、現在設定されている予想鉱画内の鉱況把握・連続性確認を目的として、今後地表よりのボーリングを追加し、鉱量の確定度を上げ、その後、水没立坑の排水・修復とそれに引き続く坑道探開坑の段階へ入る事が望ましい。

追加ボーリングは、4孔、掘進延長1,000mとし、作業期間6か月を見込む。

表2-2-1 鉍量区分・鉍脈別埋蔵鉍量集計

| 鉍脈 | 区分 | 鉍量 (トン) | Ag(g/t) | Pb(%) | Zn(%) | Ag(kg) | Pb(T.F.) | Zn(T.F.) |
|------|-----|------------|---------|-------|-------|---------|----------|----------|
| I | 推定 | 32.220 | 263 | 2.57 | 2.90 | 8,474 | 829.0 | 936.1 |
| I | タケオ | 16.960 | 278 | 1.54 | 1.10 | 4,716 | 261.8 | 186.5 |
| I | 予想 | 332.841 | 70 | 2.04 | 4.88 | 23,298 | 6,789.9 | 16,242.6 |
| I | 脈計 | 382.021 | 96 | 2.06 | 4.55 | 36,488 | 7,880.7 | 17,365.2 |
| II | 確定 | 14.778 | 260 | 1.23 | 0.37 | 3,840 | 181.2 | 54.1 |
| II | 推定 | 2.057 | 182 | 0.82 | 0.32 | 375 | 16.9 | 6.6 |
| II | タケオ | 35.950 | 250 | 0.86 | 0.41 | 8,983 | 309.9 | 148.5 |
| II | 予想 | 148.652 | 121 | 5.81 | 18.83 | 17,987 | 8,636.7 | 27,991.2 |
| II | 脈計 | 201.437 | 155 | 4.54 | 14.00 | 31,185 | 9,144.7 | 28,200.4 |
| III | 予想 | 365.822 | 85 | 1.87 | 2.64 | 31,094 | 6,840.8 | 9,657.7 |
| III | 脈計 | 365.822 | 85 | 1.87 | 2.64 | 31,094 | 6,840.8 | 9,657.7 |
| セロ | 予想 | 123.681 | 307 | 2.42 | 2.95 | 37,970 | 2,993.1 | 3,648.6 |
| セロ | 脈計 | 123.681 | 307 | 2.42 | 2.95 | 37,970 | 2,993.1 | 3,648.6 |
| ヌエバ | 予想 | 342.984 | 250 | 3.97 | 3.50 | 85,746 | 13,616.5 | 12,004.4 |
| ヌエバ | 脈計 | 342.984 | 250 | 3.97 | 3.50 | 85,746 | 13,616.5 | 12,004.4 |
| 支脈-I | | 111.874 | 141 | 6.77 | 6.32 | 15,774 | 7,573.8 | 7,070.4 |
| 支脈-I | 計 | 111.874 | 141 | 6.77 | 6.32 | 15,774 | 7,573.8 | 7,070.4 |
| 総計 | | 1,527.819 | 156 | 3.14 | 5.10 | 238,257 | 48,049.6 | 77,946.7 |

* T.F. : 金属量トン

表2-2-2 埋蔵鉍量総括

| 区分 | 鉍量 (トン) | 品 位 | | | 金 属 量 | | |
|-----|------------|---------|-------|-------|---------|----------|----------|
| | | Ag(g/t) | Pb(%) | Zn(%) | Ag(kg) | Pb(t) | Zn(t) |
| 確定 | 14.778 | 260 | 1.23 | 0.37 | 3,840 | 181.2 | 54.1 |
| 推定 | 34.277 | 258 | 2.47 | 2.75 | 8,849 | 845.9 | 942.7 |
| 予想 | 1,425.854 | 149 | 3.26 | 5.37 | 211,869 | 46,450.8 | 76,614.9 |
| 計 | 1,474.909 | 152 | 3.21 | 5.26 | 224,558 | 47,477.9 | 77,611.7 |
| タケオ | 52.910 | 259 | 1.08 | 0.36 | 13,699 | 571.7 | 335.0 |
| 合計 | 1,527.819 | 156 | 3.14 | 5.10 | 238,257 | 48,049.6 | 77,946.7 |

CORTE A-A'

Elev. 4.700m.

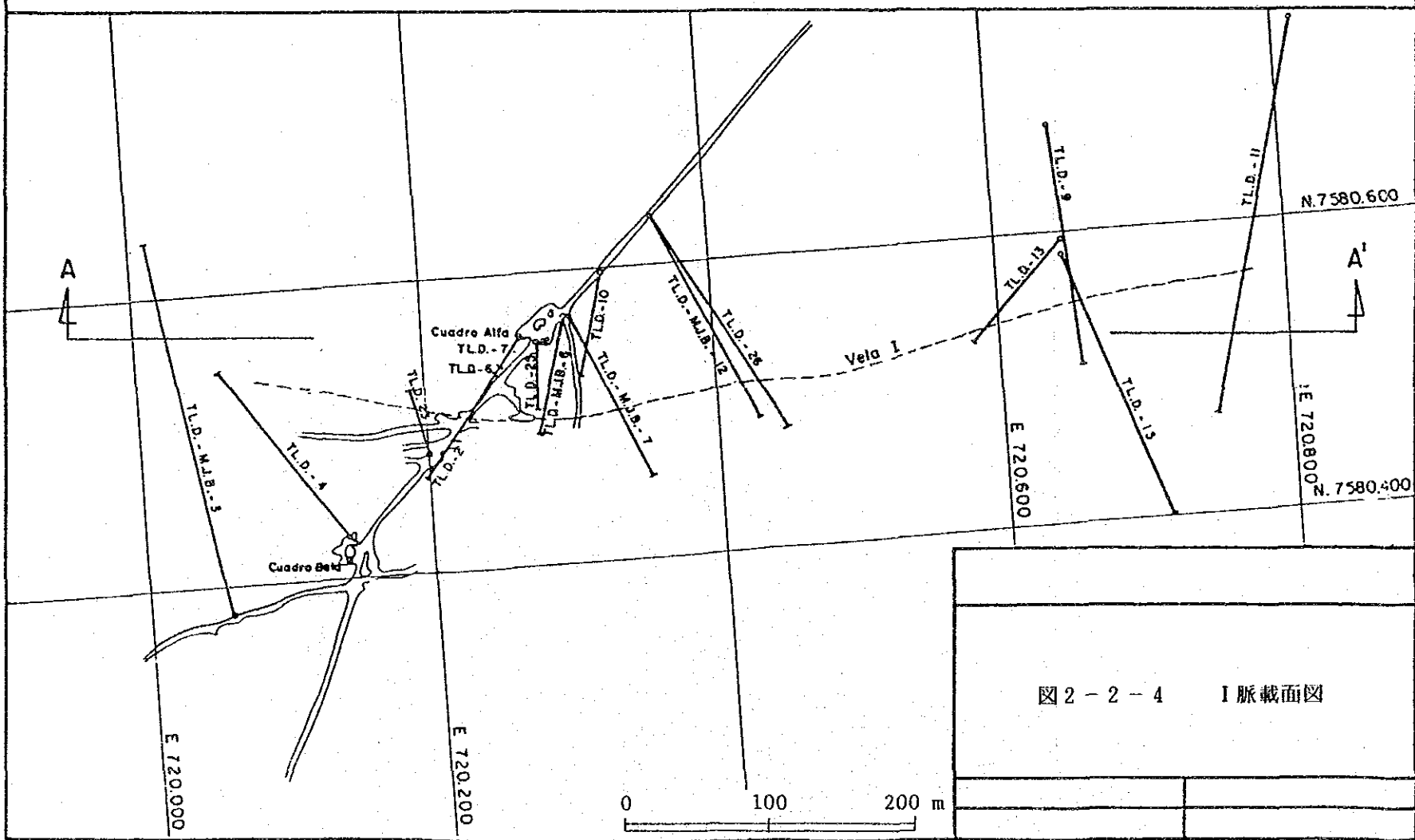
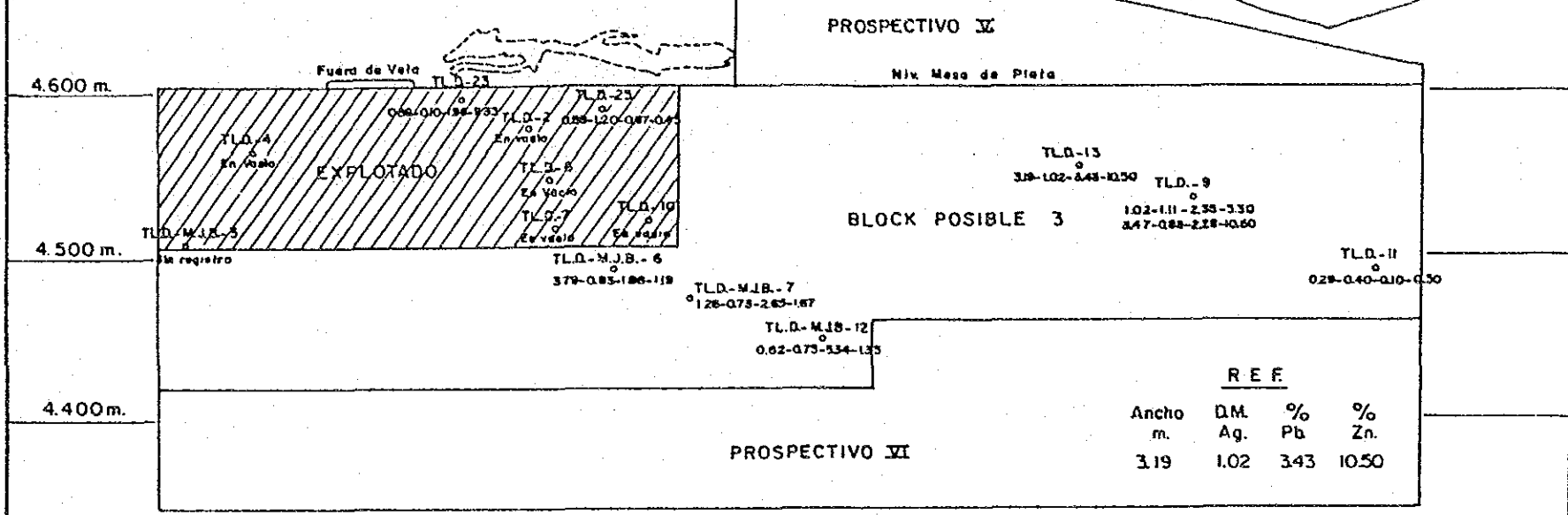


图 2-2-4 I 脉截面图

CORTE D-D'

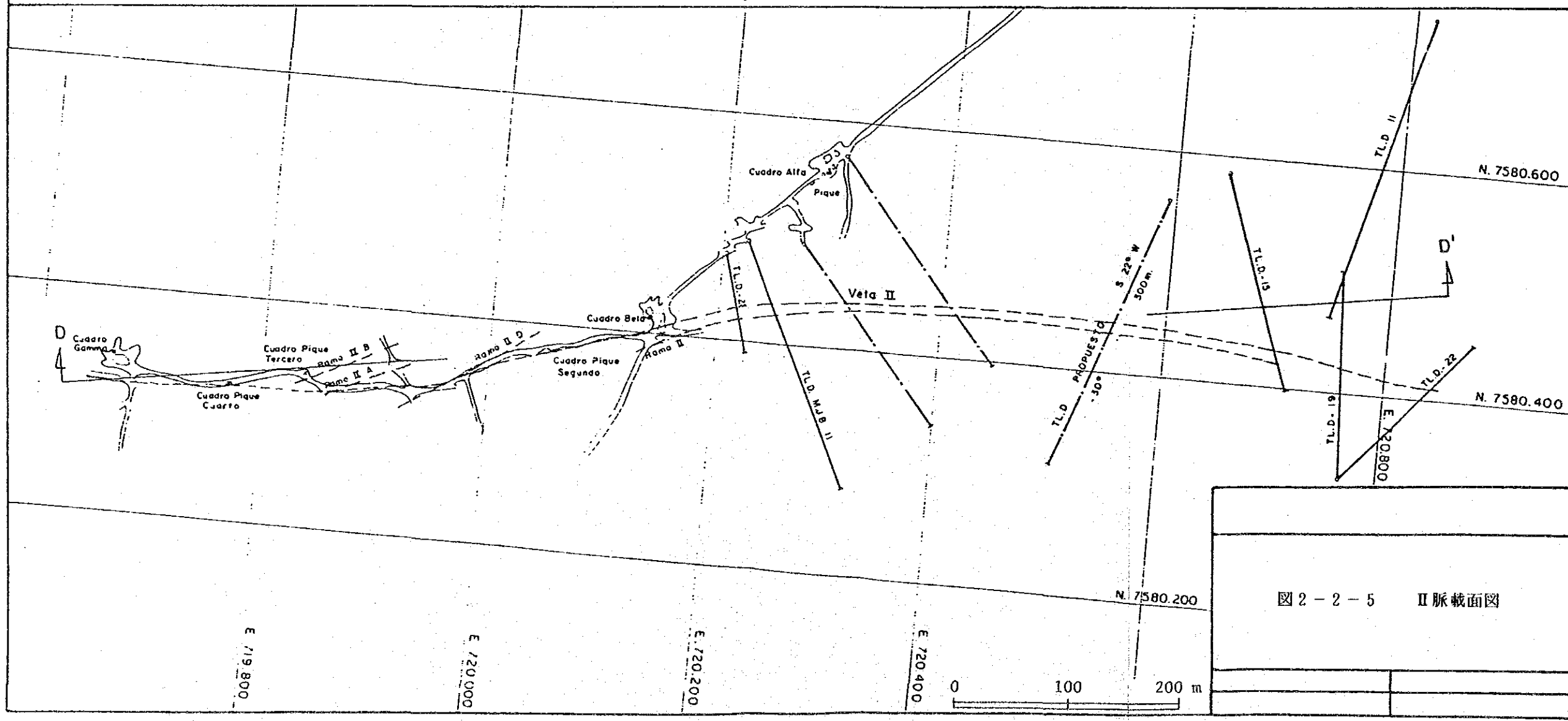
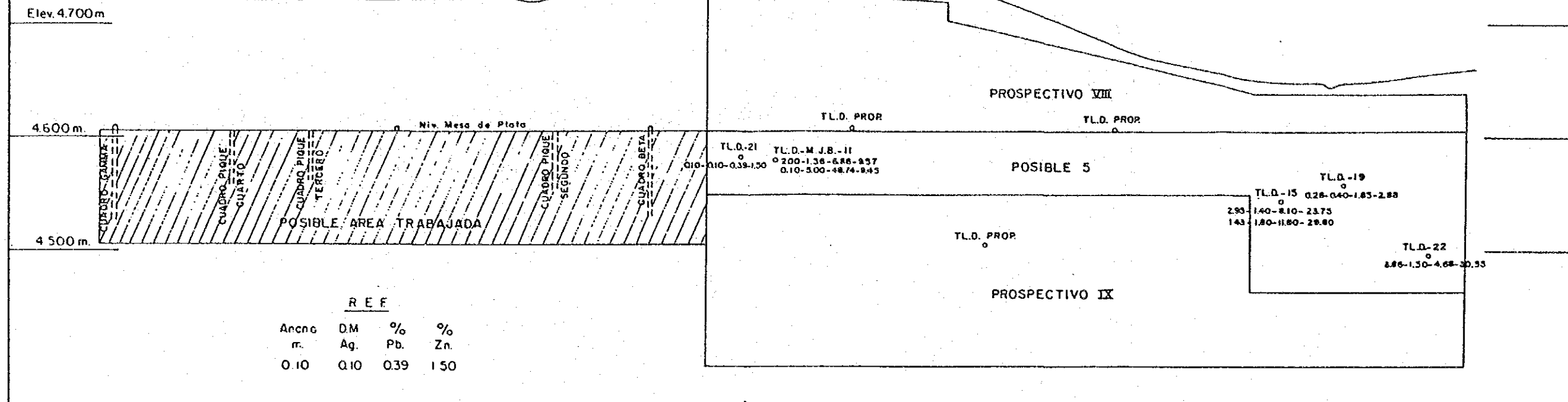


图 2-2-5 II脉截面图

2. 2. 5 探 鉱 余 地

本鉱床の坑道展開部の下部および東部で、I脈以下6鉱脈について埋蔵鉱量が計上されたが、その他にも、これまでの組織的探鉱により、鉱量増加に寄与すると考えられる探鉱個所が明らかにされている。

すなわち、埋蔵鉱量の計上された予想鉱画以東の地域は、尾根筋を氷河堆積物に覆われるが母岩に強変質帯が確認されており、地下でのこれら鉱脈群の延長が充分想定され、今後の探鉱により100万t級の鉱量が期待される地域である。

更に、坑道展開部の北西に、MJB-10孔で確認されたA脈をはじめとする潜頭性鉱脈群は、ボーリング着鉱長80～500cmで母岩変質も強く、今後の探鉱によりこれら鉱脈群の拡がりの確認できれば30万t級の鉱量が充分期待出来る地域である。

その他に、南向きのMJB-9孔でも優勢な鉱脈を確認しており、また、メサ・デ・プラータ坑を中心とするボーリング探鉱地域の近傍には、大規模な未探鉱の変質帯が発達するので、これらの組織的探鉱により更に鉱量増加の余地が考えられる。

そして、将来の開坑が進めば、脈数が多いので計算されていない鉱脈にも採掘可能な鉱量が計上される可能性も高い。

このように、本鉱床は現時点での埋蔵鉱量以上のポテンシャルが期待出来る鉱床と言える。また、金に着鉱しているボーリングもあるが従来分析値がなく明らかでない。これも探鉱を緻密に行えば富鉱部に着鉱する可能性があり付加価値を高めることが出来る。

2. 3 採 鉱

2. 3. 1 前提条件

(1) 可採鉱量及び品位

前述の埋蔵鉱量に基づき可採鉱量及びその品位が計算され前項でその数字があげられているが、表 2-1-1 に示される可採鉱量 1,321.755 t、品位 Ag 145 g/t、Pb 2.92%、Zn 4.73% で下記の諸元によって計算された。

採鉱実収率：80%

研混入率：10%

研品位：Ag 20 g/t、Pb 0.25%、Zn 0.20%

研比重：2.4

(2) 就業時間

就業時間は、各方8時間、実労働時間は各方6時間とする。アルファ立坑の改修・掘下り及び探開坑掘削は、1日当たり3方操業とする。また、採掘時の1日当りの出鉱量が400tの場合は、2方操業とし、800tの場合は3方操業とする。月当りの稼働日数は26日、年間稼働日数は312日とする。

2. 3. 2 開坑計画

以下の理由により、開坑方式を2期2年に分け初期開坑では、アルファ立坑の排水、改修、掘下り、立坑完成後は探鉱坑道、鑿押坑道、及び掘上り掘削を行い、埋蔵鉱量を確認し企業化が可能なら次期開坑に入る。次期開坑では、トラックレス斜坑等の掘削及び出鉱準備工事を行う。

- ① 海拔4,600mより上部の鉱脈I、II脈は、スペイン植民地時代に既に採掘されている。
- ② 20世紀初期(約80年前)には、アルファ立坑(深さ36.6m)、ベータ立坑(深さ80m)及びガンマ立坑(深さ80m)を開削し、海拔4,500m近くまで採掘されている(立坑深さは推定)。
- ③ アルファ立坑より東側のボーリングTLD-22(1984年COMIBOL実施)が、銀、鉛、亜鉛の高品位鉱に着鉱し、この東部地域は有望である。

- ④ アルファ立坑は水没しているが（pH 6.4 無色）湧水は、ほとんどない。しかし、立坑周辺の探鉱ボーリング孔5孔から、合計約0.8 ml/minの湧水量がある。これらは、立坑掘下り時全量立坑に流入すると推定される。
- ⑤ 過去に採掘されたにもかかわらず、坑内図面、諸資料が現存せず、I、II脈の延長方向、規模を確認する必要がある（埋蔵鉱量の95%が予想鉱量であるため、東部地域の鉱量を確認する必要があり、坑外ボーリングは最優先に行うべきである）。
- ⑥ 海拔4,600mの坑口（0mレベル）から南西方向の深部580m地点にアルファ立坑がある。この立坑までの岩質は、緑泥石化した石英安山岩であり、全体的には堅硬で無支保であり坑道加背も大きい。しかし、小断層部の地山不良箇所の坑道加背は、約1.5m×1.5m（アーチ状石造支保）であり、これが断続的に100m程度存在する。
- 掘削研等の搬出は、0.6㎡横転鉱車（0.7mW×1.2mL×0.7mH）及び2t蓄電池式機関車（2tB.L.）を用いると、この小加背区間は改修しなくても主運搬坑道として使用可能である。
- また、レールの敷設状況は良好であり、坑道の排水溝も完備しており、加背は狭いが人員の入出坑及び資材搬入には問題がない。
- ⑦ 20世紀初期のアルファ立坑の巻揚室、ロープ坑道等が現存しており、一部改修すれば利用可能であり、海拔4,600m下部を採開坑するには、この立坑の掘下りを完成させ、利用することが最も工期は短かく低コストである。

（1）初期開坑

（a）立坑改修（0～-36.6m）

坑口地並（0mレベル）から深度を確認できる-36.6mレベルまで水中ポンプで揚水し、旧立坑枠を解体し新たに腐食に強い松材で枠組を行い、ケージ間2間（両ケージ）及び人道間1間とする（図2-3-1参照）。

改修断面は、旧立坑断面と同様な3.5m×2.0mとする。

立坑枠は、15cmの角材を用い岩盤に10cm程度根掘りを行い固定する。施枠間隔は2.5mとしガイドは15kg/mレールを用い、立坑枠の長枠に金具で固定する。

立坑内の人道間全区間には、緊急時の避難路として2.5m毎に踏棚を設け、3mものの梯子を取付ける。また、人道間には400mmφ垂鉛引風管、4"エアパイプ、4"排水パイプ、2"水パイプ及び電線類を設置する。

0m地並プラットフォームの人道間空間部には、墜落防止のため座張を行う。

この区間の改修能率は、施枠数16枠であるが1日3方操業で揚水、古枠解体、枠組を1枠分行うものとする。

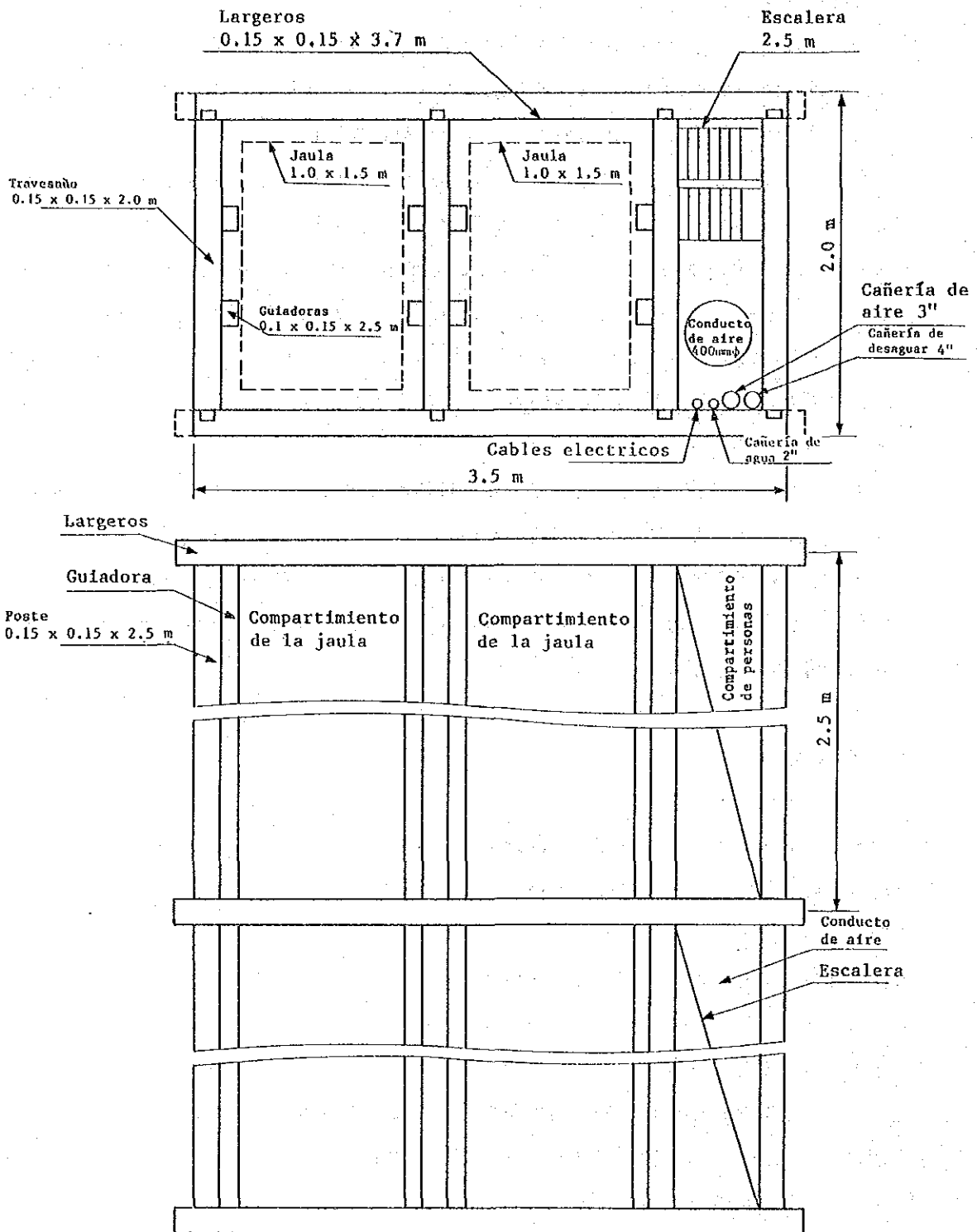


図 2 - 3 - 1 アルファ立坑平面図及び断面図 S-1/30

(b) 立坑掘削 (-36.6 ~ -100 m)

-36.6 m以深の立坑掘削は、発破工法を採用する。

削孔は1人1台とし、TY-24シンカードリルを使用し2台掘りとする。削孔本数は1発破当り25孔、削孔長は1孔当り1.7 mで起砕長は1.5 mとする。心抜法はVカット方式とし、1発破当りの爆薬量は約20 kgで電気発破方式とする。

起砕された研は、キブル(鉄製バケツ0.6 m³)に手積する。キブルは60 kW複胴巻揚機で巻揚げる。巻揚げられた研は、0 mプラットの0.6 m³鉱車に積替え、4~6鉱車連結して2 tバッテリー電車でけん引し坑外にダンプする。

立坑内の排水は、周辺からの流入水も考えられるので揚程60 m、揚水量1 m³の高揚程水中ポンプ(22 kW)で行い、立坑深度が60 m以上になったら途中に仮中継ポンプ座を設け2段揚水方式とする。立坑完成後は、坑底に高揚程30 kWタービンポンプを予備も含めて2台設置し、異常出水に備える。

掘削時の立坑内の通気を改善するために、0 mプラットには、風量400 m³/min級の扇風機を、人道間には400 mmφ亜鉛引風管を設置する。

削孔時のさく岩用水は、ミナ・ブランカ川から給水ポンプで揚水し、アルファ立坑の0 mプラットの貯水タンクに導水し、水圧を調整しながら供給する(以下同様)。

この区間の掘進能率は、1日当り1.5 mとする。

1の方: 削孔・装薬・発破(起砕長1.5 m)

2の方: 研搬出

3の方: 施枠または配管その他

この区間は63.4 mであるため、掘削日数は、

$63.4 \text{ m} \div 1.5 \text{ m/日} = 42 \text{ 日}$ である。

以上より改修含みの立坑掘削に要する期間は、

$(16 + 42) \text{ 日} \div 26 \text{ 日/月} = 2.3 \text{ 月}$

であるが、トラブル等を考慮して3.0月とする。

従って、1日当りの掘進長は、

$100 \text{ m} \div (3 \text{ 月} \times 26 \text{ 日/月}) = 1.3 \text{ m}$ である。

1日当りの出鉱量が800 tの場合は、-120 m地並にも探鉱坑道が必要なので、

アルファ立坑の掘削長は125 mとする。

(c) 立坑開削費

(i) 人件費

実務員の必要人員は1日当り33人である。

実務員の平均賃金を1日5 \$ (人員従属費含まず。以下同様) とすると、

$$33 \text{人/日} \times 5 \text{\$/人} = 165 \text{\$/日} \quad \text{である。}$$

係員は1日当り5人必要で1日当りの平均給料を13 \$ (人員従属費含まず。以下同様) とすると

$$5 \text{人/日} \times 13 \text{\$/人} = 65 \text{\$/日} \quad \text{である。}$$

以上により人件費の合計は230 \$ /日となりm当りの人件費単価は

$$230 \text{\$/日} \div 1.3 \text{m/日} = 177 \text{\$/m} \quad \text{である。}$$

(ii) 物 品 費

立坑掘削時の資材を近隣諸国から全量輸入したとすると

$$0 \sim 36.6 \text{m間の改修時は} 86 \text{\$/m}$$

$$- 36.6 \sim 100 \text{m間の掘削時は} 139 \text{\$/m} \quad \text{となる。}$$

(iii) 燃料油脂費

・ディーゼル発電機

立坑掘下り時の電力量は1日当り1,900 kWhであり、ディーゼルエンジン210 PS、出力140 kWのディーゼル発電機1台で十分である。

この時の燃料消費量は

$$210 \text{PS} \times 0.25 \text{ℓ/PS} \cdot \text{h} \times 70\% \text{ (負荷率)}$$

$$\times 1.3 \text{ (高地補正)} \times 20 \text{h/日} = 960 \text{ℓ/日} \quad \text{となる。}$$

・コンプレッサー

- 36.6 mまでの立坑改修時は、エアブロー及びピックハンマー用として圧気を使用する。

- 36.6 m以深はシンカードリル用として圧気を必要とする。この時の圧気使用量は $2.9 \text{ m}^3/\text{min} \times 2 \text{台} = 5.8 \text{ m}^3/\text{min}$ であり、立坑内のエアブローを考慮しても、ディーゼルコンプレッサー (195 PS、吐出量 $21 \text{ m}^3/\text{min}$) 1台で十分である。

この時の燃料消費量は、

$$195 \text{PS} \times 0.25 \text{ℓ/PS} \cdot \text{h} \times 50\% \text{ (負荷率)}$$

$$\times 1.3 \text{ (高地補正)} \times 6 \text{h/日} = 190 \text{ℓ/日} \quad \text{である。}$$

以上より1日当りの燃料消費量は1,150 ℓ である。

この時の掘進m当りの燃料油脂費は

$$1,150 \text{ℓ/日} \times 0.43 \text{\$/ℓ} \text{ (油脂類} 25\% \text{含む。以下同様)}$$

$$\div 1.3 \text{m/日} = 380 \text{\$/m} \quad \text{である。}$$

表 2-3-1 アルファ立坑直接工事費

| 区 分 | 掘進長 (m) | 工期 (月) | m当り 人件費 (\$/m) | m当り 物品費 (\$/m) | m当り 燃料油脂費 (\$/m) | m当り 掘進費計 (\$/m) | 直接工事費 (\$) |
|-------|------------|-----------|----------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|---------------|
| 排水・改修 | 36.6 | 1 | 177 | 86 | 380 | 643 | 23,534 |
| 掘下り | 63.4 | 2 | 177 | 139 | 380 | 696 | 44,126 |

(d) 立坑完成後の巻揚設備

巻揚能率アップ、省エネルギー等のために、立坑巻揚機は以下に示す60kW複胴巻揚機としアルファ立坑0mレベルに設置する。また、各プラットフォームには、0.6㎡鉱車を1台ずつケージに押し込むための設備として、ストッパー等を設ける。

・複胴巻揚機

最大許容荷重：2,800kg

巻揚速度：120m/min

巻揚電動機：60kW

ワイヤーロープ：6×Fi(17)22mmφ

ケージ寸法：1.0mW×1.5mL×3.0mH(両ケージ)

・各プラットフォームストッパー：足踏式3基[※]

・各プラットフォームジャンクション：手動操作式3基[※]

(※出鉱量800t/日の場合は-120m地並に1基追加計4基)

(i) 巻揚機器の設備工事費

工事期間は1.5月であり、基礎工事および据付工事等の直接工事費は104,000\$である。

(e) 探開坑

以下に示す各地並の掘削で生じる研及び鉱石は、太空600Bローダーで0.6㎡鉱車に積込み、アルファ立坑経由で坑外ダンプ場へ運搬する。ダンプされた研は、ダンプトラックに積込み、研たい積場に運搬する。鉱石は、坑口近くに一時貯鉱し、選鉱場が稼働した場合にダンプトラックで運搬する。

(i) 探鉱坑道の掘削

アルファ立坑完成後、-40 m、-80 m地並からI脈、II脈の鉱化帯に向い水平坑道をそれぞれ200 mずつ掘削する〔800 t/日の場合は-120 m地並でも探鉱を行う〕。

坑道断面は、図2-3-2に示すように2.2 mW×2.5 mHとする。

レールは10 kg/mもの、枕木は0.09 m×0.12 m×1.0 mものを0.7 m間隔で敷設し、レールゲージは580 mmとする。

削孔は、1人1台でTY-76レッグドリルを使用し2台掘りとする。削孔長は1.3 m、起砕長は1.15 mとする。1発破当りの削孔本数および火薬量はそれぞれ

$$5.5 \text{ m}^3 \times 4 \text{ 本/m}^3 = 22 \text{ 本}$$

$$6.3 \text{ m}^3 \times 1.3 \text{ kg/m}^3 = 8.2 \text{ kg} \quad \text{とする。}$$

研搬出は、太空600Bローダーで0.6 m³鉱車に積込み1 tバッテリー電車でアルファ立坑までけん引する。ケージへの鉱車押し込みは、ケージ操作員が巻揚運転員と連絡を取り合って行う。立坑経由で0 mプラットに巻揚げられた鉱車は、0 mプラットのケージ操作員が引抜き、2 tバッテリー電車運転員に引渡す。2 tバッテリー電車運転員は、4~6 鉱車を連結して坑外ダンプ場まで運搬しダンプする。

掘進能率は各方削孔・装薬・発破・搬出の1サイクルを行う事とすると、1日3方当り3.45 mとなる。しかし、トラブルその他で掘進能率の安全率を85%とすると1地並当り2.9 m/日となり、これが2地並なので5.8 m/日となる。

(ii) 鑿押し坑道の掘削

上記の-40 m及び-80 m地並の探鉱坑道で着鉱したら、それぞれの地並で鉱脈に沿って鑿押し坑道を200 mずつ掘削する。

坑道断面は、採掘切羽の運搬坑道の可能性もあることから、研混入率は多くなるが2.2 mH×2.5 mHとする。

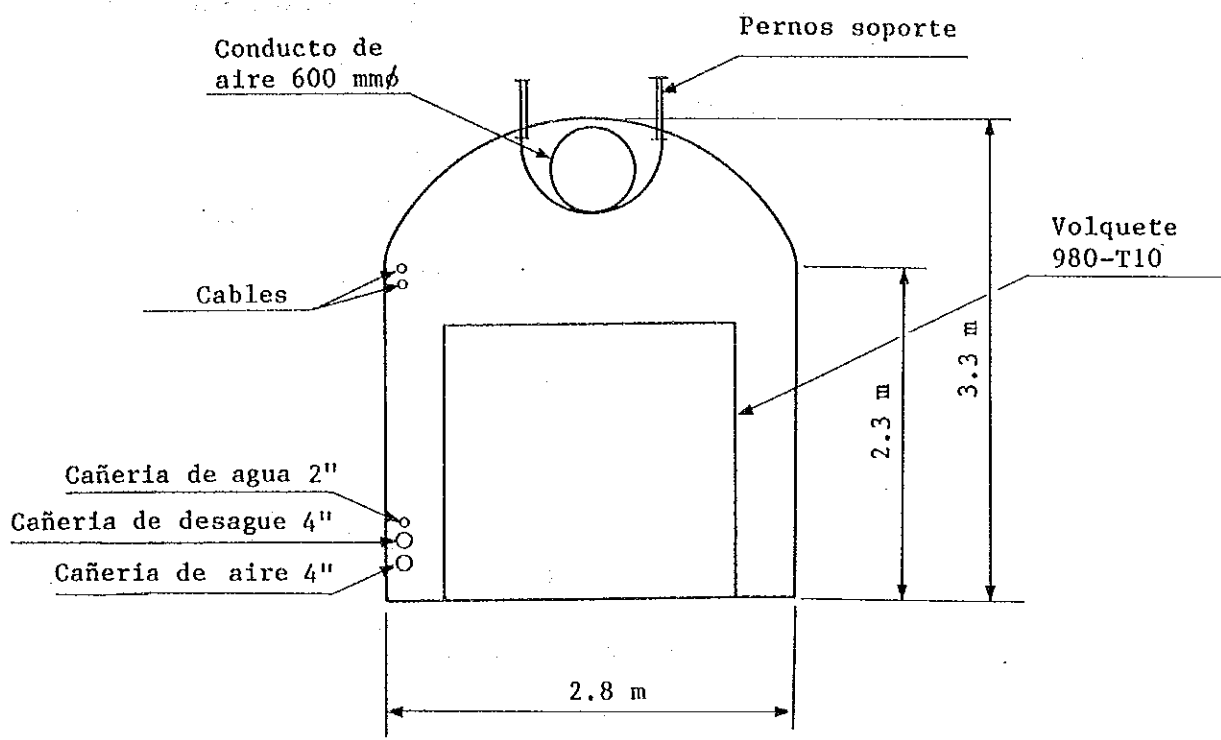
掘削方法及び能率は、探鉱坑道と同様とする。

(iii) 掘上り掘削

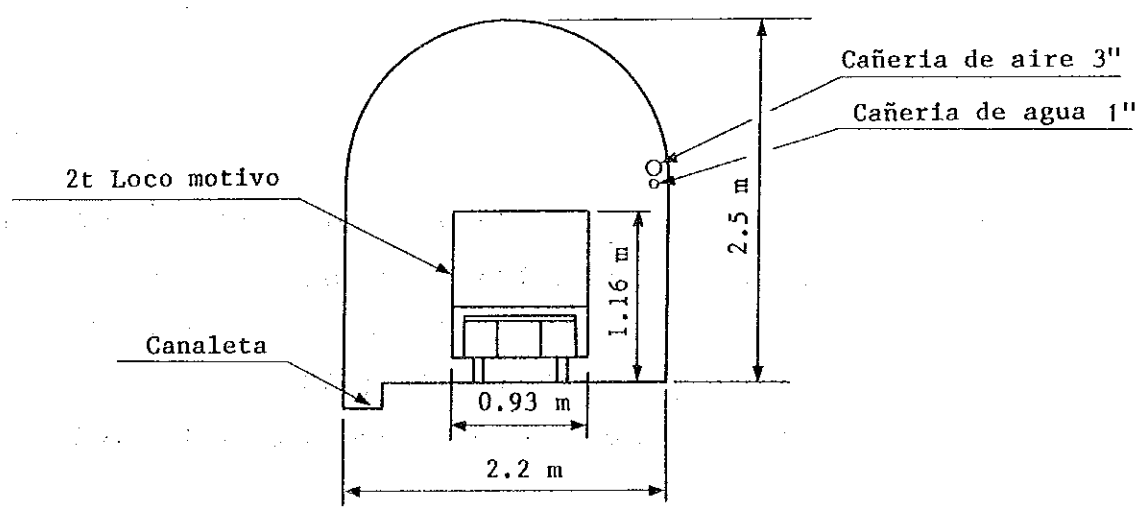
鑿押し坑道で鉱脈の水平方向の広がりを確認したら、垂直方向の連続性を把握するために、鉱脈に沿って掘上り掘削を行う。

掘上り掘削長は、

$$40 \text{ m/か所} \times 2 \text{ か所/地並} \times 2 \text{ 地並} = 160 \text{ m} \quad \text{とする。}$$



SECCION RAMPA DE TRACKLESS S = 1/50



SECCION RECORTES Y CORRIDAS S = 1/50

图 2 - 3 - 2 探開坑坑道断面图

この掘上りは、採掘時の通気及び資材搬入路として使用できる様、掘削断面は1.5 m × 1.5 mとする。

施枠は1 m間隔で1.5 cm角材を使用する。

削孔はストーパーを使用し、削孔長1.1 m起砕長1.0 mとする。

掘進能率は各方1サイクル(削孔・装薬・発破・研搬出・施枠)を行い、トラブル等による安全率を85%とすると2か所で1日当り5 mとなる。

(f) 探開坑の掘削費

(i) 人件費

・探鉱坑道及び鑿押坑道

$$4 \text{ 人} / \text{日} \times 5 \text{ \$} / \text{人} + 6 \text{ 人} / \text{日} \times 13 \text{ \$} / \text{人} = 288 \text{ \$} / \text{日}$$

(実務員) (係員)

1日当りの掘進長は5.8 mなので50 \$/mである。

・掘上り

$$36 \text{ 人} / \text{日} \times 5 \text{ \$} / \text{人} + 6 \text{ 人} / \text{日} \times 13 \text{ \$} / \text{人} = 258 \text{ \$} / \text{日}$$

1日当りの掘進長は5 mなので52 \$/mである。

(ii) 物品費

近隣諸国から全量輸入したとすると、探鉱坑道及び鑿押坑道は55 \$/m、掘上り掘削は75 \$/mとなる。

(iii) 燃料油脂費

・ディーゼル発電機

探鉱坑道、鑿押し及び掘上り坑道の電力量は、いずれも1日当り2,000 kWhなので、出力140 kWのディーゼル発電機1台で十分である。

この時の燃料消費量は、

$$210 \text{ PS} \times 0.25 \text{ Q} / \text{PS} \cdot \text{h} \times 70\% \text{ (負荷率)}$$
$$\times 1.3 \text{ (高地補正)} \times 20 \text{ h} / \text{日} = 960 \text{ Q} / \text{日} \text{ となる。}$$

・コンプレッサー

いずれの探開坑でもコンプレッサー(195 PS、吐出量2.1 m³/min)1台で十分である。

この時の燃料消費量は、

$$195 \text{ PS} \times 0.25 \text{ Q} / \text{PS} \cdot \text{h} \times 50\% \text{ (負荷率)} \\ \times 1.3 \text{ (高地補正)} \times 15 \text{ h} / \text{日} = 480 \text{ Q} / \text{日} \text{ となる。}$$

以上より1日当りの燃料消費量は1,440Qである。

・探鉱及び鑿押坑道掘削時の燃料油脂費は

$$1,440 \text{ Q} / \text{日} \times 0.43 \text{ \$} / \text{Q} \div 5.8 \text{ m} / \text{日} = 107 \text{ \$} / \text{m} \text{ である。}$$

・掘上り掘削時の燃料油脂費は、

$$1,440 \text{ Q} / \text{日} \times 0.43 \text{ \$} / \text{Q} \div 5.0 \text{ m} / \text{日} = 124 \text{ \$} / \text{m} \text{ である。}$$

表2-3-2 探開坑直接工事費

| 区分 | 掘進長 (m) | 能率 (m/月) | 工期 (月) | m当り 人件費 (\$/m) | m当り 物品費 (\$/m) | m当り 燃料油脂費 (\$/m) | m当り 掘進費計 (\$/m) | 直接工事費 (\$) |
|-----|------------|-------------|-----------|----------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|---------------|
| 探 鉱 | 400 | 150 | 2.7 | 50 | 55 | 107 | 212 | 84,800 |
| 鑿 押 | 400 | 150 | 2.7 | 50 | 55 | 107 | 212 | 84,800 |
| 掘下り | 160 | 130 | 1.3 | 52 | 75 | 124 | 251 | 40,160 |

(2) 次 期 開 坑

(a) トラックレス坑道の掘削

坑外ボーリング及び初期開坑の結果、東部地域の鉱脈が有望で鉱山開発に値するならば次期開坑を行う。すなわち、現坑口北側約300mの北西斜面、海拔4,600m地点から斜面の掘削及び水平坑道120mを経て、傾斜-10°のトラックレス斜坑を海拔4,500m地点まで掘削する(図2-3-3参照)。

坑道加背は図2-3-2に示すように2.8mW×3.3mHとし全掘削長は、水平坑道290m、立入坑道60m(10m/本×6本)を含めると950mとなる。この立入坑道は、研積込場及びトラック待避所として使用し、斜坑長200m毎に1本掘削する。

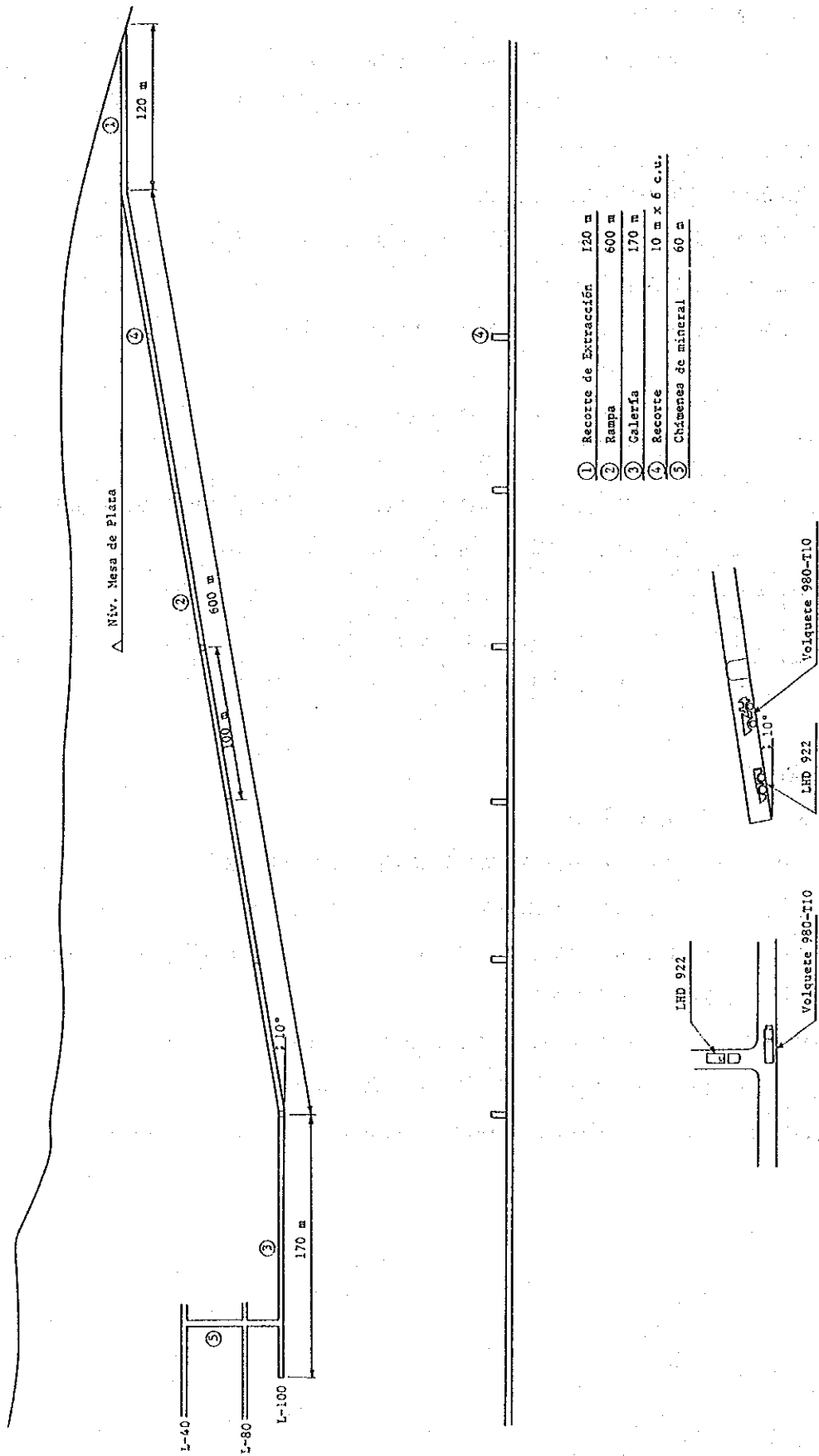


図 2-3-3 トラックレス斜坑平面図及び断面図 S-1/2,000

削孔は1人1台としTY-76レグドリルを使用し2台掘りとする。削孔長は1.4m、起砕長は1.3mとし、各方1サイクル(削孔・装薬・発破・研搬出)を行う。

研搬出は、L. H. D. (Load Hold Dump) 922型1台及び980T-10型ダンプトラック2台を用い、起砕研はL. H. D. で積込み、最寄りの立入坑道まで運搬し、ここでダンプトラックに積替え坑外研捨場まで運搬する。

岩質は、石英安山岩で堅硬と推定されるため全坑道無支保とするが、一部変質帯はロックボルトを打設する。

研搬出機械は、軽油による内燃機関であるため、研搬出時、排気ガス等で切羽環境の悪化が予想される。このため坑道天盤部には、600mmφ重鉛引風管を敷設して、坑口近くの600mmφファンによる押込通気方式とする。

斜坑掘削時は、ミナ・ブランカ川の浸透水が影響し、湧水量が多いと考えられる。このため坑道側壁には4"排水パイプを敷設し、斜坑の立入坑道に中継ポンプ座を設けて、水中ポンプによる2段揚水方式とする。

トラックレス坑道がアルファ立坑と-100m地並で連絡した後、排水系統は立坑底に集中させ既設の30kWタービンポンプで揚水を行う。

各方の掘進長を1.3mとすると1日3方当りの掘進長は安全率90%見込むと3.5m、月当りの掘進長は90mとなる。

1日当りの出鉱量が800t/日の場合は、-120m地並まで掘下がる必要があるため、更に斜坑部120m、水平部80mを掘削し、全掘削長は1,150mとなる。

(b) 鉱井の掘削

切羽の鉱石をトラックレス斜坑経由で運搬するために、-40m、-80m、-100m地並間に連続した1本の鉱井(深さ60m)を2か所に設け、鉱石は全て-100m地並で引抜く。

鉱井の大きさは1.5m×1.5mとし、掘上り方式で掘削する。

掘進能率は、前述の掘上り掘削と同様5m/日、130m/月とする。

これによって、アルファ立坑経由の鉱車による運搬方式から、ダンプトラックによる運搬方式に切替わり、運搬能率の大幅な向上が計られる。

出鉱量800t/日の場合は、-40m、-80m、-120m間に鉱井を3本設ける。

(c) 採掘準備工事

開坑が終了し採掘初年度から1日当り400t出鉱するためには、採掘準備工事が必要である。

シュリンケージ採掘法は、起砕鉱の約60%を切羽に残し、起砕鉱を足場として削孔を行うため、1鉱画を終掘するまで鉱画内に起砕鉱が約60%残る。鉱画終掘後は、他の切羽の出鉱量と調整させながら全起砕鉱石を引抜く。従って、この間の採掘準備及び貯鉱が必要である。

1鉱画の終掘日数は

$$7,310 \text{ t} \div 90 \text{ t/日} = 81 \text{ 日} \text{ である。}$$

この間の必要貯鉱量は

$$400 \text{ t/日} \times 81 \text{ 日} \times 60\% = 19,440 \text{ t} \approx 20,000 \text{ t} \text{ である。}$$

これらを4か月間で行い、鉱石は坑外ヤードに貯鉱し、選鉱場が稼働したら供給する。

出鉱量800t/日の場合は、1日3方操業であるため、1鉱画の終掘日数は、

$$7,310 \text{ t} \div 135 \text{ t/日} = 54 \text{ 日} \text{ である。}$$

従って必要貯鉱量は

$$800 \text{ t/日} \times 54 \text{ 日} \times 60\% = 26,000 \text{ t} \text{ である。}$$

(d) 次期開坑費

(i) 人件費

・トラックレス坑道の掘削

$$23 \text{ 人/日} \times 5 \text{ \$/人} + 6 \text{ 人/日} \times 13 \text{ \$/人} = 193 \text{ \$/日}$$

(実務員) (係員)

1日当りの掘進長3.5mなので55\\$/mである。

・鉱井の掘削

$$23 \text{ 人/日} \times 5 \text{ \$/人} + 6 \text{ 人/日} \times 13 \text{ \$/人} = 193 \text{ \$/日}$$

(実務員) (係員)

1日当りの掘進長5.0mなので39\\$/mである。

・採掘準備工事

$$46 \text{ 人/日} \times 5 \text{ \$/人} + 4 \text{ 人/日} \times 13 \text{ \$/人} = 282 \text{ \$/日}$$

(実務員) (係員)

1日当りの出鉱量は採掘準備含みで

$$20,000 \text{ t} \div (4 \text{ か月} \times 26 \text{ 日/月}) = 192 \text{ t/日} \text{ である。}$$

従って、鉱石1 t 当りのコストは

$$282 \$ / \text{月} \div 192 \text{ t} / \text{日} = 1.5 \$ / \text{t} \quad \text{である。}$$

(II) 物 品 費

近隣諸国から全量輸入したとすると、

$$\text{トラックレス坑道} : 66 \$ / \text{m}$$

$$\text{鉱 井} : 48 \$ / \text{m}$$

$$\text{採掘準備工事} : 3.8 \$ / \text{t} \quad \text{である。}$$

(III) 燃料油脂費

・ディーゼル発電機

1日当りの電力量は2,200 kWhなので140 kWのディーゼル発電機が2台必要である。

この時の燃料消費量は、

$$210 \text{ PS} \times 0.25 \text{ l} / \text{PS} \cdot \text{h} \times 40 \% (\text{負荷率})$$

$$\times 1.3 (\text{高地補正}) \times 20 \text{ h} / \text{日} \times 2 \text{ 台} = 1,090 \text{ l} / \text{日} \quad \text{である。}$$

・コンプレッサー

いずれの掘削時の場合でも、コンプレッサー (195 PS, 21 m³/min) 1台で十分である。

この時の燃料消費量は、

$$195 \text{ PS} \times 0.25 \text{ l} / \text{PS} \cdot \text{h} \times 50 \% (\text{負荷率})$$

$$\times 1.3 (\text{高地補正}) \times 15 \text{ h} / \text{日} = 480 \text{ l} / \text{日} \quad \text{である。}$$

・車両系鉱山機械

L. H. D. 922型は84 PS、980 T-10ダンプトラックは139 PSである。この時の燃料消費量は

$$(84 + 139 \times 2 \text{ 台}) \text{ PS} \times 0.25 \text{ l} / \text{PS} \cdot \text{h} \times 70 \% (\text{負荷率})$$

$$\times 1.3 (\text{高地補正}) \times 2 \text{ h} / \text{方} \times 3 \text{ 方} / \text{日} = 490 \text{ l} / \text{日} \quad \text{である。}$$

なお、採掘準備工事時の出鉱は、アルファ立坑経由で行う。

以上よりトラックレス坑道及び鉱井掘削時の燃料消費量は、2,060 l / 日である。

また、採掘準備時の燃料消費量は1,570 l / 日である。

・トラックレス坑道掘削時の燃料油脂費は、

$$2,060 \text{ l} / \text{日} \times 0.43 \$ / \text{l} \div 3.5 \text{ m} / \text{日} = 253 \$ / \text{m} \quad \text{である。}$$

・鉬井掘削時の燃料油脂費は、

$$2,060 \text{ l} / \text{日} \times 0.43 \text{ \$} / \text{l} + 5.0 \text{ m} / \text{日} = 177 \text{ \$} / \text{m} \text{ である。}$$

・採掘準備時の燃料油脂費は、

$$1,570 \text{ l} / \text{日} \times 0.43 \text{ \$} / \text{l} + 192 \text{ t} / \text{日} = 3.5 \text{ \$} / \text{t} \text{ である。}$$

表 2 - 3 - 3 次期開坑直接工事費

| 区 分 | 掘進長 (m) | 能率 (m/月) | 工期 (月) | m当り 人件費 (\$/m) | m当り 物品費 (\$/m) | m当り 燃料油脂費 (\$/m) | m当り 掘進費計 \$/m | 直接工事費 (\$) |
|----------|------------|-------------|-----------|----------------------|----------------------|------------------------|---------------------|---------------|
| トラックレス坑道 | 950 | 91 | 11 | 55 | 66 | 253 | 374 | 355,300 |
| 鉬 井 | 120 | 130 | 1 | 39 | 48 | 177 | 264 | 31,680 |
| 採 掘 準 備 | 20,000t | 192t/日 | 4 | 1.5\$/t | 3.8\$/t | 3.5\$/t | 8.8\$/t | 176,000 |

2. 3. 3 採 掘 計 画

以下の理由により、シュリンケージ採掘法を採用する（図 2 - 3 - 4 参照）。

- ① 鉬脈の傾斜は 70° 以上である。
- ② 鉬脈幅は 1 ~ 2 m である。
- ③ 母岩（石英安山岩）は堅硬でほとんど支保を必要としない。
- ④ 破碎された鉬石は粘土分が少なく固結しにくい。
- ⑤ ボリヴィア国内で最も普及している採掘法である。

この採掘法は、起砕鉬石の約 60% を切羽に残し、約 40% は 5 m 間隔に設置された漏斗より、起砕鉬石天盤の高さが 2 m となるように均等に引抜き、再び起砕鉬石を足場にして上向削孔し装薬・発破する工法である。

削孔は TY-24 スーパーを使用し、1 孔当り 2.4 m の上向削孔を継ぎロッドを用いて行い、1 切羽当り 1 人 1 台で 2 台掘りとする。削孔間隔は、大塊（25 cm φ 以上）発生を防止するため、0.5 m ピッチの千鳥削孔で 5 m 分削孔し装薬・発破する。

起砕鉬の約 40% は、漏斗より 0.6 m 鉬車に引抜かれ 4 ~ 6 車毎に 1 t バッテリー電車でけん引され、トラックレス坑道の鉬井に投入する。鉬井内の鉬石は L、H、D で引抜かれ 980 T-10 ダンプトラックに積込み、トラックレス斜坑を經由して、選鉬場受入口まで運搬する。

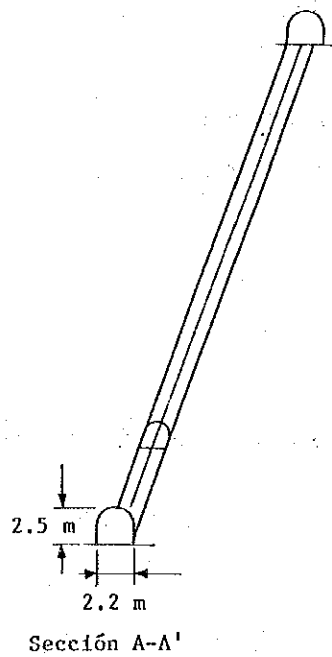
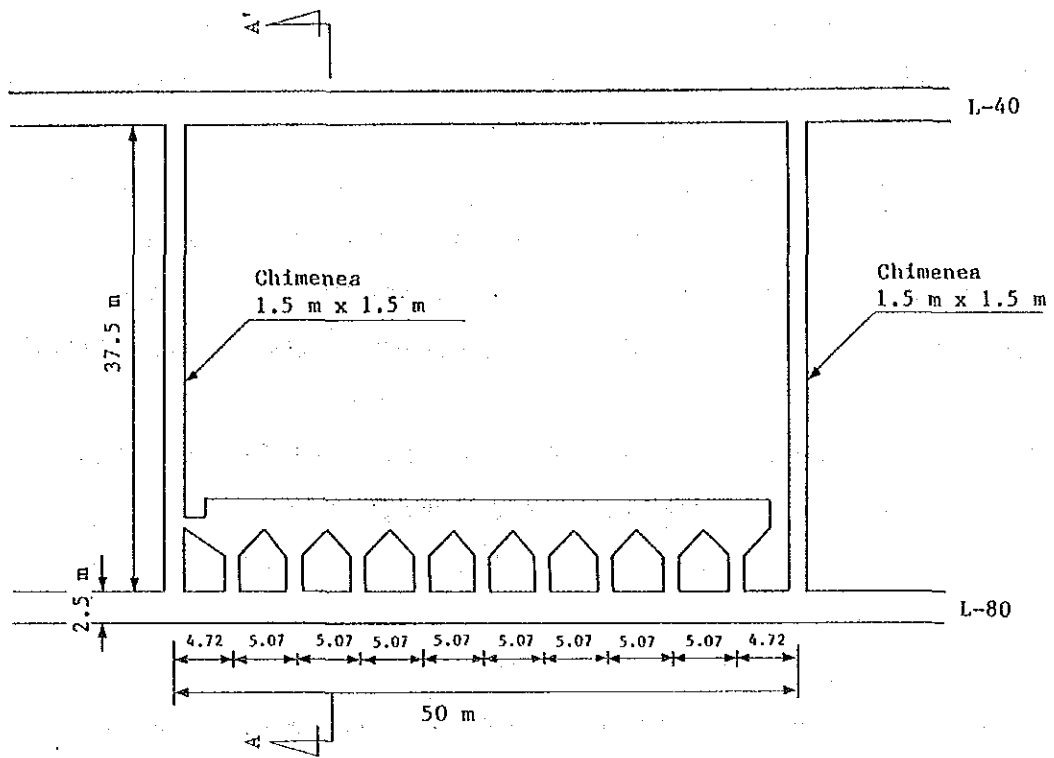


図 2 - 3 - 4 シュリンケージ法採掘切羽断面図 S=1/500

1 発破当りの起砕鉱量は、

$$2.0 \text{ m H} \times 1.5 \text{ m W} \times 5.0 \text{ m L} \cdot (0.5 \text{ m} / \text{列} \times 10 \text{ 列}) \times 3 \text{ (比重)} = 45 \text{ t} \text{ である。}$$

1 切羽 1 日当りの出鉱量は、2 方操業であるから、

$$45 \text{ t} / \text{方} \times 2 \text{ 方} / \text{日} = 90 \text{ t} / \text{日} \text{ である。}$$

また、1 切羽当りの全出鉱量は

$$50 \text{ m L} \times 32.5 \text{ m H} \times 1.5 \text{ m W} \times 3 \text{ (比重)} = 7,310 \text{ t} \text{ である。}$$

採掘時の資材搬入、作業員の入出坑はアルファ立坑経由で行う。

採掘時の通気系統は、アルファ立坑を入気としトラックレス斜坑を排気とする強制通気方式とする。

採掘時の電力は、送電線による電力 (COMIBOL の水力発電) を使用する。

1 日当りの出鉱量 400 t を維持するための必要切羽数は、

$$400 \text{ t} \div 90 \text{ t} / \text{切羽} = 4.5 \text{ 切羽} \text{ である。}$$

1 切羽の終掘日数は、

$$7,310 \text{ t} \div 90 \text{ t} / \text{日} = 81 \text{ 日} \text{ である。}$$

この時の開坑量は、81 日間に 1 切羽当り鏈押坑道 50 m、掘上り 37.5 m を行い、4.5 切羽分を必要とするから、

$$\text{鏈押} : 50 \text{ m} / \text{切羽} \times 4.5 \text{ 切羽} \div 81 \text{ 日} = 2.8 \text{ m} / \text{日}$$

$$\text{掘上} : 37.5 \text{ m} / \text{切羽} \times 4.5 \text{ 切羽} \div 81 \text{ 日} = 2.1 \text{ m} / \text{日} \text{ である。}$$

この時の開坑出鉱量は、

$$\text{鏈押} : 2.2 \text{ m W} \times 2.5 \text{ m H} \times 2.8 \text{ m} / \text{日} \times 3 \text{ (比重)} = 46 \text{ t} / \text{日}$$

$$\text{掘上} : 1.5 \text{ m} \times 1.5 \text{ m} \times 2.1 \text{ m} / \text{日} \times 3 \text{ (比重)} = 14 \text{ t} / \text{日}$$

となり合計 60 t / 日である。

(a) 採掘費 (出鉱量 400 t / 日の場合)

(i) 人件費

$$71 \text{ 人} / \text{日} \times 5 \text{ \$} / \text{人} + 10 \text{ 人} / \text{日} \times 13 \text{ \$} / \text{人} = 485 \text{ \$} / \text{日} \rightarrow 1.2 \text{ \$} / \text{t}$$

(実務員) (係員)

(ii) 物品費

近隣諸国から全量輸入したとすると

$$3.0 \text{ \$} / \text{t} \text{ である。}$$

(III) 燃料油脂・電力費

ディーゼルコンプレッサーは、電動コンプレッサーに切替える。

1日当りの電力量は4,600 kWhであり、電力料1 kWh当り0.03 \$とすると、
 鉱石t当りの電力費は0.4 \$である (4,600 kWh/日 × 0.03 \$/kWh ÷ 400
 t/日 = 0.4 \$/t)。

また、鉱石運搬用の車両系鉱山機械の燃料消費量は、L, H, D, 1台及びT-10
 トラック2台であるから、

$$(84 + 139 \times 2 \text{台}) \text{PS} \times 0.25 \text{ℓ} / \text{PS} \cdot \text{h} \times 70\% \text{ (負荷率)} \\
 \times 1.3 \text{ (高地補正)} \times 10 \text{ h} / \text{日} = 820 \text{ℓ} / \text{日} \text{ である。}$$

従って鉱石t当りの燃料油脂費は、

$$820 \text{ℓ} / \text{日} \times 0.43 \text{ \$} / \text{ℓ} \div 400 \text{ t} / \text{日} = 0.9 \text{ \$} / \text{t} \text{ である。}$$

以上より、鉱石t当りの燃料油脂・電力費は1.3 \$である。

表2-3-4 シュリンケージ採掘費 (出鉱量400 t/日の場合)

| 採掘量 (t/日) | 採掘期間 (年) | t当り 人件費 (\$/t) | t当り 物品費 (\$/t) | t当り燃料 油脂電力費 (\$/t) | t当り 採掘費計 (\$/t) | 採掘費 (\$/10年) |
|--------------------|-------------|----------------------|----------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------|
| 400 (10,400t/月) | 10 | 1.2 | 3.0 | 1.3 | 5.5 | 6,864,000 |

(b) 採掘費 (出鉱量800 t/日の場合)

(i) 人件費

$$119 \text{人} / \text{日} \times 5 \text{ \$} / \text{人} + 14 \text{人} / \text{日} \times 13 \text{ \$} / \text{人} = 777 \text{ \$} / \text{日} \rightarrow 1.0 \text{ \$} / \text{t} \\
 \text{(実務員)} \qquad \qquad \qquad \text{(係員)}$$

(II) 物品費

近隣諸国から全量輸入したとすると、3.0 \$/tである。

(III) 燃料油脂・電力費

・電力費

$$8,430 \text{ kWh} / \text{日} \times 0.03 \text{ \$} / \text{kWh} \div 800 \text{ t} / \text{日} = 0.3 \text{ \$} / \text{t}$$

・燃料油脂費

鉱石運搬用の車両系鉱山機械は、L. H. D. 2台及びT-10トラック4台であるから、燃料消費量は、

$$(84 \times 2 \text{台} + 139 \times 4 \text{台}) \text{PS} \times 0.25 \text{Q} / \text{PS} \cdot \text{h} \times 70\% (\text{負荷率}) \\ \times 1.3 (\text{高地補正}) \times 9 \text{h} / \text{日} = 1,480 \text{Q} / \text{日} \text{ である。}$$

鉱石 t 当りの燃料油脂費は、

$$1,480 \text{Q} / \text{日} \times 0.43 \text{\$/Q} \div 800 \text{t} / \text{日} = 0.8 \text{\$/t} \text{ である。}$$

以上より鉱石 t 当りの燃料油脂・電力費は、1.1 \\$ である。

表 2-3-5 シュリンケージ採掘費 (出鉱量 800 t / 日の場合)

| 採掘量 (t / 日) | 採掘期間 (年) | t 当り 人件費 (\\$ / t) | t 当り 物品費 (\\$ / t) | t 当り燃料 油脂電力費 (\\$ / t) | t 当り 採掘費計 (\\$ / t) | 採掘費 (\\$ / 5年) |
|--------------------|-------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------------|-------------------|
| 800 (20,800t/月) | 5 | 1.0 | 3.0 | 1.1 | 5.1 | 6,364,800 |

2. 3. 4 付帯工事

0 m 地並坑道を研、資材の搬入坑、作業員の入出坑として使用するためには、0 m 坑の小崩落箇所の補修、路床の整地及び坑外の鉱車ダンピング設備の設置が必要である。

また、資材及び研搬出用として現坑口周辺に仮設道路を 200 m 設ける事とする。

その他準備工事として、資材、機器類の発注、検収作業が必要である。これらの工期を 2 か月とする。

従って、付帯工事費は、

$$\text{人件費} : (8 \text{人} / \text{日} \times 5 \text{\$/人} + 2 \text{人} / \text{日} \times 13 \text{\$/人}) \times 26 \text{日} / \text{月} \\ (\text{実務員}) \quad (\text{係員}) \quad \times 2 \text{月} = 3,432 \text{\$}$$

$$\text{仮設道路費} : 200 \text{m} \times 40 \text{\$/m} = 8,000 \text{\$} \text{ となり、}$$

$$\text{合計} \quad 11,432 \text{\$} \text{ である。}$$

2. 3. 5 直接工事費総括

出鉱量 400 t / 日および 800 t / 日の場合の直接工事費総括表をそれぞれ表 2-3-6 及び表 2-3-7 に示す。

表 2-3-6 直接工事費総括表 (出鉱量400t/日の場合)

| 項目 | 工 程 表 〔掘進能率〕 | 人 員 計 画 | | | m 当り 掘 進 費、t 当り 採 掘 費 | | | 直接工事費 (機器類 含まず) (\$) |
|--|-----------------|----------|----------|------------|-----------------------|---------------|---------------|-------------------------------|
| | | 工 期 月 | 係 員 人 | 実 務 員 人 | 計 人 | 人 件 費 (\$) | 物 品 費 (\$) | |
| 1. 初期開坑 (1年目) | 2月 | 2人 | 8人 | 10人 | 3,432\$ | 仮設道路8,000\$ | - | 11,432 |
| (1) 準備 (村帯工事) | 1.5月 | (外部発注) | | | | | | 104,000 |
| (2) 巻揚機据付 | 1.3m /日 | 5 | 33 | 38 | 177 | 86 | 380 | 23,534 |
| (3) アルファ立坑揚水 ・改修 (36.6m) | 1.1月 /日 | 5 | 33 | 38 | 177 | 139 | 380 | 44,126 |
| (4) アルファ立坑掘 下り (63.4m) | 2月 /日 | 6 | 42 | 48 | 50 | 55 | 107 | 84,800 |
| (5) 探開坑 ・探 鉱 [L-40 200m L-80 200m] | 2.7月 /日 | 6 | 42 | 48 | 50 | 55 | 107 | 84,800 |
| ・錐 押 [L-40 200m L-80 200m] | 1.3月 /日 | 6 | 36 | 42 | 52 | 75 | 124 | 40,160 |
| ・掘上り [L-40 80m L-80 80m] | | | | | | | | (392,652) |
| 計 | | | | | | | | |
| 2. 次期開坑 (2年目) | 11月 | 6 | 23 | 29 | 55 | 66 | 258 | 355,300 |
| (1) トラックレス坑道 950m | 1月 | 6 | 23 | 29 | 39 | 48 | 177 | 31,680 |
| (2) 鉱井 80m × 2本 | 4月 | 4 | 46 | 50 | 1,55\$/t | 3.8\$/t | 3.5\$/t | 176,000 |
| (3) 採掘 20,000t | | | | | | | | (562,980) |
| 計 | | | | | | | | |
| 3. 探 掘 シュレンケージ採掘 400t/日 | 10年 | 10 | 71 | 81 | 1.2\$/t | 3.0\$/t | 1.3\$/t | 6,864,000 |
| 合 計 | | | | | | | | [7,819,832] |

採業時の資材料 軽油 (重荷系鉱山機械用) : 820g/日 = 680kg/日 (比重 0.83) さく岩用水 : 15m³/日

火 薬 類 (0.53kg/t) : 210kg/日

そ の 他 資 材 料 : 1t/日

- ・ 物品費 ~ 近隣諸国から輸入
- ・ 燃料油 脂 費 ~ 電力、軽油、潤滑油は自給

表 2-3-7 直接工事費総括表 (出鉱量800t/日の場合)

| 項目 | 工 程 (掘進能率) | 工 期 月 | 人 員 計 画 | | | m当り掘進費、t当り採掘費 | | | 直後工事費 (機器採 含まず) (\$) |
|---|---|------------|----------|----------|----------|---------------|---------------|-------------------|-------------------------------|
| | | | 係 員 人 | 実務員 人 | 計 人 | 人件費 (\$) | 物品費 (\$) | 燃料 油脂費 (\$) | |
| 1. 初期開坑 (1年目) | | 2月 | 2人 | 8人 | 10人 | 3,432\$ | 仮設道路3,000\$ | - | 11,432 |
| (1) 準備 (仮設道路含) | | 1.5月 | | (外部委託) | | - | - | - | 145,800 |
| (2) 巻揚機搬付 | | | | | | | | | |
| (3) アルファ立坑橋水 ・改修 (35.6m) | [1.3m] 1.0月 [1.5m] 1.0月 | 1.0月 | 5 | 33 | 38 | \$/m 177 | \$/m 86 | \$/m 380 | 23,534 |
| (4) アルファ立坑掘 下り (88.4m) | [1.3m] 2.5月 [1.5m] 2.5月 | 2.6月 | 5 | 33 | 38 | 177 | 139 | 380 | 61,526 |
| (5) 探開坑 ・探 ・掘 [L-40 L-80(200m × 3か所) L-120 ・掘上り [L-40 L-80 (80m × 3か所) L-120 | [0.7m/日] 2.7月 [0.7m/日] 2.7月 [0.7m/日] 2.7月 | 2.7月 | 6 | 50 | 56 | 38 | 55 | 107 | 200 |
| ・掘上り [L-40 L-80 (80m × 3か所) L-120 | [0.5m/日] 1.3月 | 1.3月 | 6 | 42 | 48 | 38 | 75 | 124 | 237 |
| 計 | | | | | | | | | (538,972) |
| 2. 次期開坑 (2年目) | | | | | | | | | |
| (1) トラックレス坑道 掘進 (950 + 200m) | [0.5m/日] 3月 | 3月 | 6 | 23 | 29 | 55 | 68 | 253 | 374 |
| (2) 鉱井、掘進 (80m × 3か所) | [0.5m/日] 1.3月 [0.5m/日] 4月 | 1.3月 4月 | 6 5 | 23 60 | 29 65 | 26 1.5\$/t | 48 3.8\$/t | 107 3.5\$/t | 181 8.3\$/t |
| (3) 採掘準備 (28,000t貯鉱) | [0.5m/日] | | 5 | 60 | 65 | 1.5\$/t | 3.8\$/t | 3.5\$/t | 228,800 |
| 計 | | | | | | | | | (102,340) |
| 3. 採 掘 | | | | | | | | | |
| (1) シュレンケン 採掘800t/日 | 5年 | 5年 | 14 | 119 | 133 | 1.0\$/t | 3.0\$/t | 1.1\$/t | 5.1\$/t |
| (2) シュレンケン 採掘800t/日 | 10年 | 10年 | 14 | 119 | 133 | 1.0\$/t | 3.0\$/t | 1.1\$/t | 5.1\$/t |
| 合 計 (採掘5年) | | | | | | | | | [7,606,112] |
| 合 計 (採掘10年) | | | | | | | | | [13,970,912] |

掘進時の資材材料 (探開坑量倍増と仮定した時)
 燃料油 (重油系統山機採用) : 1,4800 / 日 = 1,230 kg / 日 (比重 0.83) さく岩用水 : 20m / 日
 火薬類 (0.53kg / t) : 420kg / 日
 その他資材材料 : 2t / 日

・物品費 ~ 近隣諸国から輸入
 ・燃料油 脂費 ~ 電力、軽油、潤滑油は自給

2. 3. 6 使用機器類の購入価格及び修理費

出鉱量400t/日および800t/日の使用機器類の購入価格の総括表をそれぞれ表2-3-8及び表2-3-9に示す。

表2-3-8 使用機器類の購入価格及び修理費
(出鉱量 400 t / 日の場合)

| | 購入価格 (\$) | 輸送費 (20%) (\$) | 輸入税 (20%) (\$) | 計 (\$) |
|--|---|-------------------|-------------------|-----------|
| ・初期開坑 (1年目) | 767.000 | 153.000 | 153.000 | 1.073.000 |
| ・次期開坑 (2年目) | 485.000 | 97.000 | 97.000 | 679.000 |
| ・採掘 (操業1年目) | 609.000 | 122.000 | 122.000 | 853.000 |
| 修理費: $(1.073.000 + 679.000) \times 5\% / \text{年} \times 5\text{年} = 438.000$ $853.000 \times 4\% / \text{年} \times 5\text{年} = 171.000$ 計 1.462.000\$ (292.000\$/年) | | | | |
| 1) | | | | |
| ・採掘 (操業6年目) | $(1.073.000 + 679.000 + 853.000) \times 40\% = 1.042.000$ | | | |
| 修理費: $(1.073.000 + 679.000 + 853.000) \times 5\% / \text{年} \times 5\text{年} = 651.000$ 計 1.693.000\$ (339.000\$/年) | | | | |
| 合 計 | 4.907.000\$ | | | |

注1) 採掘 (6~10年目): 中間投資額は、前年までの機器類合計価格の40%を計上し、残存価格は見ないものとする。

表2-3-9 使用機器類の購入価格及び修理費
(出鉱量 800 t / 日の場合)

| | 購入価格 (\$) | 輸送費 (\$) | 輸入税 (\$) | 計 (\$) |
|--|--------------|-------------|-------------|-----------|
| ・初期開坑 (1年目) | 857.000 | 171.000 | 171.000 | 1.199.000 |
| ・次期開坑 (2年目) | 485.000 | 97.000 | 97.000 | 679.000 |
| ・採掘 (操業1年目) | 965.000 | 193.000 | 193.000 | 1.351.000 |
| 修理費: $(1.199.000 + 679.000) \times 5\% / \text{年} \times 5\text{年} = 470.000$ $1.351.000 \times 4\% / \text{年} \times 5\text{年} = 270.000$ 計 2.091.000\$ (418.000\$/年) | | | | |
| 1) | | | | |
| 残存価格: $(1.199.000 + 679.000 + 1.351.000) \times 20\% = \Delta 646.000$ | | | | |
| 合 計 | 3.323.000\$ | | | |

注1) 残存価格: 機器類合計価格の20%とする。

資料 1 掘削及び採掘時の人員配置表

| | 職 種 | 立坑掘削 (人) | 初期開坑 (人) | 次期開坑 (人) | 採掘 (400t/日) (人) | 採掘 (800t/日) (人) |
|-------------|----------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|--------------------|
| 実 務 員 | 掘 削 員 | 12 | 18 | 12 | 34 | 65 |
| | 巻揚運転員 | 3 | 3 | - | 2 | 3 |
| | ケーシ操作員 | 3 | 3 | - | 2 | 3 |
| | 坑外運搬・資材 搬入員 | 3 | 3 | - | 6 | 12 |
| | 火 工 員 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 |
| | 機 電 員 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 |
| | 試料採取員 | - | 3 | - | 2 | 3 |
| | 支柱・軌道工 その他 | - | - | - | 11 | 12 |
| | 雑 工 員 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 |
| | 予 備 員 | 3 | 3 | 2 | 6 | 10 |
| | 実務員計 | 33 | 42 | 23 | 71 | 119 |
| 係 員 | 採 鉱 技 師 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 |
| | 地 質 技 師 | - | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 測 量 技 師 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 採 鉱 技 手 | 3 | 3 | 3 | 4 | 8 |
| | 係 員 計 | 5 | 6 | 6 | 10 | 14 |
| | 合 計 | 38 | 48 | 29 | 81 | 133 |

資料 2 掘削及び採掘時の主要物品費

| 主 要 物 品 | | 掘 削 及 び 採 掘 時 の 使 用 量 | | | | | 備 考 |
|-----------------|--|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| 物 品 名 | 規 格 | 価 格 (\$/単位) | 立 坑 掘 削 1発破・1.5m当り | 初 期 開 坑 1発破・1.15m当り | 次 期 開 坑 1発破・1.3m当り | 採 掘 (400t/日) 1発破・45t当り | |
| 電 気 器 管 | D.S.D., 耐性 | 0.88 / コ | 25 コ | 22 コ | 32 コ | 50 コ | ・立坑：掘削時の物品費 ・初期開坑：探鉱、坑道掘削時の物品費 |
| ダイナマイト (Xはスラリー) | 2号複 | 2.53 / kg | 18.9 kg | 8.2 kg | 14.4 kg | 24.0 kg | |
| ビ ッ | 38mmφ | 9.79 / コ | 0.42 コ | 0.25 コ | 0.48 コ | 0.6 コ | ・次期開坑：トラックレス坑道掘削時の物品費 |
| ロ ッ | 22mmφ × 1.7m | 13.88 / 本 | 0.21 本 | 0.13 本 | 0.24 本 | 0.3 本 | |
| 角 材 | 15 × 15cm | 38.13 / m | 0.476 m | - | - | - | ・物品は近隣諸国から全量輸入とする |
| 矢 板 | 3.0cm ^t | 71.25 / m | 0.160 m | 0.019 m | - | - | |
| パ イ | 2" 4" ポリパイ | 4.22 / m | 1.5 m | 1.15 m | 1.3 m | - | |
| 風 管 | 400mmφ 亜鉛引 | 3.94 / m | 1.5 m | 1.15 m | 1.3 m | - | |
| ケ ー ブ ル | CVV 3芯 14mm ² CVV 2芯 14mm ² | 1.01 / m | 1.5 m | - | - | - | |
| 三 ツ 留 材 | 15cmφ × 2.4m/本 | 45.0 / m | - | 0.073 m | - | - | |
| 発 破 用 込 物 | 粘土アーンコ | 0.01 / コ | 50 コ | 44 コ | 84 コ | 100 コ | |
| シ ル | 10kg/m | 2.82 / m | 12 m | 2.3 m | - | - | |
| 杖 | 0.09 × 0.12 × 1.0m/本 | 75.0 / m | - | 0.022 m | - | - | |
| 風 管 | 600mmφ 亜鉛引 | 6.00 / m | - | - | - | - | |
| そ の 他 物 品 | | | 1 式 | 1 式 | 1 式 | 1 式 | |
| m 当り、t 当り物品費 | | | 139 \$ | 55 \$ | 66 \$ | 3.0 \$ | |

資料 3 掘削及び採掘時の主要機器類購入価格表

| 機器名 | 仕様 | 重量 kg | 掘削及び採掘時の使用台数 | | | | | 備考 |
|------------------|-----------------------------|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---|
| | | | 立坑掘削 | 初期開坑 | 次期開坑 | 採掘(400t/日) | 採掘(800t/日) | |
| 60kW巻揚機 | 1式 | 46,000 | 1式 | 1式 | 1式 | 1式 | 1式 | 立坑・採掘坑の掘削時の機器類 使用台数は、出鉱量400t/日 の場合とする |
| キ プ ル | 0.8m | 200 | 1台 | - | - | - | - | |
| TY24シンカードリル | 2.9m/min | 24 | 3台 | - | - | - | - | |
| TY76レグドリル | 3.1m/min | 36 | - | 6台 | 3台 | 6台 | 12台 | |
| TY24ストーパー | 2.7m/min | 47 | - | 2台 | 3台 | 12台 | 24台 | |
| 2t蓄電池式機関車(充電機含み) | 1式 | 300 | 1台 | 1台 | 1台 | 1台 | 1台 | |
| 1t蓄電池式機関車(充電機含み) | 1式 | 150 | - | 2台 | 2台 | 3台 | 5台 | |
| 水中ポンプ | 3.7kW | 310 | - | 3台 | 4台 | 5台 | 8台 | |
| 水中ポンプ | 22kW, 60mH × 1m/min | 620 | 2台 | - | 2台 | - | - | |
| 30kWタービンポンプ | | 500 | 2台 | 2台 | 2台 | 2台 | 2台 | |
| ディーゼルコンプレッサー | 21m ³ /min 195PS | 3,000 | 1台 | 2台 (予備1台含む) | 2台 (予備1台含む) | - | - | |
| ディーゼル発電機 | 140kW, 210PS | 3,550 | 2台 (予備1台含む) | 2台 (予備1台含む) | 2台 (予備1台含む) | - | - | |
| 鉱車(گرانピー型) | 0.6m ³ | 350 | 5車 | 10車 | 20車 | 30車 | 50車 | |
| LHD 922 | 84PS | 9,500 | - | - | 1台 | 2台 (予備1台含む) | 3台 (予備1台含む) | |
| 980T-10ダンプトラック | 139PS | 9,300 | - | - | 2台 | 3台 (予備1台含む) | 5台 (予備1台含む) | |
| D31SD-ザーショベル | 68PS | 6,700 | - | - | - | 1台 | 1台 | |
| 局部扇風機 | 11kW | 30 | 1台 | 2台 | 5台 | 8台 | 15台 | |
| 電動コンプレッサー | 75kW, 11m ³ /min | 2,000 | - | - | - | 4台 | 6台 | |
| キャブランプ(充電機含み) | | 280 | 40コ | 50コ | 50コ | 90コ | 140コ | |
| 600Bローダー | 6m ³ /min | 1,900 | - | 2台 | 2台 | 3台 | 6台 | |
| 剝 重 機 器 | 1式 | 40 | 1式 | 1式 | 1式 | 1式 | 1式 | |
| ピックハッチ | 1.2m ³ /min | 8 | 3台 | 3台 | 5台 | 10台 | 20台 | |
| 給水ポンプ | 3.7kW | 300 | 1台 | 1台 | 1台 | 1台 | 1台 | |
| その他 | 1式 | | 1式 | 1式 | 1式 | 1式 | 1式 | |
| 機器類購入価格(\$) | | | 579,000\$ | 787,250\$ | 1,251,810\$ | 1,691,810\$ | 2,307,250\$ | |
| 機器類設備重量(t) | | | 61t | 71t | 110t | 141t | 178t | |

2. 4 選 鉱

2. 4. 1 選鉱試験の概要

国際協力事業団・金属鉱業事業団「昭和61年度資源開発協力基礎調査ポリヴィア共和国サンアントニオ地域開発計画調査（選鉱試験）報告書」より。

昭和61年12月から約2か月間、ポリヴィア共和国鉱山公社（COMIBOL）から受領した鉱石試料を用いて実験室規模の選鉱試験を行い操業成績の推定及び選鉱工場設計のための基礎条件について検討した。以下、試験の概要につき記述する。

(1) 試験試料

(a) 試料の調整

サンプルはI脈2か所、II脈2か所の坑道側壁から採取し、それぞれを等量に混合してI、II脈サンプル各9kgを準備した。これらについて主要3成分（Ag、Pb、Zn）の化学分析を行い、下記の結果を得た。

| | Ag (g/t) | Pb (%) | Zn (%) |
|------|----------|--------|--------|
| I 脈 | 431 | 2.81 | 5.60 |
| II 脈 | 46 | 0.18 | 0.83 |

これらの品位を出鉱予定品位（Ag 14.5 g/t、Pb 2.92%、Zn 4.73%）と比較すると、II（脈）サンプルはいずれの品位も低過ぎて試験試料として適当ではない。一方、I（脈）のみを使用するとAgがかなり高くなり、かつ試験元鉱の量が不足するおそれがあった。そこでI脈サンプルを主体に、その1kgを予備として保存し、残分8kgにII脈サンプルを6.4kg混合して試験のための元鉱試料計14.4kgを調合作成した。

(b) 品 位

試験元鉱試料の完全分析結果は表2-4-1に示すとおりである。

表2-4-1 試験元鉱完全分析結果

| 成分 | 品位 | 成分 | 品位 |
|--------|-------|----------------------------------|-------|
| Au g/t | 0.4 | Ga g/t | 19.5 |
| Ag g/t | 208 | In g/t | 24.5 |
| Cu % | 0.04 | Ge g/t | 7.7 |
| Pb % | 1.80 | Hg g/t | 4.4 |
| Zn % | 2.22 | Tl g/t | 3.2 |
| Fe % | 4.17 | Sn g/t | 4.2 |
| S % | 2.98 | WO ₃ % | <0.1 |
| Sb g/t | 393 | SiO ₂ % | 64.74 |
| As g/t | 1,786 | BaSO ₄ % | 5.90 |
| Cd g/t | 272 | CaO g/t | 616 |
| Bi g/t | 57 | Al ₂ O ₃ % | 4.68 |
| Mn g/t | 616 | | |

(2) 鉱石の性状

(a) 構成鉱物

顕微鏡観察、X線回折及びEMPA分析による結果を総合すると次のようになる。

- ① Zn鉱物は閃亜鉛鉱 (ZnS) で組織は非常に微細であり、特に微粒の黄鉄鉱 (FeS₂) と密に共生することが多く、単体分離は困難である。
- ② Pb鉱物は方鉛鉱 (PbS) で一部粗粒のものもあるが、多くは閃亜鉛鉱あるいは黄鉄鉱と密な共生状態にある。
- ③ Agは輝銀鉱で主に方鉛鉱と共生しているものと推定されるが、ごく少量の含銀四面銅鉱 (3Cu₂S · Sb₂O₃) も認められる。
- ④ Cu鉱物としては黄銅鉱 (CuFeS₂)、四面銅鉱がごく少量認められる。
- ⑤ Fe鉱物は黄鉄鉱のほか磁鉄鉱 (Fe₃O₄)、赤鉄鉱 (Fe₂O₃) 等の酸化鉱物も存在する。
- ⑥ 脈石鉱物としてはX線回折の結果、石英 (SiO₂)、重晶石 (BaSO₄) が認められた。

(b) 鉱石比重と粉碎仕事指数

試験元鉱試料の真比重はピクノメーターを用いた測定結果から2.95であり、粉碎仕事指数 (Wi) は測定用ミルを用い12.832 kWh/tと算定された。

(3) 浮選試験

(a) 浮選方式の選択

浮選方式については直接優先方式と総合優先方式とがあるが、今回は直接優先方式のみにしぼってその最適条件を迫及することとした。本鉱床のようなPb-Zn鉱に限っていえば、直接優先方式による選別成績がほとんど例外なく総合優先方式の成績を上回るので、短期間に結論を求める場合には適切な方策と考えられる。

(b) 浮選条件

一連の浮選試験結果から直接優先浮選方式による適正な浮選条件は次のように見込まれる。

| | | |
|------------|-----------|-------|
| 粉碎粒度 | - 200メッシュ | 93% |
| | - 400メッシュ | 59% |
| | Pb浮選 | Zn浮選 |
| 粗選時間(分) | 12 | 15 |
| 精選段数(回) | 2 | 2 |
| 粗選pH | 9.0 | 11.5 |
| 試薬使用量(g/t) | | |
| 消石灰 | 4,000 | 4,500 |
| 炭酸ソーダ | 500 | |
| 青化ソーダ | 600 | |
| 硫酸亜鉛 | 1,400 | |
| ジチオリン酸塩 | 200 | |
| エチルザンセート | | 150 |
| 起泡剤 | 20 | 25 |
| 硫酸銅 | | 1,200 |

(c) 操業成績

実験室試験の結果から、出鉱予定品位の鉱石についての操業成績を表2-4-2のように推定した。

表 2 - 4 - 2 予想選鉱成績

| 鉱種 | 重量 (%) | 品位 | | | 分布率 (%) | | |
|---------|--------|----------|--------|--------|---------|-----|-----|
| | | Ag (g/t) | Pb (%) | Zn (%) | Ag | Pb | Zn |
| 元 鉱 | 100.0 | 145 | 2.92 | 4.73 | 100 | 100 | 100 |
| P b 精 鉱 | 4.6 | 2,522 | 49.0 | 16.0 | 80 | 77 | 16 |
| Z n 精 鉱 | 6.7 | 173 | 3.6 | 53.0 | 8 | 8 | 75 |
| 廃 さ い | 88.7 | 20 | 0.48 | 0.5 | 12 | 15 | 9 |

本鉱石はP b浮選系におけるZ n鉱物の抑制が困難でP b精鉱中へのZ nの混入が比較的多い。従ってZ n実収率がこの種鉱石としては若干低いが、反面A g、P bの実収率は比較的良いと見られる。さらにZ n実収率を上げることも技術的に可能ではあろうが、そのためにP b精鉱中へのA g分布率を下げるおそれが多分にあるので、上記成績が経済的に妥当な水準と考えられる。

(d) 浮選産物の性状

浮選試験の結果得られたP b精鉱、Z n精鉱及び廃さいの完全分析結果は表 2 - 4 - 3 に、また廃水の分析結果は表 2 - 4 - 4 に示すとおりである。

表 2 - 4 - 3 浮選産物完全分析結果

| 成分 | 品位 | | |
|------------------------------------|---------|---------|-------|
| | P b 精 鉱 | Z n 精 鉱 | 廃 さ い |
| Au (g/t) | 2.0 | 0.5 | Tr |
| Ag (g/t) | 8.081 | 514 | 29 |
| Cu (%) | 0.40 | 0.28 | 0.03 |
| Pb (%) | 47.67 | 2.86 | 0.30 |
| Zn (%) | 15.84 | 60.48 | 0.28 |
| Fe (%) | 5.73 | 2.72 | 3.20 |
| S (%) | 20.39 | 31.31 | 1.43 |
| Sb (g/t) | 1.888 | 382 | 360 |
| As (g/t) | 5.863 | 2.044 | 1.266 |
| Cd (g/t) | 2.461 | 6.133 | 33 |
| Bi (g/t) | 54 | 50 | 88 |
| Mn (g/t) | 180 | 269 | 549 |
| Ga (g/t) | 26.0 | 17.0 | 19.5 |
| In (g/t) | 122.0 | 173.0 | 17.5 |
| Ge (g/t) | 0.9 | 6.9 | 15.5 |
| Hg (g/t) | 128 | 112 | 17 |
| Tl (g/t) | 6.6 | 1.7 | 2.8 |
| Sn (g/t) | 36 | 4 | 23 |
| WO ₃ (%) | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| SiO ₂ (%) | 5.06 | 0.90 | 70.44 |
| BaSO ₄ (%) | 0.06 | 0.06 | 5.62 |
| CaO (g/t) | 174 | 672 | 2,730 |
| Al ₂ O ₃ (%) | 0.95 | 0.10 | 1.84 |

表2-4-4 廃水の分析

| 成分 | 品位 (PPM) |
|-----------------|----------|
| pH | 10.4 |
| Fe | 0.8 |
| Cu | 8 |
| Zn | 0.1 |
| Pb | 0.3 |
| Cd | 0.005 |
| As | 0.09 |
| CN | 17.5 |
| SO ₄ | 507 |

(4) 考察

実験室における一連の回分浮選試験及び顕微鏡観察等の結果、本鉛石は組織が非常に緻密で微粉碎を要し、Pb-Zn鉛としては困難な部類に属するものと考えられる。しかし、Agの挙動がPb鉛物に近く、大部分のAgがPb精鉛中に回収されることは経済的には有利である。従って通常用いられている青化ソーダを主体とする直接優先浮選法で比較的良い成績が期待できる。試薬所要量は通常の水準を上回るので直接操業費は予想より高いと見られる。本試験は鉛床中の一部のサンプルのみを用いたものであり、さらに詳細な資料を得るには広汎な回分試験ならびに連続試験を行う必要がある。

2.4.2 選鉛工場

(1) 概要

1日当り粗鉛処理量 (A) 400 t、(B) 800 tの2つのケースについて計画する (以下、それぞれのケースを (A)、(B) と略記する)。産物はPb-Zn直接優先浮選によるPb精鉛及びZn精鉛である。操業日数は月間26日、年間で312日とする。

粗鉛の受入及び破碎はケース (A) では1方操業、(B) の場合は全く同一の設備で2方操業を行うこととする。採鉛出鉛と選鉛受入の鉛量調整は粗鉛受入ヤードを利用して行う。受入破碎系統の運転時間は機械の修理点検等のための休転を考慮して1方5時間とし、処理能力は10%の余裕を見込んで毎時最大100 tとして計画する。

摩鉛系統以降は3方操業とし、処理能力は10%の余裕を見込んでそれぞれ1日 (A) 440 t、(B) 880 tとして計画する。破碎と摩鉛以降との鉛量調整は摩鉛貯鉛舎を利用して行う。

(2) 設計基準

選鉱試験結果によれば、本鉱石は鉛亜鉛鉱としては組織が緻密で微粉砕を必要とし、選別もやや困難な部類に属する。選鉱工場の設計については標準的なPb-Zn優先浮選方式を採用し、起業費・操業費の低減と操業管理の簡易化をはかる一方、選鉱成績安定のための機器は最小限おり込んで計画した。設計にあたって留意した基本事項は次に記すとおりである。

- ① プロセスは出来る限り単純化する。
- ② 粗鉱中に粘土分は少ないので水洗設備は設けない。
- ③ 鉱物組織がかなり細かいので摩鉱粒度は-200メッシュ90%以上とする。
- ④ 高度の計装は行わないが、摩鉱給鉱量および浮選pHの調節は自動化する。
- ⑤ 操業系統は分配を伴う複列化を避け、すべて直列として工程管理を容易にする。
- ⑥ Pb精鉱は国内精錬所向けであり、採取率向上に重点をおきAgを出来るだけPb精鉱中に回収することが望ましい。一方、Zn精鉱は輸出するという前提に立ち採取率とともに精鉱品位の確保に努める。
- ⑦ Zn精鉱品位安定のために再摩鉱系統を設ける。
- ⑧ 工場のレイアウトは保守管理の面から出来る限り能率的なものとする。
- ⑨ 現地調査の結果、選鉱廃さい処理のための施設は必要ないと認められたので、廃さいは放流するものとした。
- ⑩ 精鉱シックナー溢流水は繰り返し使用する。

取扱鉱石

| | | | | |
|----------------|----|--------|----|------|
| 平均品位 (%) | Pb | 2.92, | Zn | 4.73 |
| 平均品位 (g/t) | Ag | 145 | | |
| 真比重 | | 2.95 | | |
| 平均含水率 (%) | | 5 | | |
| 粉砕仕事指数 (kWh/t) | | 12.832 | | |

破 碎

| | |
|-----------------|---------------|
| 破碎方式 | 3段破碎、3段目のみ閉回路 |
| 最大給鉱サイズ (mm) | 300 |
| 最大処理鉱量 (t/h) | 100 |
| 産物80%通過サイズ (mm) | 12 |

摩 鈇

| | | |
|------------------|-----------------------------|----------|
| 摩鈇方式 | ボールミル (2段) - サイクロン (2段) 閉回路 | |
| 摩鈇鈇舎容量 (t) | (A) 600 | (B) 800 |
| 最大処理鈇量 (t/h) | (A) 18.4 | (B) 36.8 |
| 産物 80%通過サイズ (mm) | 50 | |
| 最終サイクロン溢流濃度 (%) | 40 | |

| Pb (Ag) 浮選 | 濃度 (%) | 時間 (min) |
|-------------|--------|----------|
| コンディショニング | 40 | 5 |
| 粗選・清掃 | 40 | 15 |
| 精選 | 20 | 10 |
| 精選段数 (段) | 2 | |
| パルプ pH | 9.0 | |
| 精鈇品位 (% Pb) | 49 | |
| Pb 採取率 (%) | 77 | |

| Zn 浮選 | 濃度 (%) | 時間 (min) |
|-------------|--------|----------|
| コンディショニング | 35 | 7 |
| 粗選・清掃 | 35 | 15 |
| 精選 | 25 | 10 |
| 精選段数 (段) | 2 | |
| パルプ pH | 11.5 | |
| 精鈇品位 (% Zn) | 53 | |
| Zn 採取率 (%) | 75 | |

再 摩 鈇

取扱鈇種 Zn 粗選浮鈇

| | |
|-----------------------|----------------|
| 摩鈇方式 | ボールミル-サイクロン閉回路 |
| 給鈇 80%通過サイズ (μ) | 50 |
| 産物 80%通過サイズ (μ) | 37 |

| 精鉱脱水 | Pb精鉱 | Zn精鉱 |
|--------------------|------|------|
| 精鉱シックナースピゴット濃度 (%) | 60 | 60 |
| 精鉱粒度 (-200メッシュ%) | 96 | 96 |
| 精鉱含水率 (%) | 10 | 9 |
| 精鉱見掛比重 | 3.0 | 2.0 |

次に各工程についてやや詳細に記述する。

(3) 選鉱工程

(a) 粗鉱受入

粗鉱受入は場外ヤードを利用し採鉱との鉱量差を調整する。1次クラッシャー給鉱シュート上端には300×300mmグリズリーを設け、網上の大塊はブレーカー等を用いて破碎する。

(b) 破 碎

1系列3段破碎から成り、3段目のみ振動篩と閉回路とする。1次、2次クラッシャーにはそれぞれ21"×30" ジョークラッシャー及び16"×50" ジャイレートリクラッシャーを用いる。1次クラッシャー産物は容量250tの鉱舎に貯鉱し、鉱量を調整して2次クラッシャーへ給鉱する。2次クラッシャー産物は5'×10' 単床式振動篩で篩分け、網上は4' コーンクラッシャーで3次破碎したのち振動篩へくり返す。振動篩の網下は破碎最終産物として摩鉱鉱舎へ運搬する。

(c) 摩 鉱

ボールミルとサイクロンの閉回路による2段摩鉱とする。ボールミルは(A)400t/日の場合、1次ミルが7'×12'、2次ミル5'×12'、(B)800t/日の場合はそれぞれ8'×12'、6'×12'とする。2次サイクロン溢流が浮選元鉱となる。粒度は-200メッシュ93%を目標とする。

(d) 浮 選

Pb-Zn直接優先浮選方式を採用する。各浮選系の構成は下記のとおりである。

| | (A) 400 t/日 | | (B) 800 t/日 | |
|------|--------------------|-----|--------------------|-----|
| Pb粗選 | 40 ft ³ | 12区 | 60 ft ³ | 12区 |
| 清掃 | 40 ft ³ | 4区 | 60 ft ³ | 6区 |
| 精選 | 30 ft ³ | 8区 | 40 ft ³ | 8区 |
| Zn粗選 | 40 ft ³ | 12区 | 60 ft ³ | 12区 |
| 清掃 | 40 ft ³ | 4区 | 60 ft ³ | 6区 |
| 精選 | 30 ft ³ | 8区 | 40 ft ³ | 8区 |

Pb、Znとも精選は列内で4区ずつの2段精選を行う。またZn粗選浮鉱には閃亜鉛鉱と黄鉄鉱とが微細に入り組んだ片刃粒子が多いので、再摩鉱してZn品位向上をはかる。

(e) 再 摩 鉱

ボールミルとサイクロンの閉回路とする。ミルは(A) 3' × 6'、(B) 4' × 8'を用いる。サイクロン溢流はZn精選系へ給鉱する。

(f) 精 鉱 脱 水

Pb精選浮鉱ならびにZn精選浮鉱はそれぞれシックナーで濃縮したのちドラム型フィルターにより脱水する。各シックナー、フィルターの仕様は下記のとおりである。

| | (A) 400 t/日 | | (B) 800 t/日 | |
|---------|-------------|---------|-------------|---------|
| Pbシックナー | 直径 | 9 m | 直径 | 12 m |
| Pbフィルター | | 6' × 6' | | 8' × 8' |
| Znシックナー | 直径 | 9 m | 直径 | 12 m |
| Znフィルター | | 6' × 6' | | 8' × 8' |

各シックナーの溢流水は復水として、それぞれの系統で繰返し使用する。

(4) 付 帯 設 備

(a) 試 薬

浮選系で使用する各種試薬は浮選段に設ける試薬室で溶解・調整したのち、定量ポンプを用いて各必要箇所へ供給する。pH調節剤には消石灰を使用する。

(b) 計 装

高度の計装は行わないが、工程の安定と成績向上のため1次ボールミルの給鉱にはコンスタントフィーダを、また各浮選系のコンディショナーにはpH自動記録調節計を設置する。各精鉱運搬コンベヤには秤量機を設ける。

(c) クレーン

機器据付及び点検修理のため、摩鉱段、浮選段にそれぞれ容量10t、1tの天井走行クレーンを取り付ける。

(d) そ の 他

選鉱工場建家に隣接して電気計器室ならびに分析試験室を設ける。

(5) 主要原単位

選鉱工場の操業に必要な主要物品、電力、用水の原単位ならびに原単価は表2-4-5のように算定される。これに基づいて操業費を計算すると、表2-4-6のようになる。

表2-4-5 主要原単位・原単価算定表

| | 原 単 位 | 単 価 | 原 単 価 |
|------------|-------------------|-----------|----------|
| 主 要 物 品 | (g/t) | (百万ペソ/kg) | (百万ペソ/t) |
| ボ ー ル | 1,000 | 4.00 | 4.00 |
| 消 石 灰 | 8,000 | 0.12 | 0.96 |
| 炭酸ソーダ | 500 | 2.10 | 1.05 |
| 青化ソーダ | 500 | 4.46 | 2.23 |
| 硫酸亜鉛 | 1,200 | 1.85 | 2.22 |
| ジチオリン酸塩 | 200 | 5.70 | 1.14 |
| エチルザンセート | 150 | 4.18 | 0.63 |
| 起 泡 剤 | 40 | 3.40 | 0.22 |
| 硫 酸 銅 | 1,000 | 1.45 | 1.45 |
| その他物品 | | | 2.50 |
| 物品費計 | | | 16.46 |
| 電 力 | kWh/t | | |
| (A) 400t/日 | 52.8 | 0.057 | 3.01 |
| (B) 800t/日 | 36.0 | 0.057 | 2.05 |
| 用 水 | m ³ /t | | |
| 新 水 量 | 2.5 | | |
| 繰 返 量 | 1.0 | | |
| 用 水 計 | 3.5 | | |

表 2-4-6 選鉱直接操業費試算 (1986年)

| 労 務 費 | (A) 400 t/日 | | (B) 800 t/日 | |
|----------|-------------|---------|-------------|-----------|
| | US\$/月 | 百万ペソ/月 | US\$/月 | 百万ペソ/月 |
| 月 給 者 | 2,496 | 4,742.4 | 2,496 | 4,742.4 |
| 日 給 者 | 1,716 | 3,260.4 | 1,872 | 3,556.8 |
| 計 | 4,212 | 8,002.8 | 4,368 | 8,299.2 |
| 物 品 費 | 90,097 | 171,184 | 180,194 | 342,368 |
| 電 力 費 | 16,476 | 31,304 | 22,442 | 42,640 |
| 総 計 (月間) | 110,785 | 210,491 | 207,004 | 393,307.2 |
| 粗鉱トン当り | 10.65 | 20.24 | 9.95 | 18.91 |

従って選鉱直接操業費 (トンあたり)

(A) 400 t/日で 20.24 百万ペソ/トン
 (B) 800 t/日で 18.91 "

と試算される。しかし今後、試薬の研究をして同じ作用を持つ安価な試薬を見出す可能性がある
 あるので試薬代は上記の10%減の価格で総合評価を行う。

(6) 選鉱工場の設計と建設費

前述のような選鉱工程に基づいて、選鉱工場を設計した。設計した選鉱フローシートを図
 2-4-1に示してあり、これは400 t/日の場合と800 t/日の場合と共通する。こ
 のフローシートより必要な設備の仕様とその見積額を求め、400 t/日の場合を表
 2-4-7に、800 t/日の場合を表2-4-8にそれぞれ挙げる。また、選鉱工場の設
 備配置図は400 t/日の場合図2-4-2に、800 t/日の場合図2-4-3としてそ
 れぞれ載せることにする。なお、これら設備建設スケジュールは図2-4-4のとおりであ
 る。

しかし、諸設備をすべて輸入して新品を用いることは、設備費がぼう大であるので輸入設
 備については、ボリヴィア内の休廃止鉱山より転用するものとし、選鉱設備費は購入価格の
 60%として計算することとした。

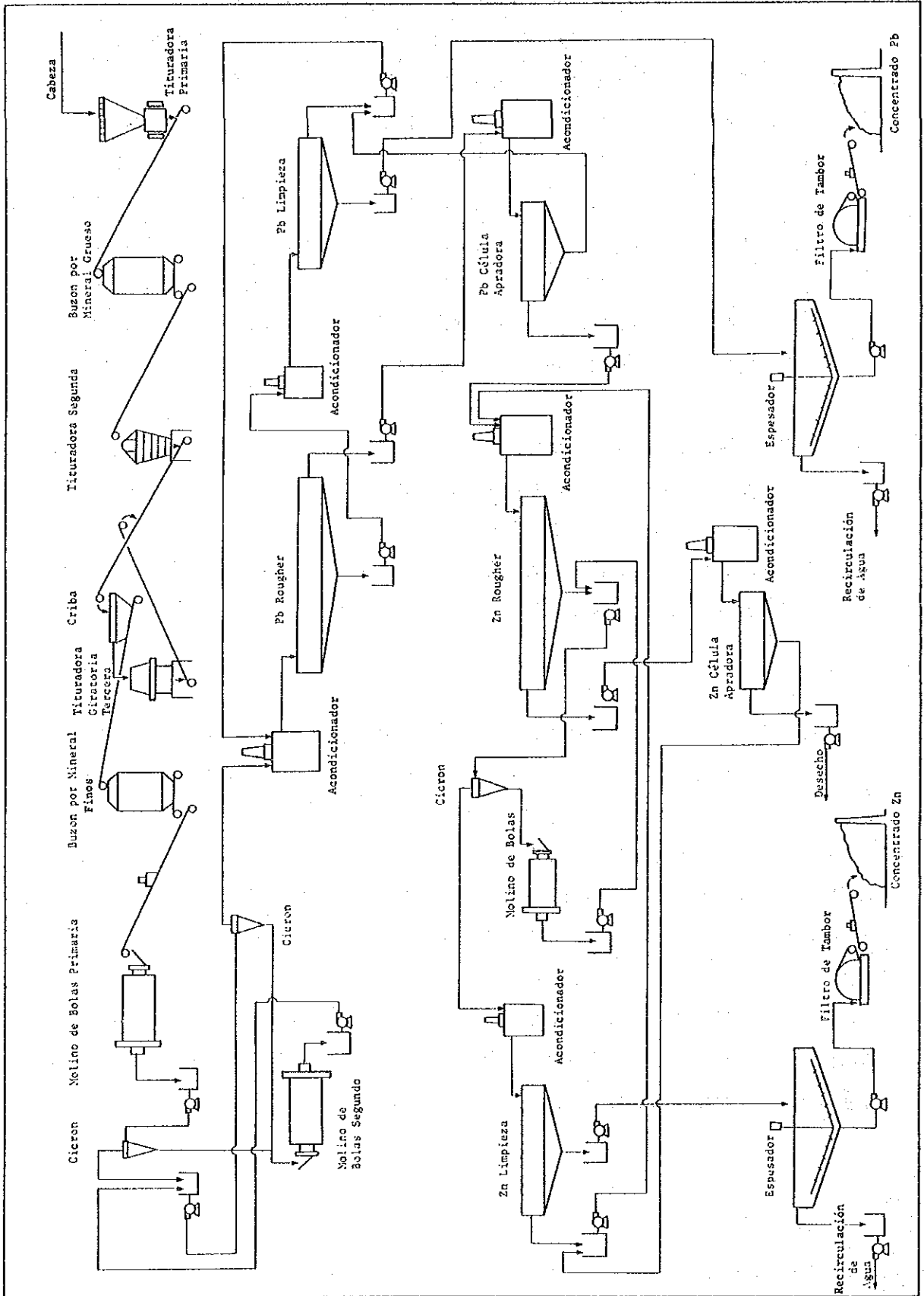


図 2-4-1 選鉱フローシート

表2-4-7 サンアントニオ鉱山選鉱設備仕様及び見積額(400t/日) (単位:千ドル)

| No. | 項目 | 数量 | 仕様 | 様 | 購入費 | | 人件費 | |
|-----|------------|----|--|---|-----|----|-----|-------|
| | | | | | 外貨 | 内貨 | 外貨 | 内貨 |
| A | 機械・電気設備 | | | | | | | |
| 1 | グリズリ及びホッパー | 1 | グリズリ 300m/目 ホッパー 50M3 | | 31 | | | 0.096 |
| 2 | 一次クラッシュヤー | 1 | 21"×30" 45kW セット 100m/m | | 60 | | | 0.096 |
| 3 | 二次クラッシュヤー | 1 | 16"×50" 95kW | | 373 | | | 0.096 |
| 4 | 三次クラッシュヤー | 1 | 4' φ 150kW | | 415 | | | 0.096 |
| 5 | エプロンフィーダー | 1 | 40"×13' | | 31 | | | 0.054 |
| 6 | ベルトコンベヤー | 14 | 24"×40M, 15M×3 3M×2 30M, 8M 10M×2 20"×5M×2 7M×2 | | 448 | | | 0.870 |
| 7 | 秤量機 | 5 | 20TON/H | | 122 | | | 0.273 |
| 8 | ベルトフィーダー | 2 | 32"×13' | | 72 | | | 0.084 |
| 9 | 振動スクリーン | 1 | 5'×10' 11kW | | 33 | | | 0.054 |
| 10 | 一次ボールミル | 1 | 7' φ×12' 220kW | | 579 | | | 0.180 |
| 11 | サイクロン | 5 | 6" | | 17 | | | 0.069 |
| 12 | 二次ボールミル | 1 | 5' φ×12' 95kW | | 361 | | | 0.096 |
| 13 | 浮選機 | 24 | 40ft3 Pb粗選用×12 Zn粗選用×12 | | 595 | | | 0.228 |
| 14 | 浮選機 | 8 | 40ft3 Pb精選用×4 Zn精選用×4 | | 213 | | | 0.084 |
| 15 | 浮選機 | 16 | 30ft3 Pb精選用×8 Zn精選用×8 | | 288 | | | 0.156 |
| 16 | ボールミル | 1 | 3' φ×6' 22kW | | 87 | | | 0.096 |
| 17 | コンディショナー | 6 | 5' φ×5'×2 6' φ×6×4 | | 83 | | | 0.144 |
| 18 | ポンプ類 | 18 | 3"-2", 4"-3" | | 100 | | | 0.144 |
| 19 | ドラムフィルター | 2 | 6' φ×6' | | 259 | | | 0.144 |
| 20 | フロワー | 1 | 30M3/min | | 15 | | | 0.054 |
| 21 | 試験装置 | 1式 | タンク, ポンプ他 8系列 | | 53 | | | 0.114 |
| 22 | シクナー | 2 | 30' φ×10' | | 409 | | | 0.228 |

表2-4-7 の つ づ き

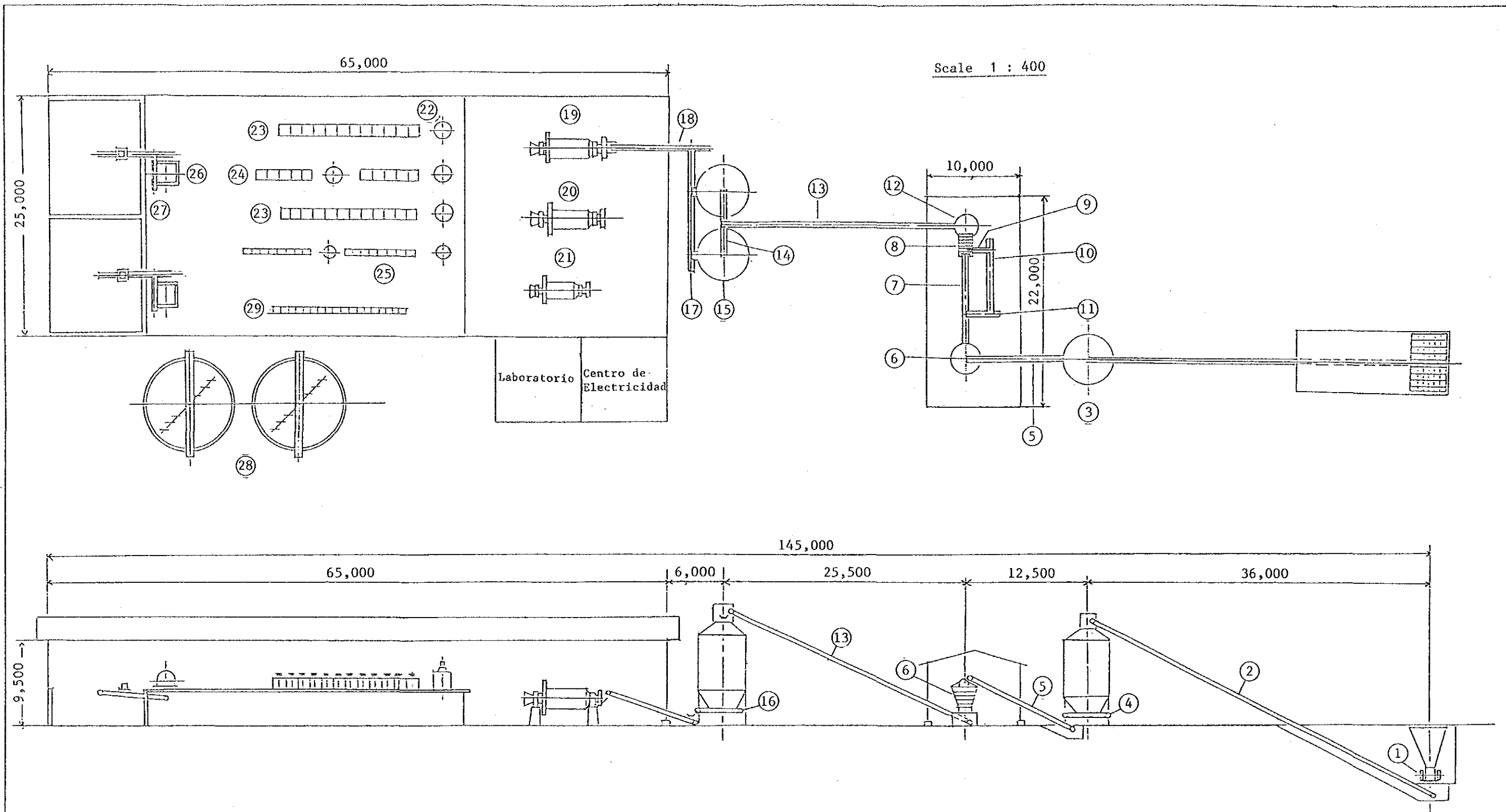
| No. | 項 目 | 数量 | 仕 様 | 購 入 費 | | 人 件 費 | |
|-----|-------------|----|-----------|-------|-----|-------|--------|
| | | | | 外 貨 | 内 貨 | 外 貨 | 内 貨 |
| 23 | ク レ ー ン | 3 | 10T 1T×2 | 398 | | | 0.300 |
| 24 | 作 業 床、架 台 | 1式 | 900M2 | 230 | | | 0.228 |
| 25 | タ ン ク 類 | 16 | 0.5M3 | 23 | | | 0.084 |
| 26 | 樋、配 管 類 | 1式 | 配管材、バルブ 他 | 130 | | | 0.258 |
| 27 | 分 析、試 験 装 置 | 1式 | 分析機器、その他 | 330 | | | 0.084 |
| 28 | 変 電 配 電 設 備 | 1式 | 高圧及び低圧整 他 | 446 | | | 1.020 |
| 29 | 配 線 材 料 | 1式 | ケーブル、電線類 | 50 | | | 1.320 |
| 30 | 仮 設 工 事 | 1式 | | 200 | | | 0.300 |
| | | | 小 計 | 6,446 | | | 7.050 |
| B | 建 築 設 備 | 1式 | 2,026M2 | 790 | | | 12.600 |
| C | 土 木 工 事 | 1式 | | | | 343 | |
| | | | 合 計 | 7,236 | | 343 | 19.650 |

表2-4-8 サンアントニオ鉱山選鉱設備仕様及び見積額(800t/日) (単位:千ドル)

| No. | 項目 | 数量 | 仕様 | 様 | 購入費 | | 人件費 | |
|-----|------------|----|--|---|-----|----|-----|-------|
| | | | | | 外貨 | 内貨 | 外貨 | 内貨 |
| A | 機械・電気設備 | | | | | | | |
| 1 | グリズリ及びホッパー | 1 | グリズリ 300m/m目 ホッパー 50M3 | | 31 | | | 0.096 |
| 2 | 一次クラッシュャー | 1 | 21"×30" 45kW セット 100m/m | | 60 | | | 0.096 |
| 3 | 二次クラッシュャー | 1 | 16"×50" 95kW | | 373 | | | 0.096 |
| 4 | 三次クラッシュャー | 1 | 4'φ 150kW | | 415 | | | 0.096 |
| 5 | エプロンフィーダー | 1 | 40"×13' | | 31 | | | 0.054 |
| 6 | ベルトコンベヤー | 14 | 24"×40M, 15M×3 3M×2 30M, 8M 10M×2 20"×5M×2 7M×2 | | 457 | | | 0.870 |
| 7 | 秤量機 | 5 | 35TON/H | | 134 | | | 0.273 |
| 8 | ベルトフィーダー | 2 | 32"×13' | | 72 | | | 0.084 |
| 9 | 振動スクリーン | 1 | 5'×10' 11kW | | 33 | | | 0.054 |
| 10 | 一次ボールミル | 1 | 8'φ×12' 290kW | | 716 | | | 0.180 |
| 11 | サイクロン | 10 | 9"φ, 6" | | 44 | | | 0.150 |
| 12 | 二次ボールミル | 1 | 6'φ12' 110kW | | 504 | | | 0.123 |
| 13 | 浮選機 | 24 | 60ft3 Pb粗選用×12 Zn粗選用×12 | | 678 | | | 0.228 |
| 14 | 浮選機 | 12 | 60ft3 Pb精掃用×6 Zn精掃用×6 | | 355 | | | 0.114 |
| 15 | 浮選機 | 16 | 40ft3 Pb精選用×8 Zn精選用×8 | | 341 | | | 0.156 |
| 16 | ボールミル | 1 | 4'φ×8' 37kW | | 160 | | | 0.123 |
| 17 | コンディショナー | 6 | 8'×8'×4 5'×5'×2 | | 110 | | | 0.144 |
| 18 | ポンプ類 | 18 | 3"-2", 4"-3" | | 100 | | | 0.144 |
| 19 | ドラムフィルタ | 2 | 8'φ×8' | | 357 | | | 0.186 |
| 20 | フロワー | 1 | 40M3/min | | 19 | | | 0.054 |
| 21 | 試験装置 | 1式 | タンク, ポンプ他 8系列 | | 59 | | | 0.114 |
| 22 | シツクナ | 2 | 40'φ×10' | | 477 | | | 0.258 |

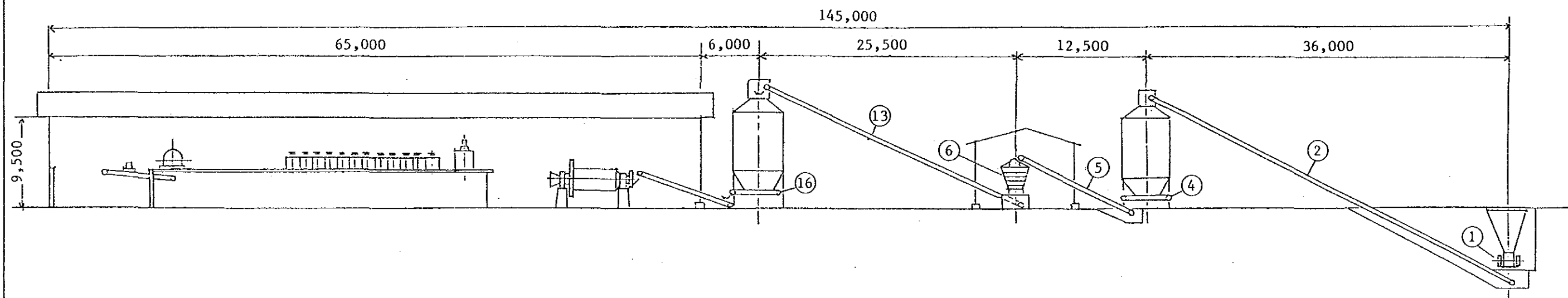
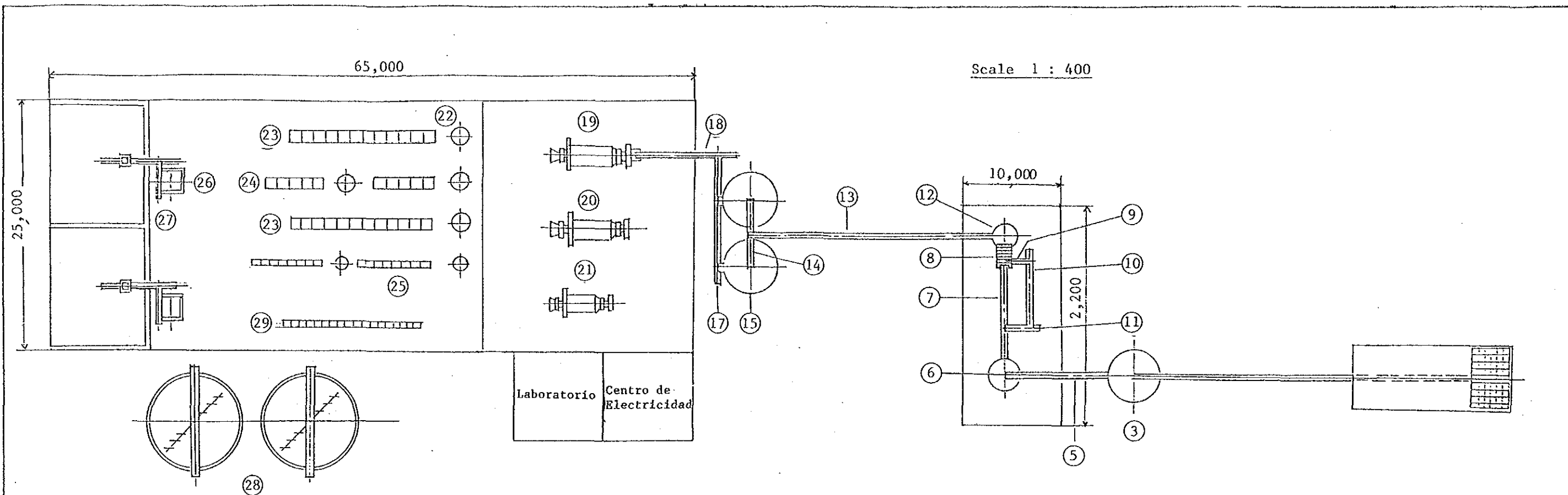
表2-4-8 の つ づ き

| No. | 項 目 | 数量 | 仕 様 | 購 入 費 | | 人 件 費 | |
|-----|-------------|----|-----------|-------|-----|-------|--------|
| | | | | 外 貨 | 内 貨 | 外 貨 | 内 貨 |
| 23 | ク レ ー ン | 3 | 10T 1T×2 | 393 | | | 0.300 |
| 24 | 作 業 床、架 台 | 1式 | 1000M2 | 255 | | | 0.228 |
| 25 | タ ン ク 類 | 16 | 1m3 | 34 | | | 0.084 |
| 26 | 樋、配 管 類 | 1式 | 配管材、バルブ 他 | 142 | | | 0.258 |
| 27 | 分 析、試 験 装 置 | 1式 | 分析機器、その他 | 330 | | | 0.084 |
| 28 | 変 電 配 電 設 備 | 1式 | 高圧及び低圧盤 他 | 503 | | | 1.170 |
| 29 | 配 線 材 料 | 1式 | ケーブル、電線類 | 59 | | | 1.380 |
| 30 | 仮 設 工 事 | 1式 | | 200 | | | 0.300 |
| | | | 小 計 | 7,442 | | | 7.197 |
| B | 建 築 設 備 | 1式 | 2,310M2 | 906 | | | 13.200 |
| C | 土 木 工 事 | 1式 | | | 374 | | |
| | | | 合 計 | 8,348 | 374 | | 20.697 |



| No. | Descripción | Cantidad | Medidas | No. | Descripción | Cantidad | Medidas | No. | Descripción | Cantidad | Medidas | No. | Descripción | Cantidad | Medidas |
|-----|----------------------------|----------|------------|-----|----------------------------|----------|------------|-----|-----------------------------|----------|--------------------|-----|-----------------------|----------|--------------------|
| 1 | Titradora Primaria | 1 | 21" x 30" | 9 | Cinta Transportadora No. 4 | 1 | 20" x 3 M | 17 | Cinta Transportadora No. 9 | 1 | 20" x 15 M | 25 | Limpieza de Pb, Zn | 16 | 30 ft ³ |
| 2 | Cinta Transportadora No. 1 | 1 | 20" x 40 M | 10 | Cinta Transportadora No. 5 | 1 | 20" x 10 M | 18 | Cinta Transportadora No. 10 | 1 | 20" x 10 M | 26 | Tambor de filtro | 2 | 6'φ x 6' |
| 3 | Buzon por Mineral Grueso | 1 | 250 T | 11 | Cinta Transportadora No. 6 | 1 | 20" x 2 M | 19 | Molino de Bolas Primario | 1 | 7'φ x 12' | 27 | Cinta Transportador | 2 | 20"x5Mx2, 7Mx2 |
| 4 | Alimentador | 2 | 40" x 13' | 12 | Titradora Tercera | 1 | 4'φ | 20 | Molino de Bolas Segundo | 1 | 5'φ x 12' | 28 | Espesador | 2 | 30'φ |
| 5 | Cinta Transportadora No. 2 | 1 | 20" x 15 M | 13 | Cinta Transportadora No. 7 | 1 | 20" x 30 M | 21 | Molino de Bolas | 1 | 3'φ x 6' | 29 | Equipo para Reactivos | 1 | Tanque, Bomba etc. |
| 6 | Titradora Segunda | 1 | 16" x 50" | 14 | Cinta Transportadora No. 8 | 1 | 20" x 8 M | 22 | Condicionador | 6 | 5'φx5'x2, 6'φx6'x4 | | | | |
| 7 | Cinta Transportadora No. 3 | 1 | 20" x 15 M | 15 | Bugén por Mineral Fins | 2 | 300 T | 23 | Rougher de Pb, Zn | 24 | 40 ft ³ | | | | |
| 8 | Criba | 1 | 5' x 10' | 16 | Alimentador de Cintron | 2 | 32" x 13' | 24 | Scavenger de Pb, Zn | 12 | 40 ft ³ | | | | |

图 2-4-2 选钎设备配置图 (400 t/日)



| No. | Descripción | Cantidad | Medidas | No. | Descripción | Cantidad | Medidas | No. | Descripción | Cantidad | Medidas | No. | Descripción | Cantidad | Medidas |
|-----|----------------------------|----------|------------|-----|----------------------------|----------|------------|-----|-----------------------------|----------|--------------------|-----|-----------------------|----------|--------------------|
| 1 | Titradora Primaria | 1 | 21" x 30" | 9 | Cinta Transportadora No. 4 | 1 | 24" x 3 M | 17 | Cinta Transportadora No. 9 | 1 | 24" x 15 M | 25 | Limpieza de Pb, Zn | 16 | 40 ft ³ |
| 2 | Cinta Transportadora No. 1 | 1 | 24" x 40 M | 10 | Cinta Transportadora No. 5 | 1 | 24" x 10 M | 18 | Cinta Transportadora No. 10 | 1 | 24" x 10 M | 26 | Tambor de filtro | 2 | 8'φ x 8' |
| 3 | Buzon por Mineral Grueso | 1 | 250 T | 11 | Cinta Transportadora No. 6 | 1 | 24" x 3 M | 19 | Molino de Bolas Primario | 1 | 8'φ x 12' | 27 | Cinta Transportador | 2 | 20"x5Mx2, 7Mx2 |
| 4 | Alimentador | 2 | 40" x 13' | 12 | Titradora Tercera | 1 | 4'φ | 20 | Molino de Bolas Segundo | 1 | 6'φ x 12' | 28 | Espesador | 2 | 40'φ |
| 5 | Cinta Transportadora No. 2 | 1 | 24" x 15 M | 13 | Cinta Transportadora No. 7 | 1 | 24" x 30 M | 21 | Molino de Bolas | 1 | 4'φ x 8' | 29 | Equipo para Reactivos | 1 | Tanque, Bomba etc. |
| 6 | Titradora Segunda | 1 | 16" x 50" | 14 | Cinta Transportadora No. 8 | 1 | 24" x 8 M | 22 | Condicionador | 6 | 8'φx8'x4, 5'φx5'x2 | | | | |
| 7 | Cinta Transportadora No. 3 | 1 | 24" x 15 M | 15 | Bugén por Mineral Fins | 2 | 400T | 23 | Rougher de Pb, Zn | 24 | 60 ft ³ | | | | |
| 8 | Criba | 1 | 5' x 10' | 16 | Alimentador de Cinturon | 2 | 32" x 13' | 24 | Scavenger de Pb, Zn | 12 | 60 ft ³ | | | | |

图 2-4-3 选钛设备配置图 (800 t/日)

図2-4-4 サンアントニオ鉾山選鉱設備建設スケジュール

| 項目 | 1 年 度 | | | | | | | | | | | | 2 年 度 | | | | | | | | | | | | 3 年 度 | | | | | | | | | | | |
|---------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|-------|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | | | |
| 調 査 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 設 計 ・ 計 画 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 資 材 ・ 機 器 調 査 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 海 上 ・ 内 陸 輸 送 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 土 木 工 事 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 建 家 工 事 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 機 電 工 事 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 試 運 転 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

