

### 3.2 本格調査の項目

#### (1) 資料収集・解析

- ① 社会・経済条件及び経済開発政策
- ② 国家・地域の工業開発政策
- ③ 国家の鉱業政策・開発計画
- ④ ボリビアの鉱業事情及び生産実績
- ⑤ 国及びボトシ県の環境行政機構
- ⑥ 国及びボトシ県の環境規制、自然保護の状況
- ⑦ 国及びボトシ県の鉱業に対する汚染の防止及び復旧に係る規制・政策
- ⑧ 鉱業に起困する水質汚染に係る資料及び情報
- ⑨ 調査地域における地形・地質・土壌・廃石処分場等の情報
- ⑩ ボトシ県における既存埋蔵鉱量
- ⑪ 鉱業に関する組織・実施体制の状況
- ⑫ 実存する開発計画・プロジェクト等

#### (2) 汚染状況の把握調査

- ① 水文調査(降雨水量、河川流量、坑内排水量、堆積場浸透水量)
- ② 水質調査及びモニタリング
- ③ 土壌化学分析(河川の底質)
- ④ インヘニオ調査(生産実績、設備能力、操業条件、原単位等)
- ⑤ 選鉱試験(セロ・リコ鉱山産試料の浮選試験)
- ⑥ 廃水処理試験(酸性坑内排水、選鉱廃水、浸透水等)
- ⑦ 地質調査(鉱滓堆積場の地質調査及び材料の土質室内試験)
- ⑧ 測量・地形図作成(鉱滓堆積場)
- ⑨ 鉱業による汚染状況調査(農業・牧畜・水産業の被害)
- ⑩ 鉱害防止データ・ベース作成(統計的処理を目的)
- ⑪ セロ・リコ鉱床鉱量確認調査

#### (3) 汚染負荷の解析及び鉱害防止対策の作成

##### 1) 汚染負荷の解析

- (1) ビルコマヨ川の汚染負荷図作成
- (2) ラ・リベラ地区の水質及び土壌汚染状況図
- (3) 休廃止鉱山、堆積場の汚染状況図
- (4) 各種データの解析

##### 2) 鉱滓堆積場の検討(既存設計の見直しF/S設計レベル)

- ① ダムの堤体の設計
  - ② 堤体の安定解析
  - ③ 鉍滓流送システム
  - ④ 廃水処理システム
  - ⑤ 建設費、運転費等、試算及び財務分析
- 3) モデル選鉍場の検討(200t/日規模の概念設計レベル)
- ① インヘニオ設備の転用
  - ② 浮選の制御システム
  - ③ 建設費、運転費等、財務分析
  - ④ インヘニオの統廃合案
- 4) その他鉍山に関する汚染防止対策の検討(概念的提言)
- ① 休廃止鉍山の坑内排水
  - ② 堆積場の浸透水、浸食、飛散防止対策
- 5) 対策案の実施計画作成(費用と時期)
- 6) 初期環境影響評価

#### (4) 鉍害防止策の技術的・政策的提言

##### 1) 鉍業に係る環境管理計画

- ① 環境モニタリング計画作成

(サンプリング地点の選定、自動モニタリング・システムの選定)

- ② 環境管理指標案作成
- ③ 環境管理方針案作成

##### 2) 公害防止対策の実施体制整備に係る提言

##### 3) 人材育成計画(技術移転・鉍害防止研修センター)

### 3.3 本格調査の主な内容

#### (1) 地域の選定

ビルコマヨ川の総汚染負荷に対して2/3以上を占めると予想される、ラ・リベラ川を調査の対象地域に選定する。この地域の鉍害は、主にインヘニオによる人為的汚染に基づくものなので、対策がたてやすく、また、汚染寄与率が高いため、対策の効果は大と予想される。

なお、ビチチ地方、ツピサ地方は今回の調査対象外とする。しかし、ビルコマヨ川に対する両地域の汚染寄与率を算出するため、ビチチ地方のツムスラ、チユキサカ県とタリハ県境のヴィジャ・アベシア等で河川水質の調査を行い汚染負荷割合を算出する。両地域の汚染防止策は、ボリヴィア側が作成するものであり、日本側は対策の方針、可能性等を含む鉍害防止対策作成に協力する。

## (2) 環境モニタリング

### 1) 目的

ポトシ県を横断するビルコマヨ川の重金属汚染負荷状況を把握し、今後継続的に観測すべき地点を含めた環境モニタリング・システムを構築する。汚染状況の監視についての短期・長期計画を提言する。

### 2) 観測法

今回主対象地域のラ・リベラ川(A)流域では、水質分析並びに底質分析を25点ずつ行い、この他汚染状況を定常的に把握するため、2地点に固定モニターを据え付けて(測定項目：pH、濁度、電気伝導度、溶存酸素)観測する。

ビチチ地方では、ツムスラ付近、及びヴィジャ・アベシア付近の2カ所、ツピサ地方ではツピサ市付近及びサン・ファン市付近の2カ所、また、タリハとバラグアイの国境近くのヴィジャモンテ等において水質及び底質分析を行う。

定点観測地点の水系模式図は図3-1のとおりである。

### 3) サンプルング計画

上記の水質及び底質分析用のサンプルングは、

期間：12カ月

間隔：1日1回、月1～3回

程度とし、分析成分としては、有害重金属イオン(Pb、Cd、As)を主とした14成分とする。

また、操業中のインヘニオの廃水、あるいは休廃止鉱山からの排水、ならびに露頭・ずり体積場からの浸透水等については、夫々現地事情に併せて実施するが、取りあえず、別表のとおり試算する。

### 4) モニタリング地点の流量測定

サンプルング地点においては、水質の他、水量調査も行うので、河川断面測量(主要地点)、流量測定を実施する。

### 5) 休廃止鉱山等の坑水量調査

休廃止鉱山に係る対策を作成するため、休廃止鉱山の旧坑等から排出される坑水についても、出来るだけ定量的な調査を行う。

### 6) 流送土砂量調査

河床等に堆積しているサンド等計測できるものについて、調査を実施する。

## (3) 技術調査

汚染状況を把握する調査の一環として水質分析・現地測量等の外に、下記の技術調査を行う。

### 1) インヘニオの調査

現在操業中のインヘニオは施設面のみならず技術面からも問題を抱えているので、本調査では各インヘニオの技術レベルの診断を行い、技術改善の提案を行う。

汚染源の特定、汚染状況の把握を行うため、ラ・リベラ川流域における総てのインヘニオについて、下記の調査を行う。

- イ. 操業条件の把握
- ロ. 生産実績
- ハ. 設備能力
- ニ. 原単位、労務単位
- ホ. 操業改善事項とコスト試算

## 2) 選鉱試験

セロ・リコ産の鉱石について、鉱種別、あるいは採掘場所別の選鉱基礎試験を行い、浮選粒度、浮選濃度、浮選時間、主要試薬別の効果を把握し、最適条件を調査する。(モデル選鉱場の設計資料を兼ねる。)

## 3) 廃水処理試験

選鉱廃水、各休廃止鉱山排水、ずり浸透水等について、基本的な廃水処理試験を行う。(廃水処理施設の設計資料とする。)

## 4) 土質試験

廃滓堆積場の設計に必要な、基礎地盤、築堤材料及び堆積物に関する物性値を得るため土質試験を行う。廃滓堆積場のダムの安定解析に必要な堆積物等の内部摩擦角、粘着係数等を把握する。

## (4) 廃滓堆積場の検討

ラ・リベラ川の汚染は多数の小規模経営の選鉱所(インヘニオ)が常時排出している浮選尾鉱(スライム量1000t/日、水量2000m<sup>3</sup>/日)に起因する所が大なので、鉱害防止対策は、先ず、インヘニオの浮選尾鉱を処理する廃滓堆積場を設ける事である。

スイスの協力で、計画されているサン・アントニオ地区の廃滓堆積場について、この建設促進が不可欠なので、計画書のレビュー及び現地調査に基づく安定計算等の技術的な検討(基本設計)を行う。なお、設計基準は通産省立地公害局制定の捨石・鉱さい堆積場建設基準によるものとする。

調査事項としては、

- ・ 1/1,000 地形図作成
- ・ 地質調査及びボーリング(10m10本位)
- ・ 土質試験(築堤材料、堆積物)
- ・ 基本設計(堤体の構造及び安定解析、並びに送泥施設、廃水処理施設)

## (5) モデル選鉱場の検討

ラ・リベラ川で操業中のインヘニオでは、一日当たり合わせて約1,200t/日の粗鉱を処理しているが、操業の効率が悪く、且つ浮選尾鉱を直接川に放流する公害発生型プラントなので、根本対策として、選鉱用水の循環使用・選鉱廃水の完全処理を伴った、効率の良い低公害型選鉱場に改善する必要がある、この具体例として、200~500t/日規模のモデル選鉱場を共同で運営する構想の検討を行う。

- ・ 選鉱試験
- ・ 概念設計(200t/日規模のモデル選鉱場)

- ・コスト試算
- ・財済分析
- ・インヘニオの統廃合案(ボリヴィア側が作成)

#### (6) ポトシ県での環境管理計画

ポトシ県の鉱山セクターの環境管理計画の一つとしてボリヴィア側が実施可能な環境管理指標(案)短期・長期(環境法の基準値、規制値の改正)の提言や、環境管理方針(案)短期・長期の提言を行う。

#### (7) 人材育成計画

鉱害防止技術者育成制度等に関する提言を行う。具体的には日本の技術協力のスキームの範囲内でプロジェクト方式技術協力で、研修センター等を設立し、リーダーを育成していく等の計画(建物、機材、教材、モデルプラント建設)を作成する。

### 3.4 本格調査人員構成案

#### (1) 人員構成

- 1) 総括
- 2) 水質・水文・環境
- 3) 鉱山地質(測量)
- 4) 選鉱
- 5) 廃水処理(化学分析)
- 6) 土木(ダム設計)
- 7) データー整理統計
- 8) 施設設計(機械)・積算
- 9) 環境管理計画社会・組織・法律
- 10) 経済・財務

### 3.5 ボリヴィア国側の要望事項

S/W、M/M協議において、ボリヴィア国側から次の要望があった。

#### (1) ダム設計の早期修了

ボリヴィア側の官・民共サン・アントニオ・ダムの必要性は充分承知しており、これを実現化するための技術面、財政面の課題解決が重要と認識している。日本側の行う「ダム設計」について、早期に着手し、早期に修了するよう強い要望があった。

技術面では、スイスの依頼で英国のゴールド・アソシエイト社がPre-F/S及びF/S調査を行っているが、ダム設計の基本である安定性解析が不明なので、日本側の調査では土質試験、堤体の安定解析を含むF/Sレベルの調査を行うよう考えている。

財政面では、英国の調査結果のみでなく、日本のF/Sレベルの調査の結果を併せて融資の基礎としたいとの意向である。

なお、英国の調査結果が日本の廃滓ダム建設基準と同等であれば、そのプロセスが省略でき、その分だけ調査期間の短縮が可能である。

#### (2) 機材供与、カウンターパート研修

本調査においては、トーマス・フォーリアス大学の実験設備並びに測定機器を利用することになるが、同大学で対応できない

- ① 水質モニタリング用機材(定置式・移動式)
- ② 簡易水質分析機
- ③ 試料採取器
- ④ 選鉱及び廃水試験用機材
- ⑤ データ・ベース用機材(パソコン、プリンター、ソフト等)等について、機材供与の依頼があった。

また、カウンターパートの日本研修についても依頼があった。

### (3) レポートについて

本格調査時にボリヴィア側に提出する各レポートについては、英語版と西語版の作成を要請され、部数は当初S/Wに記載のとおり、ファイナル・レポート以外は西語版20部、英語版5部作成することとなり、ファイナル・レポートは、西語版30部、英語版30部作成することとなった。また、基本的には英語版を正とすること等を確認した。

## 3.6 S/W及びM/M

A: LA RIBERA 地区

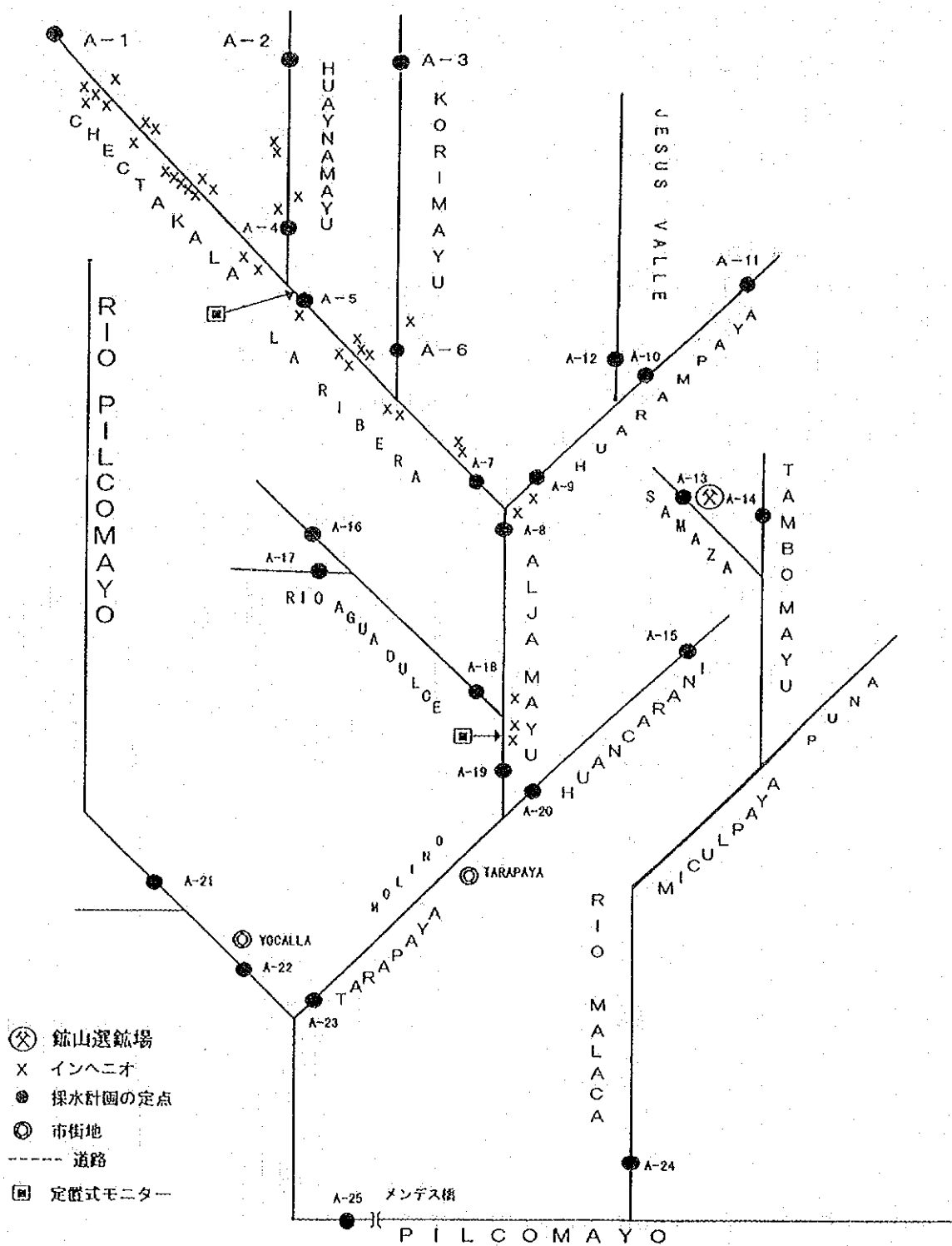
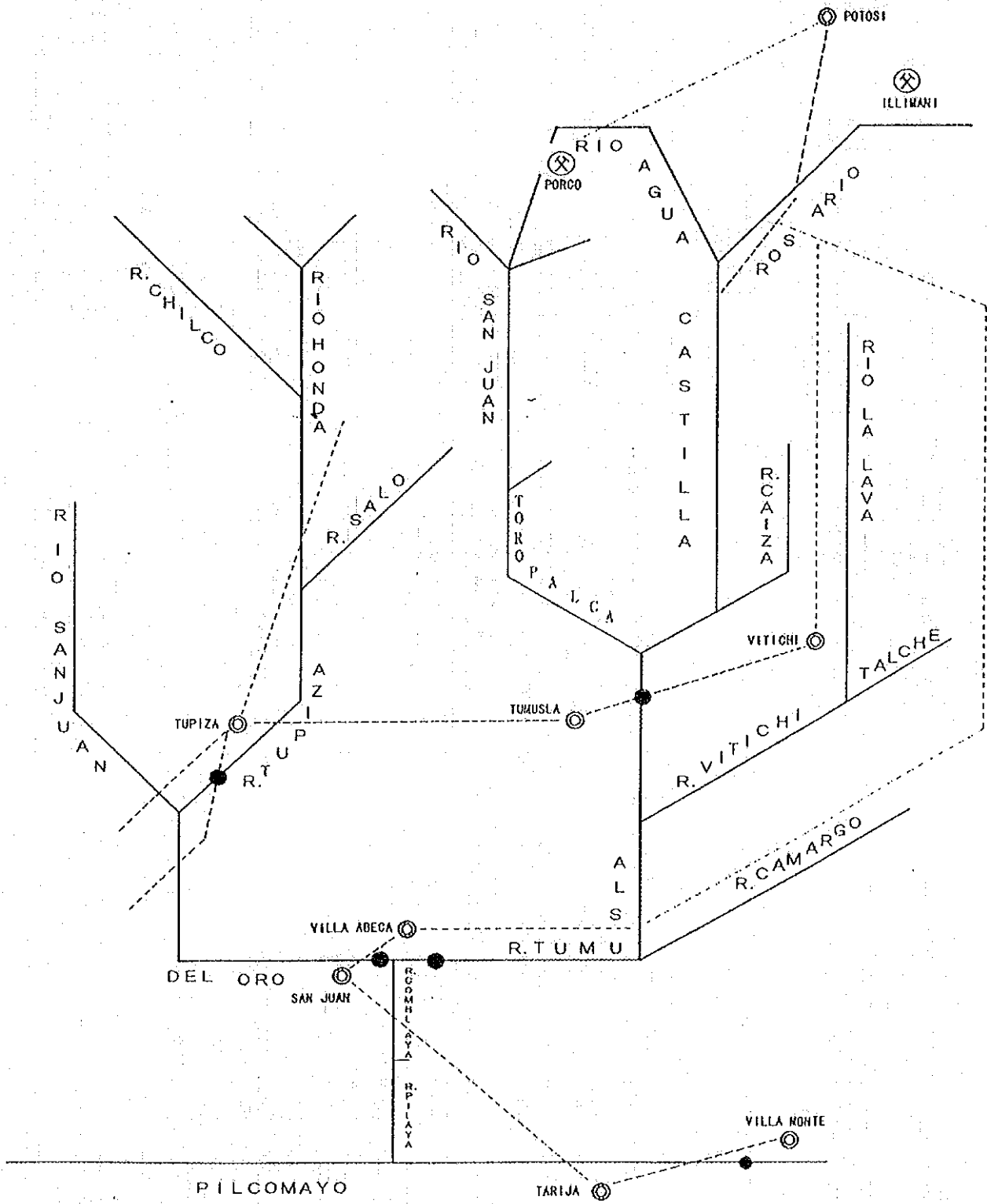


図3-1 水系模式図

C: ZONA DE TUPIZA

B: ZONA DE VITICHI



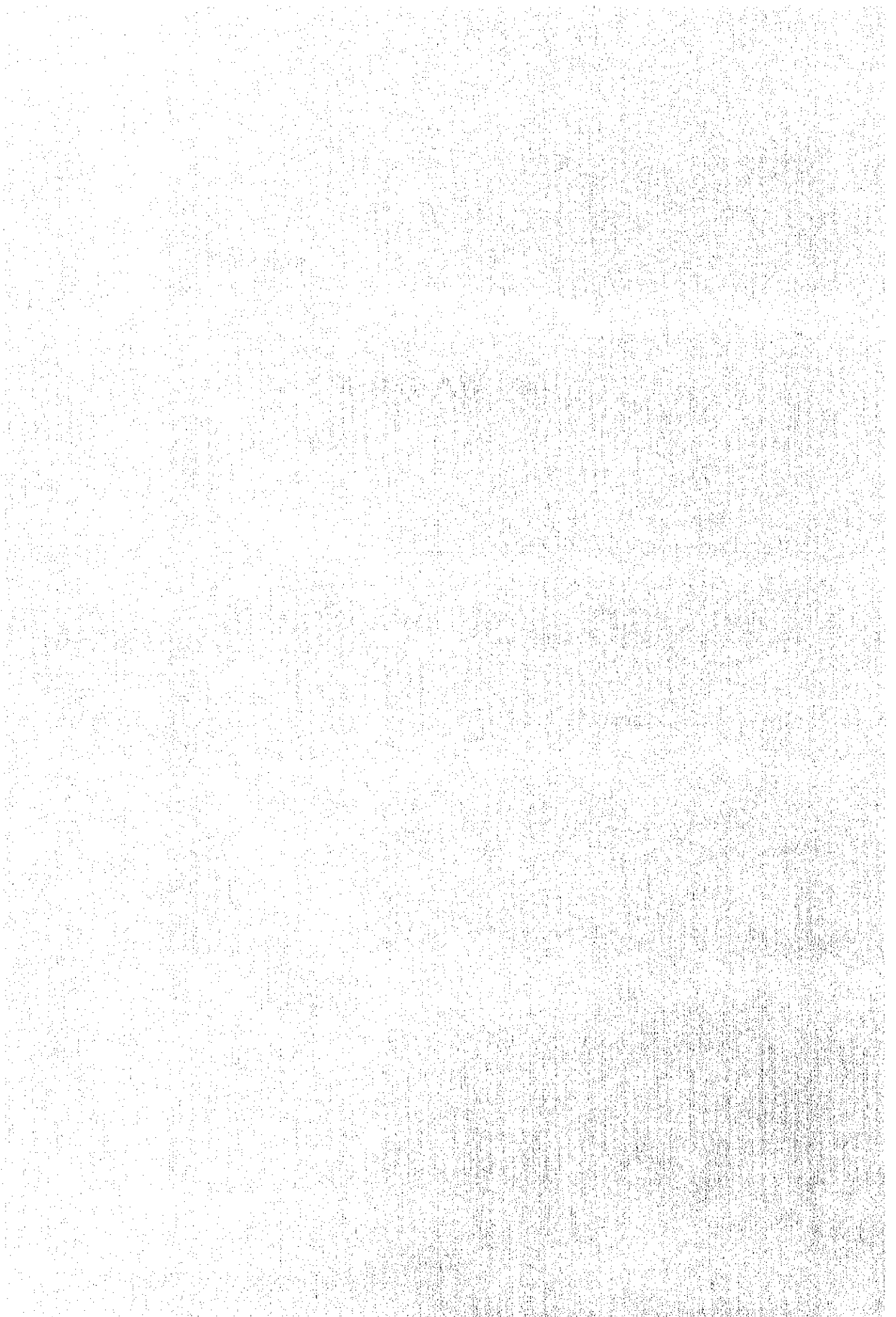


水質モニタリング及び分析費試算表

		a	b	c	d	e	試料数	成分数	単価	金額(\$)	
定期検査	水質調査	30								36,064	
	A:ラ・リベラ川	25	3	1	14	12	900	12,600	2.8	35,280	
	B:ヴィチッチ	2	1	1	14	4	8	112	2.8	314	
	C:ツピサ	3	1	1	14	4	12	168	2.8	470	
	底質調査	30								15,040	
	A:ラ・リベラ川(固体数)	25	1	1	-	12	300	-	5	1,500	
	A:ラ・リベラ川(成分)	25	1	1	15	12	300	4,500	2.8	12,600	
	B:ヴィチッチ(固体数)	2	1	1	-	4	8	-	5	40	
	B:ヴィチッチ(成分)	2	1	1	15	4	8	120	2.8	336	
	C:ツピサ(固体数)	3	1	1	-	4	12	-	5	60	
	C:ツピサ(成分)	3	1	1	15	4	12	180	2.8	504	
	小計										51,104
	不定期検査	選鉱場排水									
A:ラ・リベラ川		40	2	1	14	4	320	4,480	2.8	12,544	
B:ヴィチッチ		0	2	1	14	4	0	0	2.8	0	
C:ツピサ		0	2	1	14	4	0	0	2.8	0	
小計										12,544	
定期検査	休廃止鉱山排水										
	A:ラ・リベラ川	10	1	1	14	4	40	560	2.8	1,568	
	B:ヴィチッチ	0	1	1	14	4	0	0	2.8	0	
	C:ツピサ	0	1	1	14	4	0	0	2.8	0	
小計										1,568	
定期検査	露頭・浸透水										
	A:ラ・リベラ川	5	1	1	14	4	20	280	2.8	784	
	B:ヴィチッチ	0	1	1	14	4	0	0	2.8	0	
	C:ツピサ	0	1	1	14	4	0	0	2.8	0	
小計										784	
合計										66,000	

- 1) a:地点数、b:回/月、c:回/日、d:分析成分数、e:期間(月)
- 2) 単価:1件(17成分)当たり、240BS(\$47.34)から、1成分\$2.8/成分
- 3) 固体試料準備:20試料/日、8H x 12\$/20 = 4.8\$ → 5.0\$/件
- 4) 水質分析成分:Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cr, Cd, As, Hg, S, PH, SS, CN, COD
- 5) 底質分析成分:Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cr, Cd, As, Hg, S, Sn, Bi, Sb, C, 強熱減量

S/W及びM/M

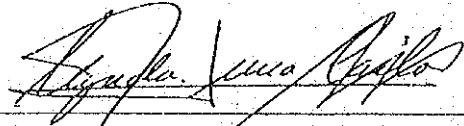


SCOPE OF WORK  
FOR  
THE STUDY  
ON  
EVALUATION OF ENVIRONMENTAL IMPACT OF MINING SECTOR  
IN POTOSI PREFECTURE OF THE REPUBLIC OF BOLIVIA  
AGREED UPON BETWEEN  
MINISTERIO DE DESARROLLO SOSTENIBLE  
Y MEDIO AMBIENTE  
AND JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

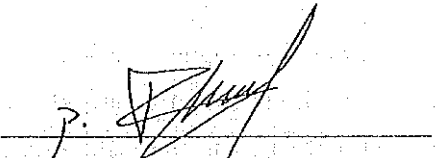
LA PAZ, FEBRUARY 19, 1997



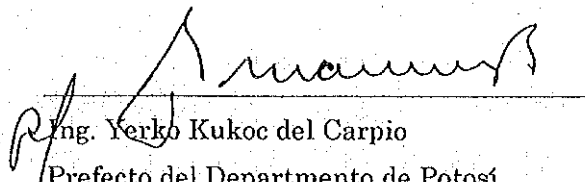
Ing. Yasuo Mukai  
Team Leader,  
The Preparatory Study Team,  
Japan International Cooperation  
Agency



Lic. Carlos Agreda Lema  
Secretario Nacional de Recursos  
Naturales y Medio Ambiente,  
Ministerio de Desarrollo Sostenible  
y Medio Ambiente,  
República de Bolivia.



Lic. Juan Carlos Aguilar  
Subsecretario de Inversión Pública  
y Financiamiento Externo,  
Secretaría Nacional de Hacienda,  
Ministerio de Hacienda,  
República de Bolivia.



Ing. Yerko Kukoc del Carpio  
Prefecto del Departamento de Potosí,  
República de Bolivia.

## 1. INTRODUCTION

In response to the request of the Government of the Republic of Bolivia (hereinafter referred to as "the Government of Bolivia"), the Government of Japan decided to conduct the Study on Evaluation of Environmental Impact of Mining sector in Potosi Prefecture of Bolivia (hereinafter referred to as "the Study") in accordance with the Agreement on Technical Cooperation between the Government of Japan and the Government of Bolivia signed on March 22, 1978 (hereinafter referred to as "the Agreement").

Accordingly, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the official agency responsible for the implementation of the technical cooperation programs of the Government of Japan, Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Secretario Nacional de Recursos Naturales y Medio Ambiente (hereinafter referred to as "SNRNMA") and Prefectura del Departamento de Potosi (hereinafter referred to as "Potosi prefecture"), the executing agency responsible for implementation of the technical cooperation for the Study, will undertake the Study in close cooperation with authorities concerned of the Government of Bolivia.

The present document sets forth the Scope of Work with regard to the Study.

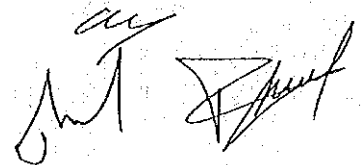
## 2. OBJECTIVES OF THE STUDY

The objectives of the Study are to conduct an environmental impact study on the mining activities in the Potosi prefecture, to formulate an environmental monitoring and management plan and to recommend policy and technical measures to control and mitigate mine contamination in the region.

## 3. STUDY AREA

The Study will be mainly conducted in RIBERA, ALJA MAYU, MOLINO and TARAPAYA river basins and the basin from the confluence of TARAPAYA and PILCOMAYO river as far as the PUENTE MENDEZ on PILCOMAYO river.

## 4. SCOPE OF THE STUDY



In order to achieve the above objectives, the Study will cover the following items.

4-1 Collection and review of the existing data and information related to the Study.

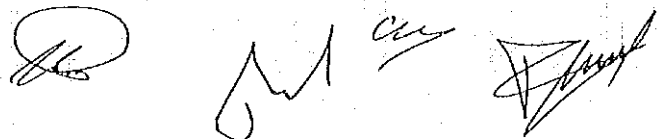
- 1) Socio-economic conditions and economic development policy
- 2) National and regional industrial development policy
- 3) National mining policy ,projects and programs
- 4) Mining activities and production records
- 5) National and regional environmental administration
- 6) National and regional environmental regulations and nature conservation policies
- 7) National and regional laws, regulations and policies related to pollution control and reclamation of mines
- 8) Data and information of water pollution originated from mining industry
- 9) Topography, geology and overburden in the study area
- 10) Ore reserves in Potosi prefecture
- 11) Organizations and their activities related to mining
- 12) Other existing plans, programs and projects

4-2 Survey on the present status of water pollution caused by mining activity

- 1) Hydrology
- 2) Water quality measurement and monitoring
- 3) Soil chemical analysis
- 4) Research of facilities and operating conditions of "Ingenio"
- 5) Ore dressing tests of Cerro Rico de Potosi ore
- 6) Treatment tests of waste water
- 7) Geological survey including soil investigation for the tailing disposal dam
- 8) Topographical survey and mapping for the tailing disposal dam
- 9) Research of pollution caused by mining
- 10) Formation of statistical data calculation system
- 11) Confirmation of ore reserves of Cerro-Rico deposit (in base of existing data)

4-3 Analysis of pollution load and study on suitable systems for pollution control

- 1) Analysis of pollution load
- 2) Study on the tailing disposal dam ( feasibility study level)
- 3) Study on the model mill plant ( conceptual design level)
- 4) Study on pollution preventive measures regarding other mines in the study



area ( conceptual proposal)

- 5) Implementation plan of pollution control
- 6) Preliminary evaluation of environmental impact

4-4 Political and technical recommendation for pollution control and mitigation plan

- 1) Environmental management plan regarding mining activities
- 2) Proposal to the executive organization related to the implementation of control measures to mitigate mining pollution
- 3) Human resources development

5. STUDY SCHEDULE

The Study will be carried out in accordance with the attached tentative work schedule, as shown in APPENDIX- I

6. REPORT

JICA shall prepare and submit the following reports in English and Spanish, and submit to the Government of Bolivia.

- 1) Inception Report ..... 20 copies in Spanish, 5 copies in English
- 2) Progress Report ..... 20 copies in Spanish, 5 copies in English
- 3) Interim Report ..... 20 copies in Spanish, 5 copies in English
- 4) Draft Final Report ..... 20 copies in Spanish, 5 copies in English  
( main reports and summaries)

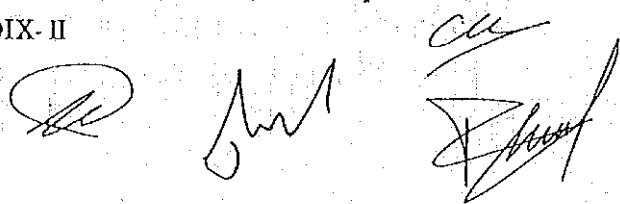
The Government of Bolivia shall provide its comments on the Draft Final Report within one(1) month after the submission of that report.

- 5) Final Report ..... 30 copies in Spanish and English  
(main reports and summaries)

The team will submit the Final reports within two(2) months after receiving the comments on the Draft Final Report from the Government of Bolivia.

7. DIVISION OF TECHNICAL UNDERTAKING

The division of technical undertakings conducted by SNRNMA, Potosi prefecture and JICA for the Study are shown in APPENDIX- II



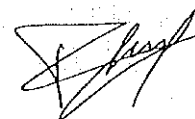
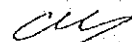
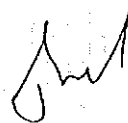
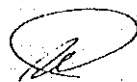
## 8. UNDERTAKING OF THE GOVERNMENT OF BOLIVIA

8-1 The Government of Bolivia shall accord privileges, immunities and other benefits to the Japanese study team (hereinafter referred to as "the Team") in accordance with the Agreement on Technical Cooperation between the Government of Japan and the Government of Bolivia.

8-2 To facilitate smooth implementation of the Study, the Government of Bolivia shall take necessary measures;

- 1) to secure the safety of the Team;
- 2) to permit the members of the Team to enter, leave and stay in Bolivia for the duration of their assignment therein, and to exempt them from foreign registration requirements and consular fees;
- 3) to exempt the members of the Team from taxes, duties and other charges on equipment, machinery and other materials brought into Bolivia and out for the conduct of the Study;
- 4) to exempt the members of the Team from income tax and other charges of any kind imposed on or in connection with any emoluments or allowances paid to the member of the Team for their services in connection with the implementation of the Study;
- 5) to provide necessary facilities to the Team for remittance as well as utilization of the funds introduced into Bolivia from Japan in connection with the implementation of the Study;
- 6) to secure permission for entry into private properties or restricted areas for the implementation of the Study;
- 7) to ensure permission for the Team to take necessary data and documents (including maps, photographs) related to the Study out of Bolivia to Japan;
- 8) to provide medical services as needed. Its expenses will be chargeable to the members of the Team.

8-3 The Government of Bolivia shall bear claims, if any arises, against the members of the Team resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with, the discharge of their duties in the implementation of the Study, except when such claims arise from gross negligence or willful misconduct on the part of the members of the Team.





8-4 SNRNMA shall act as counterpart agency to the Team and also as coordinating body in relation with other governmental and non-governmental organization concerned for the smooth implementation of the Study.

8-5 SNRNMA shall, at its own expense, provide the Team with the following, in cooperation with other organization concerned:

- 1) available data and information related to the Study;
- 2) counterpart personnel;
- 3) suitable office space with necessary equipment;
- 4) credential or identification cards;
- 5) appropriate number of vehicles with drivers.

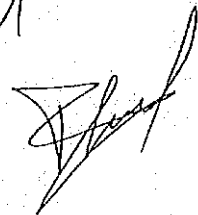
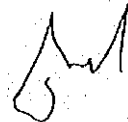
#### 9. UNDERTAKING OF JICA

For the implementation of the Study, JICA shall take the following measures:

- 1) to dispatch, as its own expense, the Team to Bolivia;
- 2) to pursue technology transfer to the Bolivian counterpart personnel in the course of the Study;

#### 10. CONSULTATION

JICA and SNRNMA shall consult with each other in respect of any matter that may arise from or in connection with the Study.





## DIVISION ON TECHNICAL UNDERTAKINGS

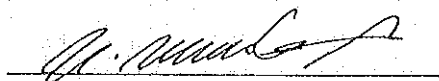
### APPENDIX II

Working Items	SNRNMA	JICA
<p>1 Collection and review of the existing data and information related to the Study.</p> <p>1) Socio-economic conditions and economic development policy</p> <p>2) National, regional and Industrial development policy</p> <p>3) National mining policy, projects and programs</p> <p>4) Mining activities and production records</p> <p>5) National and regional environmental administration</p> <p>6) National and regional environmental regulations and nature conservation policies</p> <p>7) National and regional laws, regulations and policies related to pollution control and reclamation of mines</p> <p>8) Data and information of water pollution originated from mining industry</p> <p>9) Topography, geology, overburden in the study area</p> <p>10) Ore reserves in Potosi prefecture</p> <p>11) Organizations and their activities related to mining</p> <p>12) Other existing plans, programs and projects</p>	<p>To collect data and information necessary for the Study</p> <p>To assign counterpart personnel</p>	<p>To review and analyze the data and information</p>
<p>2) Survey on the present status of water pollution caused by mining activity</p> <p>1) Hydrology</p> <p>2) Water quality measurement and monitoring</p>	<p>To assign counterpart personnel, to coordinate with local authorities and to participate in the JICA's works</p> <p>Measuring and sampling</p> <p>Sampling and maintaining the monitoring equipment</p>	<p>To supervise the works and to transfer the techniques</p> <p>Chemical analysis</p> <p>Chemical analysis</p>

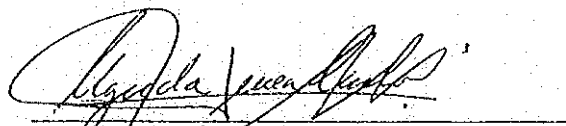
Working Items	SNRNMA	JICA
3) Soil chemical analysis 4) Research of facilities and operating conditions of "Ingenio" 5) Ore dressing tests of Cerro Rico de Potosi ore 6) Treatment tests of waste water 7) Geological survey including soil investigation for the tailing disposal dam 8) Topographical survey and mapping for the tailing disposal dam 9) Research of pollution caused by mining 10) Formation of statistic data calculation system 11) Confirmation of ore reserves of Cerro-Rico deposit (in base of existing data)	Sampling Assistance of collecting data Assistance of the tests Assistance of the tests Assistance of the survey Assistance of the survey and mapping Assistance of the research Assistance Assistance	Chemical analysis Collecting data and analysis Carrying out the tests Carrying out the tests Carrying out the tests Carrying out the survey and mapping Carrying out the research Carrying out Carrying out
3 Analysis of pollution load and study on suitable systems for pollution control 1) Analysis of pollution load 2) Study on the tailing disposal dam (feasibility study level) 3) Study on the model mill plant (conceptual design level) 4) Study on pollution preventive measures regarding other mines in the study area (conceptual proposal) 5) Implementation plan of pollution control 6) Preliminary evaluation of environmental impact	To assign counterpart personnel Assistance Assistance Assistance Assistance Assistance Assistance Assistance	To carry out the works Carrying out Carrying out Carrying out Carrying out Carrying out Carrying out Carrying out
4 Political and technical recommendation for pollution control and mitigation plan 1) Environmental management plan regarding mining activities 2) Proposal to the executive organization related to the implementation of control measures to mitigate mining pollution 3) Human resources development	To assign counterpart personnel Assistance Assistance Assistance	To carry out the works Carrying out Carrying out Carrying out

MINUTES OF MEETING  
FOR  
THE STUDY  
ON  
EVALUATION OF ENVIRONMENTAL IMPACT OF MINING SECTOR  
IN POTOSI PREFECTURE OF THE REPUBLIC OF BOLIVIA  
AGREED UPON BETWEEN  
MINISTERIO DE DESARROLLO SOSTENIBLE  
Y MEDIO AMBIENTE  
AND JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

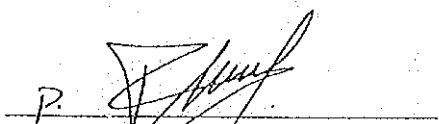
LA PAZ, FEBRUARY 19, 1997



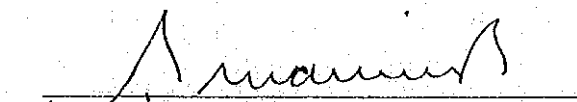
Ing. Yasuo Mukai  
Team Leader,  
The Preparatory Study Team,  
Japan International Cooperation  
Agency



Lic. Carlos Agreda Lema  
Secretario Nacional de Recursos  
Naturales y Medio Ambiente,  
Ministerio de Desarrollo Sostenible  
y Medio Ambiente,  
República de Bolivia.



Lic. Juan Carlos Aguilar  
Subsecretario de Inversión Pública  
y Financiamiento Externo,  
Secretaría Nacional de Hacienda,  
Ministerio de Hacienda,  
República de Bolivia.



Ing. Verko Kukoc del Carpio  
Prefecto del Departamento de Potosí,  
República de Bolivia.

The Preparatory Study Team (hereinafter referred to as "the Team") organized by the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") of the Government of Japan, headed by Mr. Yasuo MUKAI, leader of the Team, visited the Republic of Bolivia (hereinafter referred to as "R. Bolivia") from February 12 to February 19, 1997 for the purpose of reaching an agreement of the Scope of Work regarding the Study on Evaluation of environmental Impact of Mining Sector in Potosi Prefecture of the Republic of Bolivia (hereinafter referred to as "the Study")

The Team had a series of discussion with the Ministerio de desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Secretario Nacional de Recursos Naturales y Medio Ambiente and other concerned authorities (hereinafter referred to as "the Bolivian side").

The salient results of the discussions mutually confirmed are as following:

1. Confirmation on the Minutes of Meeting at the Preliminary Study in October 1996

Both sides confirmed that the Minutes of Meeting agreed upon and signed at the Preliminary Study in October 1996, is still effective and valid for this preparatory study, unless otherwise specified in this Minutes of Meeting.

2. Collected Data and Information

The Team confirmed that the collected data and information would be used only for the purpose of the Study and should not be disclosed to others without prior consent of the Bolivian side.

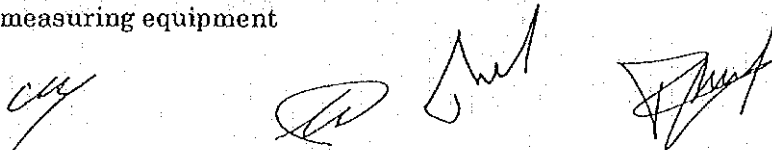
3. Provision of Counterparts (C/P)

The Team requested that the Bolivia side should assign the C/P engineer or specialists of technical expertise and experience covering each field of the Study, who will collaborate with the Full-scale Study Team. The Bolivian side accepted the request, and will nominate those name of the candidates at the presentation of the Inception Report.

4. Equipment and Materials

The Bolivian side requested the Team to provide with the equipment and materials for the implementation of the Study as follows;

- (1) Water pollution monitoring system
- (2) Handy water pollution measuring equipment
- (3) Water sampling tools



- (4) Ore dressing test reagent and tools
- (5) Data processing system

The Team stated that the request would be conveyed to the Government of Japan.

5. Request of Training

The Bolivian side requested that personnel should participate in the training program in Japan to be arranged in connection with the Study. The Team will convey this request to the Government of Japan.

6. Other requests

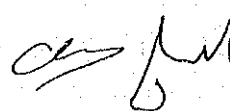
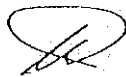
- (1) The Bolivian side requested the Reports written in Spanish in order to examine them.
- (2) The Bolivian side requested necessary number of vehicles with drivers shall be arranged on JICA's expence.

7. Answer to Questionnaire

The Bolivian side will submit the data information in reply to the Questionnaire to JICA within 30 days from the date of signing of this Minutes of Meeting.

8. Consultation

The Minutes of Meeting is prepared on both Spanish and English. In case any doubt arises in interpretation, the English text shall prevail.



## 4. 現地調査結果

### 4.1 ボリビアの鉱業の状況

#### (1) 概況

ボリビアの鉱業は、独立以来当国の近代化を支えてきた産業であり、1970年代までは錫を中心として輸出の大半を占め、経済成長の原動力となってきたセクターである。

しかし、1985年に錫の国際価格の大暴落により深刻な状況に直面し、錫鉱山中心の時代が終わり、鉱種の多様化を図って外資導入による鉱山の近代化を図った。しかしなお輸出に占める錫のウエイトは大きく、約40%を占めている。

かつてボリビアの鉱業を支えてきたボリビア鉱山公社 (COMIBOL) は、人員縮小、傘下の鉱山の民営化等、合理化を余儀なくされ、現在では工業生産の90%が民間によって運営されている。

主要経済指標を表4-1に示す。

表4-1 主要経済指標

	1992年	1993年	1994年
人口(千人)	6,894	7,064	7,238
GDP(百万ドル)	4,724	4,728	6,193
GDP成長率(年率%)	2.0	2.0	4.24
工業分野のシェア	7.6	7.6	5.55
貿易収支(百万ドル)	-433	-335	-223
輸出額(百万ドル)	608	630	985
輸入額(百万ドル)	1,041	965	1,209
経常収支(百万ドル)	-754	-686	-510
消費者物価上昇率(年率%)	10.5	9.2	8.52
国土面積(万km <sup>2</sup> )			109.8

(CEPAL; 国連ラテンアメリカ・カリブ経済委員会より)

鉱業分野のGDPに占める割合は、1991年-8.0%、1992年-7.6%、1993年-7.6%、1994年-5.55%と次第に低下の傾向にはあるが、なお大きなウエイトを占めている。

#### (2) 鉱業政策

現行の鉱業法は1991年4月に公布された。国営であるCOMIBOLと民間のJ/Vを可能とするほか、工業関係手続きの簡略化を規定した。未探鉱区域を含めて資本化を進め、鉱業活性化を推進することが当面の重要政策課題とされている。

なお、JICA/MMAJは当国COMIBOL所有のコルキリ鉱山及びその周辺部の鉱量把握のための資源開発協力基礎調査を1992年から2年間実施し、銀、亜鉛などの高



品位の新鉱床を発見し、予想鉱量 120 万 t を確認した。

1993 年に環境一般法 (Ley General de Medio Ambiente) が成立したばかりである。今後鉱業所管の鉱山庁と調整して具体的な基準作りが必要である。

多くの小鉱山があるが、これらは資金力がなく、生産性が低い。このことが結果的に鉱害の現況となっている。

### (3) 探鉱開発動向

隣国のペルー、チリが鉱業ブームにわいている中であまり目立たないが、RTZ (リオテイント) が国内最大の民間会社 Comsur (現大統領所有の会社) とジョイントで探鉱開発を行っているほか、カナダ、オーストラリアの鉱山会社が探鉱に乗り出したところである。アルゼンチン国境に隣接するリベス南部地域およびボリビア東部のペグマタイト鉱床などが有望と見られている。

今後、有望地域から順次民間資本により探鉱開発が進められるものと期待される。なお、ボリビアではすでに開放経済政策に則った鉱業法および石油法により、海外投資家に法的保証を与える新投資法が導入されている。

### (4) 主要鉱産物の生産動向

表 4-2 主要鉱産物の生産推移 (単位 t)

年	1991	1992	1993	1994
銅	28	101	137	79
鉛	16,959	20,062	22,408	19,718
亜鉛	128,184	143,643	122,638	100,880
金	3.43	1.87	6.56	12.84
銀	366.7	316.1	360.0	354.0
錫	18,042	17,164	18,907	16,330
タングステン	1,264	1,073	408	583
アンチモン		6,022	4,564	7,762
鉄鉱石	1,237	34,956	32,108	

### (5) 鉱業の現況

ボリビアは、かつては世界有数の銀の生産国であった。ポトシには、スペイン銀貨の鋳造所が設けられ、スペインのペソ銀貨が鋳造された。その後銀の生産は次第に錫、鉛、亜鉛に変わり、現在に至っている。

1952 年、鉱物資源全ての管理と経営を担当する国営企業として COMIBOL が設立され、10 年前までは 24 の鉱業所、従業員 29,000 人を抱え、錫生産を主に国内生産の 2

／3を占めていた。しかし、1985年の錫暴落を契機に世銀の協力の下、不採算鉱山の閉鎖を逐次実施するなどの合理化を進め、現在ではワヌニ、コルキリ、カラコーレスの3鉱山およびユラ発電所を所有するのみである。従業員は1,500人まで縮小した。

1994年の生産量は錫で、ワヌニ鉱山2,496t、コルキリ鉱山1,685t、カラコーレス鉱山850tであった。

一方、休眠鉱山、鉱区の民営化が促進され、ボルコ、ポリバール、ポーポタスナー等14件の鉱区が内外私企業により探鉱開発が行われている。また、アシエント、モロコの2件が契約折衝中で、残りの鉱山および鉱区は入札準備中である。

第4-1図にボリビアの埋蔵資源を、第4-2図にボリビアの主要鉱山精錬所位置図を示す。

## 4.2 ポトシの概要

### (1) ポトシの歴史

ポトシ県のセロリコ (Cerro Rico) 山は歴史的にもみて非常に重要な鉱山である。セロリコ山は古くはインディオの聖なる山、侵すべからざる山であった。16世紀、スペイン人が征服者としてこの地を支配し、植民地化し、1545年この山に莫大な銀鉱床があることを発見した。そしてメキシコの銀に次いでポトシが世界的に有数の銀の産地となり、日本の江戸に次いで人口15万人の世界第2の大都市に発達したといわれている。鉱床は、第3紀のシェールを貫く石英安山岩中の熱水性鉱脈である。16～17世紀にかけて多量の銀がセロリコからヨーロッパへと送られ、スペインに大きな富をもたらし、大量のスペイン銀貨がポトシの銀で鑄造された。現在ポトシ市内に残されている造幣局跡にその往時の面影を見ることができる。その陰にインディオ達は被征服者として抑圧され、収奪された歴史がある。

### (2) ポトシの現況

その後セロリコ山は銀から錫、鉛、亜鉛鉱山へと変身した。1995年、COMIBOLが所有していた Unificada 鉱山と Velarde 選鉱場が閉鎖され、現在は小規模な多くの採掘者が鉱脈を追って旧式な採掘法で採掘し、人力で運搬を行っている。

採掘された鉱石は、37の小規模な選鉱場（うち3つは休止中、5つは建設中）で浮選処理され、亜鉛精鉱および銀を含んだ鉛精鉱を産出している。これらの選鉱場の規

模は、日処理量 20~200t/d の小規模のものであって、クラッシャ、ボールミル、浮選機は設置されているものの操業管理、安全管理は全くなされていない。精鉱処理はピットによるデカンテーション後の天日乾燥であり、浮選尾鉱処理は全くなされずに河川に放流されている。

最近、COMIBOL はセロリコ山の 4,400 m 以上の大規模な銀の回収を最新技術で行うべく計画している。計画によると、坑内掘りで 5,000t/d を採掘し、シアンによるヒープリーチングによって銀を回収するというものである。

現在のポトシ市の人口は約 10 万人であり、その 80% はその生活を鉱山に依存しているといわれている。

### (3) ポトシの自然環境

ポトシはボリビアの首都ラパスの南東約 700 km にあり、高度 4,020 m 以上に位置する。緯度からいうと熱帯であるが、高度が高いため気候は半乾燥地帯で、年間総雨量は約 400 mm にしか過ぎない。5 月~8 月が乾期で、雨はほとんど降らず、12 月~2 月が雨期である。月平均雨量を表 4-3 に示す。

表 4-3 ポトシの月平均雨量 (mm)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
雨量	93	71	64	17	3	1	0	4	12	23	42	75	405

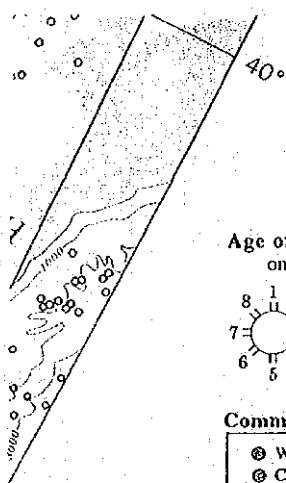
緯度は南緯 19.5 度で熱帯地帯ではあるが、高度が高いため年平均気温は 8.9℃である。夏季は 20℃になるが、明け方はかなり冷え込む。冬季は -6.9℃である。

高度が高いため、高山病に気をつける必要がある。急激な行動はできるだけ避けて体調を整えることが大切である。



第4-1図 ボリビアの鉱物資源分布図





- Stratabound, including magmatic cumulates
- ⊗ Stockworks, including "porphyry" deposits
- ⊠ Magmatic and irregular massive deposits
- ◇ Skarn or greisen deposits
- Sandstone (red bed) deposits
- ⊙ Laterite deposits (surficial chemical concentrations)
- ∨ Placer deposits (surficial mechanical concentrations)

Age of mineralization—Geologic age of mineralization shown by orientation of double ticks on some deposits

- |   |   |   |   |                    |
|---|---|---|---|--------------------|
| 8 | 1 | 2 | 1. Paleozoic and(or) older                | 5. Late Cretaceous |
| 7 | 3 | 3 | 2. Late Paleozoic-Triassic                | 6. Early Tertiary  |
| 6 | 4 | 4 | 3. Triassic                               | 7. Late Tertiary   |
| 5 | 5 | 5 | 4. Late Jurassic and(or) Early Cretaceous | 8. Post-Tertiary   |

Commodities—Shown by shape and color of symbol

⊙ W	⊠ Sn	◇ Sn W	◇ Be	◇ Nb(Ta)U
⊙ Cu(AuAg)	⊠ Mo	◇ CuMo	◇ CuZn(PbAgAu)	◇ CuNi
⊙ Au(Ag)	⊠ Ag(PbZnCuAu)	◇ AuAg, AgAu	◇ Precious gems	◇ Semi-precious gems
⊙ S	⊠ FeS	◇ Nitrate	◇ Li	◇ B
⊙ Cr	⊠ Ni(CoCuPt)	◇ Co(Ni)	◇ Pt group	◇ Asbestos
⊙ Na	⊠ K		◇ Gypsum-anhydrite	◇ Magnesite
⊙ Pb	⊠ Zn	◇ PbZn, ZnPb	◇ PbZn(AgCuAu)	
⊙ Hg	⊠ Sb	◇ F	◇ Ba	◇ Sr
⊙ U	⊠ V	◇ UV, VU	◇ RETH	◇ Al
⊙ Fe	⊠ Mn	◇ Ti	◇ FeTi(V)	◇ P*

\*Reported occurrence of insular (guano-derived) phosphate indicated by 'P'

Deposit size—By size of symbol. Limits in metric tons of metal or mineral contained unless otherwise specified. Past production and(or) reserves totaled

Size	○ Large	>	○ Medium	>	○ Small
Aluminum (bauxite) (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )		100,000,000		1,000,000	
Antimony (Sb)		50,000		5,000	
Asbestos		10,000,000		100,000	
Barite (BaSO <sub>4</sub> )		5,000,000		50,000	
Beryllium (BeO)		1,000		10	
Boron (B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )		10,000,000		100,000	
Chromium (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )		1,000,000		10,000	
Cobalt (Co)		20,000		1,000	
Copper (Cu)		1,000,000		50,000	
Fluorite (CaF <sub>2</sub> )		5,000,000		50,000	
Gold (Au)		500		25	
Graphite (C)		1,000,000		10,000	
Gypsum-anhydrite (CaSO <sub>4</sub> )		100,000,000		5,000,000	
Iron (ore) (Fe)		100,000,000		5,000,000	
Lead (Pb)		1,000,000		50,000	
Lithium (Li <sub>2</sub> O)		100,000		10,000	
Magnesium (MgCO <sub>3</sub> )		10,000,000		100,000	
Manganese (tons of ≥40% Mn)		10,000,000		100,000	
Mercury (flasks) (Hg)		500,000		10,000	
Molybdenum (Mo)		500,000		5,000	
Nickel (Ni)		500,000		25,000	
Niobium-Tantalum (R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )(Nb-Ta) <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		100,000		1,000	
Phosphate (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		200,000,000		200,000	
Platinum group (Pt)		500		25	
Potassium (K <sub>2</sub> O)		10,000,000		1,000,000	
Precious gems		10		1	
Pyrite (FeS <sub>2</sub> )		20,000,000		200,000	
Rare earths (RE <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )		1,000,000		1,000	
Semi-precious gems		100		10	
Silver (Ag)		10,000		500	
Sodium (salts) (Na)		10,000,000		1,000,000	
Strontium (salts) (Sr)		1,000,000		10,000	
Sulfur (S)		10,000,000		100,000	
Thorium (Th)		10,000		1,000	
Tin (Sn)		100,000		5,000	
Titanium (TiO <sub>2</sub> )		10,000,000		1,000,000	
Tungsten (W)		10,000		500	
Uranium (U)		10,000		100	
Vanadium (V)		10,000		500	
Zinc (Zn)		1,000,000		50,000	

- 0%
- ⊠ <1%



Photographs were d  
Observa

Occurrence  
photogr

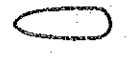
× Nodule



Chemical d  
or crust  
coverage

+ ≥1.8%

+ 1.0-1.7



Cobalt con  
moistur  
obtain  
(Manhe

\* <0.

POLY

Sei

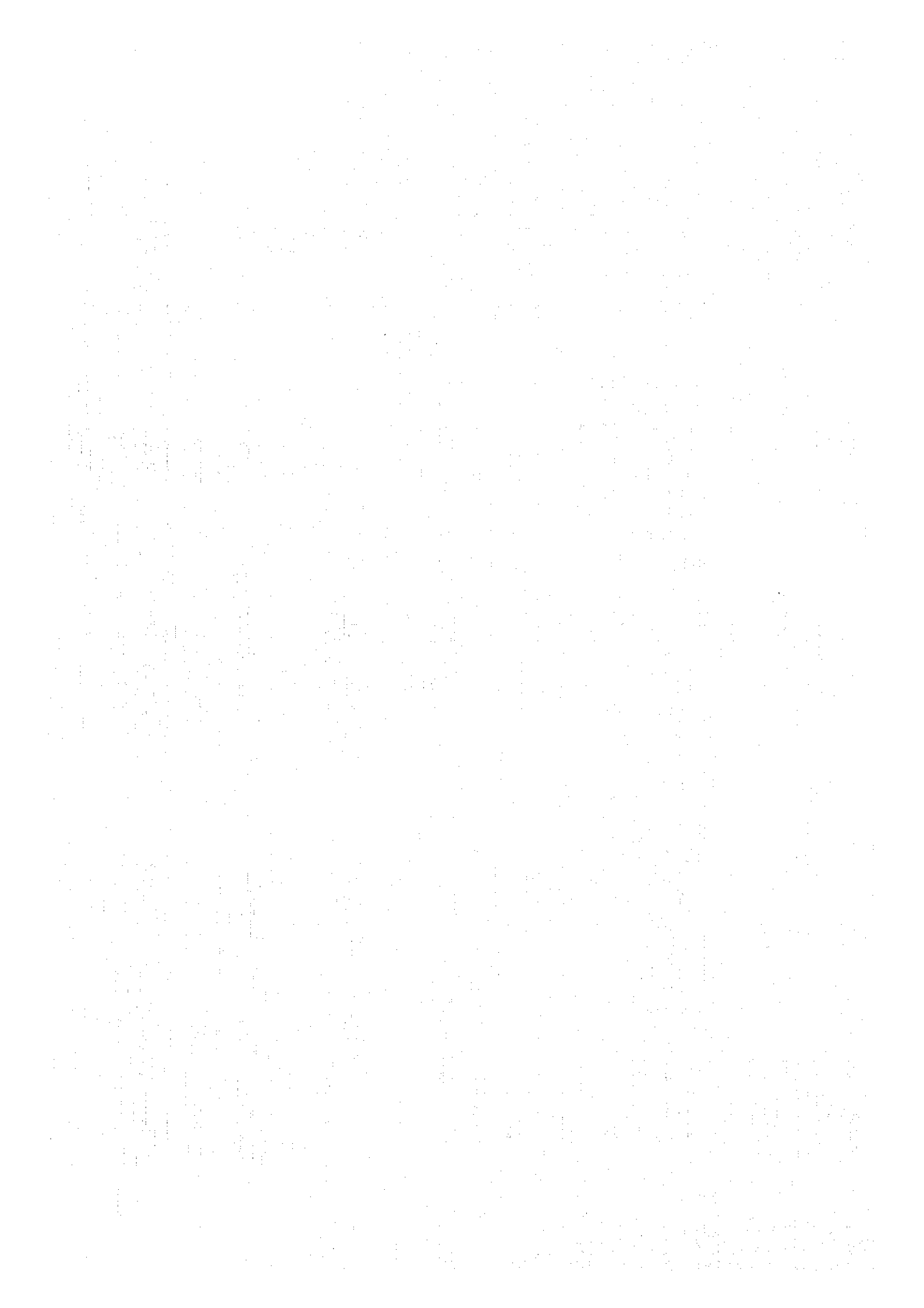
Sul

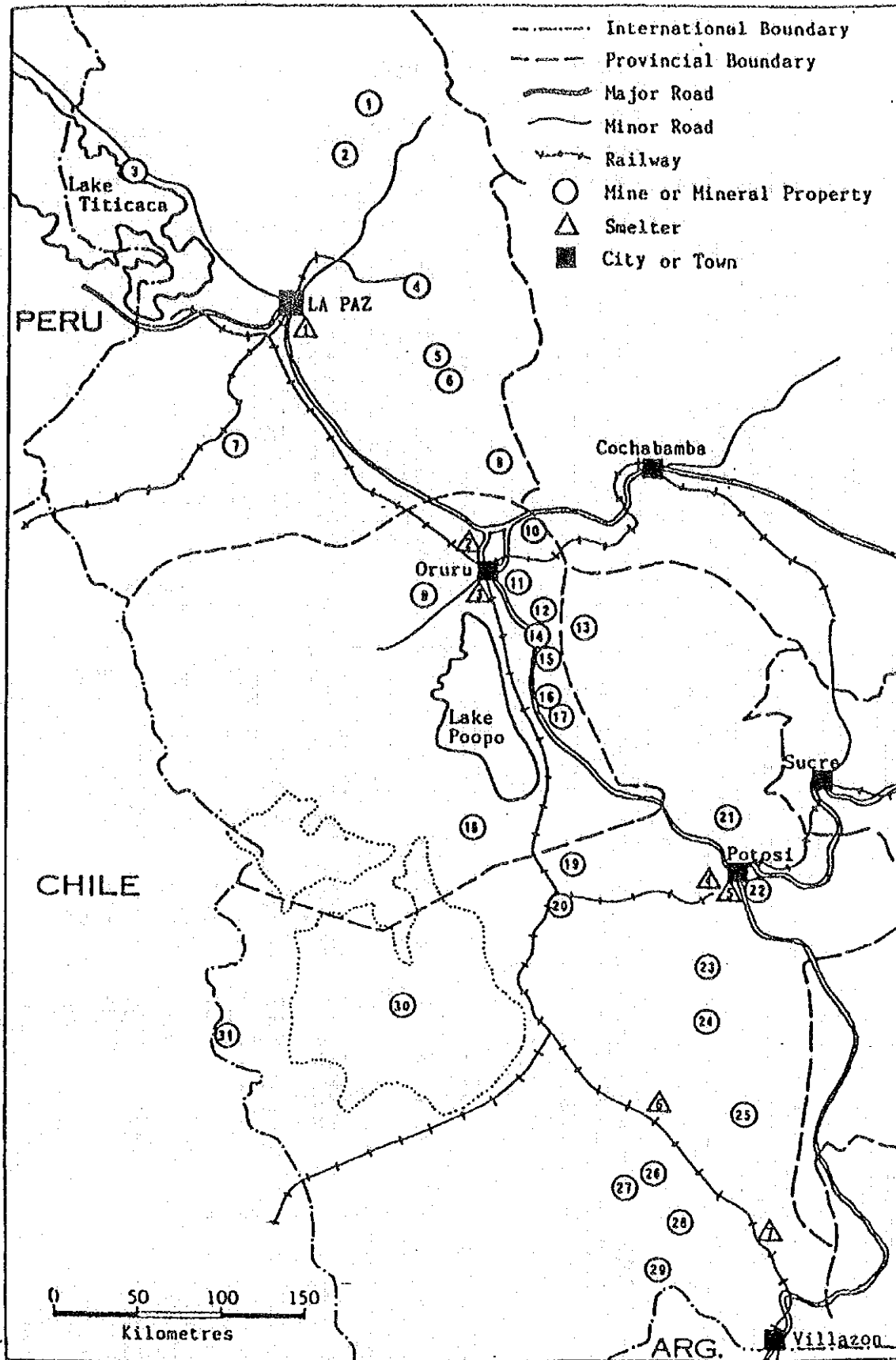
504B

Su

Ph

He





第4-2図 ボリビアの主要鉱山製錬所位置図



[ボリビアの主要鉱山製錬所リスト]

Ref.No.	Mine or Location.	Minerals.	Operator.
○ 1	Río Tipuani	Au.	South American Placers.
2	Río Chitadá	Au.	London American Mining Co.
3	Matilde	Ag, Pb, Zn.	COMIBOL.
4	Chojlla	W, Sn.	International Mining Co.
5	Viloco	Sn, W.	COMIBOL.
6	Caracoles	Sn, Bi, W.	COMIBOL.
7	Corocoro	Cu.	COMIBOL.
8	Colquiri	Zn, Sn.	COMIBOL.
9	San Jose	Pb, Ag, Sn.	COMIBOL.
10	La Joya	Au, Ag.	Inti Raymi SA.
11	Santa Fe	Pb, Zn, Ag.	COMIBOL.
12	Huanuni	Sn.	COMIBOL.
13	Catavi - Siglo XX	Sn.	Several Cooperatives.
14	Poopo & Machacamarca	Zn, Ag, Sn.	COMIBOL.
15	Animas & Bolivar	Ag, Zn, Sn.	COMIBOL.
16	Avicaya	Sn.	Avicaya Ltda.
17	Estalsa (Dredge)	Sn.	Estalsa Boliviana SA.
18	Maria Luisa	Ag, Pb, Zn.	COMIBOL.
19	Carguacollo	Ag, Zn.	Golden Star Mining Co.
20	Río Mulato	Beaunite	Unknown.
21	COMSUR (Dredge)	Sn.	Compania Minera del Sur SA.
22	Unificada del Cerro Rico de Potosi	Ag, Zn, Sn.	COMIBOL.
23	Chilcobija & Caracota	Sb.	Empresa Minera Unificada SA.
24	Tasna	Bi, Sn, W.	COMIBOL.
25	Chorolque	Bi, Sn, W.	COMIBOL.
26	Tatasi	Ag, Zn, Pb.	COMIBOL.
27	San Vicente	Ag, Zn.	COMIBOL.
28	Candelaria	Sb, Cu.	COMIBOL.
29	Rosa del Oro	Sb.	Rosa del Oro SA.
30	Salar de Uyuni	Bo, Li.	Complejo Industrial de los Recursos Evaporiticos de Salar de Uyuni (CIRESU).
31	Napa & Caite	Sulphur	Unknown.
△ 1	Hormet Smelter	Pb, Sn.	Compania Metalurgica Industrial y Comercial - HORMET SA.
2	Oruru Smelter	Sn.	Fundestano de Oruru SA.
3	Vinto Smelter	Sn, Sb.	COMIBOL.
4	La Palca Smelter	Sb.	COMIBOL.
5	Karachipampa Smelter	Pb, Zn.	COMIBOL.
6	Telamayu Smelter	Bi.	COMIBOL.
7	Palala Smelter	Sb.	Rosa del Oro SA.

出典: Mineral Industry Profiles BOLIVIA (Mining Journal)

注. このデータは1989年中頃のもの。

### 4.3 ボリビア政府の環境行政

#### 1) 環境対策関連法例

ボリビアの環境行政は1992年に制定された「環境基本法」に基づき、持続開発環境省が主体となって推進している。「環境基本法」では各分野の環境保全に関する基本理念を定め、環境政策に関係する個別の立法、政策の方向性を決定する原理原則としての性格を有している。

ボリビアの鉱害対策は日本の鉱害規制制度と異なり、「環境基本法、環境規定法」の中で一般環境規制と同格に規定されているという特徴がある。

今回の調査で判明したその他の関係法令は以下の通り。

鉱業法:現在、環境基本法との調和を目的に改定中。(新鉱業法は1997年度中に制定予定)

労働法:鉱山労働者の労働条件に関する規定がある。

社会補償法:鉱山労働者の労災補償に関する規定がある。

職場の安全衛生福祉法:「社会補償法」の補完的性格を持つ

ボリビアの「環境基本法」と「環境規定法」は、詳細は不明だが、以下に挙げる日本の環境規制関連法に対応するものと思われる。

(環境基本法、大気汚染防止法、水質汚濁防止法、悪臭防止法、騒音規制法、振動規制法、公害防止事業者負担法、農用地の土壌汚染防止等に関する法律、鉱山保安法)

#### 2) 環境施策実施体制

1996年には同法に基づき、環境政策実務に関する事項を定めた「環境規定法」が制定されている。「環境基本法」、「環境規定法」の規定項目を表4-4に示す。環境行政推進体制を図4-3に示す。環境施策は、全体的なものは中央機関である持続環境省・環境庁で決定されるが、各分野毎の個別対策は各県の環境局及びCODEMA(政府機関・関連企業・各種団体から縦成される県単位の環境委員会)で提案、検討されたものが採択される。

ボリビア政府は環境政策と産業政策を均等に推進していく方針だが、圏内環境問題の深刻な現状から、今後の全て産業政策は環境基本法に基づく対策の処置が義務づけられている。

3) その他

ボリビアの環境政策は「環境規定法」に基づき 1997 年度から本格的に開始する。鉱山会社に対しては、1997 年 6 月頃までに環境対策を盛り込んだ「環境宣誓書」の提出を義務づけており、違反者には業務停止等の罰則を適用する。猶予期間は 5 年間設けられているが、猶予期間中も環境対策の進捗状況の報告義務がある。

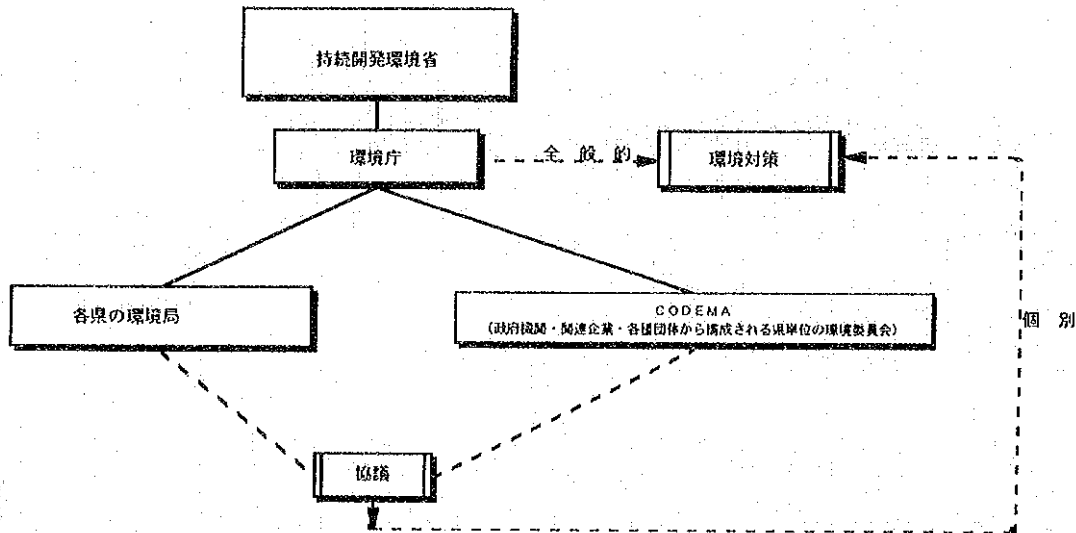


図 4 - 3

表 4 - 4

環境法第 1333 号

(1992 年 4 月 27 日 発 布)

第 1 編: 一般規程

第 1 章: 本法の目的

第 2 編: 環境管理に付いて

第 1 章: 環境政策に付いて

第 2 章: 制度規範に付いて

第 3 章: 環境企画に付いて

第 4 章: 環境情報国家システムに付いて

第 3 編: 環境問題に付いて

第 1 章: 環境品質に付いて

第 2 章: 自然環境を損なう要因や活動に付いて

第 3 章: 自然災害より派生する環境問題に付いて

第 4 章: 環境インパクトの評価に付いて

第 5 章: 国際的な環境問題に付いて

第 4 編: 天然資源全体に付いて

第 1 章: 更新可能天然資源に付いて

- 第2章: 水資源に付いて
  - 第3章: 空気及び大気に付いて
  - 第4章: 土地資源に付いて
  - 第5章: 森林及び森林区に付いて
  - 第6章: 野生動植物に付いて
  - 第7章: 水生資源に付いて
  - 第8章: 保護区に付いて
  - 第9章: 農業畜産活動に付いて
  - 第10章: 更新不能天然資源に付いて
  - 第11章: 鉱物資源に付いて
  - 第12章: エネルギー資源に付いて
  - 第5編: 住民と自然環境に付いて
    - 第1章: 住民と自然環境に付いて
  - 第6編: 保健と自然環境に付いて
    - 第1章: 保健と自然環境に付いて
  - 第7編: 環境教育に付いて
    - 第1章: 環境教育に付いて
  - 第8編: 科学と技術に付いて
    - 第1章: 科学と技術に付いて
  - 第9編: 自然環境活動の振興と奨励に付いて
    - 第1章: 国家自然環境基金に付いて
    - 第2章: 自然環境に関わる生産活動と奨励に付いて
  - 第10編: 市民参加に付いて
    - 第1章: 市民参加に付いて
  - 第11編: 環境保全対策、行政的違反及び犯罪に付いて
    - 第1章: 検査と監視に付いて
    - 第2章: 環境保全対策に付いて
    - 第3章: 行政的違反とその処置に付いて
    - 第4章: 民法的処置に付いて
    - 第5章: 環境犯罪に付いて
  - 第12編: 暫定措置に付いて
- 憲法に於ける個人の基本的な義務と権利  
環境法に述べる刑法の条項

## 環境規程法 政令第 24176 号

政令第 24176 号(1995 年 12 月 8 日發布)

- 規程:
- 環境管理一般事項
- 環境予防・管理(対策)
- 大気汚染事項
- 水質汚染事項
- 危険物(麻薬関係薬物)を伴う活動に対して
- 固形残滓物の取り扱いに付いて

#### 4.4 インヘニオの状況

ポトシ市内には、セロリコ鉱山から採掘された鉱石を選鉱処理する家内工業的な小規模な選鉱場が多く存在している。これをインヘニオ (Ingenios) という。インヘニオは全部で 37 あり、うち 5 つは建設中である。インヘニオの環境に対する意識は低く、従来選鉱尾鉱は未処理のまま垂れ流しであったが、最近の政府の環境行政により尾鉱ダム建設の組合を結成し、共同して環境対策に対応する機運になってきた。しかしまだ採鉱業者所有の 6 つのインヘニオ (うち 3 つは休止中) は組合未加入である。今後この未加入のインヘニオを加盟させることが必要である。

これらのインヘニオは、大きなもので 200t/d、小さなもので 20t/d 処理程度のものがある。主な設備はクラッシャ、ボールミル、浮選機で、精鉱処理用のシクナやフィルターは設置されていない。ボールミルへの給鉱はベルトフィーダまたは人力でなされるが、給鉱量の制御はなされていない。ミル原鉱の品位は、亜鉛 8~10%、鉛 3~4%、銀 200~400g/t 程度である。浮選は鉛-亜鉛分離のストレート浮選で、含銀鉛精鉱と亜鉛精鉱を採取するところと、含銀鉛・亜鉛精鉱を併せて採取しているところとあるようである。いずれも精鉱はピットで沈降させて上澄みをはき、スコップで取り出して乾燥させる。浮選尾鉱はピットに入れて上澄み水を繰り返し用水として用い、尾鉱スラリーは直接河川に放流されている。

品位分析によるコントロールはほとんど行われていないため、実収率ははっきりしないが、ほぼ 70~80% 程度であろう。ハンドリングロスもかなりあるものと思われる。

選鉱場内は我々の常識内の工場の躰をなしておらず、安全カバーはなく、通路も確保されておらず、作業効率、安全など全く考慮されていない。

今後これらの選鉱場の改善が必要と思われるが、設備的な改善の前に、選鉱場の所有者および作業者の意識の改革が重要と思われる。

#### 4.5 鉱業汚染の状況

ポトシ、セロリコ鉱山の開発は古くから行われているため、鉱業活動による汚染は古くから、広範囲にわたって広がっている。ポトシ付近の汚染源としては次のようなものがある。

- (1) 4,400 mレベル以上のセロリコ山にある廃石堆積
- (2) 4,400 mレベル以下のセロリコ山にある廃石堆積
- (3) セロリコ山の旧坑口からの排水
- (4) 現在の稼行鉱山からの廃石堆積
- (5) 過去の錫回収のジグ廃石の堆積
- (6) 過去のシアンリーチングを行った堆積
- (7) 小選鉱場群（インヘニオ）

このように汚染源は種々雑多であるが、今のところインヘニオからの尾鉱放流による汚染の寄与がもっとも大きいと思われる。今回の事前調査は丁度雨期に当たっていたため河川の水量が非常に多く、しかも河川水は茶褐色を呈し、浮選尾鉱の影響は目では見られなかった。しかし河川敷の堆積は明らかに浮選尾鉱スライムであり、170 km下流のビルコマヨ川メンデス橋付近でも尾鉱スライムが見られた。

これらの汚染源による汚染物質は、砒素、カドミウム、銅、亜鉛、鉛、シアン、硫酸銀などであり、また浮選尾鉱中に含まれる気泡剤、その他の試薬などである。これらの汚染物質出汚染された河川水は下流で農業用灌漑水として用いられ、大きな問題となっている。

ポトシの環境汚染状況については、1996年12月にスウェーデンのコンサルタント Bo Lundberg が行った環境影響評価報告書（収集資料）が参考となる。

#### 4.6 環境スクリーニングおよびスコーピング

ポトシの環境汚染状況について、鉱工業開発調査部の鉱工業開発調査に係る環境配慮ガイドラインによる環境スクリーニングおよびスコーピングを行った。

プロジェクト概要表 (PD)

1) プロジェクト名

ボリビア国ポトシ県鉱山セクター環境汚染評価調査 (事前調査)

2) プロジェクトの要請背景及び目的

ボリビア国のポトシ県の鉱山は、大部分がアンデス山脈内に位置し、同山脈の雪解け水を水源とする河川がその間を縫うように流れているため、これらの河川には周辺の鉱山から大量の有害物質が溶け込んでおり、深刻な国土劣化、不毛化をきたし同県の農業生産のみならず、ボリビア国全体の経済にも重大な影響を与えている。

このためボリビア政府は1992年4月に環境基本法を制定し、環境、天然資源の事前調査、保全・維持を行い、最終的には人と自然の調和を促進してボリビア国民の生活の質を改善することを定めた。しかしながら、右地域においては未だ環境の実状が把握されておらず、政策決定に必要な基礎的な情報(汚染発生源の調査、汚染状況図、水質調査)がないために、適切な環境基準もないまま今日に至っている。

そこでボリビア政府は、ポトシ県の鉱山セクターの環境影響評価を行い、これに従った国土の回復を行い、持続的な開発という基本方針に従って、適切な環境基準を定めることを最終目的として、ポトシ県の鉱山セクターにおける鉱山鉱害の軽減(具体的対策)に関する政策決定に必要な基礎データの収集、ならびに環境モニタリングおよび環境管理に関する技術的な能力の向上を図るため、我が国に対し本件環境影響評価の調査を要請(1995年5月)してきた。

なお、本件は国家的緊急課題とされ、国家投資計画における優先的な目標とされることとなっている。

1996年6月に鉱工業プロジェクト選定確認調査を行い、本調査実施の意義が確認され協力可能な本格調査の範囲・内容を検討した。

3) プロジェクトの概要

項目	内容
事業実施地域の概要	ボリビア国ポトシ県
受益人口及び受益面積	ポトシ県の人口約10万人、その他国際河川ピルゴマヨ川の流域
事業の内容	環境影響評価調査およびモニタリング
実施機関	JICA ボリビア持続開発環境省、ボリビア経済開発省、ポトシ県

プロジェクト立地環境表 (SD) - 1/2

1) プロジェクト名

ボリビア国ポトシ県鉱山セクター環境汚染評価調査 (事前調査)
--------------------------------

2) プロジェクト対象地域の社会立地条件

a. 土地所有	COMIBOL、中小採掘業者がCOMIBOLより採掘権を賃借している。
b. 周辺の経済活動	鉛・亜鉛鉱石の採掘および選鉱
c. 慣行制度 (水利権等)	不明
d. 地域住民	インディオおよびスペイン系住民
e. 公衆衛生	高高度 (4,020 m以上)
f. 人口	約10万人
g. その他	

3) プロジェクト対象地域の自然立地条件

a. 気候	半乾燥地帯、雨量；年間平均400 mm、5～8月が旱期、12～2月が雨期 温度；年平均8.9℃
b. 地形・地勢	アンデス山中の高原、高度4,020 m
c. 水文	ラ・リベラ川がポトシ市内を流れ、国際河川ピルコマヨ川となる
d. 土 壤	風化岩
e. 植 生	植生は少ない。種類は不明
f. 貴重な生物種・脆弱な自然	生物種は少ない。種類は不明
g. その他	

4) プロジェクト対象地域の特に留意すべき立地・環境条件の有無

特に留意すべき立地・環境条件	留意すべき立地、環境条件の有無	
	プロジェクト 地 区 内	プロジェクト 地 区 外
**特別な地域指定**		
S 1. ワシントン条約該当動植物の生息地	有・ <input type="radio"/> 無・ <input type="radio"/> 不明	有・無・ <input checked="" type="radio"/> 不明
S 2. ラムサール条約該当湿地	有・ <input type="radio"/> 無・ <input type="radio"/> 不明	有・無・ <input checked="" type="radio"/> 不明
S 3. 国立公園・自然保護地域等	有・ <input type="radio"/> 無・ <input type="radio"/> 不明	有・無・ <input checked="" type="radio"/> 不明



特に留意すべき立地・環境条件	留意すべき立地、環境条件の有無	
	有・無・不明	有・無・不明
S 4. その他	有・無・不明	有・無・不明
**社会立地**		
S 5. 先住民・少数民族居住地	有 (無) 不明	有 (無) 不明
S 6. 史跡、文化遺産・景勝地のある地域	(有) 無・不明	(有) 無・不明
S 7. 負の影響大な経済活動がある地域	有 (無) 不明	有 (無) 不明
S 8. その他	有・無・不明	有・無・不明
**自然立地**		
S 9. 乾燥・半乾燥地域 (カオ、レゾナドを含む)	(有) 無・不明	(有) 無・不明
S 10. 熱帯雨林地域・ワイルドランド	有 (無) 不明	有 (無) 不明
S 11. 湿地、泥炭地		
S 11-1. 湿地	有 (無) 不明	有・無・(不明)
S 11-2. 泥炭地	有 (無) 不明	有・無・(不明)
S 12. 海浜・沿岸部		
S 12-1. マングローブ林地	有 (無) 不明	有 (無) 不明
S 12-2. 珊瑚礁	有 (無) 不明	有 (無) 不明
S 13. 山岳地帯・急傾斜地・受蝕地・荒廃地	(有) 無・不明	(有) 無・不明
S 14. 閉鎖水域 (湖沼・人造池)	有 (無) 不明	有・無・(不明)
S 15. その他	有・無・不明	有・無・不明

スクリーニング用チェックリスト (その1)

1) プロジェクト名: ボリヴィア国ポトシ県鉱山セクター環境汚染評価調査 (事前調査)

2) 対象国: ボリヴィア国ポトシ県

3) 対象国の開発行為による I E E または E I A の実施条件:

開発行為	開発形態	I E E の実施条件	E I A の実施条件
坑内掘	新規	なし	なし
	改修	なし	なし
露天掘	新規	なし	なし
	改修	なし	なし
捨石堆積場	新規	必須 (浸出水、土砂流出)	なし
	改修	必須 (浸出水、土砂流出)	なし
選鉱場	新規	なし	なし
	改修	必須 (排出尾鉱、廃水)	なし
貯鉱場	新規	なし	なし
	改修	なし	なし
分析所	新規	なし	なし
	改修	なし	なし
廃滓堆積場	新規	必須 (浸出水、土砂流出)	なし
	改修	必須 (浸出水、土砂流出)	なし
坑廃水処理	新規	必須 (廃水)	なし
	改修	必須 (廃水)	なし
精錬所	新規	なし	なし
	改修	なし	なし
排煙・排ガス処理	新規	なし	なし
	改修	なし	なし
鉱山住宅	新規	なし	なし
	改修	なし	なし
その他		なし	なし

4) 特別な地域指定の有無

	プロジェクト地域内	プロジェクト地域外 (周辺影響地区)
a. ワシントン条約該当動植物種	(有・ <input checked="" type="radio"/> 無・不明)	(有・無・ <input checked="" type="radio"/> 不明)
b. ラムサール条約該当湿地	(有・ <input checked="" type="radio"/> 無・不明)	(有・無・ <input checked="" type="radio"/> 不明)
c. 国立公園・自然保護地域等	(有・ <input checked="" type="radio"/> 無・不明)	(有・無・ <input checked="" type="radio"/> 不明)
d. その他	(有・無・不明)	(有・無・不明)

スコアリングシート(その1：社会環境)

注 1/ 該当する項目の数字を記入する。

A：多大の影響が見込まれる。  
B：多少の影響が見込まれる。

C：不明

D：影響がないと考えられる。  
2/ 予想される影響を記述する。

1. 該当する目的価値 (P.D.より) : ~~社会環境~~ ~~資源~~ ~~景観~~ ~~自然環境~~ ~~文化環境~~ ~~歴史環境~~ ~~防災環境~~ ~~健康環境~~ ~~生活環境~~ ~~観光環境~~ ~~教育環境~~ ~~スポーツ環境~~ ~~その他~~

2. 該当する目的価値 (P.D.より) : ~~景観~~ ~~自然環境~~ ~~文化環境~~ ~~歴史環境~~ ~~防災環境~~ ~~健康環境~~ ~~生活環境~~ ~~観光環境~~ ~~教育環境~~ ~~スポーツ環境~~ ~~その他~~

3. 該当する目的価値 (S.D.より) : ~~社会環境~~ ~~資源~~ ~~景観~~ ~~自然環境~~ ~~文化環境~~ ~~歴史環境~~ ~~防災環境~~ ~~健康環境~~ ~~生活環境~~ ~~観光環境~~ ~~教育環境~~ ~~スポーツ環境~~ ~~その他~~

山形、仙谷郡地 ~~山形県~~ ~~仙谷郡~~ ~~地~~

(以上該当しないものを抜粋)

環境項目	予備的スコアリング	評価	評価の根拠
1. 社会生活			
(1) 住民生活			
1. 住環境の悪化	D	D	住環境に悪影響なし
2. 非住環境の悪化	D	D	住環境に悪影響なし
3. 住環境の改善	D	D	住環境に悪影響なし
4. 住環境の悪化	D	D	住環境に悪影響なし
5. 住民・少額投資・雇用	D	D	住環境に悪影響なし
6. その他			
(2) 人口問題			
1. 人口増加	D	D	人口に悪影響なし
2. 人口減少の激化	D	D	人口に悪影響なし
3. その他			
(3) 住民の生活環境			
1. 騒音・振動の発生	D	D	住民の生活環境に悪影響なし
2. 振動・騒音の発生	D	D	住民の生活環境に悪影響なし
3. 日照の確保	D	D	住民の生活環境に悪影響なし
4. 風害への影響	A	A	風害への影響が大きい
5. その他			
(4) 防災・防災			
1. 水害の発生	B	B	水害の発生により影響が大きいと考えられる
2. 地震の発生	B	B	インフラの劣化
3. 地すべり・崩壊の発生	D	D	該当なし
4. その他			
2. 環境衛生			
1. 騒音・振動・振動の発生	D	D	該当なし
2. 臭気・雑音の発生	D	D	該当なし
3. 住民の生活環境の悪化	D	D	該当なし
4. 住民の生活環境の悪化	B	B	人命被害の発生が懸念される
5. 廃棄物・排水物の発生	B	B	廃棄物の発生が懸念される
6. その他			
3. 文化・文化環境・歴史			
1. 文化・歴史環境の悪化	D	D	セロリコは文化環境であるが、悪影響なし
2. 文化環境の悪化	D	D	セロリコは文化環境であるが、悪影響なし
3. 文化環境への影響	D	D	該当なし

スコアレビューチェックリスト (その2: 自然環境)

採 集 項 目	予 備 的 ス コ ア レ ビ ュ ー	ス コ ア レ ビ ュ ー	評 定	判 断 の 根 拠
4. 自然環境・生態系等				
1. 景観変化	D		D	開発に伴う景観の悪化による
2. 道路・河川・河川敷の整備	D		D	開発に伴う河川敷の悪化による
3. 生物相の多様性	D		D	不明
4. 有害動物の侵入・繁殖	D		D	該当なし
5. 森林・池沼地の消滅	D		D	該当なし
6. 森林・ワイルドランドの消滅	D		D	該当なし
7. マングローブ林の消滅	D		D	該当なし
8. 埋没地の消滅	D		D	該当なし
9. その他				
5. 土壌・土				
(1) 土 塚				
1. 土塚の存在	D		D	該当なし
2. 土塚の悪化	D		D	該当なし
3. 土塚の除去	A		A	土塚等の悪化が認められる
4. その他				
(2) 土 地				
1. 土地の荒廃 (砂漠化含む)	D		D	該当なし
2. 後継地の荒廃 (林地・草地)	D		D	該当なし
3. 地盤沈下	D		D	該当なし
4. 地盤の崩壊	D		D	該当なし
5. その他				
6. 水文・地質等				
(1) 水 文				
1. 浸透性の変化	B		B	河川等の浸透性変化があるかも見られない
2. 地下水の減少・水位変化	C		C	地下水への影響はあるかも見られない
3. 洪水・排水の発生	A		A	浸透層やダム等の存在を十分考慮する必要がある
4. 土砂の崩壊	A		A	河川等の浸透性による土砂崩壊の発生が認められる
5. 河川の低下	A		A	河川の上流に浸透性がある
6. 河川への影響	D		D	該当なし
7. その他				
(2) 水 質・水質等				
1. 水質の悪化・低下	A		A	河川等の水質が劣化する
2. 水質の悪化	D		D	該当なし
3. 水質の悪化	D		D	該当なし
4. 水質の悪化	D		D	該当なし
5. その他				
(3) 火 災				
1. 火災の発生	D		D	該当なし
2. その他				

スクリーニングチェックリスト (その2)

1. 該当する箇所を (PD より) : ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿
2. 該当する箇所を (PD より) : ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿
3. 該当する箇所を (SD より) : ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿

スクリーニング項目		子館のスクリーニング		スクリーニング	
評価項目 (該当)		評価結果		備考 (該当)	
社会環境	1. 社会生活 1. 住民生活の向上、経済活動、交通、コミュニティ、制度、習慣等の取組の社会的な影響を及ぼすか 2. 保健、衛生 3. 気候・文化・風土・景観 4. 自然環境の保全、生態系、生物多様性、景観等の取組の社会的な影響を及ぼすか 5. 水質、水質汚濁、水質汚濁防止等の取組の社会的な影響を及ぼすか 6. 水質、水質汚濁、水質汚濁防止等の取組の社会的な影響を及ぼすか	① 無・不明	① 無・不明	① 無・不明	子館のスクリーニングに同じ
	2. 保健、衛生 1. 住民生活の向上、経済活動、交通、コミュニティ、制度、習慣等の取組の社会的な影響を及ぼすか 2. 保健、衛生 3. 気候・文化・風土・景観 4. 自然環境の保全、生態系、生物多様性、景観等の取組の社会的な影響を及ぼすか 5. 水質、水質汚濁、水質汚濁防止等の取組の社会的な影響を及ぼすか 6. 水質、水質汚濁、水質汚濁防止等の取組の社会的な影響を及ぼすか	① 無・不明	① 無・不明	① 無・不明	子館のスクリーニングに同じ
	3. 気候・文化・風土・景観 1. 住民生活の向上、経済活動、交通、コミュニティ、制度、習慣等の取組の社会的な影響を及ぼすか 2. 保健、衛生 3. 気候・文化・風土・景観 4. 自然環境の保全、生態系、生物多様性、景観等の取組の社会的な影響を及ぼすか 5. 水質、水質汚濁、水質汚濁防止等の取組の社会的な影響を及ぼすか 6. 水質、水質汚濁、水質汚濁防止等の取組の社会的な影響を及ぼすか	① 無・不明	① 無・不明	① 無・不明	子館のスクリーニングに同じ
自然環境	4. 自然環境 1. 住民生活の向上、経済活動、交通、コミュニティ、制度、習慣等の取組の社会的な影響を及ぼすか 2. 保健、衛生 3. 気候・文化・風土・景観 4. 自然環境の保全、生態系、生物多様性、景観等の取組の社会的な影響を及ぼすか 5. 水質、水質汚濁、水質汚濁防止等の取組の社会的な影響を及ぼすか 6. 水質、水質汚濁、水質汚濁防止等の取組の社会的な影響を及ぼすか	① 無・不明	① 無・不明	① 無・不明	子館のスクリーニングに同じ
	5. 水質、水質汚濁 1. 住民生活の向上、経済活動、交通、コミュニティ、制度、習慣等の取組の社会的な影響を及ぼすか 2. 保健、衛生 3. 気候・文化・風土・景観 4. 自然環境の保全、生態系、生物多様性、景観等の取組の社会的な影響を及ぼすか 5. 水質、水質汚濁、水質汚濁防止等の取組の社会的な影響を及ぼすか 6. 水質、水質汚濁、水質汚濁防止等の取組の社会的な影響を及ぼすか	① 無・不明	① 無・不明	① 無・不明	子館のスクリーニングに同じ
	6. 水質、水質汚濁 1. 住民生活の向上、経済活動、交通、コミュニティ、制度、習慣等の取組の社会的な影響を及ぼすか 2. 保健、衛生 3. 気候・文化・風土・景観 4. 自然環境の保全、生態系、生物多様性、景観等の取組の社会的な影響を及ぼすか 5. 水質、水質汚濁、水質汚濁防止等の取組の社会的な影響を及ぼすか 6. 水質、水質汚濁、水質汚濁防止等の取組の社会的な影響を及ぼすか	① 無・不明	① 無・不明	① 無・不明	子館のスクリーニングに同じ
総合評価		① 無・不明		① 無・不明	

総合評価表

環境項目	評定	今後の調査方針	備考
住民間の軋轢、先住民・少数民族・遊牧民	D		
経済活動	B	尾鉱廃滓ダムの建設費、運営費の手当が必要	
地下水	D		
植生	D		
貴重な生物種	D		
大気汚染	D		
水質汚濁	A	ラ・リベラ川、ピルコマヨ川水系の水質調査が必要	専門家必要
土壌・土地	D		
騒音・振動	D		
廃棄物	B	廃水処理廃滓の処分	専門家必要

注) 評定の区分

A：重大な影響が見込まれる。

B：多少の影響が見込まれる。

C：不明（計画規模が未定である等の理由で影響の程度は判断できない。しかし、調査、検討する必要があると考えられる。）

D：影響は考えられないためI E BあるいはE I Aの対象としない。

## 5. 本格調査実施上の留意点

### 5.1 相手側の体制・機関

#### (1) 実施体制

正式のカウンターパートは、持続開発環境省の天然資源・環境庁であるが、実質的には天然資源環境次官室とポトシ県庁持続開発環境局が当たることになり、関係協力機関として、鉱山庁、鉱山公社及びポトシの大学が協力することとなった。

#### (2) 鉱山庁のセルヘオミン

鉱山庁からは、地質鉱山国営サービス機関(SERGEOMIN)をカウンターパートに加えて欲しい由の申し出があった。セルヘオミンは、オルロパイロットプロジェクト(PPO)を促進して、数多くのデータを所有しており、このデータを活用して欲しいとの事である。

セルヘオミンの機能を活用するため、第1次現地予備調査の際、調査の関連資料の収集・分析を行い、不足するデータについては、積極的に収集に協力を呼びかける事が望まれる。

#### (3) トーマス・フリヤス大学の分析能力

定点観測の水質分析試料は、およそ水質分析190件/月、底費30件/月で合計220件/月に達する。

一方、分析担当の科学部化学科の分析能力は1週間で最高15-20試料体なので、必要量の40%程度しか対応できない。しかし、地質技術学部の地球化学試験室では、最近入荷した島津製の原子吸光分光光度計があるため、試験員2名と助手2名で1日50試料体週当たり250件分析可能というので、上述の220件/月を消化するのは容易である。また、固体試料は一日当たり20件/日の処理能力があるので、月間500件/日処理出来るので全く問題ない。

#### (4) 選鉱試験及び廃水処理試験装置

トーマス・フリヤス大学、鉱業技術学部の選鉱試験室には、学生の教育用として一応の選鉱試験設備があり、磨鉱粒度試験、浮選試験とも実施できる。なお、篩別試験用の200メッシュ篩は損耗が激しく、また400、800メッシュ篩は所有していないので、新品を用意する必要がある。

廃水処理試験については、シリンダーを用いてのテストも実施できない現状であり、ジャーテスター、真空脱水機等の設備・装置が必要である。また、浮選試験試料の秤量用の電子天秤、PH計等の基礎的計器も不足しており、浮選試験についても同様である。

#### (5) 土質試験装置

スライム・サンドの土質特性値を調査する土質試験は、トーマス・フリヤス大学土木学科で実施可能である。



## 5.2 テーリング・ダム（廃滓堆積ダム）に関する検討事項

### (1) メドミンF/S案の詳細検討

メドミン[小規模鉱山環境対策管理計画:MBDIMIN]がスイスの資金で英国のゴルダール・アソシエイト社に依頼して実施した、テーリング・ダムのPre-F/S、並びにF/S計画案について、出来るだけ詳細な検討を行う必要がある。

### (2) ボルコ鉱山ダム決壊理由と我が国の基準

昨年12月、英国海外開発管理機構に提出された「ボリヴィア国ピルコマヨ川流域ボルコ鉱山の尾鉱ダム決壊と鉱山廃滓問題に係るレビュー」によれば、ポトシ市の南西50kmにあるボルコ鉱山(COMSUR社)では、1996年8月29日、二つあるダムのうちBダムの下部に亀裂が入り、次いで9月1日朝、主ダムの堤体上部が破裂して、235,000m<sup>3</sup>のスライムを一気に噴出させた。降雨水と融雪水がダムに入ったことが事故の誘因と述べられている。

この例でも明らかな様に、テーリング・ダムでは場内の水が問題であり、場内水を早期に排除することが重要課題であり、ダムの設計及び操業管理では、常に場内の地下水位等を考慮し、極力場内水の排除に努める必要がある。

我が国は、気象条件が多雨・多湿・冬期凍結する場合もある等変化に富み、その上地震国のため、サンドの液状化対策についても対応するなど、テーリング・ダム事故防止についても先進国であり、ボルコ鉱山の同じ轍を踏まない為にも、設計基準の厳しい我が国の捨石・鉱さい堆積場建設基準に基づき、検討することが有効である。

なお、本格調査では、ボルコ鉱山ダム決壊の原因に関する報告書のレビュー結果に基づき必要であれば追加調査を行い、その対策を設計に織り込むことが望ましい。

### (3) メドミン計画書の課題と対策

メドミンのF/S計画書では、降雨水については、2000年確率降雨量を採用し、検討しているが、場外水排除施設としての、山腹水路、沢水排水路等がなく、また場内水排除施設として直径0.5mのコレクター管及び基礎かん止堤底部に設けたフィンガー・ドレン・システムについて、通水能力が充分であるか懸念される。

また、ダム堤体の安全率については、非円弧すべり法のヤンブー簡略式を用いて解析し、基礎かん止堤については、FS=1.3、1.4、本堤体ではFS=1.5を示している。

ヤンブー簡略式の安全率は、他の安全計算式より、稍高目に出ることが知られているので、地震時の液状化の可能性検討を含め、日本の建設基準に採用されている円弧すべり(フェレニウス)法で十分に検討する必要がある。

### (4) ダムの設計手順

テーリング・ダムの設計に当たっては、4.3.(2)で得られた地形図に基づき先ず基

礎地盤、築堤材料及び堆積物に関する物性値を、

① 土質調査

によって求め、次いで

② 場外水排除施設(沢水排水路、山腹水路)

③ 場内水排除施設(上澄水排水路、底設暗渠)

④ 非常排水路施設

等の検討を行い、極力堆積場内に水を貯めない構造とし、その上でかん止堤の設計を行い、

⑤ 安定解析(液状化検討を含む)

によって、安全性を確認する。また、ダムの操業方法を定めた

⑥ 管理方法のマニュアル作成

を行うものとする。

### 5.3 調査に必要な機材・現地再委託

#### (1) 調査用機材

トーマス・フリヤス大学では、ピルコマヨ川の調査を実施した経験があるので、水文調査用機材は所有しているが、計器類は旧型なので、測定精度の点から調査団は独自に準備する必要がある。調査に必要な機材は次の通りである。

① 水文調査用機材

- ・流速計
- ・流量観測用機材:ゴムポート、ワイヤー(200m)、  
測量用ポール、ライフ・ジャケット、ストップウォッチ等

② 水質モニタリング機材

- ・定置式水質モニター(長期の無人モニタリング型):2点セット
- ・移動式水質モニター(現場携帯型)
- ・雨量計

#### (2) 現地再委託調査

① 測量・地図作成

- イ. 1/1,000地形図用測量(スライム堆積場予定地)
- ロ. 河川横断測量(ピルコマヨ川で数ヶ所)

② 岩盤調査(貫入試験)

- イ. 地耐圧(N値)測定
- ロ. 湧水調査
- ハ. 土質鑑定

③ 土質室内試験

- イ. 含水量試験
- ロ. 粒度試験
- ハ. 比重試験
- ニ. 液性限界試験
- ホ. 締固め試験
- ヘ. 三軸圧縮試験
- ト. 室内透水試験

④ ボーリング

- イ. スライム・ダム建設予定地:1本10mのボーリングを10本行う。
- ロ. 選鉱場建設予定地:1本10mのボーリングを10本行う。
- ハ. 地下水位測定

⑤ モニタリング装置据付

大雨にも流されない装置を設ける。

⑥ 鉱害影響調査(アンケート調査)

鉱害による農業・牧畜業・漁業の被害状況について、アンケート・聞き取り調査を実施する。

#### 5.4 その他

##### (1) 通訳、翻訳

ポトシ市では、英語を話す職員が殆ど居ないので、業務実施については日本語又は英語の通訳が必要である。

JICAのラパス事務所に登録されている日系人通訳は1日120US\$(宿泊:30~50\$/日)程度である。一方、日系人の学生で、日本語の分かる準通訳は50~60\$/日(宿泊費別)英語⇔西語の通訳は60~80\$/日程度である。

調査報告書のスペイン語版の作成は、現地に原稿を送付し現地にて作成する等できるだけ安く出来る方法をとることを考える必要がある。現地での翻訳料は日本語からスペイン語への翻訳はA4 1枚15US\$、英語からスペイン語の翻訳はA4 1枚10US\$程度である。また、コピーはA4 1枚0.3\$/枚、コピー製本は100ページで20~25\$/枚程度である。

##### (2) 雇用関係

ポトシ市では、調査の補助員としてのローカル・コンサルタントは居ない様である。しかし、水文・水質調査等は、トーマス・フリアス大学が実施しており、可成りレベルの高い技能工は雇用できる。大学関係技術者並びに学生アルバイトも可能であろう。

- ・高級技術者 1,500\$/月
- ・中級技術者 1,200\$/月

- ・有能な秘書(バイリンガル) 800\$/月
- ・学生アルバイト 月給(300\$/月)…1,800BS\$/月
- ・同上 日給(10\$/日)…50BS\$/日

### (3) 借上車輛

調査に必要な車輛は、ボリヴィア側が準備する立て前であるが、県庁等が所有している車輛は少ないのが実情であり、実質的には、調査団で車輛を借り上げる必要が予想される。

車輛の借上費は、ラパス・ポトシとも変わらない。

- ・四輪駆動車(運転手付き)…150\$/日(130\$+20\$)
- ・普通乗用車(運転手付き)…100\$/日(80\$+20\$)

### (4) 高山病対策

ポトシ市は標高4,000mにあり、高地生活の経験者を除き高山病になり易い。高山病は高地に順応すれば、問題ないが、慣れない内は頭痛がひどく、食欲が減退し、調査業務に支障を起こす場合があるので、健康体の者を調査団員に選ぶ事が望まれる。一般に、4,000mの以上の高地勤務では、急激な運動は心臓に負担がかかるので慎むべきで、自ら動き廻らない事が肝要である。この為、長期間の滞在は運動不足、心肺機能への支障を起こし易いため避けるべきであり、長くても10日～2週間毎に低地に戻る必要がある。

ポトシ市から車で2時間にて、標高2,800mのスクレーに来れるので、高山病対策としてスクレーを保養地にし、ここで健康診断を行う等検討することが望まれる。

## 6. その他

### 6.1 収集資料

- (1) ボリヴィア国環境法
- (2) ボリヴィア国環境法規則
- (3) セロ・リコプロジェクトの環境調査
- (4) セロ・リコプロジェクトの環境調査付属資料 A, B, C
- (5) セロ・リコ地域の植生調査
- (6) セロ・リコ水文気象
- (7) ポトシの水環境 (ビデオ)
- (8) ポトシの水環境
- (9) 分析単価
- (10) ビルコマヨ川流域ボルコ鉱山の尾鉱ダム決壊と鉱山廃滓問題に係るレビュー

### 6.2 質問事項

ボリヴィア側に提出した質問書

- (1) トーマス・フリアス大学
  - 1) ビルコマヨ川の水質調査に関する報告書の有無
  - 2) ボルコ鉱山のテーリングダム事故前後のビルコマヨ川の水質データの有無
  - 3) 土木学科の実験装置のリストの有無
- (2) 鉱業省
  - 1) セルヒオミンが所有しているポーボ湖に流入する河川の鉱山汚染に関する水質データの有無
  - 2) オルロ周辺鉱山の鉱山汚染に対する改善策の有無
  - 3) ビチチ及びチュピサ地区における鉱業汚染に関する調査資料の有無
  - 4) 鉱業汚染に関するデータベースについての考え方
- (3) 持続開発環境省
  - 1) ボリヴィア国の環境に関する一般法（環境基本法、環境規程法、その他あれば）の内容
  - 2) 鉱業、鉱山関係の法律の内容、環境関係の一般法との関係、（それぞれの法律の位置付けとカバー範囲）（日本の場合、鉱山の保安、環境規制は一般の環境規制法とは別に鉱山保安法により規定されている）
  - 3) 環境基準値は環境規制法の中でどのような取り扱いになっているか。（規制への基準値の適用、汚染値測定方法等）
  - 4) ボリヴィア国の環境行政推進体制、持続開発環境省と関係官庁（鉱山庁等）、機関（セルヒオミン）との関係は
  - 5) ボリヴィア国の国家計画（産業振興（鉱業）政策）における環境行政の位置付けは、今後の体制、機構、法令準備の情報等はあるか

(4) ポトシ県、持続開発環境省他

1) 地形調査ならびに作図の費用

1/10000 面積 20km<sup>2</sup>

1/1000 面積 10km<sup>2</sup>

河川横断面測量 5箇所

2) ダム建設予定地における岩石調査の費用

地耐圧 (N値) 測定

貫入試験

コア鑑定

土質鑑定

3) 土質試験の費用

比重試験

粒度試験

含水量試験

室内透水試験

液性限界試験

締め固め試験

三軸圧縮試験

4) 地質調査の費用

廃棄体積ダム予定地 長さ 10m 10本

モデルプラント予定地 長さ 10m 10本











JICA