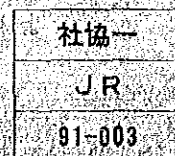
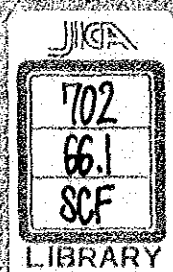


ポリヴィア・サンアンドレス大学  
鉱床学研究所  
アフターケア調査団報告書

平成 2 年 11 月

国際協力事業団





66.1

JICA LIBRARY



1094617(6)

23108



## 序 文

ボリヴィア国政府は、サンアンドレス大学理学部地質学科内に設置した鉱床学研究所の機能を充実・強化し、より高度の研究活動を行うため、昭和53年6月、我が国に対し、プロジェクト方式による技術協力を要請してきた。

この要請を受けて、我が国政府は昭和57年5月20日技術協力に係るR/D（討議議事録）に署名し、5年間にわたる協力をを行い、昭和62年5月19日にボリヴィア政府への引き渡しを完了した。

この間、技術協力プロジェクトとして、33名の専門家派遣、14名の研修員受入れ、2億8千万円の機材供与を行った。

カウンターパートの定着率は極めて高く、大学のカリキュラムに従った講義と実験・実習を担当し、精力的に学生指導を行っていた。

今回派遣のアフターケアチームは、プロジェクト引き渡し後のセンター運営状況について調査し、実績を評価するとともに、より円滑な運営に資するため若干の機材供与、数名の研修員受入れ、補強的な指導を行うための短期専門家派遣等につき協議を行い、ここに、その結果を報告書としてとりまとめる運びとなった。

最後に、今回の調査実施にご協力をいただいた文部省はじめ関係各位に対し、心から感謝の意を表する次第である。

平成2年11月

国際協力事業団

理事 玉 光 弘 明

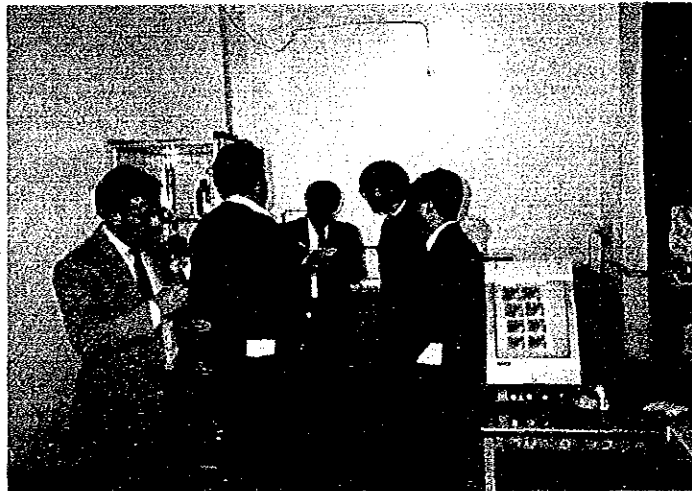




▲ ミニッツに署名する青木団長、企画調整省次官、ラモス学長



▲ サンアンドレス大学ラモス学長室で



▲ 鉱床学研究所で機材点検する青木団長、北風団員





# 目 次

## 序 文 写 真

1. アフターケア調査団の派遣	1
1-1 調査団派遣の目的	1
1-2 調査内容・項目	1
1-3 調査団の構成	1
1-4 調査日程	2
1-5 主要面談者リスト	3
2. 調査・協議結果概要	4
2-1 サンアンドレス大学鉱床学研究所の現状	4
2-1-1 プロジェクト終了後の研究所の主たる活動	4
2-1-2 組織・予算	6
2-1-3 カウンターパートの定着状況	8
2-1-4 研究等の活動状況	10
2-1-5 供与機材の利用・管理状況	11
2-2 アフターケア協力の基本計画	15
2-2-1 アフターケア協力の要請内容	15
2-2-2 アフターケア協力の意義・その内容	15
2-3 チリ・コンセプション大学鉱床学研究センターとの研究交流	17
3. 署名済み MINUTES	19

## 附 属 資 料

1. 研究論文集（コロキオ№4）の内容	27
2. 車庫図面	28
3. 鉱床学研究所長より調査団に示された改善メモ	29
4. ボリヴィアの主要鉱物資源生産高	30
5. 鉱床学研究所より提出された活動等報告	31



## 1. アフターケア調査団の派遣

### 1-1 調査団派遣の目的

サンアンドレス大学鋳床学研究所に対するプロジェクト方式技術協力は、1982年5月20日に署名された討議議事録(R/D)に基づき、署名日から1987年5月19日までの5年間実施され、ほぼ所期の目的を達成し予定どおり終了した。本アフターケア調査団は、協力期間終了後3カ年を経過した同研究所の活動状況等の調査を行い、同研究所が抱えている問題点等につき現地関係者と協議し、その解決を図るとともに、その要点につきミニッツにとりまとめる目的で派遣されたものである。

### 1-2 調査内容・項目

#### (1) サンアンドレス大学鋳床学研究所の現状

- ① カウンターパート(C/P)の定着状況
- ② 研究活動状況
- ③ 運営状況(組織・予算等)

#### (2) 供与機材

- ① 活用状況
- ② 保守・管理状況
- ③ スペアパーツ代替品の必要性把握
- ④ 新規導入機材の必要性把握

#### (3) 短期専門家の派遣

必要分野及び派遣期間

#### (4) C/Pの受入れ

必要分野及び受入れ期間

### 1-3 調査団の構成

氏名	担当業務	現職
青木 守弘	総括兼研修計画	宮城教育大学教育学部助教授
北風 嵐	機材供与計画	東北大学理学部助手
熊倉 晃	協力企画	JICA九州国際センター研修課長

## 1-4 調査日程

(1990年8月9日～1990年8月20日)

月日(曜日)	内 容
8/9(木)	成田発(17:20、JL 062)
	ロス・アンゼルス、リマ経由
11(土)	ラ・パス着(15:40、LB 915)
	空港にアラルコン鉱床学研究所(IGE)長、マリオ地質学部副部長、JICAボリヴィア事務所高濱職員の出迎えを受ける ラパスホテルで高濱職員と日程の打合せ
12(日)	チーム内打合せ
13(月)	JICAボリヴィア事務所訪問
	日本大使館訪問(岡参事官から、ボリヴィアの為替は安定しているものの、経済事情は依然として厳しく、運営・管理費の多大な支出を伴う経済技術協力案件の困難さについて説明を受ける)
	企画調整省訪問(団長から、チームの派遣目的を明確にしたうえで、過去5年間のプロジェクトの成果として、カウンターパートが国際学会で論文発表するまでに至っている旨説明したのに対し、エルゲッタ局長はIGEがボリヴィアの鉱業開発に対しても寄与することを期待していると述べた)
	IGE訪問(チーム訪問の目的を説明し、大型機材の稼働状況を調査する)
14(火)	IGEで終日機材の利用状況と活動状況のヒアリング並びにアフターケアの要請内容に関する協議
15(水)	IGEの機材管理体制及び研究論文の定期刊行(第4号)に関するチーム助言、アフターケアに関する協議及びMINUTE案のとりまとめ作業
16(木)	企画調整省にMINUTE案の説明及び有望な新しい金鉱床であるオルロ近郊のラ・ホヤ鉱山視察
17(金)	サンアンドレス大学学長訪問後、企画調整省においてMINUTE署名(同大学長、企画調整省次官、団長による3名の共同署名)
	JICAボリヴィア事務所に調査結果報告
	日本大使館に報告 同日夜ラ・パス発(20:30、LB 900)
20(月)	マイアミ、ロス・アンゼルス経由で成田着(16:20、JL 061)

1-5 主要面談者リスト

所 属	氏 名	職 名
JICA ボリビア事務所	奥田 隆男	所長
	吉田 純啓	次長
	高木 繁	次長
	高濱 剛洋	所員
日本大使館	岡 紀麿	参事官
	上島 篤志	三等書記官
企画調整省	Ing. Jorge Quiroga R.	次官
	Dr. Jose L. Erguta R.	国際協力局長
	Lic. Victor H. Bacarreza	技術援助課長
サンアンドレス大学	Lic. Pablo Ramos	学長
	Dra. Nila Heredia	副学長
	Dr. Antonio Saavedra M.	地質学部長
	Lic. Mario Blanco C.	地質学部副部長
	Ing. Hugo Alarcon B.	IGE 所長
	Ing. Alberto Sanchez S.	教授
	Ing. Fernando Blanco V.	教授
	Ing. Marcelo Arduz T.	教授
	Ing. Orlando Sanjinez V.	教授
Ing. Reynaldo Santivanez	教授	
チリ・コンセプション大学 鉱床学研究所プロジェクト	笹木 浅彦	チームリーダー
	Ing. Jose Frutos	教授

## 2. 調査・協議結果概要

### 2-1 サンアンドレス大学鋳床学研究所の現状

#### 2-1-1 プロジェクト終了後の研究所の主たる活動

プロジェクト終了時の1987年5月の段階で、研究成果として準備中であった論文集、コロキオNo 3が技術広報費の援助を受けて出版された。その後コロキオ論文集は途絶えており、No 4を本年1990年11月までに刊行すべく現在編集集中である(附属資料参照)。No 5については、1991年2～3月に刊行に向けて準備中である。全機材に対して管理責任者を指定し運用にあたっている。また、消耗品と諸パーツ類については、担当責任者として製図技術員のJose Loronoをあて、伝票方式による在庫管理を行っている。一部の機材については研究所内で再配置を行い、また、以下の懸案事項に対処した。

- ① 必要とする実験室への換気扇の取付け
- ② 熱分析室。これは当初質量分析装置と同室に設置されていたが、実験室の中央部に仕切壁を設け、独立した実験室とした
- ③ 顕微鏡室の照明取付け
- ④ 研究室及び実験室外窓への鉄格子の取付け工事
- ⑤ 研究室及び実験室への新たな施錠工事
- ⑥ 地質学部専用電話の設置、夜間(20:00～7:00)はFAX専用(TEL・FAX No 359491)
- ⑦ コンピュータの購入、機種：U.S.A製 ACER、IBMとの互換性がある。
- ⑧ 専用車庫(6台収容)の建設、8月20日着工で12月～1月完成予定(附属資料参照)

1986年10月29日に開催されたサンアンドレス大学鋳床学研究所プロジェクト合同委員会の合意に基づき、鋳床学研究所は以下のとおりの活動を行ってきている。

#### 1. 研究テーマ(1987年5月～1990年7月)

世界市場における錫価格の下落に伴い、プロジェクト終了後の3カ年の間に、研究テーマは従来の錫鋳床を対象としたものから、より付加価値の高い金、銀及びアンチモン鋳床に関する研究へと方向転換を余儀なくされている。この結果、研究課題は主としてエピサーマル型のポリメタリック鋳床に関するテーマが多く取り上げられている。以下に列記する具体的課題について実施または準備中であり、研究所の今後に向けた研究活動が摸索されている。

- 1) セロ・コロリョ鋳山及びラ・ホヤ鋳山の鋳物と鋳化変質
- 2) ヤニ地区の主要金鋳山の鋳物と生成条件

- 3) サン・ホセ鉱山の鉱物、鉱化変質及び生成条件
  - 4) ポトシ鉱山タホポロ鉱床及びドン・マウリシオ鉱床の鉱物共生
  - 5) トレース・エレメントの濃集機構の研究
  - 6) ウラヌニ鉱山ペピス、マリア・フランシスカ及びパコス地区の地質と鉱物
  - 7) カンデラリア及びサンタ・イザベル鉱山の鉱物共生と生成条件
  - 8) ポトシ鉱山セクター・エステ鉱床の鉱物共生と鉱化作用
  - 9) ポトシ鉱山のヴェータ・ポトシ鉱脈の鉱物学
  - 10) サンタ・フェ鉱山の鉱物とその産状
  - 11) ボリヴィア、アンディーナ鉱床区及びポトシ、プスティリョス鉱床区の金鉱物
  - 12) アマヤパンパ地域の金鉱床
  - 13) ラ・ホヤ鉱山のセクター・エステ鉱床における金鉱物、鉱化変質及び生成条件
  - 14) アンディーナ鉱床区ゼノサーマル型鉱床における含水リン酸塩鉱物の結晶学と産状
  - 15) タスナ鉱山の鉱物、鉱化変質及び生成温度
  - 16) コロキオ鉱山の鉱物、鉱化変質及び生成温度
  - 17) カンデラリア、サンタ・イザベル、スルー・リベス及びポトシ鉱床地域の複合火山岩体の岩石学と鉱化作用
2. 研究所主催の鉱床学実践トレーニング・コースの実施
- 1) 1988年5/30～6/6：エクアドル国立工業学校スタッフ、ヴェネズエラ国理学研究所スタッフ、及び、その他参加者とIGEメンバーを対象
  - 2) 1988年11/28～12/6：ボリヴィア国内の地質専門職従事者と個人参加者を対象
  - 3) 1989年5/8～5/14：粘土鉱物の鉱物学的性質とその応用について、国内の地質専門者を対象
3. 研究発表会
- 1) JICA第2回シンポジウムに出席
  - 2) 1989年6/15：IGE第4回コロキオ開催
  - 3) 1989年5/23～5/25：ヨーロッパ国際鉱物会議（仏、ツールズ）にIGEメンバー出席
  - 4) 1990年3/21～3/23：第9回ボリヴィア地質学会で研究発表
4. 分担指導及び共同研究
- このほか、常時地質学部以外の化学・物理・その他の分野における学位論文の分担指導を担当。また、他学部研究者やYPFB、COMIBOL、民間鉱山会社との共同研究を遂行。

## 2-1-2 組織・予算

- (1) 鉱床学研究所(IGE)の組織は、1982年のR/D署名時には、サンアンドレス大学理学部地質学科に付属する研究所として位置付けされ、1984年5月には、地質学科を理学部から切り離し地質学部へ格上げしたことに伴い、地質学部の研究部門として独立した研究所として位置付けされており、大学内での機構上の位置付けは、現在も変わっていない。
- (2) 1990年度の各省の予算額は、表1のとおりであるが、教育省の予算額は496,674千ボリビアーノで(IUSドル=約3.1ボリビアーノ)、対前年比36%の増となっているが、調査・研究のための予算は、無いに等しい。一方、サンアンドレス大学及び鉱床学研究所の予算については資料が入手できなかったが、同研究所の支出の内訳は人件費、光熱水費、電話料、ガソリン代などであり、現状では各種研究機材の維持管理費までの予算措置はなされていない。IGEアラルコン所長によれば、大型機材の修理はボリヴィア国内では不可能であり、サンパウロからの技師の派遣を必要とし、1回の技師派遣には約3,000米ドルの経費を要するとしている。ラモス学長との会談において、同研究所の研究・教育活動が円滑に行われるように財政面の支援を要望したが、ボリヴィアの経済情勢がよほど改善されない限り、同研究所の予算拡大を期待することは困難な見通しである。



表1. 1989年度及び1990年度の各省予算額

PRESUPUESTO POR MINISTERIOS  
(comparativo entre 1989 y 1990)

MINISTERIOS	1989	1990
Relaciones Exteriores	3 8,6 0 9,5 1 2	5 3,2 9 4,6 3 2
Interior	9 9,3 1 9,6 3 6	2 4 7,1 6 4,0 7 6
Defensa Nacional	2 1 6,6 6 3,1 5 2	2 4 4,7 8 4,8 5 9
Aeronautica	7 8,8 2 2,0 7 5	1 0 1,1 4 4,7 9 4
Planeamiento	7,3 1 8,6 1 3	1 8 2,0 5 2,8 1 3
Finanzas	1 3 9,5 5 2,2 1 2	8 2 4,5 8 2,0 0 0
Educación y Cultura	3 6 4,7 4 1,4 0 9	4 9 6,6 7 4,1 8 9
Transportes	1,6 0 5,4 5 6	1 0 8,4 8 4,1 8 7
Industria y Comercio	1,2 5 5,0 6 3	3,3 3 9,9 5 2
Trabajo	1,1 8 3,3 7 2	4,2 7 8,7 6 9
Previsión Social y S. P.	1 8 6,6 3 3,6 9 5	2 9 2,5 6 9,6 4 8
Minerla	1,0 7 0,1 4 3	4,8 8 6,9 6 6
Asuntos Agropecuarios	2 8,1 3 4,9 2 6	9 5,0 5 2,7 3 8
Energla e Hidrocarburos	1,5 1 4,5 8 1	1,4 4 8,6 4 2
Asuntos Urbanos	1,4 8 1,1 8 4	1 5,9 4 1,2 9 4
Informaciones	4,0 8 7,4 9 2	5,0 6 3,7 9 6
Sin Cartera(*)	-----	1,3 5 9,7 3 3

(\*) Creado por el actual gobierno en agosto de 1989

2-1-3 カウンターパートの定着状況

(1) 鉱床学研究所に現在配置されている人員は19名であり、その内訳は、研究者が14名（教授9名、テシスタ5名）秘書等の事務スタッフが5名となっている。技術協力の対象になったテシスタを除く9名のカウンターパートは、ポジションの移動はあるもののプロジェクト終了時から変更はなく、定着率については極めて高い。

1986年10月時点と現在の配置状況を比較してみると以下のとおりとなる。

	氏 名	現 職	1986年10月
1.	Alarcon Barrenechea, Hugo	所長、教授	教授、元所長 元地質調査所(GEOBOL)研究室長
2.	Sanchez Sanchez, Alberto	教授	所長、助手 元応用地質学研究所員
3.	Blanco Vasques, Fernando	教授	
4.	Arduz Tomianovic, Marcelo	教授	新規
	Villalpando Buitrago, Abelardo	外部に転出	教授 元探鉱基金総裁
5.	Sanjines Vargas, Orlando	教授	教授 元所長、元地質調査所研究員
6.	Santivanez Garcia, Reynaldo	地質調査所長 教授	準教授 元所長、元応用地質学研究所長
7.	Blanco Cazas, Mario	地質学部副部長 教授	助手 元応用地質学研究所長
8.	Saavedra Munos, Antonio	地質学部長 教授	教授 元所長、元理学部長
	Arellando Lopez, Jorge	エクアドルに滞 在中	助手 元考古学研究所長
9.	Zapata Pericon, Hugo	教授	

鉱床学研究所の機材の管理担当は、サンアンドレス大学の他の研究所と同様に研究所長が管理者となっておらず、専門別にそれぞれの担当教授が次のように管理にあっている。

管 理 者	管 理 所 掌 機 材
アラルコン所長	光学機器、X線分析機器、コンピュータ、加熱・冷却顕微鏡
サンヒネス教授	熱分析装置、走査型電子顕微鏡、質量分析装置
サンチェス教授	電気炉、化学分析機材、天秤
サンチバネス教授	光学機器
ロロニョ事務スタッフ	倉庫、コピー機、製図機材、製本機
カスティリョ運転手	車両（3台）
フロレス事務スタッフ	写真関係機材

また、所属テシスタ（TESISTA）5名は、以下のとおりである。

氏 名	調 査 中 の 鉱 山
Edwin Jurado	Mina Candelong, Santa Isabel
Freddy Mayta	Mina Anaya Pampa
Marco A.Guzman	Mina Maria Francisca
Jorge Vega	Mina Santa Fe
Agustin Condori	Mina Tasna

## 2-1-4 研究等の活動状況

### 1. 研究活動

プロジェクト終了後の3カ年間にわたる鉱床学研究所の活動実績は、研究成果集のコロナ論文集の刊行の遅れに現れているように、必ずしも研究所全体として十分にまとまった成果が得られているとは言い難い。一部のカウンターパートについては研究成果を国際学会に発表するまでに達してはいるが、全体的に研究活動は期待したこととはむしろ裏腹に、プロジェクト期間中に比較し、大幅にスローダウンしていることは否めない状況にある。しかしながら、プロジェクト開始後、学科より学部に昇格した地質学部とともに鉱床学研究所は大学内において確固たる地位を占めるまでに至っている。カウンターパートの一員でもある Ing. Antonio Saavedra は現在副学長代行に選出され、また、Dr. Villalpan do はボリヴィア鉱物銀行総裁の要職に就任している。このことは必ずしも研究活動と直結するものではないが、鉱床学研究所の学内での位置付けを物語るものである。

研究協力の性格の強い本プロジェクトは、技術指導と研究指導の成果は地味な研究活動実績であり、このことは即効的に期待されがちな生産活動とは直接的には結びつかない場合が多い。この意味でも、プロジェクトの活動を理解してもらう重要な手段が定期的な研究成果の刊行である。反面、研究成果の公表が十分でない場合は、研究所自体の活動が停止してしまった印象が抱かれるのはやむを得ないものがある。しかしながら、「鉱山開発業務を担当するボリヴィア鉱山省 (COMIBOL) 等との業務提携がなく、ボリヴィアの国家経済に寄与しないプロジェクトは意味がない」という指摘は、一面的にはややもすると研究協力の性格を強く持ったプロジェクトに対する性急な評価となって現れ、研究活動の正当な評価からは離れたものになることを惧れるものである。

本プロジェクトの終了に際し、研究活動の全てをカウンターパート自身の手に乗せることを、あえて選択し、「ボ」側独自の研究所運営を期待したのであるが、以来、3カ年を経過した現在、研究活動は明らかに低下しており、この意味で、プロジェクト終了後の3カ年間の空白が研究活動に与えた負の影響は予想に反して大きなものがある。しかしながら、本調査団の短い滞在期間にもかかわらず、研究所側のムードは日一日と変化し、研究所内に大きな刺激を与えたことは事実である。この点からすれば、研究所の活性化を取り戻すためにも、できる限り早い時期に短期専門家を派遣し、指導を再開することを切望するものである。

一方、全カウンターパートが、大学のカリキュラムに従った講義と実験・実習を担当し精神的に学生指導を行っている。短期間の滞在ではあったが、実際に供与機材を活用した実験・実習に立ち会う機会を持った。中でも、地質学専攻生を対象とする学生実験の中でも、最も基礎的な分野である岩石薄片の顕微鏡観察では、供与された偏光顕微鏡が使用されて

いる。ただし、顕微鏡の台数が少ないため、受講学生を3コマに分けて授業せざるを得ないという窮状が訴えられた(担当:M.Ardus)。また、走査型電子顕微鏡の実習では、イオンスパッター・コーティングの前処理操作から、電子顕微鏡観察までの一連の観察手法の実習指導に立ち会った(担当:M.Blanco)。限られた時間帯ではあるが、十数名の専攻学生を相手に供与機材を活用した実践指導が展開されており、将来の鉱業界を担う地質技術者の指導育成に活用されているという実感を得た。

## 2. 研究室管理体制の問題点

供与機材を設置した各実験室の管理は、それぞれ専任のカウンターパートが分担し、部屋の管理とともに機材に対しても管理責任を課せられるシステムになっている。したがって、管理担当者以外のものが機材を使用する場合は、あらかじめ管理者の許可を得て使用することになる。ただし、その場合、「ボ」国慣習である徹底した施錠方式は管理の徹底さとは裏腹に、むしろ円滑な機材運用の妨げになっているきらいがある。特定のカウンターパートが機材との個別的な結びつきが強くなるため、ややもすると起こりがちな「機材の罨い込み」を生じ、共同利用の趣旨に反する結果となる。この点について本調査団は行き過ぎた機材の管理システムが、円滑な機材活用の妨げになることのないよう、全ての実験室の管理責任者は研究所長を含む複数の人員をあて、特定のものが機材を占有することのないように強く要望した。この点は、機材の運用上極めて重要であり、研究所合同会議で問題点を明らかにし、改善策を文書(附属資料参照)で求めた。同時に、パブロ・ラモス学長に対し、研究所の機材管理方式の改善策に対して大学側からの支援と配慮を求めた。これに対し、学長は日本側の意向に沿うように管理方式を一部改めることを約束した。

### 2-1-5 供与機材の利用・管理状況

派遣期間が短期間であったため、主として日本側調査団とボリヴィア側カウンターパートとの個別の会談で、供与機材の利用、保守、管理、将来必要な部品などに関する討議を行った。この結果、多くの機材は正常な状態で機能している。調査団に前もって寄せられた当初の報告では、一部の機材が正常に作動していないということであったが、この中には本調査団メンバーの対応により正常に作動できるようになった機器もあった。しかし、なお一部の機器は技術専門家による修理を必要とする。

全体としては使用頻度の高い装置の予備部品に不足がみられ、今後の研究活動の継続維持のために、これを補充する必要がある。

以下主要な機材について個々の利用状況及び管理状況について記述する。

#### (1) 調査用具

調査用具は最も使用頻度の高い機材であり、消耗も著しく、多くの機材は更新を必要とする。特にハンマー、クリノメーターなどの不足が顕著である。

## (2) 試料準備

これも調査用具と同様使用頻度が高く、多くの供与機材が日常的に使用されており、全ての機材は正常に作動・機能している。しかし、多くの部品の在庫がほぼ無くなっている状態にある。また一部の機器もほぼ耐用年数を越えており、更新する時期にきている。特に研磨片作製装置本体及び、それに使用する部品の消耗が顕著で、本体を更新し、部品を新たに供与する必要がある。

## (3) 光学顕微鏡等

光学顕微鏡及び加熱・冷却装置は研究用機材としての使用頻度は極めて高く、カウンターパート及びその指導下で研究している学生が最も利用している機材である。前述したが、学生教育用偏光顕微鏡の数は学生数に比べ不足しており、学生の教育・実習上支障をきたしている状況にある。また加熱・冷却装置も現有は1台で、ほぼ毎日使用されており、学生の使用予約で満杯状態にある。以上のことを考慮すれば、これらの機材については新たに供与していく必要が強く感じられる。使用頻度も高く効率的な実践指導上、より便利な教育機器を取り入れることも重要である。

## (4) X線分析装置

### X線回折装置

事前にX線回折装置に付けられた送水装置の不良及び鉄管球の不足が訴えられたが、調査団の点検により、必ずしも鉄管球の不足とはいえず、在庫も確保されていることがわかった。また送水装置の不良に関しては調査団メンバーによる点検により、X線管球の水冷却ジェット部の目詰まりによることが判明し、送水圧の調整により正常に作動するようになった。その後これらの調整及び清掃方法についてポリヴィア側カウンターパートを十分実技指導し、今後発生するこれらのトラブルはポリヴィア側で対応できるようにした。その後継続的にチェックし、帰国前まで正常に作動していることを確認した。この機材に対しては設置年月も約10年経過していること及び鉱物学的研究の常套手段で使用頻度が極めて高いことなどを考慮すれば、修理専門家による点検と再調整は不可欠である。

### 蛍光X線装置

ポリヴィア側の事前の報告によればプロポーショナルカウンターが作動不良で、ウィンドーも破損しているとのことであったが、調査団メンバーによる点検により、これらは正常であることが判明した。これはカウンターの高電圧回路及び計数回路の調整値が経年変化し、値が異なってきたことによるものであり、これを再調整した。その後正常に作動することを確認するとともに、これらの調整法について指導した。この機材も使用頻度が高いことを考慮すれば、技術専門家による再点検を必要性とする。また一部の消耗品及び部品が不足しており、これを補充する必要がある。

#### プリセッションカメラ用X線発生装置

63年度に送水装置を蒸留水を用いる空冷循環式送水装置に交換したものであるが、送水装置及びX線発生装置ともに正常に作動することを確認した。

#### プリセッションカメラ

プリセッションカメラはその操作及び写真撮影法は比較的簡単な機器であるが、プリセッションカメラ写真の解析法は難しいため、その使用状況は悪い。今後この写真の解析に関し、日本側専門家と十分連絡を取り、利用していくよう指導する必要がある。

#### ギニエカメラ及びガンドルフィーカメラ用X線発生装置

ほぼ正常な状態で使用されていたが、一応高圧回路の動作試験及び送水装置の動作確認を行ったが、特に異常は認められなかった。

#### ギニエカメラ及びガンドルフィーカメラ

ギニエカメラ及びガンドルフィーカメラは使用頻度も高いが、正常に機能している。カウンターパートも両カメラの使用法及び調整ともよく理解しており、将来にわたり正常に機能していくものと考えられる。

### (5) 熱分析装置

#### DTA

非常に使用頻度の高い装置であり、現在試料ホルダーが破損しており、また試料ホルダーの予備も全て無くなっており、使用できない状態にある。炉体部を新たに交換し、技術専門家による再調整の必要がある。また、装置の冷却方式も不完全で、これを炉体の性能維持の面からも循環式冷却装置に交換する必要がある。

#### TG-DTA

試料ホルダーが正常な状態になく、全く使用できない状態である。技術専門家による修理・再調整の必要がある。試料ホルダーの予備も無い状態にあり、これを補充する必要がある。

### (6) 化学分析機材

原子吸光及び吸光度測定装置など現有の化学分析機材はほぼ正常に作動している。ポリヴィア側カウンターパートから、現在ポリヴィアで新たに開発され、今後とも発展するであろう金・銀鉱床の研究を継続するため、金・銀分析法の指導について要請があった。プロジェクト遂行時にはこれらの元素の分析法についての指導は主たる対象元素として扱っておらず、今後ポリヴィアの鉱業界においても、これらの分野での研究が求められることになると考えられ、金・銀分析法に精通した専門家を派遣する必要がある。また、同時に金・銀分析に必要な化学薬品などの消耗品を補充する必要もある。

### (7) 質量分析計及び二酸化硫黄ガス分離装置

質量分析計及び二酸化硫黄ガス分離装置は試料処理操作過程及び分析時常に液体窒素を必要とするが、IGEの研究費がほとんどなく、これを購入できないこともあって（現在、950円/1ℓ）、最も使用頻度の少ない機材である。また今後もIGE予算で液体窒素を購入できる見込みもないため、液体窒素を用いない代替法による分析法を指導する必要がある。これに伴い装置自体を一部改造しなければならない。したがって、この装置に精通した専門家を派遣する必要がある。

(8) SEM

SEM写真の理解度が低いため使用頻度は少ないが、SEM本体の作動は正常である。SEM用イオンスパッタリング装置は技術取得が、いまひとつ不足しており、技術不足から不調を訴えている。装置自体は正常であるが、鉍物のみならず汎用性のある機材としての機能性を考慮すれば、より簡便で多機能型のイオンコーターを装備することが望まれる。また今後の使用状況を考えれば、消耗品を補充する必要がある。

(9) ジープ

現有ジープは購入後、既に耐用年数（10年）を過ぎたものもあり、これを新たに更新する必要がある。また他の車両の使用頻度も極めて高く、今後も使用していくためには多くの部品を交換及び補充しなければならない。なお、車両保管のために新たに専用車庫（6台分）を建設する用意があることを示した（Antonio Saavedra 地質学部長談、附属資料参照）。

(10) その他

使用頻度の高いコピー機が既に老朽化し、鮮明なコピーが得られない状況にある。購入後、既に8カ年経過していることを考慮すれば更新の時期である。

パーソナルコンピュータはよく使用・管理されているが、現在日本ではほとんど使用されていない8ビット系のNEC8801型であり、日本側とのデータ交換やプログラム供与もできない状態にあり、これを現在日本で最も普及している16ビット系のパーソナルコンピュータに更新し、日本人専門家とボリヴィアのカウンターパート間のプログラムやデータ交換ができるようにすべきであると思料される。

またカウンターパートとの面談で硫化鉍物の合成を是非行いたいという強い要請があった。この装置は既に供与されているが、一部機材の不足により実用上支障をきたしており、この状態で精度の高い継続的な合成実験を遂行することは不可能であり、不足機材を供与する必要がある。この合成装置に関しては精通したカウンターパートもおり、不足機材の供与によって、完全な装置への組立てと、これを活用した鉍物合成の研究を行うことが可能である。



## 2-2 アフターケア協力の基本計画

### 2-2-1 アフターケア協力の要請内容

今次調査団が派遣されるに際し、事前にポリヴィア側から日本側に提示されたアフターケア協力の要請内容は、次のとおりであった。

#### (1) 日本人専門家の派遣

##### 派遣分野及び人数

地球化学（化学分析法と蛍光X線分析法）	1名
鉱床学（1名は質量分析法）	2名

#### (2) ポリヴィア人カウンターパートの日本での研修

研究者（短期間）	1名
----------	----

#### (3) 資・機材の供与

- ① 化学分析用試薬、標準試薬
- ② 記録紙
- ③ DTA用資料入れ
- ④ サンプル・ホルダー
- ⑤ 保護管
- ⑥ 蛍光X線分析装置用のXRFのためのインターフェイス付きコンピュータ、プロポーションナル・カウンター、シンチレーション・カウンター、分光結晶、アルゴンガス
- ⑦ X線回折装置用の送水装置、FeX線管球

#### (4) 実験機材の修理・点検

- ① TG-DTAの天秤装置
- ② XRFのプロポーションナル・カウンター
- ③ XRDの警報装置

### 2-2-2 アフターケア協力の意義・その内容

プロジェクト終了後3カ年を経た現在、既に述べたように、カウンターパートの定着状況は極めてよい。プロジェクト開始時期のカウンターパートはそのままとどまっており、定着状況は極めて良好である。一部の機材を除いて、機材の管理と活用状況も良好であり、スペアパーツ類及び消耗品の在庫管理についても十分配慮されている。ポリヴィア経済の安定とともに、専攻学生数も増加し、インフレの最中にあつたプロジェクト遂行時に比較し、大学キャンパスは活気に満ちている。プロジェクト終了時段階において、ポリヴィア経済は最悪の状態であり、その後悪化する状況の中で十分ではないにしても、研究活動を地道に継続してきた努力は評価できるものである。

前述したが、この数年における世界の金属市場における錫値の暴落により、ポリヴィア鉱

業界は金・銀・アンチモンなどの付加価値の高い金属種への転換を余儀なくされている。これに伴い、鉱床学研究所の研究課題についても、従来の錫鉱床から金鉱床を対象とするものに転換を求められてきている。このような外的要因による研究課題の質的転換に対処するため、鉱床学研究所長から研究所構成員の総意として、微細な金鉱物の検出と組成分析機能を有するEPMA分析装置の機材供与が要望された。本装置はプロジェクト開始当初から要望リストに上げられ、何回か供与機材の候補として議論されたものである。今回についても研究所合同会議において要望内容について長時間を費やして協議を重ねたが、調査団としてはその必要性については十分理解しつつも、既供与機材とその活用状況並びに機材メンテナンスの力量等から慎重に判断し、最終的には本機材の導入を見送ることとした。また、鉱化変質に伴う粘土鉱物を対象とする赤外吸収分析装置についても同時に供与希望がなされたが、本装置についても、現有機材で十分カバーできるものと判断した。

これは現時点において、第一に必要としているものは新規の大型機材ではなくて、むしろ、研究課題の転換に伴って不可欠となってきた現有機材を活用した研究手法であり、加えて関連分野におけるカウンターパートの日本研修がより重要であるとの判断によるものである。また、3カ年を経過した現在、一部機材に見られる故障部品の交換を含め、既設の大型機材の整備点検を目的とする機材修理専門家の派遣は急務である。さらに、供与機材のなお一層の継続的運用を進めるためにも、現在既に不足状態をきたしており、また、今後においても必要となるスペアパーツ類と消耗部品類の充当が必要である。

以下、ポリヴィア側との合意を得て、アフターケア協力の内容としてとりまとめたミニッツ内容を列記する。

〔専門家派遣〕

- 1) 化学分析及び蛍光X線分析の分野における短期専門家1～2名
- 2) 機材修理短期専門家(主としてX線機器及び熱分析機器関係) 1名

〔機材供与〕

- 1) 野外地質調査関係の補充物資
- 2) 試料作成・準備関係の補充部品及び物資
- 3) 光学機器関係の補充部品
- 4) 熱分析機器関係の補充部品
- 5) 化学分析関係補充部品及び物資
- 6) 質量分析機器関係の補充部品
- 7) 走査型電子顕微鏡関係の補充部品
- 8) 車両関係補充部品
- 9) その他(コピー機及び印刷機関係の補充部品ほか)

## 〔カウンターパートの研修〕

### 長期研修及び短期研修

なお、プロジェクト方式技術協力については、プロジェクト終了数年後の今回のようなアフターケア協力が確立されているが、この協力後のアフターケアについては、現在確立されたシステムはない。一度協力した案件を未来永劫協力することは、財源的にみて不可能なこととは言ってもないが、国別の経済状況及び案件の性格に応じたアフターケア協力の拡充強化を検討すべきと思われる。具体的には、プロジェクト別のアフターケア協力実施後数年間は、特に機材の維持管理面の国別のアフターケア協力ができるシステムを新たに確立する一方、資金面においては、現地の JICA 事務所限りで対応できる体制が望まれる。この鉱床学研究所プロジェクトに関してはボリヴィア側から、研究論文集の印刷経費の協力を求めている。因に、その経費は 40～50 万円の規模である。

## 2-3 チリ・コンセプション大学鉱床学研究センターとの研究交流

本調査団の滞在日程に合わせ、チリ国コンセプション大学鉱床学研究センタープロジェクトの菅木浅彦チームリーダーと、コンセプション大学理学部 Jose Frutos 教授が本調査団に同行し、鉱床学研究所 (IGE) の現況を視察した。菅木リーダーは鉱床学研究所 (IGE) プロジェクトの総括責任者を務め、その後要請のあったコンセプション大学鉱床学研究センタープロジェクト推進責任者として、現在チームリーダーの責務を担っている。また、同行の Jose Frutos 教授は同じくチリ側プロジェクト・コーディネーターの任にある。コンセプション大学鉱床学研究センターはその趣旨・目的ともに鉱床学研究所 (IGE) とほぼ同様のプロジェクトとして開設され、現在立ち上がり時期にあり、初年度機材の受入れを前に準備中である。この時点で、プロジェクトの実務遂行のチリ側責任者である Jose Frutos 教授の鉱床学研究所 (IGE) 視察は今後に向けて有意義なものであり、時宜を得たものである。

双方の間でプロジェクト運営の実務に関する意見交換が行われ、また、今後両プロジェクト間における研究交流を積極的に進め、相互に協力関係を維持することが提案された。現在、隣国チリ・コンセプション大学には菅木リーダーを初めとし、鉱床学関係の日本人専門家が派遣滞在中であり、必要に応じた人的交流を進めることによって、研究活動の向上を図ることが期待される。中でも、チリ側に供与される大型機材の EPMA 装置は、今回のアフターケア機材として、鉱床学研究所 (IGE) から強く要望された経過もあり、チリ側との交流を実現することによって、この EPMA 装置を活用したボリヴィア側鉱床学研究所 (IGE) メンバーとチリ側メンバーによる共同研究が可能である。このような国境を越えた鉱床学上の情報交換と人的交流は同種の成因を有する鉱床を研究対象とするボリヴィア側・チリ側の双方にとって極めて有益なことであろう。

多忙を極めているさ中、本調査団に同行視察され、有益な助言をいただいたチリ・コンセプション大学鉱床学研究センタープロジェクトの菅木浅彦チームリーダー、そして、今後の研究交流と互いの協力関係を提案された Jose Frutos 教授にお礼を申し上げたい。

### 3. 署名済みミニッツ

3-1 英文版

MINUTES OF MEETING  
BETWEEN  
THE JAPANESE AFTERCARE SURVEY TEAM  
AND  
THE AUTHORITIES CONCERNED OF THE GOVERNMENT  
OF THE REPUBLIC OF BOLIVIA  
ON THE AFTERCARE TECHNICAL COOPERATION PROGRAM  
FOR THE INSTITUTE OF ECONOMIC GEOLOGY, SAN ANDRES  
UNIVERSITY

The Japanese Aftercare Survey Team (hereinafter referred to as "the Team") organized by the Japan International Cooperation Agency (JICA), headed by Dr. Morihiro Aoki has visited the Republic of Bolivia from August 11 to August 17, 1990 for the purpose of studying on the Aftercare Technical Cooperation for the project on the Institute of Economic Geology, San Andres University (hereinafter referred to as "the Project").

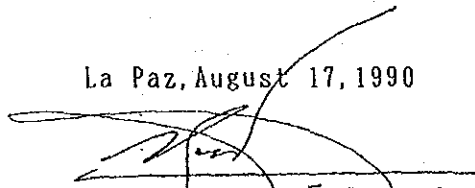
During its study, the Team has observed the Project, exchanged views and had a series of discussions with the authorities concerned in respect of implementation of the Aftercare Technical Cooperation Program for the Project.

As a result of the survey and discussions, both parties have agreed to recommend their respective governments the matters referred to in the document attached hereto.

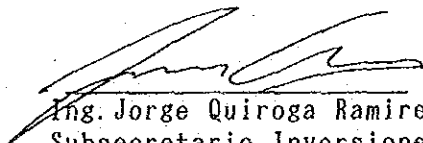
La Paz, August 17, 1990



Dr. Morihiro Aoki  
Team Leader, Japanese  
Aftercare Survey Team  
JICA



Lic. Pablo Ramos  
Rector de la Universidad  
Mayor de San Andres



Ing. Jorge Quiroga Ramirez  
Subsecretario Inversiones  
Publicas y Cooperacion  
Internacional,  
Ministerio de Planeamiento  
y Coordinacion

## ATTACHED DOCUMENT

1. The Team expressed gratitude and appreciation for the effort by the Bolivian side since the end of the technical cooperation for the Project, 1987.

The Bolivian side expressed that it would continue sustained efforts to strengthen research activities and train Bolivian investigators and researchers in the field of economic geology.

2. The main scope of the Aftercare Technical Cooperation Program is considered as follows:

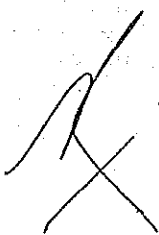
- (1) Dispatch of short term experts in the field of :
  - a. Chemical analysis and X-ray fluorescence analysis
  - b. Repair of equipment
- (2) Provision of equipment
  - a. Materials for field survey
  - b. Spare parts and materials for sample preparation
  - c. Spare parts for optical mineralogy
  - d. Spare parts for X-ray analysis
  - e. Spare parts for thermal analysis
  - f. Spare parts and materials for chemical analysis
  - g. Spare parts for mass spectrometer
  - h. Spare parts for scanning electronmicroscope
  - i. Spare parts for vehicles
  - j. Others
- (3) Training of Bolivian counterpart personnel in Japan in the field of economic geology



## ATTENDANCE LIST

The JICA Aftercare Survey Team for the Project on The  
Institute of Economic Geology, San Andres University

1. Dr. Morihiro Aoki      Team Leader, Associate Professor,  
Miyagi University of Education
2. Dr. Arashi Kitazake    Assistance Professor, Institute of  
Mineralogy, Tohoku University
3. Mr. Akira Kumamura    Director of Training Div. Kyusyu  
International Center, JICA



VO



## ATTENDANCE LIST

### San Andres University

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| 1. Lic. Pablo Ramos                   | Rector                                     |
| 2. Dr. Antonio Saavedra Munos         | Dean, Faculty of Geology                   |
| 3. Ing. Hugo Alarcon<br>Barrenechea   | Director, Institute of Economic<br>Geology |
| 4. Lic. Mario Blanco Cazas            | Sub Dean, Faculty of Geology               |
| 5. Ing. Alberto Sanchez Sanchez       | Professor                                  |
| 6. Ing. Fernando Blanco Vasquez       | Professor                                  |
| 7. Ing. Marcelo Arduz Tomianovic      | Professor                                  |
| 8. Ing. Orlando Sanjinez Vargas       | Professor                                  |
| 9. Ing. Reynaldo Santibanez<br>Garcia | Professor                                  |

*Handwritten signature*

20.

*Handwritten signature*



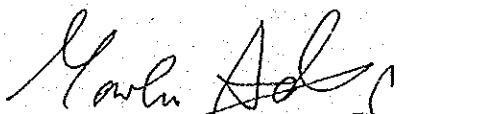
MINUTA DE REUNIONES  
ENTRE  
LA MISION JAPONESA DE SEGUIMIENTO  
Y  
AUTORIDADES RELACIONADAS DEL GOBIERNO  
DE LA REPUBLICA DE BOLIVIA  
SOBRE  
EL PROGRAMA DE COOPERACION TECNICA DE SEGUIMIENTO  
PARA  
EL INSTITUTO DE GEOLOGIA ECONOMICA  
DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES

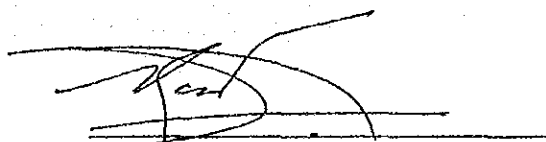
La Misión Japonesa de Seguimiento (en adelante referida como la Misión), organizada por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) y liderizada por el Dr. Morihiko Aoki visitó la República de Bolivia del 11 al 17 de Agosto de 1990 con el propósito de realizar un estudio sobre cooperación técnica de seguimiento para el proyecto del Instituto de Geología Económica de la Universidad Mayor de San Andrés (en adelante referido como el Proyecto).

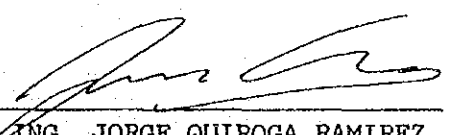
Durante este estudio, la Misión observó el proyecto, intercambió puntos de vista y sostuvo una serie de conversaciones con las autoridades concernientes en lo referente a la realización del programa de cooperación técnica de seguimiento para el Proyecto.

Como resultado del estudio y las conversaciones, ambas partes acordaron recomendar a sus respectivos gobiernos todos los aspectos a los que se refiere el documento adjunto.

La Paz, 17 de Agosto de 1990

  
DR. MORIHIKO AOKI  
Jefe de la Misión  
Japonesa de Seguimiento  
de J I C A

  
LIC. PABLO RAMOS  
Rector de la Universidad  
Mayor de San Andrés

  
ING. JORGE QUIROGA RAMIREZ  
Subsecretario de Inversiones  
Públicas y Cooperación  
Internacional.  
Ministerio de Planeamiento  
y Coordinación

## DOCUMENTO ADJUNTO

1. La Misión expresó su gratitud y aprecio por los esfuerzos realizados por la parte Boliviana desde que finalizó la Cooperación Técnica para el Proyecto en 1987.

La parte Boliviana expresó que continuará esforzándose en forma sostenida para fortalecer las actividades de investigación y preparar investigadores Bolivianos en el campo de la geología económica.

2. El alcance principal que tendrá el Programa de Cooperación Técnica de Seguimiento será como sigue;


(1) Envío de expertos de corto plazo en los siguientes campos:

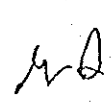
- a. Análisis químico y por fluorescencia de rayos X.
- b. Reparación de equipos.

(2) Suministro de equipo

- a. Materiales para estudio de campo
- b. Repuestos y materiales para preparación de muestras
- c. Repuestos para mineralogía óptica
- d. Repuestos y materiales para análisis por rayos X
- e. Repuestos para análisis térmico
- f. Repuestos y materiales para análisis químico
- g. Repuestos y materiales para espectrómetro de masas
- h. Repuestos y materiales para microscopio electrónico
- i. Repuestos para vehículos
- j. Otros

(3) Entrenamiento en Japón para el personal de la contraparte Boliviana en el campo de geología económica.


  
10



## ATTENDANCE LIST

The JICA Aftercare Survey Team for the Project on The  
Institute of Economic Geology, San Andres University.

1. Dr. Morihiro Aoki            Team Leader, Associate Professor,  
Miyagi University of Education
2. Dr. Arashi Kitazake        Assistance Professor, Institute of  
Mineralogy, Tohoku University
3. Mr. Akira Kumamura        Director of Training Div. Kyusyu  
International Center, JICA



## A T T E N D A N C E   L I S T

### San Andres University

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| 1. Lic. Pablo Ramos                   | Rector                                     |
| 2. Dr. Antonio Saavedra Munos         | Dean, Faculty of Geology                   |
| 3. Ing. Hugo Alarcon<br>Barrenechea   | Director, Institute of Economic<br>Geology |
| 4. Lic. Mario Bianco Cazas            | Sub Dean, Faculty of Geology               |
| 5. Ing. Alberto Sanchez Sanchez       | Professor                                  |
| 6. Ing. Fernando Blanco Vasquez       | Professor                                  |
| 7. Ing. Marcelo Arduz Tomianovic      | Professor                                  |
| 8. Ing. Orlando Sanjinez Vargas       | Professor                                  |
| 9. Ing. Reynaldo Santibanez<br>Garcia | Professor                                  |



附 属 资 料



IV COLOQUIO DEL INSTITUTO DE GEOLOGIA ECONOMICA

I N D I C E

Presentación ..... 1

Alteraciones Hidrotermales del Yacimiento "La Joya" -  
Oruro, Bolivia .....  
H. Alarcón - A. Villalpando

Estudio Mineralógico de la "Veta Potosi", Cerro Rico  
de Potosi .....  
A. Villalpando, H. Alarcón.

Estudio Mineralógico y Paragenético del Yacimiento  
del Cerro Rico de Potosi (Sector Este) (Minerales  
Complejos de Sn-Ag).....  
R. Vargas

Mineralization Associated with Granitic Magmatism in  
the Sorata Batholith, Bolivia .....  
J. Arellano, N. Shimada

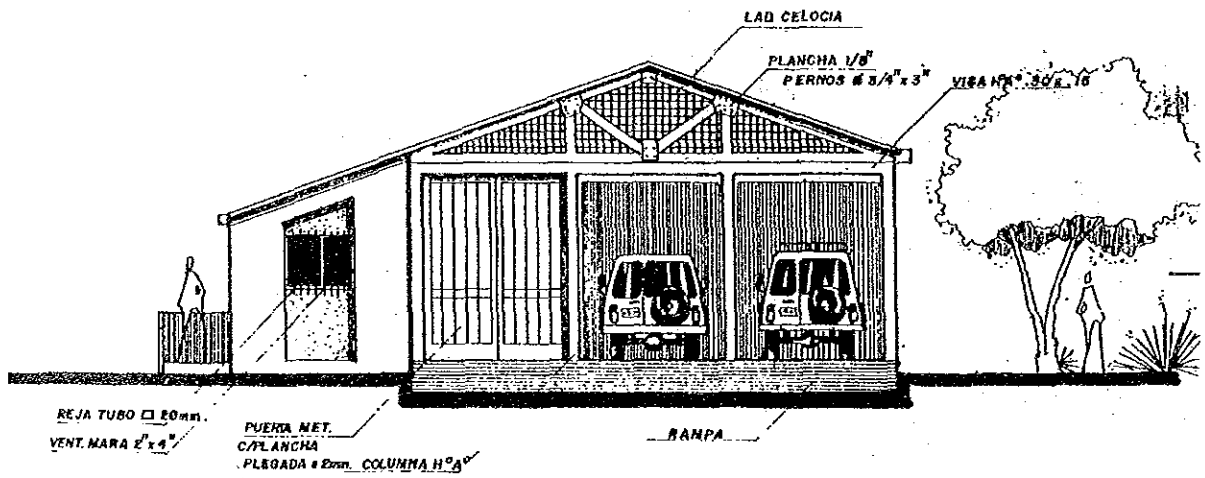
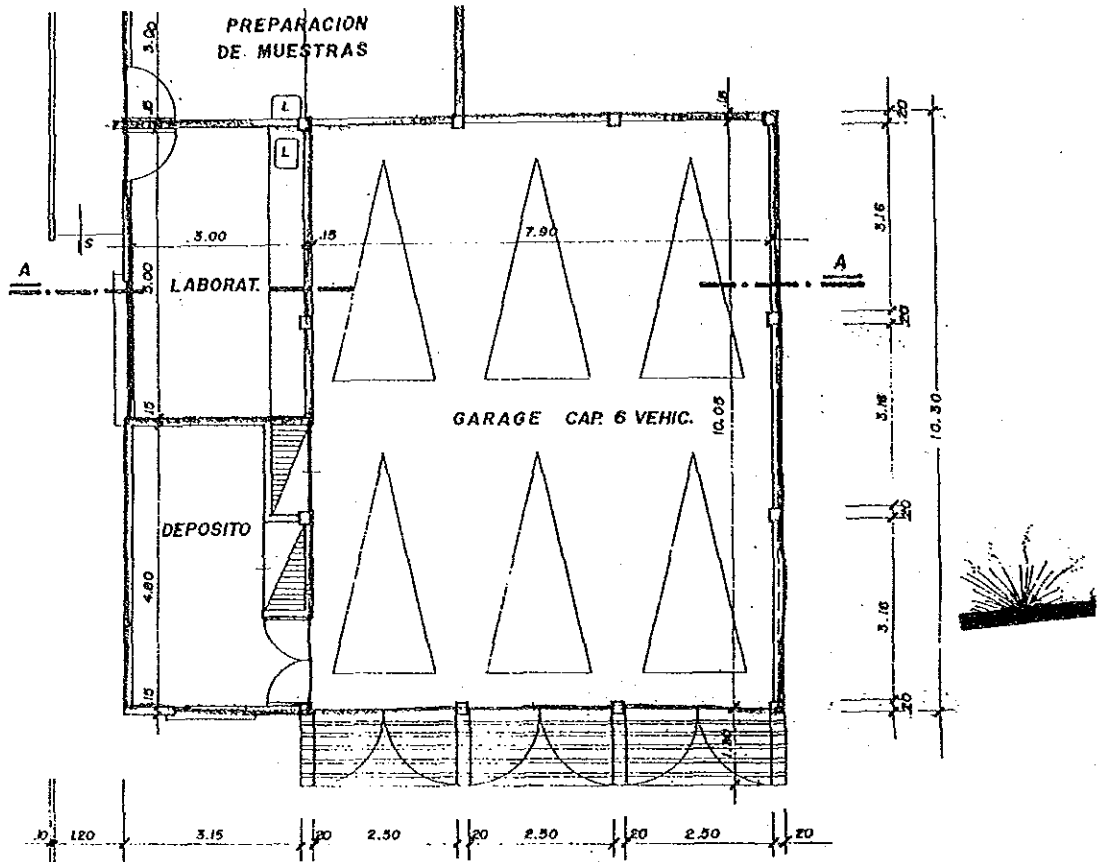
Consideraciones Mineralógicas sobre el Yacimiento  
de "La Fabulosa" - Batolito de Sorata .....  
J. Arellano

Triphylite from "La Fabulosa" Mine (Sorata Batholith,  
Bolivia) .....  
J. Arellano

Aspectos Petrológicos y Mineralógicos de la zona de  
San Cristobal (Prov. Nor Lipez, Dpto. de Potosi) .....  
J. Arellano

Evolución Petrológica y Estructuras Tectónicas de  
las Rocas Volcánicas Cenozoicas en los Andes Occi-  
dentales de Bolivia .....  
W. Avila

附屬資料2. 車庫 圖面





附属資料 3. 鉱床学研究所長より調査団に示された改善メモ

RESULTADOS DE LA REUNION DE LA CONTRAPARTE BOLIVIANA  
DEL INSTITUTO DE GEOLOGIA ECONOMICA

---

Con relación a la respuesta que debe dar la Contraparte Boliviana del Instituto de Geología Económica a la Comisión de Seguimiento de JICA, conformada por los Sres. Morihiro Aoki, Arashi Kitakase y Akira Kumakura, se ha concluido lo siguiente:

1. La revista No. 4 del IGE será editada hasta fines de noviembre de 1990.

(研究論文集No.4の1990年11月発行)

2. Los resúmenes de las investigaciones realizadas en el IGE (Tesis de Grado) serán editados en la Revista No. 5 el año 1991, para lo cual el IGE solicitará a JICA en La Paz la cooperación para la publicación.

(研究論文集No.5の1991年中の発行)

3. Con relación a la Administración de las llaves de los laboratorios del IGE, se contará con un juego de llaves de todos los laboratorios, administrado por el Director del IGE y que estarán a disposición de todos los Investigadores para el uso de cualquier laboratorio, además de continuar con los responsables de Laboratorio.

(所長による各実験室の一括管理)

La Paz, agosto 16 de 1990.

Ing. Hugo Alarcón Barrenechea  
DIRECTOR  
INSTITUTO DE GEOLOGIA ECONOMICA



附属資料 4. ポリヴィアの主要鉱物資源生産高

(単位:メートル・トン)

種 別	1955年	1960年	1965年	1970年	1975年	1976年	1978年	1980年	1983年	1985年	1987年	1988年	1989年
錫 Tin (Estano)	23,484	15,230	16,549	19,242	30,251	30,315	30,550	27,271	25,278	16,068	8,128	10,657	15,172
鉛 Lead (Plomo)	9,567	7,261	6,484	10,153	16,018		18,041	17,225	11,638	6,149	9,035	12,344	15,585
アンチモニー Antimony (Antimonio)	17	11	29	262	13,967		16,572	15,465	9,951	8,419	10,634	9,581	8,510
タングステン Wolfram (Tungsteno)	1,615	506	136	861	3,167		3,170	3,359	3,088	1,999	804	1,180	1,410
亜鉛 Zinc	17,607	3,474	4,002	4,573	46,466		59,322	50,260	47,132	36,598	39,122	54,195	78,251
銅 Copper (Cobre)	3,252	1,471	1,771	3,400	5,822		13,256	1,882	1,982	1,665	9	152	268
ヒスマス Bismuth	41	178	262	587	602			11	6				
銀 Silver (Plata)	189	122	101	146	155			190	187	107	140	227	267

資料: ホンダグアノ国家統計局



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE CIENCIAS GEOLOGICAS  
Instituto de Geología Económica

I N F O R M E

I. ANTECEDENTES

En fecha 22 de marzo de 1978, se firmó entre los gobiernos de Japón y Bolivia, un acuerdo sobre Cooperación Técnica. Dicho acuerdo en su Artículo II señala las modalidades de cooperación que el gobierno del Japón llevará a cabo:

- a) Enviar expertos japoneses a Bolivia.
- b) Recibir investigadores bolivianos para su entrenamiento técnico en el Japón.
- c) Suministrar equipo, maquinaria y materiales.
- d) Enviar misiones a Bolivia para que realicen estudios de proyectos de desarrollo económico y social.
- e) Cualquier forma de cooperación técnica por acordarse.

Las mencionadas modalidades de cooperación que se habian previsto, se llevarían a cabo a través de acuerdos escritos a celebrarse para ejecutar programas específicos de Cooperación Técnica.

En el marco de uno de estos acuerdos, se decidió la creación del Instituto de Geología Económica (IGE) en el año 1979.

En fecha 20 de mayo de 1982 se suscribió un documento en el que se establecieron las bases, objetivos y otros aspectos relacionados al programa de Cooperación Técnica en el IGE.

Durante el tiempo de ejecución de proyectos por parte del IGE fueron enviadas varias misiones Japonesas, con el propósito de evaluar las actividades desarrolladas por el Instituto y la marcha del Proyecto de Cooperación Técnica. Tal como se había previsto, esta Cooperación tendría una duración de cinco años, plazo que se cumplió en mayo de 1987.

II. PRINCIPALES ACTIVIDADES DEL IGE EN EL PERIODO 1987-1990

De conformidad a los acuerdos establecidos en la reunión del Comité Mixto, realizada el 29 de octubre de 1986, el IGE efectuó diferentes actividades, cuya síntesis es la siguiente:



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE CIENCIAS GEOLOGICAS  
Instituto de Geología Económica

El periodo de tiempo comprendido entre septiembre de 1987 y los primeros meses de 1988, fue dedicado a realizar un trabajo de inventario, ordenamiento y acondicionamiento de los materiales, equipos y ambientes del IGE para lograr un mejor desempeño de las actividades.

a) Inventario de los Activos:

Se efectuó una inventariación de los activos, tanto de oficinas, laboratorios y almacén.

Se hizo un ordenamiento de los materiales de consumo, reactivos y otros; centralizando todo ello en almacenes a cargo de un responsable para el mejor control.

b) Melioramiento de Infraestructura:

Comprendió, además de otras obras, la:

- Instalación de extractores de aire
- Construcción de paredes para separar ambientes (Espectrómetro DTA).
- Instalación de iluminación en el ambiente de microscopios.
- Colocación de rejas de seguridad en todas las ventanas de los laboratorios.
- Colocación de chapas (cerraduras) de seguridad en las oficinas y laboratorios.

c) Distribución de los Ambientes:

Se hizo una distribución de laboratorios y oficinas con el nombramiento de un responsable en cada caso, a objeto de racionalizar su uso y prever su adecuada conservación.

d) Preparación y Publicación del Boletín No. 3 del IGE.

Para este propósito se hizo uso de la computadora, se aprovechó para entrenar en su manejo al personal de Secretaría.

e) Actividades de Investigación:

Estuvieron centradas principalmente en trabajos de Laboratorio.

A partir del mes de marzo de 1988 se desarrollaron las



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES  
FACULTAD DE CIENCIAS GEOLOGICAS  
Instituto de Geología Económica

siguientes actividades:

1) Investigación:

- Geotermometría de los yacimientos primarios de oro, plata y antimonio, comprende los siguientes trabajos.
- Mineralogía, Alteraciones y Geotermometría en los Cerros Koricollo y La Joya.
- Mineralogía y Geotermometría de los yacimientos de oro primario del área de Yanl.
- Mineralogía, Alteraciones y Geotermometría del yacimiento de San José.
- Estudio Mineralógico y Paragenético de las vetas Tajo Polo y Don Mauricio del Cerro Rico de Potosí.
- Estudio de elementos traza en concentrados de COMIBOL.
- Estudio Geológico - Mineralógico de las zonas de Pepitos - María Francisca - Pacos (Huanuni-Oruro).

2) Curso de Actualización y Entrenamiento

- Entrenamiento en caracterización mineralógica, llevado a cabo entre el 30 de mayo al 6 de junio de 1988, en el que participaron, un docente de la Escuela Politécnica Nacional del Ecuador y una otra de la Fundación - Instituto de Ingeniería del Instituto Venezolano de Investigación Científica, además de dos participantes del IGE.

En esta oportunidad se contó con la cooperación de la Junta del Acuerdo de Cartagena (JUNAC).

- Curso Actualización en Geología Económica realizado entre el 28 de noviembre al 6 de diciembre de 1988, el mismo que contó con la participación de profesionales geólogos de Instituciones estatales y privadas del país.

Durante la gestión 1989 se realizaron las siguientes actividades:



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE CIENCIAS GEOLOGICAS  
Instituto de Geología Económica

Actividades de Investigación:

- 1) Estudio Mineralógico, Paragenético y Termometría del Yacimiento Candelaria - Santa Isabel.
- 2) Mineralogía y Paragénesis de las estructuras mineralizadas del Sector Este del Cerro Rico de Potosí.
- 3) Estudio Mineralógico de la Veta Potosí, Cerro Rico de Potosí.
- 4) Estudio Mineralógico-Paragenético del Yacimiento de Santa Fe.

Cursos de actualización, seminarios, coloquios y conferencias:

- 1) Mineralogía, Propiedades y Aplicación de las Arcillas, realizado entre el 8 al 14 de marzo de 1989, en el que participaron profesionales geólogos de diferentes instituciones del país.
- 2) II Simposio de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón.
- 3) IV Coloquio del Instituto de Geología Económica, efectuado el 15 de junio de 1989.
- 4) Participación del IGE en el Simposio Internacional de Europa, llevado a cabo en Toulouse, Francia, entre el 23 al 25 de mayo de 1989.

III. ACTIVIDAD ACTUAL Y OBJETIVOS

En el presente año se vienen realizando una serie de actividades, algunas de las cuales son la continuación de las iniciadas en 1989.

- Mineralogía de oro primario en algunos ambientes de la provincia metalogenética Andina de Bolivia. Provincia Bustillos - Dpto. de Potosí.
- Yacimientos primarios de oro del área de Amayapampa.
- Mineralogía, alteraciones y geotermometría del Cerro La Joya. (Sector este).
- Datos cristalográficos y ocurrencia de fosfatos hidratados en los yacimientos xenotermiales de la provincia metalogenética Andina de Bolivia.



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE CIENCIAS GEOLOGICAS

Instituto de Geología Económica

- Mineralogía, alteraciones y geotermometría del Yacimiento de Tasna, Potosí.
- Mineralogía, alteraciones y geotermometría del Yacimiento de Chorolque.
- Petrología y alteraciones del complejo volcánico de Yacimiento Candelaria-Santa Isabel, Sud Lipez, Potosí.

Estos trabajos fueron presentados en el IX Congreso Geológico Boliviano, llevado a cabo en la ciudad de Cochabamba entre el 21 y 23 de marzo de 1990.

Actualmente y durante el presente año, se continuará con investigaciones complementarias relacionadas con algunos de los trabajos antes mencionados.

Dentro la actividad programada este año se ha previsto asimismo, continuar con la cooperación a los estudiantes egresados para la realización de Tesis de Grado. La realización de trabajos conjuntos con otras carreras, Instituto de Investigaciones Químicas, carrera de Física y otras.

Por otra parte, se ha previsto igualmente, proseguir con la asistencia a entidades extra Universitarias, tales como Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (YPFB), Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL) y otras Empresas del sector privado.

Con referencia a los objetivos que el IGE se plantea para el futuro, es conveniente analizar el cambio importante que Bolivia ha tenido que asumir, luego del descenso de las cotizaciones del estaño en el mercado mundial. Ello como podrá advertirse en el presente informe, ha motivado desde hace unos años que el IGE desarrolle una serie de programas que están orientados al estudio de depósitos minerales de carácter polimetálico, con contenidos principalmente, de oro y plata.

Dado que en la actualidad y en un futuro próximo es previsible que tales condiciones se mantengan, se considera que la actividad del IGE igualmente deba proyectar estudios dirigidos a obtener la información técnico-científica relacionada a depósitos polimetálicos y a yacimientos de carácter epitermal, cuya prospección en los últimos años ha despertado un creciente interés por parte de las diferentes instituciones, tanto estatales como privadas que desarrollan trabajos de minería en Bolivia.

Por otra parte, un objetivo que es de permanente interés para el IGE es el poder transmitir la experiencia



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES  
FACULTAD DE CIENCIAS GEOLOGICAS  
Instituto de Geología Económica

que se va ganando año tras año en la investigación, relacionada con la geología económica. Para ese propósito se prevé en la medida de las posibilidades, organizar para el presente año un otro curso de actualización en geología económica.

- Personal

En lo relacionado con el personal, tanto de investigadores como administrativo, que desempeña funciones en el IGE, se puede señalar que no se han realizado mayores modificaciones en los últimos años. Una relación de este personal se da a continuación:

- 1) Alarcón Barrenechea, Hugo - DIRECTOR DEL IGE
- 2) Blanco Vasquez, Fernando
- 3) Arduz Tomianovic, Marcelo
- 4) Villalpando Buitrago, Abelardo
- 5) Sánchez Sánchez, Alberto
- 6) Sanjines Vargas, Orlando
- 7) Santivañez Garcia, Reynaldo - DIRECTOR DEL CIG
- 8) Blanco Cazas, Mario - VICEDECANO
- 9) Saavedra Muñoz, Antonio - DECANO
- 10) Arellano López, Jorge \*
- 11) Zapata Pericón, Hugo (Comisión CIDES)

\* Alejamiento del IGE por razones personales.

Personal Administrativo

- 1) Salazar Gemio, Ma. del Pilar (Secretaría)
- 2) Loroño Ayllón, José (Dibujante)
- 3) Ramos Ajata, Juvenal (Preparador muestras)
- 4) Castillo Quispe, Juan (Chofer)
- 5) Flores Flores, Julián (Portero)

- Equipos y Vehículos

El funcionamiento y uso de los vehículos que se encuentran en el Instituto de Geología Económica durante este periodo ha sido normal, habiendo sido utilizados en la ejecución de los proyectos de investigación, dictado de cursos de actualización, colaboración a otras instituciones, tanto estatales como privadas, Facultades de la UMSA y tesis de grado.

Con referencia a los equipos, se debe señalar que se han tenido algunas dificultades de carácter técnico, debido fundamentalmente a la carencia de servicio técnico especializado que pudiera realizar un mantenimiento adecuado. Algunos de los problemas de fun-





UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE CIENCIAS GEOLOGICAS

Instituto de Geología Económica

cionamiento han sido los siguientes:

- Análisis Térmico Diferencial (DTA)  
No funciona la unidad de la balanza.
- Fluorescencia de Rayos X (XRFA)  
No funciona el detector proporcional (EDDT)
- Difracción de Rayos X (XRD)  
No funciona el equipo por problemas en el agua para refrigeración.
- Se requiere una interfase para conectar el densitómetro con la computadora.
- El microscopio electrónico sólo permite a la fecha sacar fotografías.

IV. IMPORTANCIA DE LA COOPERACION TECNICA DEL GOBIERNO DEL JAPON AL IGE

Es obvia la importancia que ha tenido esta cooperación comenzando por la creación del IGE. A partir de ello, se puede rellevar que a través del Convenio se ha logrado el entrenamiento de profesionales geólogos bolivianos en la moderna metodología para la investigación básica en el campo de la Geología Económica. Este hecho naturalmente, ha contribuido a elevar el nivel profesional, en un campo de tanta trascendencia para un país minero como es Bolivia.

La experiencia y formación adquiridas por los profesionales durante la vigencia del Convenio japonés, ha permitido la realización de trabajos de tesis de grado a egresados de la Facultad de Ciencias Geológicas con una orientación adecuada, actual y ordenada de los métodos investigativos en esta área. Es igualmente importante, destacar en el ámbito académico, que los docentes han podido transmitir al estudiante, las experiencias adquiridas en su visita al Japón y que son el resultado de la aplicación de aquel conocimiento en la problemática concreta de los yacimientos bolivianos estudiados.

Finalmente, debe señalarse que ese mayor conocimiento de campos, tales como la geotermometría, paragénesis, mineralogía y alteraciones de los depósitos bolivianos constituye un valioso aporte de la UMSA al país, dado que gracias a la cooperación recibida por esta institución, se constituye en la única dotada para realizar este tipo de estudios. Es conocido que tales investigaciones escapan a la posibilidad de otras entidades, cuyos principales objetivos están relacionados con la explotación y producción de minerales.



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE CIENCIAS GEOLOGICAS  
Instituto de Geología Económica

Es evidente que lo realizado en el marco de la Cooperación Técnica del Gobierno Japonés a través de JICA, constituye un logro muy importante para la Universidad y el país, sin embargo, no es menos cierto que la propia dinámica del quehacer minero actual, exige un esfuerzo permanente en las investigaciones relacionadas con este ámbito, a objeto de lograr el máximo beneficio en el aprovechamiento de estos importantes recursos naturales, rubro fundamental en la economía boliviana.

Por ello consideramos un factor primordial que el Gobierno del Japón pueda continuar cooperando a Bolivia en un futuro próximo a través de un programa de seguimiento u otra modalidad que viabilice esta importante cooperación.

#### V. REQUERIMIENTOS DE PERSONAL Y EQUIPO

Ya se ha indicado que la cooperación japonesa a nuestro país y, en especial, a nuestra universidad ha permitido un avance significativo en la investigación de nuestros yacimientos minerales y en la modernización de la enseñanza de la geología económica y otras disciplinas afines en nuestra facultad. Este avance se refleja a través de numerosas publicaciones y trabajos de tesis de nuestros egresados. Sin embargo, para poder mantener sostenidamente estos logros, es de suma importancia tomar en cuenta dos aspectos fundamentales; es decir que, por una parte, es indispensable que el contacto y el trabajo conjunto con los científicos japoneses debe continuar ininterrumpidamente, lo que significa que será necesaria la continuación del convenio en cualquier modalidad y la presencia de expertos japoneses que inyecten nuevas experiencias e ideas a las actividades del I.G.E. Por otra parte, sería de mucho beneficio, el poder completar la infraestructura del instituto, en especial, con un equipo que permita efectuar análisis químicos de minerales, cuya presencia es escasa, tales como oro, sulfosales, etc. y que en el momento resulta de imperiosa necesidad para los trabajos del instituto.

De manera concreta, estos requerimientos serían los siguientes:

- Un experto en Geoquímica con experiencia en Química y Fluorescencia de Rayos X.
- Dos expertos para el campo de Geología Económica, uno de los cuales deberá tener experiencia en Espectrografía de Masas.



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE CIENCIAS GEOLOGICAS

Instituto de Geología Económica

- Envío de investigadores bolivianos al Japón para recibir entrenamiento por corto tiempo.
- Un equipo que nos permita realizar análisis de minerales, puesto que con el actual microscopio electrónico que se tiene, sólo es posible obtener fotografías.
- Mantenimiento de los equipos por no contar en nuestro medio con personal técnico especializado, así como el cambio de partes de algunos equipos.
- Materiales para preparar muestras minerográficas y petrográficas.
- Reactivos químicos
- Papel registro
- Standard
- Sample container para el DTA
- Sample Holder
- Protección tubos
- Fluorescencia de Rayos X
  - a) Una computadora con interfase para XRF
  - b) Detector Proporcional
  - c) Detector de Scintileo
  - d) Cristales analizadores (LIF, EDDT, PTA, GE)
  - e) Gas Argón
- Difracción de Rayos X
  - a) Bomba de agua (refrigeración)
  - b) Tubos de Fe

Problemas de funcionamiento de los equipos:

TG-DTA: No funciona la unidad de la balanza

XRF: No funciona el detector proporcional

XRD: Presenta algún desperfecto en el sistema de alarma.



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE CIENCIAS GEOLOGICAS  
Instituto de Geología Económica

A N E X O  
DIFICULTADES ENCONTRADAS EN EL IGE

Durante los últimos tres años, las principales dificultades encontradas en el desarrollo de las actividades del Instituto de Geología Económica son las siguientes:

1) Mantenimiento de Equipos:

En este aspecto, si bien la Facultad de Ciencias Geológicas ha asignado los recursos para realizar el mantenimiento de los equipos, lamentablemente no se ha podido encontrar técnicos especializados en algunos equipos que deben ser mantenidos, por lo menos una vez al año. En alguna oportunidad, se ha tenido que apelar a técnicos electrónicos del Japón, particularmente voluntarios de JICA para que nos presten alguna cooperación.

Otros equipos menores como máquinas de escribir y computadoras, han sido mantenidas dentro lo normal, debido a que existe este personal de servicio en el país.

2) Investigadores en Geología Económica:

Por muchas razones varios Investigadores del IGE, se han separado de sus actividades, lo cual no ha permitido un mayor desarrollo de las investigaciones relacionadas con la Geología Económica.

Sin embargo, la incorporación de Egresados de la Facultad para la realización de Tesis de Grado, ha dado un margen de actividades apreciable y resultados muy interesantes.

En la pag. 6 del Informe (Personal) se encuentran los cargos que vienen desempeñando actualmente 3 Investigadores del IGE, como autoridades de la Facultad hasta fines de este año, una Comisión de Post-Grado y el alejamiento del Ing. Jorge Arellano, así como la incorporación de un nuevo Investigador a partir de la fecha (Ing. M. Arduz).

3) Garajes para las movilidades del IGE:

Lamentablemente y debido a razones ajenas al IGE y a la Facultad, el garaje construido el año 1986 ha sido demo-



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE CIENCIAS GEOLOGICAS

Instituto de Geología Económica

lido como consecuencia de un deslizamiento en el lugar donde se encontraba éste. A la fecha se ha conseguido el financiamiento para la construcción de un nuevo garaje y Lab. de Preparación de Muestras, cuya primera fase de construcción se iniciará a principios del mes de agosto.

4) Falta de Personal Técnico en Laboratorios:

Se ha visto con mucha preocupación que pocos laboratorios del IGE no han sido utilizados en toda su magnitud, debido fundamentalmente, primero a falta de personal y segundo, conocimiento técnico en el uso de los mismos.

En el primer caso, nos referimos a un técnico químico que pueda apoyar las investigaciones del IGE.

En el segundo caso, nos referimos al espectrómetro de masas y microscopio de reflexión.





JICA