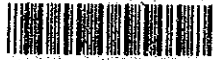


メキシコ合衆国
CFM選鉱場近代化計画
ファイナルレポート

平成 2 年 3 月

国際協力事業団

JICA LIBRARY



1081001161

20930

メキシコ合衆国
CFM選鉱場近代化計画
ファイナルレポート

平成 2 年 3 月

国際協力事業団

国際協力事業団

20930

序 文

日本国政府は、メキシコ合衆国政府の要請に基づき、同国のCFM選鉱場近代化計画に係る開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、平成元年7月より平成2年2月まで同和鉱業株式会社、橋口博宜氏を団長とする調査団を現地に派遣した。

調査団は、メキシコ合衆国政府関係者と協議を行うとともに、プロジェクトサイト調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

本報告書が、本プロジェクトの推進に寄与するとともに、ひいては両国の交友・親善の一層の発展に役立つことを願うものである。

終りに、本調査に御協力と御支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝の意を表すものである。

平成2年3月

国際協力事業団

総裁 柳谷謙介

目 次

	ページ
要約	1
1. 序論	9
2. プロジェクトの背景	13
3. 現地調査結果のまとめと解析	23
3. 1 地質鉱床の概要	23
3. 2 埋蔵鉱量	26
3. 3 各鉱山の概要	31
3. 4 採鉱コスト	73
3. 5 選鉱場の概要	77
3. 6 選鉱方法と条件	79
3. 7 メタルバランスおよび選鉱成績	89
3. 8 保全状態	90
3. 9 設備稼働率	92
3. 10 分析部門	94
3. 11 委託・買鉱条件	101
3. 12 収支	104
4. 選鉱試験	111
4. 1 メキシコ国内選鉱試験	111
4. 2 日本国内選鉱試験	120
5. 鉱業ポテンシャル評価	129
5. 1 鉱量評価	129
5. 2 鉱山の生産能力評価	136
5. 3 鉱業ポテンシャル評価	138
6. 選鉱場現状診察の結果と提案	141
6. 1 選鉱実収率の改善案	141
6. 2 操業コストの低減策	142

6. 3	設備稼働率の改善案	143
6. 4	保全に関する改善案	144
6. 5	委託買鉱方式の改善案	146
6. 6	事務管理部門の合理化計画	150
7.	現状の経済評価	153
8.	選鉱場近代化計画	167
8. 1	概要	167
8. 2	パラル選鉱場既存設備の近代化計画	171
8. 3	グアナセビ選鉱場既存設備の近代化計画	184
8. 4	バロネス選鉱場既存設備の近代化計画	194
8. 5	バロネス選鉱場新プラント増設計画	205
8. 6	選鉱場近代化計画の経済評価	227
9.	結論	231
9. 1	3選鉱場の既存設備の近代化	231
9. 2	バロネス選鉱場新プラント増設計画	234
9. 3	各選鉱場に共通する近代化への提言	235

- Fig. 3. 1. 1 Geologic and Vein Map "Parral District"
- Fig. 3. 1. 2 Geologic and Vein Map "Guancevi District"
- Fig. 3. 1. 3 Geologic and Vein Map "Barones District"
- Fig. 3. 3. 1. a El Triunfo Y La Revancha -Plane-
- Fig. 3. 3. 1. b El Triunfo Y La Revancha -Longitudinal Section-
- Fig. 3. 3. 2 La Presa -Plane and Longitudinal Section-
- Fig. 3. 3. 3 La Esperanza -Longitudinal Section-
- Fig. 3. 3. 4 Tilita -Plane and Longitudinal Section-
- Fig. 3. 3. 5 La Fortuna -Plane and Longitudinal Section-
- Fig. 3. 3. 6 Unificaction Cordero -Plane and Longitudinal Section-
- Fig. 3. 3. 7 San Jose Chico -Plane and Longitudinal Section-
- Fig. 3. 3. 8. a Barradon -Plane and Longitudinal Section-
- Fig. 3. 3. 8. b Barradon (Chiripa) -Longitudinal Section-
- Fig. 3. 3. 9 Capuzaya -Plane and Longitudinal Section-
- Fig. 3. 3. 10 San Rafael -Plane and Longitudinal Section-
- Fig. 3. 3. 11 Ampl. Al Alto Nuevo Porvenir -Plane and Longitudinal Section-
- Fig. 3. 3. 12 Noche Buena -Plane and Longitudinal Section-
- Fig. 3. 3. 13. a San Roberto -Topographic Map-
- Fig. 3. 3. 13. b San Roberto -Longitudinal Section-
- Fig. 3. 3. 14. a San Bernabe y Pupa (Pupa) -Longitudinal section-
- Fig. 3. 3. 14. b San Bernabe y Pupa (San Bernabe) -Longitudinal Section-
- Fig. 3. 3. 15 Las Cumbres -Plane and Section-
- Fig. 3. 3. 16. a Calicanto -Plane and Longitudinal Section-
- Fig. 3. 3. 16. b Calicanto -Plane and Section-
- Fig. 3. 3. 17. a California -Plane-
- Fig. 3. 3. 17. b California -Longitudinal Section-
- Fig. 3. 6. 1 Flow sheet of Porral Plant
- Fig. 3. 6. 2 Figure of Organization and Personnel

Fig. 3. 6. 3	Flowsheet of Guanacevi Plant
Fig. 3. 6. 4	Figure of Organization and Personnel
Fig. 3. 6. 5	Flowsheet of Barones plant
Fig. 3. 6. 6	Figure of Organization and Personnel
Fig. 3. 7. 1	Metallurgical Balance at Parral Plant 1
Fig. 3. 7. 2	Metallurgical Balance at Parral Plant 2
Fig. 3. 7. 3	Metallurgical Balance at Parral Plant 3
Fig. 3. 7. 4	Metallurgical Balance of Buena Fortuna ore
Fig. 3. 7. 5	Metallurgical Balance of San Marcos
Fig. 3. 7. 6	Metallurgical Balance of San José Chico
Fig. 3. 7. 7	Metallurgical Balance of Capuzaya
Fig. 3. 7. 8	Metallurgical Balance of El Soto
Fig. 3. 7. 9	Metallurgical Balance of Bulk Flotation at Barones Plant
Fig. 3. 7. 10	Metallurgical Balance of Pb/Zn Flotation at Barones Plant
Fig. 3. 7. 11	Metallurgical Balance of Pb/Cu/Zn Flotation at Barones Plant
Fig. 3. 7. 12	Metallurgical Balance of Cyanidation at Barones Plant
Fig. 4. 1. 1	Flow sheet of Beneficiation test No. 1
Fig. 4. 1. 2	Result of Washing test of Jose Galindo Ore
Fig. 4. 1. 3	Flow sheet of Flotation test for Rosavio Oxide (Test No. 1)
Fig. 4. 2. 1	Relation between pH and Leaching time
Fig. 4. 2. 2	Flotabilities of Fundamental Flotation test on San Bernabe Ore
Fig. 4. 2. 3	Flow sheet on Differential Flotation test on San Bernabe Ore
Fig. 6. 6. 1	Flow chart of Rationalized office work
Fig. 8. 3. 1	Current flow sheet of Grinding Process at Guanacevi Plant

- Fig. 8. 3. 2 Flow sheet of Improvement Plant for Grinding Process at Guanacevi Plant
- Fig. 8. 3. 3 Current flow sheet of Flotation and Dewatering Process at Guanacevi Plant
- Fig. 8. 3. 4 Flow sheet of Improvement Plan for Flotation and Dewatering Process at Guanacevi Plant
- Fig. 8. 4. 1 Current flow sheet at Barones Plant
- Fig. 8. 4. 2 Flow sheet of Improvement Plan at Barones Plant
- Fig. 8. 5. 1 150 t/D Plant Flow Diagram
- Fig. 8. 5. 2 Lay Out of 150 t/D Plant S=1/500
- Table 2. 1. 1 a) Gross National Production 1983~87
- Table 2. 1. 1 b) Mexican Mining Production 1983~87
(in Millions of Pesos)
- Table 2. 1. 3 Mexican Export 1983~87 (in Millions of Pesos)
- Table 3. 4. 1 Estimation of the Mining cost
- Table 3. 7. 1 Metallurgical Balance of each Plant (1988)
- Table 3. 7. 2 Metallurgical Balance of each Plant (1989)
- Table 3. 7. 3 Net sales of Concentrates Parral Plant (1989 Jan~June)
- Table 3. 7. 4 Net sales of Concentrates Guanacevi Plant (1989 Jan~July)
- Table 3. 7. 5 Net sales of Concentrates Barones Plant (1989 Jan~July)
- Table 4. 1. 1 Main equipment for Beneficiation test
- Table 4. 1. 2 Beneficiation tests at Parral
- Table 4. 1. 3 Result of Beneficiation test for Casale Ore
- Table 4. 1. 4 Metallurgical Results of Flotation tests for each Ore
- Table 4. 1. 5 Metallurgical Result of Flotation test for mixed Ore

Table 4.1.6	Main Equipment for Beneficiation test
Table 4.1.7	Beneficiation tests at Guanacevi
Table 4.1.8	Results of Flotation tests for Rosario Oxide
Table 4.1.9	Metallurgical Results of Flotation tests for each Ore
Table 4.1.10	Metallurgical Result of Flotation test for mixed Ore
Table 4.1.11	Main Equipment for Beneficiation test
Table 4.1.12	Beneficiation test at Barones
Table 4.1.13	Assay of crude Ore
Table 4.1.14	Effect of Particle size on Au, Ag Dissolution
Table 4.1.15	Effect of Agitation time on Au, Ag Dissolution
Table 4.1.16	Effect of Pb (NO ₃) ₂ added
Table 4.1.17	Effect of hot pulp agitation
Table 4.1.18	Result of Washig and Decantation test
Table 4.1.19	Metallurgical Results of Beneficiation tests for each Ore
Table 4.1.20	Metallurgical Results Beneficiation tests for mixed Ore
Table 4.1.21	Sampling data of Cyanidation Plant (Salvador Iugo Ore)
Table 4.2.1	Complete Analysis
Table 4.2.2 a)	Analytical Result by X-ray Powder Method
Table 4.2.2 b)	Analytical Result by X-ray Powder Method (Refernce)
Table 4.2.3	Microscopic Observation I
Table 4.2.4	Result of EPMA Observation
Table 4.2.5	Microscopic Observation II
Table 4.2.6	Result of Liquid Analysis (mg/l)
Table 4.2.7	Result of Liquid Analysis (mg/l)
Table 4.2.8	Result of Sand Analysis
Table 4.2.9	Result of Sand Analysis
Table 4.2.10	Extraction Rate of Metals

- Table 4.2.11 Metallurgical Results of Fundamental Flotation test on San Bernabe Ore
- Table 4.2.12 Result of Differential Flotation test on San Bernabe Ore
- Table 4.2.13 Expected Metallurgical Result on San Bernabe Ore
- Table 5.2.1.a Evaluation of the mines based on ore reserved Parral
- Table 5.2.1.b Evaluation of the mines based on ore reserved Guaracevi
- Table 5.2.1.c Evaluation of the mines based on ore reserved Barones
- Table 6.4.1 Schedule of anual maintenance
- Table 6.4.2 Example form of machine register
- Table 6.4.3 Example form of daily report of grinding
- Table 6.4.4 Example form of daily report of flotation
- Table 6.6.1 Example form of the copmarison between budget and results
- Table 7.1.1 Statement of Profits and Losses, Parral plant (Jan. 1, 1988- Dec. 31, 1988)
- Table 7.1.2 Total Revenues, Parral plant (Jan. 1, 1988-Dec. 31, 1988)
- Table 7.1.3 Total Costs of Revenues, Parral plant (Jan. 1, 1988-Dec. 31, 1988)
- Table 7.1.4 Detailed Operation Costs, Parroal plant (Jan. 1, 1988-Dec. 31, 1988)
- Table 7.1.5 Statement of Profits and Loses, Parral plant (Jan. 1, 1989-Jun. 30, 1989)
- Table 7.1.6 Total Revenues, Parral plant (Jan. 1, 1989-Jun. 30, 1989)
- Table 7.1.7 Total Costs of Revenues, Parral plant(Jan. 1, 1989-Jun. 30, 1989)
- Table 7.1.8 Detailed Operation Costs, Parral plant (Jan. 1, 1989-Jun. 30, 1989)

- Table 7.1.9 Business Analysis Indexes, Parral plant (Jan. 1, 1989-Jun. 30, 1989)
- Table 7.1.10 Fixed and Variable Costs, Parral plant (Jan. 1, 1989-Jun. 30, 1989)
- Table 7.1.11 Variable Costs Ratio, Break-Even Point, etc., Parral plant (Jan. 1, 1989-Jun. 30, 1989)
- Table 7.2.1 Statement of Profits and Losses, Guanacevi Plant (Jan. 1, 1989-Dec. 31, 1989)
- Table 7.2.2 Total Revenues, Guanacevi Plant (Jan. 1, 1988-Dec. 31, 1988)
- Table 7.2.3 Total Costs of Revenues, Guanacevi Plant (Jan. 1, 1988-Dec. 31, 1988)
- Table 7.2.4 Detailed Operation Costs, Guanacevi Plant (Jan. 1, 1988-Dec. 31, 1988)
- Table 7.2.5 Statement of Profits and Losses, Guanacevi Plant (Jan. 1, 1989-Jun. 30, 1989)
- Table 7.2.6 Total Revenues, Guanacevi Plant (Jan. 1, 1989-Jun. 30, 1989)
- Table 7.2.7 Total Costs of Revenues, Guanacevi Plant (Jan. 1, 1989-Jun. 30, 1989)
- Table 7.2.8 Detailed Operation Costs, Guanacevi Plant (Jan. 1, 1989-Jun. 30, 1989)
- Table 7.2.9 Business Analysis Indexes, Guanacevi Plant (Jan. 1, 1989-Jun. 30, 1989)
- Table 7.2.10 Fixed and Variable Costs, Guanacevi Plant (Jan. 1, 1989-Jun. 30, 1989)
- Table 7.2.11 Fixed and Variable Costs, Guanacevi Plant (Jan. 1, 1989-Jun. 30, 1989)
- Table 7.3.1 Statement of Profits and Losses, Barones Plant (Jan. 1, 1988-Dec. 31, 1988)

Table 7.3.2	Total Revenues, Barones Plant (Jan. 1, 1988-Dec. 31, 1988)
Table 7.3.3	Total Costs of Revenues, Barones Plant (Jan. 1, 1988-Dec. 31, 1988)
Table 7.3.4	Detailed Operation Costs, Barones Plant (Jan. 1, 1988-Dec. 31, 1988)
Table 7.3.5	Statement of Profits and Losses, Barones Plant (Jan. 1, 1989-Jun. 30, 1989)
Table 7.3.6	Total Revenues, Barones Plant (Jan. 1, 1989-Jun. 30, 1989)
Table 7.3.7	Total Costs of Revenues, Barones Plant (Jan. 1, 1989-Jun. 30, 1989)
Table 7.3.8	Detailed Operation Costs, Barones Plant (Jan. 1, 1989-Jun. 30, 1989)
Table 7.3.9	Business Analysis Indexes, Barones Plant (Jan. 1, 1989-Jun. 30, 1989)
Table 7.3.10	Fixed and Variable Costs, Barones Plant (Jan. 1, 1989-Jun. 30, 1989)
Table 7.3.11	Variable Costs Ratio, Break-Even Point, etc., Barones Plant (Jan. 1, 1989-Jun. 30, 1989)
Table 7.3.12	Suppositional Statement of Profits and Losses, Barones Plant (Jan. 1, 1989-Jun. 30, 1989)
Table 7.3.13	Suppositional Total Revenues, Barones Plant (Jan. 1, 1989-Jun. 30, 1989)
Table 7.3.14	Suppositional Total Costs of Revenues, Barones Plant (Jan. 1, 1989-Jun. 30, 1989)
Table 8.1.1	Summary of Modernization Plan for the Existion Equipments
Table 8.1.2	Estimated Metallurgical Results of the Barones New Plant
Table 8.2.1	Cost Estimation for Introduction of Computer

Table 8.4.1	Metallurgical Results of Barones Beneficiation Plant after Improvement
Table 8.4.2	Net Sales of Concentrates After Improvement, Barones Plant
Table 8.5.1	Net Sales of Concentrates, Barones New Plant
Table 8.6.1	P/L between Modernization Plan and Present at Parral Plant
Table 8.6.2	Cashflow on Modernization of Existing Facilities at Parral Plant (Case of standard Ag price)
Table 8.6.3	Cashflow on Modernization of Existing Facilities at Parral Plant (Case of 10% up Ag price)
Table 8.6.4	Cashflow on Modernization of Existing Facilities at Parral Plant (Case of 10% down Ag price)
Table 8.6.5	P/L between Modernization Plan and Present at Guanacevi Plant
Table 8.6.6	Cashflow on Modernization of Existing Facilities at Guanacevi Plant (Case of Standard Ag price)
Table 8.6.7	Cashflow on Modernization of Existing Facilities at Guanacevi Plant (Case of 10% up Ag price)
Table 8.6.8	Cashflow on Modernization of Existing Facilities at Guanacevi Plant (Case of 10% down Ag price)
Table 8.6.9	P/L between Modernization Plan and Present at Barones Plant
Table 8.6.10	Cashflow on Modernization of Existing Facilities at Barones Plant (Case of standard Ag price)
Table 8.6.11	Cashflow on Modernization of Existing Facilities at Barones Plant (Case of 10% up Ag price)
Table 8.6.12	Cashflow on Modernization of Existing Facilities at Barones Plant (Case of 10% down Ag price)
Table 8.6.13	Cashflow on Modernized Plant (150 t/day) at Barones (Case of standard Ag price)

- Table 8.6.14 Cashflow on Modernized Plant (150 t/day) at Barones
(Case of 10% up Ag price)
- Table 8.6.15 Cashflow on Modernized Plant (200 t/day) at Barones
(Case of standard Ag price)
- Table 8.6.16 Cashflow on Modernized Plant (200 t/day) at Barones
(Case of 10% down Ag price)
- Table 8.6.17 Cashflow on Modernized Plant (150 t/day) plus Modernization
of Existing Facilities at Barones
(Case of standard Ag price)
- Table 8.6.18 Cashflow on Modernized Plant (150 t/day) plus Modernization
of Existing Facilities at Barones
(Case of 10% up Ag price)
- Table 8.6.19 Cashflow on Modernized Plant (200 t/day) plus Modernization
of Existing Facilities at Barones
(Case of standard Ag price)
- Table 8.6.20 Cashflow on Modernized Plant (200 t/day) plus Modernization
of Existing Facilities at Barones
(Case of 10% down Ag price)
- Appendix - A X-ray diffraction patternes
- Appendix - B Microscopic analysis
- Appendix - C EPMA

要 約

(1) 鉱業ポテンシャルの要約

1) パラル選鉱場地区

パラル選鉱場を中心とした鉱床地帯は、歴史の古い鉱山地帯であるが、過去に大規模な採掘が行なわれた部分が少ない。また、酸化鉱も十分掘尽くされてなく、さらに硫化鉱は殆ど未探鉱に終わっている。したがって鉱量は十分あるものと推定される。鉱石の品位は高く、安定している。鉱山の操業も安定していて、長期にわたる鉱石の安定供給が期待出来る。

2) グアナセビ選鉱場地区

当地は古くから、大規模採掘の行なわれた鉱山地帯で、酸化鉱および硫化鉱が徹底的に採掘された地区である。したがって残鉱、当時のズリで現在鉱石として出鉱可能なもの等が給鉱の主体をなしているため、鉱山は設備的に充実しているものの、鉱量不足となっている。ここ2年間はサンタ・クルス鉱山の探鉱出鉱に依存して、選鉱処理量は維持出来るが、この間にCRM等の協力を得て探鉱を促進し、鉱量を確保することが重要である。

3) パロネス選鉱場地区

多量の鉱脈が密集した、歴史の古い鉱山地帯である。しかし、過去の採掘が酸化鉱を主体に行なわれたため、硫化鉱の発見に期待がもてる。他の2地区と異なり、委託選鉱費が安いこともあって、全般に低品位である。鉱山は活気にあふれ、個人の選鉱場やリーチング・プラントの建設案件がある。長期にわたり、鉱石の生産は維持されると考えられるが、個人の鉱石処理の影響を受けて鉱量、品位ともに変動に富むであろう。

(2) 選鉱試験の要約

調査した18鉱山の鉱物を、化学分析および物理分析した結果、銀鉱物は約70～80%が硫化鉱物であり、残りは自然銀であることが判明した。

選鉱試験については、パラルにおけるカサレ鉱の銀が低実収率であることの原因を

調査した結果、回収困難な銀は石英中に包含されていることが判明した。グアナセビのロサリオ鉱については、その酸化鉱と硫化鉱の混合浮選処理により、銀の実収率が改善されること、およびパロネスのカリカント鉱の酸化鉱と硫化鉱の混合浮選一青化処理が銀の実収率を向上させることを明らかにした。

(3) 選鉱場現状診断の要約

診断結果と提案は3選鉱場に共通している。これらのうち選鉱実収率の改善、操業コストの低減策、設備稼働率の改善案、保全に関する改善案は互いに関連があり、その根底にある基本的な案件は、選鉱場の一部についての計装化・自動化と保全・修理体制の確立、委託選鉱方式の全量買取方式への転換である。

まず計装化・自動化は、経験と勘、多くの人手、過剰な物品、エネルギーの消費およびこれらが結果的に実収率、コスト、稼働率に影響を及ぼしている点を改善し、最終的には安定操業を目標とするものである。このためには各要因すなわち、給鉱量、磨鉱粒度、用水量、試薬添加量、パルプ濃度およびpH値等のコントロールが必要であり、これらの最適条件を把握するには、日常の操業におけるデータの集積が重要である。また客観的、連続的なデータ収集のための計装化も行なう必要がある。さらにこれらのハード部分の他、運転員やスタッフの操業管理技術の習得も並行して行うことが重要である。

次に故障発生時に修理という現状は、工程負荷のバラツキ、運転負荷率の不適性、運転効率の低下、メンテナンス費用の増加、部品、予備品の在庫適性の欠如そしてこれらの結果としての設備稼働率の低下を招いている。これらへの総合的な対応として保全、修理体制の確立を提案する。具体的にはまず日常の保全点検から始める。これには点検チェック・シート方式による複数人員でのチェックを行なう。次に長期的には年間整備計画と定期的休転整備が必要で、これらは整備機器台帳に記録され、以後の計画整備、部品適正在庫の資料とする。以上に加えて、故障検知機器の導入を図り、監視員の負担減、人為的見落としの防止等へ対応する。

委託・買取混合選鉱方式は、断続運転とこれに伴う運転開始時、休転時の時間ロス、物品浪費、待時間ロス、鉱石毎の操業条件変更、工程の複雑性および最終的には稼働

率の低下と多くの欠点がある。これの解決は全量買取方式への切替以外にはない。これにより上記の欠点が改善されるのみならず、月間、年間の計画立案が可能となり、管理選鉱方式の導入が可能になる。このため先ず、過去の選鉱実収率、選鉱試験による実収率を参考に買取実収率条件を一律に決定する。これは毎月の結果を集積し、より現実的条件へと改訂してゆく。買取に当り対象下限品位を設定する。難処理鉱については別途買取条件を設定する。これらに製錬条件、T/C、R/C、ペナルティーおよび販売費を含めた条件を加味して、鉱石買取方式を決定する。個々の鉱山の鉱石は一見多様多種に見えるが、地質鉱床的には一群の鉱床を対象に採掘しているに過ぎないので、酸化鉱、硫化鉱、高品位鉱、低品位鉱および難処理鉱程度の受入れ区分で十分対応できるであろう。

事務部門の改善案としては、計画管理方式を提案する。これは十分検討して作成された予算を規準に、実算をこれに照合しつつ操業するもので、異常値の把握とその原因の究明と対応、将来の予測とその対応を目的とする。そのデータの蓄積は操業に反映され、収益分析や最適人員計画にも活用される。ここでは年度予算または半期予算を前提に原料線、処理計画、鉱石受入、分析、事務等の予算に基づき総合収支予算を作成する。さらに人員計画、資金計画も必要である。これらは毎月の実算と比較検討する。その作業の簡素化、省力化、人員の適正化を図るため、パーソナル・コンピューターを導入し、各種帳簿の作成記録、結果の解析を行ない健全なる運営の基礎とする。

(4) 現状の経済分析の要約

1989年1月からCFMでは選鉱費を一斉に値上げし、委託選鉱費はトン当たり一律30,000ペソ（買鉱では13US\$, 調査時34,450ペソ, 1\$ = 2,650ペソ）となっている。

しかし、バロネス選鉱場だけは、中小鉱山組合の反対により、値上げ幅が小さく16,500ペソの委託選鉱費（買鉱では17,500ペソ）に抑えられている。このため1989年上半期は処理鉱石トン当たり、パラルでは5,228ペソの経常利益、グアナセビが3,815ペソの経常損失となっているのに対し、バロネスでは15,799ペソの経常損失となっている。もし、バロネスが現在と同一条件で委託選鉱費が30,000ペソであると仮定して

収支を計算すれば、1,990ペソの経常損失となる。

以上により、選鉱場近代化計画はパラルについては、より効率を高めること、グアナセビは損失の消滅を図り、さらに効率を高めること、バロネスについては損失の幅を可能な限り減少させることが主たるテーマとなる。

1) パラル選鉱場

資産の再評価がされていないことを除けば、健全な運営を行っており大きな問題はない。損益分岐点を見ると、売上高が現在の2/3近くに低下しても赤字にならないことを示しており、現状のままでも極めて安定した経営状態にある。

ただし、設備維持、更新のための計画的な投資が長期間行なわれていないため、設備が老朽化している点、将来に不安がある。

資産の再評価を行なって適正な償却を実施すること、および設備維持、更新の投資を実行することが重要である。

2) グアナセビ選鉱場

ほとんど毎年、かなり大幅な赤字を計上している。当地域の鉱業ポテンシャルが低く、今後処理鉱量が低下する傾向にあるため、売上高の大幅増加を期待するのは難しい。

収支改善のためには、操業の合理化を図って原価を大幅に削減する以外に方策はない。例えば、総経費（売上原価＋一般管理費）の14%を削減して初めて収支が均衡する。厳しい操業管理を行なって上記の経費削減を達成する必要がある。

3) バロネス選鉱場

毎年、非常に大幅な赤字操業を余儀なくされており、今回調査した3選鉱場の中では最も大きな問題を抱えた選鉱場である。損失の真の原因は、委託選鉱費と買鉱選鉱費が共に実際の選鉱費から大きくカイ離れたレベルに抑えられていることにある。

赤字を解消するには、操業コストの大幅な削減を実行しなければならないが、同時に選鉱費の改訂も必要である。しかし、改訂については地域の政治問題化しており、他の選鉱場並の選鉱費の増額を申し入れても解決は困難であると思われるので、質のよい資金を利用して、近代的な設備を持つ新しい選鉱場を増設し、現在の低い

実収率を向上させると共に、操業管理の合理化を断行して、操業コストを大幅に削減させると同時に、最小限度の選鉱費改訂を実施しなければ改善は実現しないであろう。

(5) 選鉱場近代化計画の要約

各選鉱場単位で述べる。

1) パラル選鉱場既存設備の近代化

設備の老朽化対策、維持さらに効率上昇、操業の安定化、労働条件の改善および省力化を図ることを目的とする。条件として処理鉱量は現状と同一の 6,400t/月、品位Au 0.74g/t, Ag 325g/t, Pb 0.2%, Zn 0.2%とする。近代化により選鉱実収率は各金属につき 2～3%の上昇が可能であり、Au 67.20%, Ag 68.25%, Pb 52.5%およびZn 47.25%の実収率を前提とする。

近代化工事の内容は

- a) 老朽化したボールミルの更新
- b) 破碎系統の粉塵による機械、電気系統の故障、労働者の塵肺への対象としての集塵装置の強化
- c) 操業安定のための計装化
- d) 省力化、正確迅速化のための事務部門の合理化

である。設備投資額は合計14億9300万ペソ (56万3000US\$) であり、これらにより処理鉱量 t 当り 3,556ペソ改善される。現在の経常利益 t 当り 5,288ペソと合わせ地域鉱業振興に充分寄与できる。

なお IRR は 19.9% で、銀建値約 10% 低下の時 18.0%、約 10% 上昇の時 21.7% であり、ARR は 18.3%、PB は 5.5 年である。

なお投資に関わる諸条件は、

- a) 収入計算の基礎となる金属建値は 1989 年 1～6 月の国際金属建値の平均値。
- b) 精鉱販売の製錬条件は IMMSA (メキシコの主要製錬会社) の条件。
- c) 金利は 5% としたが、これは米州開発銀行等の国際金融機関の融資を前提に考えていることによる。

- d) 減価償却期間は機械・設備が10年，建物・構築物が15年，残存価額5%，定額償却とした。
- e) US\$とペソとの換算は，調査当時の1\$ = 2,650ペソを用いている。
- f) 投資相当分の収入増分（選鉱実収率効果）と投資相当分の原価減分（選鉱費，一般管理費のコスト削減効果）を加算したものが改善効果総額であり，これを基準にDCF法によりIRRを求めた。
- g) 投資効率 ARR(%)は {改善効果総額 - (減価償却費 + 金利)} / 投資額
- h) 回収機関 PBは投資額回収の年数で $1 / ARR$ で示される。
- i) 感度分析は多くの要因，たとえば選鉱実収率，鉱石の品位等があるが，ここでは銀の建値変動を用いた。変動幅はa)の平均値を規準に上下約10%づつとした。

以下各選鉱場についても同じ条件である。

2) グアナセビ選鉱場既存設備の近代化

設備の維持，省エネルギー化，操業の安定化，物品費削減および事務部門の省力化と合理化を目的とする。条件として処理鉱量は現状を維持し7,751t/月，品位はAu 1.45g/t，Ag 253g/tとする。近代化によりAu，Agの実収率は現状より約2.3%上昇が可能であり，それぞれ約80%を前提とする。

近代化工事内容は

- a) 省エネルギーのためのフィルタープレスの新設。
- b) 省エネルギーと操業安定化のための磨鉱系統の改善。
- c) 物品費削減と操業安定化に必要な試薬設備の増強。
- d) 省エネルギーのための浮選系統の合理化。
- e) 省力化のための事務部門の合理化。

である。以上の設備投資額は8億1000万ペソ（30万6000US\$）であり，収支は処理鉱量t当り5,155ペソ改善される。現在の赤字を補填してなお1,340ペソの経常利益となる一方，鉱山への負担は発生しない。

なおIRRは49.5%で，銀建値約10%低下の時47.5%，約10%上昇の時51.5%であり，ARRは59.2%，PBは1.7年である。

3) バロネス選鉱場

選鉱場の稼働率が低く、鉱山の出鉱制限、山元での貯鉱が発生している。また高品位、多量出鉱可能な鉱石は、近く同じCFMのエル・ボテ鉱山において高い委託選鉱費で処理されている。さらに多量の埋蔵鉱量を有する中鉱山は個人選鉱場やリーチングプラント建設を計画し、また中小鉱山の鉱石を対象とした個人の委託、買取り選鉱場建設も行われている。以上の状況とバロネスの安い選鉱費のため、低品位、難処理鉱、小口出鉱はバロネスへ、良質、高品位、多量出鉱は他選鉱場に集中する傾向にある。このためバロネスは実収率、操業率の低下、赤字操業と悪循環を繰り返している。その改善は極めて困難であり、既存設備の改善と併せて、実収率向上と硫化鉱の付加価値上昇を目的とした新選鉱場増設により対応せざるを得ない。

A) 既存設備の近代化

条件として処理鉱量は現状を維持し 9,056t/月、品位はAu 0.47g/t, Ag 175g/t とする。

- a) 選鉱試験結果、酸化鉱と硫化鉱の混合処理が、より実収率を向上させることが判明したので、その実現のための浮選、青化処理の系統の改善。
- b) 操業安定化、物品費節約、労働条件の改善（監視体制の機械化）を図るための計装化、自動化。
- c) 事務部門の省力化、合理化を目的とした改善。

を提案する。その投資額は6億1200万ペソ（21万1000US\$）であり、その改善効果は処理鉱量1t当たり4,262ペソとなる。また、選鉱実収率は、Au 2%、Ag 4%の向上が期待され、人員21名の削減が可能である。

なおIRRは52.7%で、銀建値約10%低下の時51.0%、約10%上昇の時54.4%であり、ARRは63.7%、PBは1.6年である。

B) 近代的新選鉱場の増設工事

現バロネス選鉱場に隣接して、鉛一銅一亜鉛優先浮選の新選鉱場（破碎一磨鉱一浮選一脱水）を増設する。計画処理鉱量は、鉱山側の貯鉱、生産制限および選鉱場の貯鉱等を考慮して、150t/日と200t/日の間に適正量があると考えられるので、2ケースを検討した。品位はAu 0.8g/t, Ag 160g/t, Pb 0.8%, Cu 0.4

%, Zn 1.6%を, 選鉱実収率はAu 33 %, Ag 76 %, Pb 73 %, Cu 86 %, Zn 68%を前提とした。人員21名である。

設備は

a) 機械・電機設備

b) 土木・建設

で総額 160億 2,500万ペソ(604万7000US\$, 150t/日)または 176億 2,800万ペソ(665万1000US\$, 200t/日)である。結果, 処理鉱量t当り 2,762ペソまたは, 11,006ペソの利益となる。先の既存設備の近代化による改善と合計し, パロネス全体の近代化の効果は, 8,451ペソまたは12,487ペソとなる。したがって, 現状の赤字15,799ペソはなお依然として 7,348ペソまたは 3,312ペソの赤字として残る。この差額は中小鉱山に選鉱費の改訂分として負担して貰わざるを得ない。

結論として近代化計画を実施すると同時に, 選鉱費は現行16,500ペソ/tを 25,000ペソ/tに値上げ断行することである。

なお, 選鉱場増設に係わるIRRは 150t/日で 6.5%, 200t/日で 9.2%であり, 既存設備の近代化と選鉱場増設を合計した場合は, 前者で 8.5%, 後者で 10.7%となる。

先述条件に加えて, 選鉱場増設は工事期間2年とする。

1. 序 論

メキシコ合衆国エネルギー・鉱山・国営企業省 (SEMIP) の鉱業振興局 (CFM) では、メキシコ政府の経済再建政策に則り、国営事業の合理化、生産性の向上を図るための施策を実施中である。

本件はその一環としてCFMが運営する3ヵ所の選鉱場近代化計画の策定について、1988年9月にCFMと国際協力事業団が合意・署名した、SCOP OF WORKに基づいて調査を実施した結果を報告するものである。

メキシコ国内に分布する民間の中小鉱山は、経済・技術能力が弱く、個々に選鉱場を保有することが不可能である。したがって、これらの中小鉱山の育成・振興を目的にCFMは各鉱山地帯に選鉱場を設置し、管理・運営している。そして千以上の中小鉱山がその恩恵に浴している。しかし、CFM選鉱場の多くは選鉱実収率、設備稼働率等が低く、赤字経営を余儀なくされている。そのため上記策定が決定された。調査対象として選定された選鉱場は下記のとおりである。

- 1) PARRAL選鉱場, CHIHUAHUA州
- 2) GUANECABI選鉱場, DURANGO州
- 3) BARONES選鉱場, ZACATECAS州

また上記選鉱場に関係した、それぞれ6ヶ所の鉱山を調査した。

これらの選鉱場についての調査目的は次のとおりである。

- 1) 操業コストの削減
- 2) 設備稼働率の向上
- 3) 選鉱実収率の向上
- 4) 生産プロセスの拡張, 多様化, 統合化についての検討と評価
- 5) 予備保全体制の確立による設備稼働率の向上

調査は、現地調査に先立ち日本国内で事前準備を行ない、これに基づいて調査計画を立案しインセプション・レポートを作成した。当レポートをCFMへ提出、説明、協議の後、現地調査を実施した。現地調査では

- 1) 資料収集および整理

- 2) 鉱業ポテンシアル調査
- 3) 選鉱場の現状調査
- 4) 選鉱試験
- 5) 財務・経済データの収集
- 6) 選鉱場の現状診断

を実施後、直ちに調査概要を現地で報告、討議し、これらをまとめて、プロGRESS・レポートを作成し、CFMへ提出、説明、協議を行なった。

現地調査結果および得られた資料に基づき、日本国内で解析作業および試験を実施した。その内容は

- 1) 現地調査結果のまとめと解析
- 2) 日本国内での選鉱試験の実施と結果解析
- 3) 鉱業ポテンシアル評価
- 4) 選鉱場の現状診断の結論と提案
- 5) 選鉱場近代化計画の策定
- 6) 経済評価

である。以上を総合して、ファイナル・レポートとしての当報告書のドラフトを作成し、これをCFMへ提出、説明、協議し、そのコメントに基づき報告書を完成させたものである。

実施にあたり調査団員6名とこれに対するCFMのカウンター・パートおよび現地側協力として、各現地選鉱場の長以下各担当者、CFM支所の長、地質、採鉱、機械、電気関係者および中小鉱山の鉱山主とその各担当者の協力を得た。さらにCFMのオペサーの協力も得た。

現地調査日程は、採鉱・地質および経済・財務部門については、平成元年7月17日から同年9月14日までの60日間、選鉱、選鉱設備、選鉱試験および分析部門については、同年7月17日より同年10月11日までの87日間実施された。さらに当報告書の最終案についての討議を平成2年2月8日から同年2月16日までの9日間現地で行なった。

報告書の構成は、第1章の序論で当報告書の目的、調査の実施内容を説明する。第2章のプロジェクトの背景で、メキシコ合衆国の鉱業の現状と政策の概要に触れる。

第3章の現地調査結果のまとめと解析では、鉱業ポテンシャル評価の基礎となる、各選鉱場を中心とした地区の地質、鉱床、各鉱山の鉱量、生産を主体とした鉱山概況と採鉱コストを報告する。次に選鉱関係の基礎として、各選鉱場の概要と選鉱方法、メタルバランスと選鉱成績について報告する。そして保全状態、稼働率、分析部門について述べる。経済性検討の基本となる買鉱・委託条件および収支について、この章の最後に報告する。

第4章ではメキシコ国および日本国内で実施した選鉱試験結果について報告する。第5章の鉱業ポテンシャル評価では、各地区選鉱場の今後の運営継続性を判断するため、鉱量と鉱山の生産能力に基本をおいてポテンシャル評価する。第6章、選鉱場の現状診断の結論では、各選鉱場の選鉱実収率、選鉱コスト、選鉱設備、保全、委託・買鉱方式についてその改善案を述べ、さらに事務管理部門の合理化計画を報告する。第7章では、現状における経済評価を述べる。

第8章では、選鉱場毎の既存設備について、その近代化計画および必要な設備の投資額とその経済的効果について述べる。さらに最も問題のあるパロネス選鉱場については、新プラント増設計画について特に一節を設けて述べる。以上の投資案件についての経済的評価を最後にまとめて行なう。

第9章で今回の調査の結論として、3選鉱場の既存設備の近代化およびパロネス選鉱場新プラント増設計画をまとめ、さらに各選鉱場に共通する近代化への提言を述べて、報告を終了する。

なお諸表、図面および資料は巻末に一括して示した。

2. プロジェクトの背景

— メキシコに於ける鉱業の現状と政策 —

(1) メキシコ鉱業の現状

メキシコは世界でも有数の鉱物資源保有国である。国土の約2/3は鉱物資源を胚胎する地質条件にあり、銀、銅、鉛、亜鉛等の金属鉱物の他、セレストライト、螢石、パライト、硫黄等の非金属鉱物資源に恵まれ、豊富な埋蔵量を有している。

非鉄金属鉱物は北部の州に多く賦存し、銅はソノーラ州、銀・鉛・亜鉛はチワワ州、コアウイラ州、ドウランゴ州、サカテカス州、サンルイス・ポトン州等から産出している。また、メキシコの戦略的鉱物である燐、硫黄、及び鉄はそれぞれ南バハ・カリフォルニア州、ベラクルス州及びコリマ州が主生産地となっている。

メキシコに於ける鉱業は、地域の振興、工業原料の供給、外貨獲得、雇用の確保といった重要な役目を着実に果たしてきている。全国で約250の市町村に於いて鉱業活動が登録され、221,000人の直接雇用が確保されている。

1987年の鉱業部門の生産額は約38,000億ペソに達し、国内総生産の1.3%を占めた(表2・1・1参照)。内訳は銀が最も多く29%を占め、次いで銅17%、硫黄13%、亜鉛11%であった。メキシコが世界(共産国を除く)の生産量の第1~5位にランクする鉱産物は銀(1位)、ビスマス、セレストライト、螢石、グラファイト(以上2位)、アンチモン、パライト(以上3位)、モリブデン、亜鉛、ヒ素、カドミウム、硫黄(以上4位)、水銀、鉛(以上5位)と14種の多くに達している(表2・1・2参照)。ちなみに、上記14鉱種の生産でメキシコの石油を除く鉱物生産額の約70%を占めている。なお、1987年の鉱業部門の輸出額は約13,800億ペソで、メキシコの輸出総額の52%であった(表2・1・3参照)。このような鉱業生産に携わる企業の形態を生産比率で表すと、国営企業が54%、民間大企業30%、中小鉱山16%となっている。但し、現在進められている公営企業の民営化等が進めば、この比率は変わり、公営企業の所管は戦略的主要鉱物のみとなる予定である。

鉱業に従事する主な企業は、民間企業がペニョーレス・グループ、IMMSA グルー

プ、サン・ルイス工業グループ、フリスコ社、リアル・デ・アンヘレス鉱山で、他に公営企業としてパン・アメリカン硫黄公社、イスツモ輸出公社（硫黄）、ベニート・ファーレス・ベニャ・コロラダ鉱業会社グループ、メキシコ燐鉱石公社、塩輸出公社、カナネア鉱山、メヒカーナ・デ・コブレ社、リオ・エスコンディード炭鉱会社、リアル・デル・モンテ・イ・パチューカ鉱山、クエバス鉱山（螢石）等がある。メキシコの鉱業生産の三大柱の一つである中小鉱山（全国に約3,000の鉱山がある）については、これを育成・促進するため、鉱業振興局（CFM）、鉱物資源局（CRM）及びメキシコ非金属鉱物基金といった国家機関を通じ国が鉱業全般にわたる技術・資全面的支援を行っている。今回の調査の対象となったCFMの選鉱場は自家用の選鉱場を持ってないこれら弱小中小鉱山から産出される鉱石を処理し製錬原料とするために国の助成策の一環としてCFMが全国各地に設けたもので、中小鉱山の振興のためには無くてはならぬ設備である。

メキシコの主要鉱産物の品目別概要は下記の通りである

1) 銀

1983～87年の銀の生産量は年平均2,154tで、1987年には世界の生産量の18%にあたる2,415t（前年比4.9%増）を生産し、前年に引続きメキシコは世界第1位の座を占めた。1987年は前年同様ミネーラ・リアル・デ・アンヘレス（国内生産シェア12%）などの大鉱山が順調に操業し、かつ堅調な市場が中小鉱山の生産にも好影響を与えた。この間の生産量の約70%を占める7,583tが地金として、アメリカ、日本、イギリス、スウェーデンなどに輸出されたが、アメリカ（73%）と日本（19%）の2ヶ国でその90%以上を占め、アメリカについては同時期に於ける銀輸入量の26%にあたる。

1988年の銀の生産量は2.3%減の2,359tとなったが、世界第1位を維持している。生産減の主な原因は国際価格の低迷にあるが、リアル・デ・アンヘレス鉱山で品位低下や操業上のトラブルのため一部で採掘が停止したことなども影響している。

2) ビスマス

1983～87年のビスマスの年平均生産量は733tで、1987年は世界の生産量の23%

強にあたる1,012tを生産し、メキシコは世界第2位を占めた。メキシコではビスマスは鉛生産の副産物として生産される。鉛の生産量で第5位にランクされているため、メキシコはビスマスの生産においても数年来常に世界第5位以内に位置している。1983～87年まで、メキシコは毎年、平均生産量の42%に当る307tのビスマスを輸出したが、輸出先は57%がアメリカ（アメリカの輸入の31%）、ベルギーとルクセンブルグが39%、その他4%となっている。1988年の生産量は不明であるが、世界第2位のランクは保有している。

3) セレストライト

1983～87年のセレストライトの生産量は年平均34,720tで、1987年は世界の生産量の約24%に当たる47,739tを生産し、メキシコはトルコに次いで世界第2位にランクした。大消費地アメリカに近いコアウイラ州に主要なセレストライト鉱床が分布していることが生産地メキシコを有利にしている。メキシコは最近トルコの追上げを受け、第1位の地位を譲ってはいるもののここ5年間は常に世界の5位以内にはいるセレストライトの主要生産国である。1983～87年までの総輸出量は194,429tで、ほとんど全てアメリカ向け（94%）、残り6%はその他諸国向けとなっている。1988年の生産量は不明だが世界第1位にもどした模様。

4) 螢石

1983～87年の螢石の生産量は年平均672千tで、1987年には世界の生産量の15%である724千tを生産し、メキシコはモンゴル（744千t）に次いで世界第2位となった。豊富な螢石資源を有し、かつ最大の市場であるアメリカに近いことがバライトやセレストライト同様メキシコを有利にしている。この期間の生産量の83%が輸出され、この内45%をメタラジカル・グレードが、55%をアシド・グレードが占めた。メタラジカル・グレード約1,200千tの輸出先の内訳はアメリカ44%、日本12%、カナダ8%、その他20ヶ国以上で36%となっている。また、アシド・グレード約1,500千tの輸出先内訳はアメリカ65%、カナダ8%、その他10ヶ国以上で27%である。この期間のアメリカの螢石輸入量2,400千tのうち51%はメキシコからのものである。

5) グラファイト

1983～87年のグラファイトの生産量は年平均39,510tで、1987年は世界の生産量の6%強に当る38,461tを生産し、メキシコは韓国に次いで世界第2位にランクした。なお、1988年のメキシコの実績は前年比17%増となり、韓国を抜いて第1位を占めた。主要産地のソノラ州が生産物のほとんどの輸出先であるアメリカに近いということが生産国としてのメキシコに有利に働いている。1983～87年間の輸出は年平均19,711tで生産量の約半分を占めた輸出先の内訳はアメリカが圧倒的に多く97%である。アメリカの輸入の45%はメキシコからのものである。

6) アンチモン

1983～87年のアンチモンの生産量は年平均3,205tで、1987年は世界の生産量の5%に当たる2,839tを生産し、メキシコはボリビアと南アに次いで世界第3位にランクした。メキシコではアンチモン鉱石の生産はほとんどが小鉱山によるもので、これが全体の生産の約38%を占めており、今のところ大規模で商業開発が可能なアンチモン単味の鉱床は発見されていない。アンチモン生産の62%は鉛製錬過程の副産物として産出しているため、メキシコが世界の主要なアンチモン生産国としてランキングされるのは鉛製錬に伴うアンチモン回収に依るところが大きい。この間の輸出量は生産量の75%を占め、鉱石はほとんど全量がアメリカ向けに輸出されているが、地金の輸出先は51%がアメリカ、25%がブラジル、24%がその他となっている。

7) バライト

1983～87年のバライトの生産量は年平均395千tで、1987年は世界総生産の9.2%である401千tを生産し、メキシコは世界第3位を占めた。メキシコにはバライトの埋蔵量が多く、生産・輸出が盛んな一方、主に石油産業としてのバライト消費国でもある。同期間の生産量の約17%に当たる328千tが輸出され、そのほとんどを占める96%がアメリカ向けであった。

8) モリブデン

1983～87年のモリブデンの生産量は年平均4,286tで、1987年は世界の生産量の5%強である4,400tを生産し、メキシコは世界第4位にランクした。3位まで

(アメリカ・チリ・カナダの順)の総生産が全体の72%と圧倒的なシェアを占めているが、メキシコはこの5年間モリブデンの生産量で常に世界第5位以内を維持してきた。メキシコのモリブデン生産はメヒカーナ・デ・コブレ社及びフリスコ・グループ傘下のミネーラ・クモバビ社の2社による生産がほぼ100%を占めており、中でもメヒカーナ・デ・コブレ社の生産比率が約70%と圧倒的に大きい。同時期のモリブデン精鉱の輸出量は33,473tで輸出先の内訳は西独35%、中国30%、英国16%及びその他諸国19%となっている。

9) 亜鉛

1983~87年の亜鉛の生産量は年平均273千tで、1987年は世界総生産量の約4%に当たる271千tを生産し、メキシコはペルーに次ぎ世界第4位にランクした。メキシコの亜鉛生産が比較的堅調なのは、ここ数年来、鉛同様IMMSAグループ、ペニョーレス傘下の大鉱山における生産が順調に進んでいるためである。この間の輸出量は生産量の66%に当たり、29%は亜鉛地金、37%は鉱石による輸出となっている。鉱石の輸出は48%がベルギー・ルクセンブルグ、33%がアメリカ向けで残り19%が日本を含む10ヶ国以上向けである。一方、亜鉛地金の輸出先はアメリカが63%と大半を占め、以下ニカラグア9%、中国8%、コスタリカ4%などで、残り16%は日本を含む40ヶ国以上となっている。

10) ヒ素

1983~87年のヒ素の生産量は年平均4,603tで、1987は世界総生産量の約10%に当たる5,304tを生産し、メキシコは世界第4位を占めた(1988年は第3位)。1983~86年の間、メキシコはヒ素の生産で常に世界の第5位にランクしていた(1位スウェーデンとフランス、2位ソ連、3位チリ)。メキシコでのヒ素の生産は銅の製錬過程の副産物として得られるものが主でありそのため銅の生産動向がヒ素の生産に大きく影響している。1983~87年の間メキシコは総生産量の69%に当たる15,779tのヒ素(三酸化ヒ素)を輸出したが、内訳はアメリカ向けが97%残りの3%がブラジル向けであった。

11) カドミウム

1983~87年のカドミウムの年平均生産量は1,210tで、1987年は世界の生産量の

約7%に当たる1,249tを生産し、日本(13%)、アメリカ・カナダ(各8%)、ベルギー(7%)に次ぎメキシコが第4位にランクされた。メキシコではカドミウムは亜鉛生産の副産物として生産されるため、主産物である亜鉛の生産動向がカドミウム生産に与える影響が大きく、この点、ヒ素(銅の副産物)、アンチモン(鉛の副産物)の生産と事情を同じくしている。1983~87年の間、メキシコは毎年平均511t(生産量の42%)のカドミウムを輸出しており、精製カドミウムの輸出量2,533tの内57%はアメリカに、残り35%はその他諸国に輸出された。

12) 硫黄

1983~87年の硫黄の年平均生産量は1,960千tで、1987年は世界の生産量の4%強に当たる2,304千tを生産し、メキシコは世界第4位を占めた(1988年は3位)。収益性の高い大規模な硫黄鉱床が国の南東部の数ヶ所に賦存するが、これが硫黄の生産でメキシコが世界第5位以内にランクする要因となっている。メキシコは硫黄を戦略物質の1つとして位置づけており、採掘には国営企業が当たり生産量の80%以上を占めている。この5年間の輸出は年平均1,516千tで、生産量の77%に当たる。輸出先の内訳はアメリカが74%(アメリカの輸入の36%)、英国が8%、グアテマラが0.5%、その他17.5%である。

13) 水銀

1983~87年の水銀の生産量は年平均262tで、1987年は世界の生産量の2%に当たる124tを生産し、メキシコは世界の第5位にランクした。メキシコでは水銀の埋蔵量に比し生産量が少くしかも毎年生産量が大きく変動している(1988年は世界第4位)。これは生産の大半が小規模鉱山に依るため、計画的な探鉱や採鉱が実施されていないことが大きな原因の1つである。また、価格の変動が小規模鉱山の生産に与える影響は大きく、これもメキシコに於ける水銀生産量の変動の原因の1つになっている。この5年間では1985年の生産量394tがピークで、1987年の生産量はピーク時の1/3以下に落ち込んでいる。メキシコは1983~87年の間に水銀生産量の62%に当たる813tを輸出しており、輸出先はブラジルが53%、アルゼンチン32%、アメリカ4%、その他15ヶ国以上で11%となっている。

14) 鉛

1983～87年の鉛の年平均生産量は183千tで、1987年は世界の総生産量の5%強に当たる177千tを生産し、メキシコはペルーに次ぎ世界第5位にランクした(1988年はペルーを抜き第4位となった)。メキシコの鉛生産の90%はIMMSAグループ及びペニョールス傘下の大鉱山の生産によるもので、これら鉱山では一連の設備の近代化が進み複雑鉱(銀・鉛・亜鉛)の系統的且つ大規模な採・選鉱が可能になっている。1983～87年の総生産量の51%が精製鉛、鉱石、粗鉛の形で輸出されたが、精製鉛の主な輸出先はアメリカ(36%)、ベルギー・ルクセンブルグ(25%)、イタリア(15%)、ブラジル(4%)で、残り20%は35以上のその他諸国となっている。一方鉱石の主な輸出先はベルギー・ルクセンブルグ、アメリカでまた粗鉛の輸出先は日本、アメリカなどである。

(2) メキシコ鉱業政策

1) 沿革

メキシコの鉱業は、植民地時代には本国スペインにたいする富の供給源であり、独立後の一世紀においても銀の輸出により外貨獲得高の半分を稼いでいた。ポルフィリオ・ディアス時代(1877～1911)になると、豊富な資源と安い労働力という有利な投資環境で積極的な外資導入政策が進められ、金・銀以外の鉱石の採掘や鉱業部門の近代化が始まった。同時に、植民地時代からの資源開発権に関する法律が改正され、天然資源に対する国家支配は放棄され、鉱業権は外国人にも譲渡出来るようにした。鉱業部門の開発は国内の資本不足と鉱産物に対する国内需要の不足から海外市場への原料供給が唯一の目的とされるようになった。こうした状況下で、メキシコの鉱業活動は、完全に外国資本の支配下に置かれ諸外国の工業開発に対する原料供給源となっていた。その後、メキシコ革命を経て革命政権の基盤が強固になるにつれ、鉱業部門に対する国家の支配が段階的に強くなっていき、その結果が憲法第27条に謳われ、国家支配権の再構築が図られた。続いて鉱業振興局(CFM)や非再生資源審議局(CRMの前身)の設立等、鉱業振興に対する努力がなされたが、1961年に鉱業法が制定され、鉱業のメキシコ化が

加速的に促進されるようになる。1961年の鉱業法により、鉱山開発の主体はメキシコ政府、メキシコ人あるいはメキシコ資本がマジョリティーを占める法人と定められた。このメキシコ化政策は、1971年にカナネア鉱山会社がメキシコ化されたのをもって一応初期の目的を達成したと理解されている。その後、国民経済の発展に伴って、天然資源の有効利用に関する戦略と政策の見直しが必要となり、1975年に新しい鉱業法が制定された。新鉱業法は鉱業権の譲渡を受けたものに対し、開発への早期移行を強く義務付けると共に、国家の鉱業生産活動への直接参加について規定している。以上の結論として、基本的には外国資本に支配されていた鉱業のメキシコ化と、そのメキシコ化によって衰退していた鉱業の建て直しが歴代政権によって図られてきたと云える。この成果は、大巾な生産量の拡大となって表れている。1980年代に入って、大規模な投資プロジェクトが完成し、20世紀中頃から停滞ぎみであった鉱業国としてのメキシコの地位は再び浮上しつつある。しかしながら、1973年に制定された現行の外資導入法はその正式名称「メキシコの投資を促進し、外資を規制するための法律」が示す通り、一般に外国資本は会社資本金の49%以下に抑えられており、従来外国資本のメキシコ進出は必ずしも積極的であったとは云えない。国内資本が潤沢ではなく、開発が思うように進まないのが実状であった。ミゲル・デ・ラ・マドリツ政権では外資法の運用面を弾力的に行い多方面で外資の実質100%参加を可能にして積極的な外資の導入政策をとったが鉱業部門については適用外とされていた。

2) 現政権の鉱業政策

現在のサリーナス政権はデ・ラ・マドリツ前政権の政策を踏襲し、更に一步進めて外資導入法の施行規則を定め(1989年5月)、外資の100%参加を成文化すると共に、メキシコに対する投資手続きを大巾に簡略化した。鉱業分野についても新鉱業法の定める外資の最大参加比率(49%但し国家留保地区内では34%)を変更はしないが、メキシコの銀行の信託制度を利用すれば実質過半数の参加率が得られることとなった。サリーナス大統領は1989年5月、「国家開発計画1989-94」を発表したがその中で鉱業については大略次のように述べられている。「鉱業は常に国の発展にかかわり、地方発展の源泉ともなり得る。また、輸出を通じ

て外貨の獲得にも大きく貢献しており憲法がある種の鉱物に特に言及するほど戦略的である。鉱業を促進するためには、探査を精力的且つ広域的に実施し、地下資源に関する知見を深めることが必要である。また、中小鉱山の振興のために種々の融資手段を考慮する必要がある。鉱業法はより近代的に改正し技術開発の促進と共に海外の技術であってもメキシコの鉱業の条件・生産能力に見合う適切なものは進んで導入する必要がある。」サリーナス政権の具体的な鉱業政策は、この「国家開発計画1989-94」に基づき今後立案されることになっているがその内容は当然サリーナス現大統領選挙中に開催された鉱業会議の記録「政策の概要1989-94（鉱業編）」の内容を引き継ぐことになろう。この中でサリーナス氏は下記の9項目の政策提案を行っている。

- ① 鉱業法規・規準の見直し
- ② 鉱業振興機関の役割の強化・効率化
- ③ 国家留保鉱区の確保、探査の優先的実行
- ④ 研究機関の役割の強化
- ⑤ 保安、環境問題の重視
- ⑥ 工業用鉱物の探査促進
- ⑦ 中小鉱山の助成強化
- ⑧ 金融政策による鉱業の促進
- ⑨ 鉱業振興機関の地方分散化

以上9項目の内、特に②、⑦、⑧、⑨の4項目は中小鉱山の助成・促進を目指したものと考えられ、現政権が中小鉱山に極めて重要な役割を期していることが読み取れる。なお、鉱業部門に於ける中央政府の役割は主として鉱区所有者と土地所有者、あるいは中小鉱山と大鉱山会社との間の利益調整が円滑に行われるための補助的なものに限るべきであるとも述べられている。

3. 現地調査結果のまとめと解析

3. 1 地質鉱床の概要

3. 1. 1 パラル地区 (Fig. 3. 1. 1)

(1) 地質層序, 岩石, 構造の概要

当地区の基盤は, 中生代下部白亜紀とされるParral層である(層厚 1, 000m以上)。当層は変成を受けた緑色ないし灰色の堆積岩で, 石灰岩とLutiteの互層で構成される。これに不整合で第三紀のEscobedo層(層厚約 900m)が重なる。当層は上, 中, 下の部層で構成され, 下部層の最下位は安山岩, 珪岩および変成を受けたlutiteの礫で構成される礫岩層で, この上位に砂質凝灰岩が重なる。中部層は安山岩で, 上部層は玄武岩質および石英安山岩質の凝灰岩で構成される。貫入岩には石英モンゾニ岩, 安山岩, 玄武岩, および石英安山岩がある。このうち石英モンゾニ岩は岩株状の貫入で, その他の岩石は岩脈として貫入し, NNW-SSE の方向に分布している。

パラル市の南西部に NW-SE方向の大きな断層があり, これを境に南西部は基盤岩が, 北東部は第三紀の礫岩層および火山岩類が分布する。この他, パラル市の北部に NNW-SSE方向の平行した断層があり, 東側の断層は山地と平野部を境している。

(2) 鉱化変質および関連火成岩

当地区の鉱床は鉱脈型であり, その胚胎母岩はParral層の上部からEscobedo層の下部の岩石が多く, これら胚胎母岩をピサラと呼んでいる。鉱脈の鉱化作用に関連したプロピライト化作用, 珪化作用, 粘土化作用等の変質を受けている。この他, サンフランシスコ・デル・オロ鉱山では石灰質堆積岩中に生成した交代型の鉱床がある。

鉱脈の生成と断層および貫入岩との関係は複雑である。石英モンゾニ岩の貫入後, NNW-SSE 系の断層が生じ, これに石英安山岩の岩脈および鉱脈が胚胎し, その後さらに岩脈の貫入および断層があり, 鉱脈を乱している。

鉱床生成に関連した火成岩は第三紀の流紋岩と考えられている。

(3) 鉱床の分布

当地区の鉱脈は2つの大きなグループに分けられる。その1つはパラル市の南西約18kmにあつて、サンフランシスコ・デル・オロからサンタ・バーバラにかけて12km×8kmの範囲に分布し、メキシコ最大の鉛、亜鉛、銅、銀の鉱脈を形成している。他の1つはパラル市の北西部に12km×7kmの範囲に分布するものでこれにはZinc de Mexico 鉱山が含まれる。このほかにパラル市の南約19km、南東約30kmおよび北北東約40kmに、それぞれ小鉱脈群が分布する。2つの主鉱脈群の方向はN-SからNNW-SSEで、これらは岩脈の方向と調和的である。

サンフランシスコ・デル・オロからサンタ・バーバラにかけての鉱脈群は大手企業が稼行し、その他の鉱脈群を中小鉱山が稼行している。

パラル市北西部鉱脈群の分布は1平方km当り3条の密度である。

鉱脈の酸化帯は一般に、地表から50mないし100mである。

3. 1. 2 グアナセビ地区 (Fig. 3.1.2)

(1) 地質層序、岩石、構造の概要

当地区の基盤岩類は、古生代の黒色片岩と、この上位の中生代ジュラ紀に属する変成を受けた粘板岩と砂岩および、この上部の白亜紀lutite、砂岩および火山岩類である。

以上に不整合で、第三紀層が広く覆っている。その最下位層は暁新世のGuanacevi 礫岩で、その赤色および砂質充填物で特徴づけられる。これを覆って始新世の厚い砂岩、lutiteおよび安山岩質の凝灰岩、細粒凝灰岩、凝灰角礫岩、溶岩が分布している。第三紀の最上部層は漸新世から中新世に属する流紋岩質溶結凝灰岩、凝灰角礫岩および凝灰岩である。

貫入岩は石英安山岩の岩床と閃緑岩の岩脈があり、後者はNW-SE方向に貫入している。

大きな断層はSanta Cruz付近にNW-SE方向のものがある。また、これと平行して

北方約 3 km に San Juan 断層がある。前者は Santa Cruz 断層を境にして、南西部に第三紀最上部の流紋岩質火山碎屑岩類が、北東部に第三紀下部の Guanacevi 礫岩層および安山岩質火山碎屑岩類が分布する。

(2) 鉍化変質および関連火成岩

当地区の鉍床は一ヶ所でマント型鉍床が観察される他は全て鉍脈型鉍床である。

これらは第三紀の凝灰角礫岩および安山岩中に胚胎する。鉍床生成に関係した変質は、珪化作用と緑泥石化作用である。

鉍脈の生成は、貫入岩および断層の後と考えられる。鉍床生成に関係のある火成岩は石英安山岩とされている。

(3) 鉍床の分布

鉍床は 10km × 10km の範囲に広く分布する。主な脈の方向は NNW-SSE であるが、西部では NNE-SSW 方向が卓越する。地区の南西部にある大型の Santa Cruz 脈は PENOLBS 社により探鉍中である。

鉍脈群の分布は、1 平方 km 当り 3 ~ 4 条の密度である。鉍脈の酸化帯は場所によりかなり変化するが、地表から 50m 以浅である。

3. 1. 3 バロネス地区 (Fig. 3. 1. 3)

(1) 地質層序、岩石、構造の概要

当地区の最も古い岩石は三疊紀の堆積岩類で変成作用を受けている。ジュラ紀の火山岩起源の礫岩が一部に分布する。Zacatecas 緑色岩と称する安山岩、斑状安山岩および閃緑岩で構成される岩石は白亜紀に属する。

以上に不整合で第三紀層が分布している。第三紀層は 3 つの地質単位に分けられる。最下位は Zacatecas 赤色礫岩で、漸新世に属し、成層した河川性礫堆積物であり、赤色の充填物が特徴的である。この上位に中新世の流紋岩質凝灰岩および溶岩が重なり、さらに鮮新世の玄武岩岩床または溶岩が噴出している。貫入相として珪質溶岩ドームと岩脈がある。

これらの貫入岩は地域中央に露出する北西方向に伸びたプラグで代表される。

地域では変成作用の後、NW-SE方向の古い割れ目が多くの鉱脈で満たされ、その後 NNE-SSW方向の断層が生じている。

(2) 鉱化変質および関連火成岩

当地域の鉱床は鉱脈型で、変成岩および白亜紀の緑色岩中に胚胎する。母岩の鉱化変質と広域の変朽安山化作用変質との区別は困難である。鉱床生成に関係した火成岩は、第三紀の流紋岩の活動と思われる。

(3) 鉱床の分布

南から北にCantera, Mala Noche, Veta Grande, Tajos de Panuco および Plomosaの5つの主な鉱脈群があり、50km×15kmの範囲に分布している。これらの鉱脈群はN45°W～N85°Wの走向、50°～70°SWまたは75°Eの傾斜で、第三紀の岩脈と平行である。鉱床の酸化帯は地表から約50m以浅である。鉱脈は50km×15kmの範囲に分布し、1平方km当り5～6条の非常に高い密度である。

3. 2 埋蔵鉱量

鉱量計算の算定は、埋蔵鉱量、可採鉱量、鉱量の確度、品位算定のための試料採取方法、鉱種および比重についての定義と基準によって行われる。これらは一般に鉱床学や鉱山評価法の本に示されているが、日本国の場合、日本工業規格(JIS)に鉱量計算基準が設けられており、国内鉱山ではこれに基づいて鉱量計算が行なわれている。今回の調査に関わるメキシコ中小鉱山の鉱量をJISとの比較において検討する。なお、今回の調査対象鉱床はほとんどが鉱脈鉱床であったので、JIS規格の中から鉱脈に該当する部分のみを抜粋して比較する。

3. 2. 1 JIS の鉱量計算基準の概要

(1) 鉱量は埋蔵鉱量および可採粗鉱量で表わす

a) 埋蔵鉱量は地殻中の鉱床の質量である。

b) 可採粗鉱量は、埋蔵鉱量のうち採掘可能な量に、混入されるズリの量を加えた出鉱予定量である。可採粗鉱量を求める式は

$$\text{可採粗鉱量} = (\text{埋蔵鉱量} \times \text{採鉱実収率}) / (1 - \text{ズリ混入率})$$

但し、採鉱実収率 = 実収鉱量 / 埋蔵鉱量

$$\text{ズリ混入率} = \text{ズリ量} / \text{可採粗鉱量}$$

(2) 埋蔵鉱量および可採粗鉱量はそれぞれを確定、推定および予想に分ける。

a) 確定鉱量とは3側面以上で囲まれた鉱画をいう。

一般には上下二つのヒ押し坑道とこれを連絡する一つの坑井に現れた鉱床の断面、または一つのヒ押し坑道とこの坑道からの二つの掘上がり（下がり）で囲まれた鉱床の断面をいう。原則として、坑道の間隔は鉛直に30m以内、坑井または掘上がり（下がり）の間隔は60m以内とする。

b) 推定鉱量とは2側面以上で囲まれた鉱画をいう。しかし、実際には1側面であっても、鉱床の特性や過去の採掘状況および試錐から鉱床の容量と品位が充分推定できる部分の鉱画は推定鉱量にされる。

c) 予想鉱量とは確定および推定鉱量に計上できないが、地質鉱床的に予想される部分の鉱画をいう。また試錐によって容易に鉱画が予想され、過去の採掘状況や鉱床の特性によって鉱床の容量と品位が充分予想される部分の鉱画も対象となる。

(3) 鉱量の表示

企業にとって必要なものは可採粗鉱量であるが、その採算限界はしばしば変化することが多いので、鉱量を品位別に記載する。すなわち最低限界以上の品位を鉱種ごとにある標準区分で分類し、その品位区分に相当する鉱量を計算する。

また対象鉱種は企業の主体となるものとするが、鉱種が2以上の場合、主要鉱種

を基準として、他の鉱種は換算品位を求め、主要鉱種品位に加える。この換算式は

$$\text{換算品位} = a_1 + \{(b_1 b_2 b_3 + c_1 c_2 c_3 + \dots) - (b_4 + c_4 + \dots)\} / a_2 a_3$$

ただし各鉱種の品位は $a_1 b_1 c_1$

選鉱、製錬などの総合実収率を $a_2 b_2 c_2$

生産物の価格を $a_3 b_3 c_3$

運搬、選鉱、製錬等の費用/tを $a_4 b_4 c_4$

とする。

(4) 試料の採取

a) 試料の採取間隔は、原則として金銀鉱床では1 m以下、その他の鉱床では2 ~ 5 mとする。

b) 試料採取の方法は、表面を露出した新鮮な箇所では鉱床の全貌を表す線上に幅3 ~ 10 cm、深さ1 ~ 5 cmの溝を掘り、採取試料の全量を成分分析する。

(5) 比重の決定

つとめて多くの試料について実測してこれを定める。

3. 2. 2 メキシコ合衆国中小鉱山の鉱量計算の概要

(1) 鉱量は JIS の埋蔵鉱量と可採粗鉱量の混合型になっている。

鉱量計算で求める鉱画の基礎となる長さ、高さは実際に確認または推定、予想された長さを用いるが、脈幅が採掘幅より小さい場合は、採掘幅が脈幅として計上される。したがって、脈幅が採掘幅より広い場合は埋蔵鉱量として、採掘幅より狭い場合は母岩を混入した可採粗鉱量となるが、ズリ混入による品位の希釈は考慮されていない。

(2) 鉱量はそれぞれを確定、推定および予想に分ける。

a) 確定鉱量とは3側面以上で確認された鉱画をいう。

一般には上下二つのヒ押し坑道とこれを連絡する一つの坑井に現れた鉱床の断

面、または一つのヒ押し坑道とこの坑道からの二つの堀上がり（下がり）で囲まれた鉱床の断面とする。

b) 推定鉱量とは2側面以上で確認された鉱画の1/2とする。

c) 予想鉱量とは1側面で確認した鉱画の1/4とする。また試錐によって容易に鉱画が予想され、過去の採掘状況や鉱床の特性によって鉱床の容量と品位が充分予想される部分の鉱画の1/4とする。

(3) 鉱量の表示

鉱量の品位区分による表示は行なっていない。

企業の主体となる鉱種のみを表示する。

主要鉱種基準の換算品位表示は行なっていない。

(4) 試料の採取

a) 試料の採取間隔は、原則として金銀鉱床では1m毎とする。

b) 試料採取の方法は、表面を露出した新鮮な箇所では鉱床の全貌を表す線上で溝を掘り、採取試料の全量を成分分析する。

(5) 比重の決定

多くの試料について実測してこれを定める。

3. 2. 3 JIS 鉱量計算基準からみたメキシコ中小鉱山鉱量計算について

メキシコ中小鉱山の鉱量計算は、企業の実情とCFMの融資を前提にした鉱量計算となっている。すでに上記によりJISとメキシコの鉱量計算の違いは明確と思われるが、以下に列記してみると

(1) 鉱量について

鉱脈幅が採掘幅より広い場合は、JISの埋蔵鉱量に相当するが、これを採掘する時の採鉱実収率およびズリ混入率は考慮されていない。しかし、実際の採掘現場で

は鉍脈のみを採掘しており、ズリの混入は非常に少ない。採鉍実収率は踏前部分以外はほぼ完全に採掘するが、しばしば踏前部分も採掘している。したがって採鉍実収率は非常に高い。

鉍脈幅が採掘幅より狭い場合は、ズリの混入が発生し、品位の希釈を招くが、これも採掘現場では、高品位部分以外の細脈部分は採掘せずに残しているため、品位の低下よりは鉍量の減少を来す傾向がある。

(2) 鉍量の確度について

確定鉍量は JISと同様である。推定鉍量は JISの 1/2であり、予想鉍量は JISの 1/4 である。これらの鉍量計算は、CFMの融資に関わる基礎資料として計算されるため、確度の低い鉍量ほど安全側に計算されている。

(3) 鉍量の表示

企業の主体となる鉍種のみを表示する点では JISと同様である。

品位区分および主要鉍種基準の換算品位表示は行っていないが、生産規模が小さいこと、過去の鉍脈状況からの推定などから、鉍脈各部分の価値は鉍山主がよく知っており、その時々々の経済状況に対応できる状況にある。

(4) 試料の採取

JISと同様であるが、実際は採取間隔は広がっている。

(5) 比重の決定

JISと同様である。

以上により、メキシコ中小鉍山の鉍量計算の傾向は、JISとの比較においては

- a) 鉍量は可採粗鉍量の性格が強いが、確定鉍量は実際の採掘に当たって若干量の修正減の傾向があり、推定、予想鉍量は共に修正増量を必要としよう。全体としては JISよりはるかに少ない鉍量が計上された、固い安全サイドの鉍量といえ

る。

b) 品位については、試料採取間隔が JISより粗く、精度は劣るかもしれない。しかし、鉱床の特性は各地区によって異なるため、サンプル採取間隔論は現実に即した慎重な検討が必要であり、費用と必要精度を前提にした最適間隔の決定が望ましい。

3. 3 各鉱山の概要

3. 3. 1 パラル地区 (Fig. 3. 1. 1)

3. 3. 1. 1 El Triunfo y La Revancha 鉱山 (Fig. 3. 3. 1. a, b)

鉱業権者：Sr. Miguel Casale Domínguez (Minera Casale, S. A.)

調査日：1989年7月26日

(1) 位置：Parral選鉱場の北西、選鉱場から道路で20km。

(2) 鉱床および鉱量

- 1) 鉱床の規模：鉱脈は1条でその走向傾斜はN20° W, 80° W, 脈幅 1.5~10m。
- 2) 鉱床の安定性：脈幅、品位共に比較的安定している。
- 3) 鉱石鉱物と脈石鉱物：方鉛鉱、閃亜鉛鉱。石英、方解石。
- 4) 鉱床胚胎母岩：Escobedo層の安山岩、石英安山岩。
- 5) 鉱床の開発状況：走向方向に 240m, 傾斜方向に約70m展開している。ただしL 4~L 5 (56m) 間は未採掘である。

6) 鉱量：

確定鉱量	46, 557 t
推定鉱量	28, 337
予想鉱量	9, 639
合計	84, 533

品位：Ag 374g/t (銀のみが支払対象)。

7) 探鉱：L 5 以下を試錐探鉱の結果、鉱脈の傾斜延長を確認している。

着鉱状況：脈幅2.14m, Au Tr, Ag 770g/t, Pb 1.3%, Zn1.40%, Cu 0.12%

何れは、この着鉱部への掘下り探鉱が必要になるが、現状ではL 4 以上の鉱量と、L 4～L 5 に未採掘の鉱石が期待される。ただし、選鉱実収率が悪いため実質的な鉱石品位は 1/2と見ざるを得ず、高品位部を求めた探鉱が必要であり、L 4～L 5 の探鉱は割合早めに実施する必要があると考えられる。

(3) 操業状況

1) 生産量：70 t / 日, Ag 374g/t

地表に近い酸化帯および二次富化帯は採掘済み。

選鉱実収率が低く、鉱山主とCFM選鉱場はこれを問題視している。

2) 操業形態、人員：2方 / 日, 操業6日 / 週

削岩員	2名 / 方 × 2方 = 4名
削岩助手	2 × 2 = 4
鉱車運搬 (上部坑道)	4 × 2 = 8
鉱車運搬 (下部坑道)	4 × 2 = 8
その他	4 × 2 = 8
職 長	2 × 2 = 4
職長助手	2 × 2 = 4
コンプレッサー	1 × 1 = 1
計	40名

3) 採鉱方法：坑内グローリー法を利用した下向採掘法。

a) ヒ押坑道 (約2 m × 2 m加背) を上向45度に掘進する。発破で起砕された鉱石はヒ押坑道の中を自動的に落下し、ジョウゴ坑井に流れ落ちる。

b) 低品位部分を鉱柱として残し、鉱石を採掘する。ヒ押坑道と同様、鉱石は自動的にジョウゴ坑井に落下する。

c) 70 t / 日の鉱石を生産するため、各方同時に2切羽を稼行する。

d) スラリーおよびANFO爆薬が使用されている。

4) 運 搬 :

a) ジョウゴ坑井から引き抜かれた鉱石は、鉱車 (容量 1 t, 実積載量 0.8t) にて上部坑道を運搬され、投入坑井及び下部坑道 (通洞レベル) を経由して坑外の貯鉱場まで運搬される。

b) 資材運搬には 1 t のエア-ホイス付き立坑が使用される。

c) 坑外では鉱石ビン投入前に、各鉱車から一掴みの鉱石が分析用に採取される。分析結果は採掘計画に反映される。

5) 通 気 : 下部坑道と立坑坑口間の高低差によって生じる自然通気のみである。

6) 排 水 : 坑内出水はほとんどない。したがって排水設備はない。

7) コスト (CFM支所による算出) :

採 鉱 費	34,500	ペソ / t (選鉱場への運搬費 5,000を含む)
選 鉱 費	31,902	
製 錬 費	8,205	
合 計	74,607	

a) 削岩員の賃金 : 85,000ペソ / 週

b) 分析費 (Parral市の分析業者) : 2,000ペソ / 元素

c) 鉱石運搬 (鉱山から選鉱場まで, Parral市の運送業者) : 5,000ペソ / t

d) 10 t 積 ダンプトラック : 89百万ペソ

20 t 積 ダンプトラック : 150百万ペソ

e) レッグドリル : 6百万ペソ

f) 削岩ロッド (insert) : 250~ 300千ペソ (長さ 1.8m)

g) 機械器具

• レッグドリル		
• エア-ホイス (ローププル 1,000kg)		
• エア-コンプレッサー (75立方フィート / 分, ガソリンエンジン)		1台
• 鉱車 (1,000kg積)		5
• ダンプトラック	20 t	1
	10 t	1

(4) コメント

- a) 本鉱山は最小限の機械器具にて合理的に鉱石を採掘している。その技術は、操業管理の方法を含め、パララ地区で調査した全ての鉱山中で最も高いレベルにある。
- b) しかし、ジョウゴ坑井は、急角度の坑道上で作業する採鉱員にとって極めて危険な位置にあり、死と隣合わせである。
- c) さらに、小加背の採掘のため、25,000~30,000ペソ/方の費用を要し、パララ地区の小鉱山の平均採掘コストより高い。シュリンケージまたはサブレベルストーピング法の適用と、マインカーローダーの導入が考えられる。

3. 3. 1. 2 La Presa鉱山 (Fig. 3.3.2)

鉱業権者：Sr, Victor Arias

調査日：1989年7月27日

(1) 位置：Parral選鉱場の北西10km

(2) 鉱床および鉱量

1) 鉱床の規模：鉱脈は1条

L 3 (約-150m)での観察：北半分：走向傾斜N10° W, 50° W, 100m

南半分：走向傾斜N10° W, 60° W, 360m

脈幅：0.5 ~ 2.5m (平均 1.5m)

鉱脈の北限は断層で切られて消失している。断層の先は別の鉱区で捕捉されている。断層の手前で鉱脈は走向をN40° Eに変え断層に引きずられている。脈の南走向延長にも断層があるが、鉱脈の連続性に影響を及ぼすほどのものではない。鉱脈は鉱区境界のさらに南へ伸びている。

当脈は深度10mまでの浅所は酸化されていて、これ以深が流化鉱である。

2) 鉱床の安定性：脈幅、品位共に安定している。

3) 鉱石鉱物と脈石鉱物：方鉛鉱、閃亜鉛鉱。石英、螢石、カオリン。

4) 鉱床胚胎母岩：流紋岩。

5) 鉱床の開発状況：

- a) 南の鉱区境界から手前 100mは、以前の鉱業者によって採掘済みである。La Presaの北西にはLa Presa脈の支脈を採掘している鉱山がある。
- b) 古い記録によれば、100フィート毎に、レベル（以下Lで示す）20まで水平坑道がある。しかし、L16～18での坑内湧水と、銅鉱物に起因する選鉱処理の困難性により、深部のレベルを放棄したと思われる。
- c) La Presaの南に放棄された立坑がある。過去の採掘は、その立坑を使って行われた。
- d) La Presaの立坑に関して、立坑櫓の再設置を含め、その修復作業は Arias氏が鉱区を取得した時には既に完了していた。

6) 鉱量：

確定	167,670 t
推定	11,542
予想	5,974
合計	185,186

品位 Ag 120g/t, Pb 4.36%, Zn 3.88%

採掘対象の鉱量は硫化鉱である。

- 7) 探鉱：L4.5以下で10年分以上の鉱量があり、更にL4.5以下にほとんど未採掘の鉱石が深部まで延長しているようである。当面、探鉱の必要はない。

(3) 操業状況

- 1) 生産量：現在、再開の準備中である。生産計画は 1,000～1,500 t /月の予定である。生産開始は2～3カ月後の予定である。

a) 1950年代の後半から1960年代にU. S. A. 資本の Eagle Peach社が、この地区で広く鉱山を操業していた。現在の所有者の Arias氏はその鉱区の一部を取得した。

2) 採掘計画（地表から約 200mの深部）

- a) L4.5以上の、鉱脈上部を採掘する。

- b) シュリンケージによる。
 - c) L4.5 は1立方ヤードクラスのLHDを使用した運搬坑道とする。
 - d) 鉱石は中古車のパワートレイン改造の1tエンジンホイストを備えた既存の立坑を用いて運搬する。
- 3) 通気：La Presaの南に放棄された立坑があり、各レベルで、その立坑に向かって自然通気がある。

(4) コメント

- a) 現在の排水ポンプは、1960年代のものに較べはるかに良くなっている。したがって、L4.5以下の鉱石の採掘も可能であろう。（もし深部採掘に入った場合は立坑運搬は、より近代的なものにする必要がある）。
- b) 計画のシュリンケージ法による採掘は、当鉱山の自然条件（すなわち鉱脈の傾斜と上下盤の強度）に適合するであろう。
- c) 扇風機を設置すれば、LHDを導入するL4.5に十分新鮮な空気を送れるであろう。これはLa Presaと隣接鉱区にある放棄立坑が連絡しているためである。
- d) 浅い部分の操業が順調にゆけば、将来はL4.5以下の探鉱を実施すべきである。

3. 3. 1. 3 La Esperanza鉱山 (Fig. 3. 3. 3)

鉱業権者：Sr. Daniel Rios Astorga

調査日：1989年7月28日

(1) 位置

Parral選鉱場の北東8km

(2) 鉱床および鉱量

- 1) 鉱床の規模：地表での鉱脈の走向傾斜はN20° W, 55° E, 脈幅0.5mである。地表から80mのレベルでは、走向傾斜はN10° E, 70° E, 脈幅は0.45mとなり、酸化鉱と硫化鉱が混在する。品位はAg 150g/t, Pb 3%, Zn 3%である。

富鉱部は1個で、Vertical立坑とPiedrera立坑の間の、Vertical立坑寄りであり、走向延長 150m、傾斜延長 200m。

2) 鉱床の安定性：地表から 160mのレベルでは、鉱脈の北部での品位と脈幅は極めて変化に富む。硫化鉱の鉱脈と 1.5mの間隔で蛍石の脈が平行しており、蛍石脈には鉱石鉱物は含まれない。

硫化鉱脈の品位はAg 60g/t, Pb 2.0%, Zn 2.0%である。同じレベルの南向け坑道での踏前は比較的高品位でAg 150g/t, Pb 3.0%, Zn 5.0%である。

地表より 210mのレベルでは硫化鉱、蛍石および石英の鉱化作用が観察される。このレベルでは立坑から北へ行くほど品位が低下する。鉱脈はN-S走向、傾斜 55° ~70° E、幅 0.2~ 2.0mとなる。

鉱脈は走向方向に脈幅不安定であるが、傾斜方向へは安定し、また品位も変化しない。

3) 鉱石鉱物と脈石鉱物：方鉛鉱、閃亜鉛鉱、黄銅鉱、Ag-黄鉄鉱。石英、方解石、蛍石。

4) 鉱床胚胎母岩：上部の両盤は安山岩、下部で下盤に流紋岩、上盤に礫岩。

5) 鉱床の開発状況：走向方向に 250m、傾斜方向に地表から 165m、立坑は3箇所あり、各々Tiro Piedrera (167m), Tiro Vertical(83m), Tiro Tripie (20m)である。Tiro Piedreraの下部30mに旧坑が展開されているらしいが、立坑はこれより更に深いという。

6) 鉱量：

確定	27,685 t
推定	4,253
予想	2,140
合計	34,078

品位 Ag 100g/t, Pb 4.0%, Zn 5.0%

7) 探鉱：富鉱部が小さいので、多くの富鉱部を確保し、出鉱量を確保する必要がある。このため、走向方向の探鉱で更に新しい富鉱部を確保すること、および傾斜方向の探鉱で現在の富鉱部下部を早めに確認し、計画的出鉱を行なう必要が

ある。

(3) 操業状況

1) 生産量：20 t/日，Ag 100g/t，Pb 4.0%，Zn 5.0%

a) Ag 150～160g/tの酸化鋳は，選鋳実収率が低く，現在の銀建値では採掘出来ない。鋳山主は，もし建値が上昇すれば，酸化鋳採掘の意向である。現在は最下底レベルで硫化鋳を採掘している。

2) 操業形態，人員：2方/日，2切羽/方

削岩員 2名/方×2方=4名

積込，運搬 2 × 2 = 4

スキップ 2 × 2 = 4

トラック（鋳山から選鋳場まで） 2 × 1 = 2

合計 14名

3) 採掘方法：狸掘（上向無充填採掘）。

4) 運搬：一輪車に人力積み込み，そしてエンジンホイストによるスキップ巻きで地表まで揚げる。

5) コスト：

採鋳費 30,000ペソ/t

選鋳費 31,902

製錬費 36,000

合計 97,902

a) 鋳山主は坑内水と小規模のスキップ運搬による非能率を嘆いている。その小規模スキップ運搬は長距離の立坑巻上げには適合していない。

3. 3. 1. 4 Tilita 鋳山 (Fig. 3.3.4)

鋳業権者 : Sr. Ramon Concha Baca

調査日 : 1989年7月29日

(1) 位置 : Parral 選鋳場の南東68km

(2) 鋳床および鋳量

1) 鋳床の規模 : L 1 での鋳脈の走向傾斜は, N30° E, 45° W, 脈幅は 0.3m である。

L 4 では走向傾斜, N70° E, 60° S, 脈幅 2.5m

富鋳部は 1 箇所であり, 走向延長15m。酸化帯はかなり深い。

2) 鋳床の安定性 : 鋳脈は走向方向に不安定である。鋳脈 2 本が観察される。傾斜延長は連続性がよく, 下方への期待がもてる。

3) 鋳石鋳物と脈石鋳物 : 方鉛鋳, 閃亜鉛鋳, マンガン鋳物, 硫ヒ鉄鋳。石英, 方解石。

4) 鋳床胚胎母岩 : 変成を受けた砂質 lutite, 砂岩。鋳脈近くには珪化作用が及んでいる。

5) 鋳床の開発状況 : 走向方向に 125m, 傾斜方向に85m展開されている。

6) 鋳量 :

確定 10,696 t

推定 3,699

予想 2,112

合計 16,507

品位 Au 0.9g/t, Ag 519g/t

7) 探鋳 : 露頭は稼行脈に平行しており, これらへの立入による着鋳の期待がもてる。現富鋳部下部への掘下りは探鋳としては安易であるが, 平行脈発見による鋳量増は効果が大きいと思われる。

(3) 操業状況

1) 生産量 : 10 t / 日 (主として硫化鋳石を生産)。

出鉱品位 Ag 800g/t (最高Ag 1,200g/t) Au 0.5 ~1.0g/t

2) 操業形態, 人員: 2方/日

採鉱員 (坑内)	5名/方 × 2方 = 10名
スキップ	1 × 2 = 2
その他 (トラック他)	1 × 1 = 1
合計	13名

3) 採鉱方法: 狸堀 (足場を利用した上向無充填採掘)。

4) 運搬: 坑内は一輪車で運搬し, 立坑は坑外設置のエンジンホイストでスキップ巻きにより坑外へ搬出する。鉱脈は傾斜方向に延長性があり, 各レベル間の鉱石を採掘するために足場が作られる。

5) 通気: 自然通気である。

6) 排水: 2インチパイプで8時間/日ポンプ排水する。推定量4リットル/分

7) コスト:

採 鉱 費	28,000ペソ/t
選 鉱 費	31,902
製 錬 費	4,100
合 計	64,002

採鉱員の平均賃金は 8,000ペソ/日, 50,000ペソ/週

(4) コメント

a) 当鉱山の周辺には何本もの NB-SW系鉱脈がある。それぞれの脈の長さは2~3 kmである。これらの鉱脈のいくつかは別個の鉱山として生産している。

b) Tilitaはほぼ平坦な高原にある。平行脈の露頭はあるが, Tilitaそのものの露頭は知られていない。鉱山主によれば, 当鉱山は化学探鉱によって発見されたという。

c) 端的に言って, 探鉱余地は十分あると思われる。

3. 3. 1. 5 La Fortuna 鉱山 (Fig. 3. 3. 5)

鉱業権者 : Sr. Braulio Lozoya Lozoya

調査日 : 1989年 7月31日

(1) 位置

Parral 選鉱場の南40km

(2) 鉱床と鉱量

- 1) 鉱床の規模 : N75° E, 70° N, 脈幅 0.5~ 2.0m Ag 300g/t
- 2) 鉱床の安定性 : 坑道はヒ押しで西に20m, 東に80m掘進されている。ヒ押し坑道より上部は2m幅の空洞となっており, 既に完全に採掘されたものと思われる。ヒ押し坑道の東端では脈幅が減少し 0.1mまでになっている。

脈幅は安定していたらしく, 旧坑跡が一定幅で空洞になっている。

富鉱部が3箇所あり, 西 : 走向延長 100m, 傾斜延長45m, 中央 : 走向延長20m, 傾斜延長45m, 東 : 走向延長30m, 傾斜延長45m, 以上全て採掘済み。

3) 鉱石鉱物と脈石鉱物 : 方鉛鉱, 閃亜鉛鉱, 黄鉄鉱, 石英, 方解石, 緑簾石。

4) 鉱床胚胎母岩 : モンゾニ岩。

5) 鉱床の開発状況 : 走向方向に 250m, 傾斜方向に45m展開されている。

最下底レベルは坑外から通洞斜坑 (北向き - 3°) で立入している。

6) 鉱量 : なし

7) 探鉱 : 通洞坑以下へ富鉱部を追跡して, 掘下り後, ヒ押し探鉱する。しかし, 新たな投資費用はかなりの額になろう。

(3) 操業状況

1) 生産量 : 3カ月前から休山している。

a) 1988年, 1,000tの鉱石が選鉱場に送鉱され, このうち75tがCFMの平行選鉱場向けであった (Ag 600g/t)。12名, 400t/月の生産を行っていたという。

b) 坑外貯鉱および山元での一次選鉱

・山元にて鉱石は1cmスケアメッシュのスクリーンで選別されていた。上下

盤は石英脈よりも固く、発破により破碎され難いためスクリーンオーバーに残る。手選も行われていたらしい。

・通洞坑付近に約1,000tの鉱石が貯鉱されている。

2) 操業形態、人員：現在は2名

3) 採掘方法：不明

4) 運搬：鉱石は最下底ヒ押し坑道および斜坑通洞坑経由でLHDによって運搬されたいらしい。

a) マインカーローダー（ロッキングアクションタイプ、BIMCO 600B）が通洞坑口に放置されていた。

5) 通気：自然通気（推定）である

6) 排水：坑内湧水はほとんどない。しかし、通洞坑口が近くを流れる川のレベルより低いため、15HP電動ポンプが通洞最下底に放置されている。

(4) コメント

a) 鉱山そのものの持つポテンシャルおよびパラル地区の他の小鉱山と比較し、当鉱山は過剰投資したものと推察される。鉱脈は下部へ伸びていると思われるが、その開発には更に投資が必要である。当鉱山以外にもパラル地区では投資すべき多くの鉱山がある。

3. 3. 1. 6 Unificacion Cordero 鉱山 (Fig. 3. 3. 6)

鉱業権者：Sr. Agustin Rascon Ramos

調査日：1989年8月1日

(1) 位置

Parral選鉱場の北62km

(2) 鉱床および鉱量

1) 鉱床の規模：鉱区は218haの広大な地域に広がっている。鉱区内には多くの鉱脈と古い鉱業活動の跡が存在する。現在はただ一つの鉱脈を稼行している。酸化帯は地表から約45mまでである。

A) San Pedro, Centenario および Trinidad の鉱脈がある。

a) CentenarioとTrinidad脈は断層からの出水により休止中

b) 鉱山主によれば脈幅1.35m (硫化鉱), Ag 500g/t, Pb 6.0%, Zn 9.4%, Fe 6~7% (黄鉄鉱中の鉄)。選鉱実収率については鉄の含有量が少ないため当鉱山の他の鉱脈より良い結果を得ている。走向傾斜N60° E, 70° N。

c) 計画: 排水設備の増強 (10インチパイプ, ポンプおよび発電機)。現在, 坑内より 100リットル/秒の水を排出している。

San Pedro立坑を深度 100mまで開削する (現在45m)。そして, CentenarioおよびTrinidad脈を捕捉するため, 立入坑道を掘進する。ヒ押し坑道は250 mの予定である。

B) 操業中の鉱脈 (San Pedro 脈)

a) L-45mで鉱脈の走向傾斜はN50° E, 80° W, 脈幅は地表から45mで 1.0mあり, 酸化鉱主体である。45mレベルより上の酸化帯は低い銀価格と低選鉱実収率のため, 操業されていない。

b) L-60での鉱脈の走向傾斜N30° E, 70° W, 脈幅 2.0m (鉱脈部: 1 m, 鉱染部: 1 m)

で硫化鉱を採掘している。長さ40m (走向方向) 間が観察される。

2) 鉱床の安定性: 調査団は, San Pedro 脈のヒ押し坑道を調査した。鉱脈の連続性, 品位の安定性は極めて良好である。

3) 鉱石鉱物と脈石鉱物: 方鉛鉱, 閃亜鉛鉱, 白鉄鉱, 黄銅鉱, 黄鉄鉱, 石英, 方解石, 赤鉄鉱。

4) 鉱床胚胎母岩: モンゾニ岩, lutite, 石灰岩。変質はセリサイト化, プロピライト化, ヘマタイト化がみられる。

5) 鉱床の開発状況

a) 現鉱山主はその父親から当鉱区を相続した。彼らは合計60年間にわたって, 当鉱区を稼行してきた。また, 付近で農場も経営している。

b) 現鉱山主の父の当時, 生産用に使用した立坑が放置されている。坑内水の

出水が生産中止の原因であった。

c) 鉱山主は鉱区の南部で4箇所の立坑を使用して操業していたが、その生産も坑内出水のため休止した。

6) 鉱量:

確定	20,159 t
推定	5,076
予想	3,078
合計	28,313

品位 Ag 304g/t, Pb 6.5%, Zn 4.3%

7) 探鉱: Parral地区で調査した鉱山のうち、当鉱山は高品位、鉱脈の連続性、鉱脈の数、鉱区の広さ等にわたり最良の鉱山である。

(3) 操業状況

1) 生産量: 250t/月, Ag 315g/t, Pb 12.0%, Zn 7.0%

2) 操業形態, 人員: 2方/日, 1切羽/方 10名

鉱山主によれば、問題は人手不足である。もし十分な労働者がいれば、当鉱山は約400t/月(15t/日, 25日/月稼働)の生産ができる。集落から離れているため従業員を常時確保するのは極めて困難である。このため付近の牧童を雇っている。

3) 採掘方法: 上向階段採掘法(スペイン語でBancos Ascendentes)

幅2m×高さ2m加背の切羽を発破するのに、長さ1.2mの発破孔10孔をレグドリルで削孔する。20t/発破の生産。

4) 運搬: 運搬には鉱車の代わりに台車に乗せたスキップを使用する。スキップへの積み込みは人力で行なう。スキップは地表のエンジンホイストで巻き上げる。

5) 通気: 自然通気である。

6) 排水: 26リットル/秒(37リットル/秒×8時間/日および20リットル/秒で16時間/日)の坑内水がディーゼルエンジン駆動の60HPポンプで汲み上げられている。実揚程は64mである。

7) コスト :

採掘費	41,050ペソ/t	
選鉱費	31,902	
製錬費	9,550	
合計	82,500	
排水費		US\$ 10/t
選鉱場までの鉱石運搬費		12,000ペソ/t

(鉱山主は10 tトラック 3台を所有)

(4) コメント

- a) 生産物(鉱石)の品位が高いため、多量の坑内水と集落からの孤立性立地による余分な費用がカバーされている。
- b) 鉱脈毎の小規模立坑の代わりに、より近代的機器を備えた大規模立坑と、多くの鉱脈を連絡する主要水平坑道の建設を提案したい。しかし、鉱山主は父の遺産である鉱山を長く運営しようという意志を持っていて、一時的に多くの収入を得る気持はない。

3. 3. 2 グアナセビ地区 (Fig. 3.1.2)

3. 3. 2. 1 San Jose Chico 鉱山 (Fig. 3.3.7)

鉱業権者 : Sr. Vicente Aguirre Chavez

調査日 : 1989年 8月 8日

(1) 位置

Guanacevi 選鉱場の西 3 km

(2) 鉱床および鉱量

- 1) 鉱床の規模 : L 7の北部に高品位脈が存在する。その脈幅は 0.2mであるが、品位は極めて高く、Ag 70kg/t, Au 200g/t である。南地区ではL 6より上の鉱石は酸化鉱である。鉱山の北地区では酸化帯はL 8まで延びている。

L 8北向き切羽を観察した。石英細脈を含む螢石脈でN 5° E, 60° E, 脈巾

1.1mである。当脈はマンガン鉱物を含む。

富鉱部は3箇所ある。走向延長はほぼ同じ長さで約80m、南：地表からL 6 (-127m)まで、L 6以下で分散気味である。中央：L 9 (-200m)まで、L 9以下への延長の可能性はある。北：L 7 (-143m)まで、この下部に坑道探鉱を実施するも延長を擱まず。しかし、この下部24mのL 8の坑道探鉱で幅 2.1m、Au 5.4g/t、Ag 346g/tの富鉱部に着鉱している。この下部への期待がもてる。

2) 鉱床の安定性：脈幅、品位共に変化に富む。

3) 鉱石鉱物と脈石鉱物：方鉛鉱、閃亜鉛鉱。螢石、重晶石、石英。

4) 鉱床胚胎母岩：上部で安山岩、下部で礫岩。

5) 鉱床の開発状況：走向方向 425m、傾斜方向 200m、最下底L 9。

地表からL 9まで、立坑付近は採掘を終了している。このような採掘部分の存在から、当鉱山には大規模の富鉱部が存在したことがわかる。たとえばL 6の上部、立坑の南側延長50m×高さ20m×幅5m (Ag 500g/t, Au 6g/t)の富鉱部採掘跡がある。L 7, 8, 9では南向きヒ押坑道が開削された。しかし、現在の銀価格で採掘可能な鉱石は発見できなかった。

6) 鉱量：

確定鉱量	19,195 t
推定鉱量	12,375
予想鉱量	64,966
合計	96,536

品位 Au 2.5g/t, Ag 260g/t

7) 探鉱：L 7, 8, 9で北向き坑道探鉱中である。

a) L 9北はL 8で採掘している脈の下部延長を探鉱するものである。

b) 過去に開削した少数の立入坑道を観察した。その内のいくつかは現在のヒ押坑道に平行な鉱脈に着鉱している。

c) 南富鉱部へのL 8からの探鉱は実施してみる価値があると思う。L 9以下への深部探鉱が考えられる。

(3) 操業状況

1) 生産量：現在L 8以上の北脈に唯一の採掘可能部分があり，ここでは3切羽が稼働中である。180～240t/週，800t/月，Ag 250g/t，Au 1.5g/t，カットオフ品位はAg 200g/t，Au 1g/t。

- a) 深部開発のため立坑掘下がりが進行中である。
- b) 探鉱，開坑により発生したズリは採掘跡の空洞に充填される。

2) 操業形態，人員：6日/週稼働，1または2方/日

鉱山長	1
各方職長	3
削岩員	5
削岩助手	5
積込	2
積込助手	2
鉱車	8～10
立坑巻	2
コンプレッサー	1
キャップランプ（メンテナンス）	1
トラック運転手	1
鉱山事務所（管理部門）	4
合計	35～37

- a) 当鉱山の所有者はDurango州内に他の鉱山も経営中である。駐在員が製錬所のあるTorreon市に駐在している。
- b) 労働者は月曜日に休む傾向がある。月曜の欠勤率は30%に達する。
- c) メキシコの他の鉱山と同様，労働者は簡単に転職する。2年毎に従業員が入れ替わる。

3) 採鉱方法：足場を用いた下向無充填採鉱法（Rebajes Abiertos con Tranqueo）

- a) 人道立坑を開削することにより，他のヒ押斜坑をジョウゴ坑井として利用

する。したがって、坑内グローリーホール法の一つである。

b) 水平坑道開削の場合、マインカーローダー（ロッキングアクションタイプ EIMCO 12B）が積込に使用される。

c) 鉱山長によれば 2 m × 2 m 加背の坑道が一方に 1 m 掘進される。

4) 運搬：ジョウゴ坑井から L 8（または L 9）の鉱車へ、そして電動ホイストによるスキップで L 6（通洞）へ、そして坑口へ搬出する。

a) L 6 には坑口が 2 箇所ある。

5) 通気：自然通気である。

6) 排水：8 リットル/秒の坑内水がポンプ排水されている。

7) コスト：

採鉱費（採鉱含み）	70,000ペソ/t
鉱石運搬（山元から選鉱場まで）	4,500
選鉱場での鉱石移動	4,000
選鉱費	30,000
精鉱運搬（選鉱場から製錬所へ）	4,000
製錬費	10,000
合計	122,500

a) 上記採鉱費の内容は次の通り

採 鉱 30%

採鉱準備 20%

採 掘 50%

または

人件費 40%

物品費 60%

b) Guanacevi で他産業に従事する労働者のほとんどは、法定最低賃金すなわち 11,600ペソ/日または 81,000ペソ/週を得ている（最低賃金は地区により異なる。Parral の最低賃金は Guanacevi より 4% 高である）。一方、San Jose Chico の削岩員は割増金込みで 150,000ペソ/週を稼いでいる。

(4) コメント

a) 当鉱山は Guanaceviにおいて最も機械化された中小鉱山の一つである。さらに、経営者は探鉱活動に投資している。しかし、この鉱山の最盛期は既に過ぎていくことは否めない。

3. 3. 2. 2 Barradon鉱山 (Fig. 3. 3. 8. a, b)

鉱業権者：Minas de Barradon S. A. de C. V.

調査日：1989年8月8日

(1) 位置

Guanacevi 選鉱場の西2 km

(2) 鉱床および鉱量

1) 鉱床の規模：鉱脈は2条ある。その一つはBarradon脈で通洞レベルにおいて、鉱脈北部は走向傾斜N-S, 65° E, 脈巾0.6mであるが、当脈は現在、低品位で採掘不可能である。現在ヒ押探鉱を実施中である。鉱山主によれば Ag 1 kg/t の品位がヒ押坑道の多少南寄り記録された。

この鉱脈には、さらに上向き探鉱坑道が開削されている。切羽で Ag 70g/t である。また、この脈の上部にある残鉱を採掘するため、別の坑道が北向に掘進されている。

他の脈はLa Chiripa脈, Ag 7 oz/t, Au 1g/t (鉱山主の話) であり、走向傾斜 N50° W, 65° NE, 脈巾0.5mである。

2) 鉱床の安定性：脈幅、品位共に安定していたようであるが、現在採掘中の残鉱は品位不安定なようである。

3) 鉱石鉱物と脈石鉱物：方鉛鉱、閃亜鉛鉱。石英。

4) 鉱床胚胎母岩：安山岩。

5) 鉱床の開発状況：Barradon脈の採掘済み富鉱部は空洞から推定されるが、その走向延長は260m, 傾斜延長は219m+あり、脈幅1~1.5mであったことを示している。またBarradon脈とLa Chiripa脈の交差部に大富鉱部があったらしく、

走向延長 150m+, 傾斜延長70mの空洞がある。この他, L10立入坑道の着脈部に走向延長15m, 傾斜延長40mの富鉍部があった。

6) 鉍量:

確定	80,198 t
推定	17,250
予想	8,000
合計	105,448

品位 Au 1.55g/t, Ag 182g/t

7) 探鉍: Chiripa脈の残鉍探鉍を実施の予定であるが, これ以外は探鉍余地はないようである。

(3) 操業状況

1) 生産量: 80 t/週, Ag 250~300g/t (カットオフAg 200g/t, Au 1g/t)

a) 現在は19世紀初頭から20世紀初頭にかけて空洞に充填された古いズリを鉍石として産出している。

b) 通洞レベル以上, 鉍脈上部およびLa Chiripa脈が次の採掘目標である。しかし, 現在の銀品位では経済性がないようである。

2) 操業形態, 人員: 1方/日, 従業員10名。

3) 採鉍方法: 無充填採掘。

4) 運搬: スキップへの手積み, スキップはエンジンホイストで巻き上げる。通洞レベルまで巻いた後, 鉍車で搬出する。

a) 昔の鉍山時代のジョウゴ坑井が通洞坑の鉍車に鉍石を入れるのに利用されている。

b) 鉍山主は, 銀価格の上昇を期待して将来の出鉍と開発に備え, いくつかの機器を準備している。

5) 通気: 自然通気である。

6) 排水: 16リットル/秒×10時間/日のポンプ運転で坑内水を排水している。

7) コスト:

採鉍費 22,693ペソ/t (選鉍場までの輸送費 3,000ペソ含み)

選 鉱 費	30,000
製 錬 費	8,199 (製錬所までの輸送費 3,333ペソ含み)
合 計	60,892

- a) 採鉱員の平均賃金：80,000～90,000ペソ/週，一般地方労働者の50%増し。
 b) Guanacevi では，その土地の孤立性のため，物価が主要都市の20～30%増である。

3. 3. 2. 3 Capuzaya鉱山 (Fig. 3.3.9)

鉱業権者：Sr. Juan Chavez

調査日：1989年8月9日

(1) 位 置

Guanacevi 選鉱場の北2 km

(2) 鉱床および鉱量

1) 鉱床の規模：鉱脈は2条あり，内一つはN20° W, 65° Eの走向傾斜，脈幅0.1～5.0m, Ag 500～2,000g/tで石英細脈の集合から成り，僅かに黄鉄鉱を含む（当脈はBarradon鉱山の鉱脈の延長である）。別の一つは，N40° W, 80° W, 脈幅1.75m, Ag 300g/t である。

2) 鉱床の安定性：脈幅，品位共に安定。

3) 鉱石鉱物と脈石鉱物：閃亜鉛鉱，方鉛鉱，黄銅鉱。方解石，螢石，重晶石，石英。

4) 鉱床胚胎母岩：安山岩，珪化作用が強い。

5) 鉱床の開発状況：走向延長 550m, 傾斜延長 150mが展開されている。地表から40mのレベルで2箇所切羽が掘進されている。地表とは130mの立坑で連絡されている。ほとんどの空洞は19世紀の鉱業活動の名残である。これまで多くの試料採取が行われたが，分析結果はAg 100g/t 以下である。

6) 鉱 量：

確 定 59,265 t

推 定	66,310
予 想	59,840
合 計	185,415

品位 Au 0.48g/t, Ag 205g/t

7) 探鉱：運搬坑道（地表下 160m）のさらに約 150m下に5本のコアボーリングで発見された2条の鉱脈がある。その開発のために、19世紀に開削された立坑の修復作業が行われたが、出水のために深さ10mの地点で休止している。

(3) 操業状況

1) 生産量：50～60 t/週, Ag 300g/t

昔の残鉱を採掘している。

2) 操業形態, 人員：1方/日, 8名

3) 採鉱方法：足場を用いた下向無充填採鉱法(Rebajes Abiertos con Tranqueo)

4) 運 搬：運搬坑道（通洞）の鉱車への手積み。

5) 通 気：自然通気である。

6) 排 水：

7) コスト：

採 鉱 費	27,249 t (選鉱場までの運搬費 3,500ペソを含む)
選 鉱 費	30,000
製 錬 費	6,395 (製錬所までの運搬費 2,302ペソを含む)
合 計	63,644

(4) コメント

容易に発見できる採掘可能な鉱石は20世紀初頭までに既に採掘されてしまったと思われる。

3. 3. 2. 4 San Rafael鉱山 (Fig. 3.3.10)

鉱業権者：Sr. Francisco Alanis Quinonez

調査日：1989年8月9日

(1) 位置

Guanacevi 選鉱場の西 5 km

(2) 鉱床および鉱量

1) 鉱床の規模：鉱脈の走向傾斜はN10° W, 65° E, 脈幅 0.7m, 25m毎に坑道が開削されている。富鉱部は1個あり、下部ほど大きくなっている。L4（地表から85m）で延長85m, L8（地表から135m）で延長135mである。

2) 鉱床の安定性：脈幅、品位共に安定している。

3) 鉱石鉱物と脈石鉱物：方鉛鉱、閃亜鉛鉱、マンガン鉱物。石英、蛍石。

4) 鉱床胚胎母岩：安山岩、緑泥石化変質を受けている。

5) 鉱床の開発状況：走向方向に240m, 傾斜方向に110m+（L4以下）展開している。

6) 鉱量：

確定	31,365 t
推定	46,920
予想	71,350
合計	149,635

品位 Au 4.1g/t, Ag 396g/t

確定鉱量はL8とL9の間、長さ130m×高さ25m×巾2mに限られる。すなわち

a) 鉱区境界はスキップ設置立坑の北10mにある。さらに、L9北では境界線でAg 600g/t からAg 100g/t に低下している。

b) L8より上部は採掘済みである。

c) 立坑の南130mで品位がAg 80g/t に低下している。一方、部分的には品位は極端に高い。

L9南の開削では最高Ag 6kg/t, Au 60g/tが記録された（高品位鉱40tが製錬所へ直接送鉱された）。通常の品位はAg 800g/t, Au 9g/t（脈巾2.1m）、脈は下部へ延長している。

7) 探鉱：富鉱部の下部延長はさらに拡大することが期待される。

(3) 操業状況

1) 生産量：調査時点で、L 8, 9間の採掘準備中であった。L 9は地表から185 mの深さに開削されている。予定の生産量は1,200 t/月である。

L 9の下部採掘のため、立坑掘下りを実施中である。坑内湧水で難航している。

2) 操業形態、人員：6日操業/週、2方/日

計30名(坑内作業員8名/方×2方/日=16名を含む)。

3) 採鉱方法：シュリンケージ

4) 運搬：マインカーローダー(ロッキングアクションタイプ、EIMCO 600B)による鉱車への積込み、スキップ(容量650kg)へ、立坑で巻上げて地表へ搬出する。巻上げ設備は大型に更新中である。

5) 通 気：自然通気である。

6) 排 水：坑内水：300立方m/日

7) コスト：

採鉱費(地表の貯鉱場まで)	30,000ペソ/t
輸送費(山元から選鉱場まで)	9,000
選鉱費	30,000

立坑掘下がり(2×4 m機械更新含まず) 2,000,000ペソ/m

a) 削岩員の平均賃金：150,000ペソ/週(6日/週稼働)

(4) コメント

a) Guanaceviの中小鉱山の中で当鉱山は最も機械化された鉱山の一つである。

幸い品位が極めて高いので、湧水を克服して坑内開発が可能となっている。しかし、最盛期は過ぎていることは否めない。

b) 高品位の鉱石を発見した場合は、鉱石のブレンディングを提案したい。鉱山の延命策として有効である。

3. 3. 2. 5 Ample del Alto Nuevo Porvenir 鉱山 (Fig. 3. 3. 11)

鉱業権者：Sr. Rafael Martinez Herrera

調査日：1989年8月10日

(1) 位置

Guanacevi 選鉱場の西10km

(2) 鉱床および鉱量

- 1) 鉱床の規模：急傾斜の鉱脈（N-S走向）とマント型の鉱床が観察される。
鉱脈の中は極端に変化する。調査時、巾 1.0～ 1.5m×長さ55mの鉱脈と平均規模 5 m×3 m×4 mの多くのマント型鉱囊 Ag 300g/tが観察された。現在はマント型鉱床のみを稼行している。
- 2) 鉱床の安定性：マント型は分布に規則性がない。
- 3) 鉱石鉱物と脈石鉱物：方鉛鉱，閃亜鉛鉱，マンガン鉱物。石英，方解石。
- 4) 鉱床胚胎母岩：鉱脈は安山岩，マント型は凝灰角礫岩。
- 5) 鉱床の開発状況：平面的に90m，断面的に地表から94mを展開している。
- 6) 鉱量：

確定	9,267 t
推定	14,262
予想	13,578
合計	37,107

品位 Au 0.63g/t, Ag 586g/t

- 7) 探鉱：L 5（最下底レベル，深度94m）で探鉱坑道を開削中である。この坑道でL 3とL 4間が採掘される。鉱体の発見と温存をバランスよく管理することが重要である。

(3) 操業状況

- 1) 生産量：60～70 t/日，300t/週（生産は切羽の条件により変化する）。硫化鉱のみ生産している。
- 2) 操業形態，人員：5方/日，2.5～ 3.0時間/方，従業員18名。
- 3) 採鉱方法：各レベルでの狸堀（レベル間隔は10m）。
- 4) 運搬：一輪車に手積み後，地表のホイストでスキップ巻。
- 5) 通気：自然通気である。
- 6) 排水：他の鉱山と共同でポンプを備えた深度 150mの井戸を維持している。

当鉱山から 500m離れた所に設置した井戸から60リットル/秒の水を汲み上げ、効果的に地下水位を下げている。

7) コスト:

下記データは当鉱山と同時に操業している付近のSoto鉱山のデータと合算したものである。

労務費	3,500,000ペソ/週
火薬費	1,200,000
燃料	250,000
旅費	300,000
排水	800,000
その他物品	300,000
採鉱費合計	6,350,000

推定採鉱費単価(6,350,000ペソ/週) / (300t/週) = 21,167ペソ/t

a) 鉱山主は正確な支出を算出したことがない。上記は鉱山主の発言から推定したものに過ぎない。実際のコストはより高いものと思われる。

(4) コメント

富鉱部は比較的大きいが、その形態は極めて不規則である。このため採掘方法は原始的である。能率的な、より機械化された採掘方法に追いつくため、多交代制(5方/日)と、比較的大きな採掘切羽が採用されている。当鉱山の大きな可能性(高品位と大きな富鉱部)が、このような方法を可能にしている。採掘の空洞は無充填であり、将来の採掘に危険性がある。

3. 3. 2. 6 Noche Buena 鉱山 (Fig. 3. 3. 12)

鉱業権者: Minera Noroeste De Durango, S. A.

調査日: 1989年8月10日

(1) 位置

Guanacevi 選鉱場の西7 km。

(2) 鉱床および鉱量

1) 鉱床の規模：当鉱山は、修復作業中であり、採掘切羽、鉱脈共に観察できなかった。鉱山主によれば、脈幅は 0.4～ 2.5m、品位はAg 200～300g/tである。走向傾斜はN80° E, 70° N。酸化帯は地表から約15mである。

a) L 1（地表から52m）の上部は既に採掘済みである。

b) L 1の先端80mで別の鉱脈が発見されている。

c) 北方への延長は鉱区境界で制約されている。

2) 鉱床の安定性：脈幅、品位共に不安定である。

3) 鉱石鉱物と脈石鉱物：方鉛鉱、閃亜鉛鉱。石英。

4) 鉱床胚胎母岩：モンゾニ岩、堆積岩。

5) 鉱床の開発状況：走向方向に80m、傾斜方向に 115mの展開がされている。

6) 鉱 量：

確 定	15,500 t
水 底	18,000
予 想	32,000
合 計	65,500

品位 Au 0.29g/t, Ag 270g/t。

7) 探 鉱：富鉱部は走向延長60m、傾斜延長80m+あり、この下部への延長に期待がもてる。また西向きヒ押坑道探鉱も必要である。

(3) 操業状況

1) 生産量：1988年火薬災害以来生産していない。およそ半月後に100～ 40 t / 日の生産開始予定である。L 1とL 2（L 2は地表より 103m）間が採掘される。

2) 操業形態、人員：1方/日、現在14名の作業員で修復作業中である。

3) 採鉱方法：シュリンケージ

4) 運搬：ジョウゴ坑井から鉱車へ、その後スキップで搬出する。

5) 通気：自然通気である。

6) 排水：

7) コスト :

採 鉱 費	25,000ペソ / t	(選鉱場までの運搬費 8,000ペソを含む)
選 鉱 費	30,000	
製 錬 費	8,199	(製錬所までの運搬費 2,950ペソを含む)
合 計	63,199	

- a) 1988年の災害以前の実績。
- b) 選鉱場への輸送費を含む, 8,000ペソ / t。
- c) 採鉱員の平均賃金12,000ペソ / 日, 削岩員はより高く 120,000ペソ / 週。

(4) コメント

現在の銀価格では, 当鉱山の操業はやや困難であろう。

3. 3. 3 バロネス地区 (Fig. 3. 1. 3)

3. 3. 3. 1 San Roberto 鉱山 (Fig. 3. 3. 13. a, b)

鉱業権者 : Sr. Jesus Guzman

調査日 : 1989年 8月23日

(1) 位置 : Barones 選鉱場の北西 4 km

(2) 鉱床および鉱量

1) 鉱床の規模 : 鉱脈は 2 条あり, BajoとAltoと称する。Bajoが主脈である。Altoは走向N60° W, 傾斜60° N, 脈幅 3 mで, Bajoは走向N65° W, 傾斜72° N, 脈幅15mである。6 haの鉱区内で走向方向に 450m, 傾斜方向に 450m追跡される。主脈は細脈の集合で構成される。Altoは品位が低く稼行されていない。

2) 鉱床の安定性 : 品位は特別高いわけではないが, 各鉱脈の脈幅が広く, 脈幅, 品位についての安定性がよい。鉱脈幅15m以上, 走向方向に70m追跡できるものがある。

3) 鉱石鉱物と脈石鉱物 : 方鉛鉱, 閃亜鉛鉱, 黄銅鉱。石英。

4) 鉱床胚胎母岩 : 安山岩。

5) 鉱床の開発状況：走向方向に 500m, 傾斜方向に約 150m展開されている。

6) 鉱量：

	t	Au g/t	Ag g/t	Pb%	Cu%	Zn%
確定	2,276,304	0.5	109	1.60	1.80	3.00
推定	1,494,287	0.5	106	0.87	1.75	2.90
予想	1,877,167	0.5	110	0.16	2.08	2.65
合計	5,647,758	0.5	109	0.93	1.88	2.86

上記鉱量はCFMの計算方法による安全側の見積ではなく、当鉱山の計算方法によるものである。

7) 探鉱：1981年、当鉱山を買収しようとしたある会社が露頭の延長を探鉱するために、総延長 1,500mのコアボーリング5本を実施した。その結果、3条の新鉱脈が発見され、鉱量は飛躍的に増大した。現在、採掘作業は 160mまでの深度に限られているが、深度 350mまで確認されている新鉱脈の開発が進行中である。

(3) 操業状況

1) 生産量：1,500t/月, Au 0.5g/t, Ag 90g/t, Pb 1.2%, Cu 1.2%, Zn 3.6%。すべて硫化鉱である。

選鉱場建設が計画されている。詳細は San Bernabeの項参照。

2) 操業形態, 人員：6日/週操業, 1方/日

従業員18名。

a) San Roberto は San Bernabeの支山として、同じ経営者により操業されている。

上記従業員には San Bernabe鉱山に常駐する技術スタッフ, 機械工, 管理部門スタッフは含まれない。

b) 鉱山主によると、作業員の欠勤率は極めて低い。さらに、ほとんどの作業員は継続的に勤務している。

3) 採鉱方法：

a) (現在L8において)：シュリンケージ

b) (深部に採用する予定の採鉱方法)：選鉱廃さいの水力流送を用いたトラ

トラックレス方式充填採掘法。

c) 採掘準備と採鉱を兼ねて、現在3箇所では押し坑道を開削中である。この押し坑道の内1箇所は4.5m×5m加背の坑道で、10tトラックと3立方ヤードのタイヤローダーを用いたトラックレス方式で掘進している。さらに、トラックレス方式が鉱脈中でなく、下盤中に開削されているのは重要である。

d) (トラックレスでない)従来方法の作業切羽では空動方式のローダーが用いられている。

e) 切羽は1.5m/1サイクルで掘進している。

4) 運 搬 :

a) トラックレス切羽 : ドローポイントでタイヤローダーにより10tトラックに積込み、坑外へ搬出する。

b) トラックレスでない切羽 : ジョウゴ坑井から人力で鉱車に積込、立坑をスキップで巻き上げている。トラックレス切羽の鉱石も立坑経由で巻き上げる予定である。

5) 通 気 : 自然通気のみである。当鉱山の技術者はトラックレス方式の切羽には強制通気が必要なことを指摘している。

6) 排 水 : 250立方m/日の坑内水をポンプで排水している。

7) コスト :

San Bernabe 鉱山の項参照。San Roberto は San Bernabeと共同経営されている。

(4) コメント

San Bernabe 鉱山の項参照。

3. 3. 3. 2 San Bernabe y Pupa 鉱山 (Fig. 3. 3. 14. a, b)

鉱業権者 : Sr. Jesus Guzman

調査日 : 1989年 8月24日

(1) 位置 :

Barones 選鉱場の北東 2.5km。

(2) 鉱床および鉱量

1) 鉱床の規模 : San Bernabe と Pupa 脈の 2 条がある。San Bernabe は走向傾斜 N70° W, 50~60° N, 脈幅 0.2~ 2.5m で, 富鉱部が 4 箇所あり, 西 : 走向方向 115m, 傾斜方向 115m, 中央 : 走向 50m, 傾斜 50m, 中央東 : 走向 60m, 傾斜 60m, 東 : 走向 20m, 傾斜 10m の各々展開跡がある。

Pupa は走向傾斜 N70° W, 70° N, 脈幅 1.7m~ 3.3m で, 2 個の富鉱部があり, 西 : 走向延長 20m, 傾斜延長 10m, 東 : 走向 10m, 傾斜 10m である。酸化帯は地表から 40m の深度までである。

2) 鉱床の安定性 : 鉱脈は脈幅, 品位共に非常に安定している。

3) 鉱石鉱物と脈石鉱物 : 方鉛鉱, 閃亜鉛鉱, 黄銅鉱, 石英。

4) 鉱床胚胎母岩 : 安山岩。

5) 鉱床の開発状況 : 鉱山全体にわたり昔, 酸化鉱を採掘した後の空洞が多くみられる。San Bernabe は走向方向 410m, 傾斜方向 156m が, Pupa は走向方向 300 m, 傾斜方向 130m が展開されている。現在 Pupa を開発, 出鉱中で, トラックレス斜坑で脈の下盤に平行に掘下り, 途中 20m 間隔で鉱脈に立入を行ない, 出鉱している。

6) 鉱 量

Pupa 脈	t	Au g/t	Ag g/t	Pb%	Zn%
確定	283,907	0.54	155	0.52	0.41
推定	277,316	0.57	160	1.24	1.36
予想	429,808	0.77	192	1.65	1.97
合計	991,031	0.65	173	1.21	1.35

San Bernabe 脈	t	Au g/t	Ag g/t	Pb%	Zn%
確定	111,094	0.60	164	1.15	1.53
推定	165,000	0.00	167	1.00	1.70

予想	64,549	0.55	137	0.80	1.15
合計	340,643	0.30	160	1.01	1.54

a) 上記鉱量はCFM方式の計算ではなく、当鉱山の計算による。

b) 鉱量計算はやや楽観的であり、品位は比較的低く見積っている。

c) 40m以深の硫化鉱は未採掘のまま残っている。

7) 探鉱：合計222ha(San Roberto : 56ha, San Bernabe : 29ha, その他 137ha)
の広大な鉱区には、多量の確定鉱量と探鉱ポテンシャルがあるといえる。

(3) 操業状況

1) 生産量：

a) 露天掘：1,000t/月, Au 1g/t, Ag 250g/t(酸化鉱)

b) 坑内掘：2,000t/月, Au 0.8/t, Ag 200g/t, Pb 0.4%, Zn 0.3%

c) 自家用選鉱場の建設を計画中である。3カ月分の運転資金を含む建設費、35億ペソはCFMよりファイナンスされる予定である。200t/月の処理能力を持つ選鉱場は、CFMが本計画へのファイナンスを認めれば、1989年末には完成する。

d) 本計画によれば、最も良い選鉱成績が得られる。PENOLES社の子会社が選鉱場建設の監督と指導を行なう。

2) 操業形態、人員：1方/日、従業員 62名

a) 従業員数には San Bernabeだけでなく、San Roberto にも勤務する、技術スタッフ、機械工、管理部門スタッフそしてトラック運転手を含む。

b) 6カ月前より採鉱技術者が雇用されている。前の大会社 IMMSAでの15年の経験が SanRoberto と San Bernabeの近代化に極めて貢献しているようである。

3) 採鉱方法：シュリンケージ

他の調査鉱山と異なり、人道立坑が切羽と離れて開削されている。この独立人道により、鉱石を安全かつ能率よく採掘することを可能にしている。

4) 運搬：作業 San Robertoと同様のトラックレス方式が採掘区画の一部に適用されている。

5) 通気：自然通気である。

トラックレス方式を適用した切羽が深部へ進んだ時には、扇風機を使った強制通気が必要となるであろう。

6) 排水：

7) コスト：

採鉱費 18,500ペソ/t

選鉱費 16,500

採鉱費の内容は次のとおり。

- a) 労務費22%，物品費22～23%，機械償却費を含むその他費用55～60%。
- b) 4.5 m × 4 m加背の坑道開削費 1.1百万ペソ/m（採鉱費には含まれていない）。
- c) スラリー爆薬 26,000ペソ/25kg入りカートン。
- d) 7フィートのインサートロッド 33,000ペソ/ロッド。
- e) 作業員の賃金 220,000～500,000ペソ/週（人従費は含まず）。

(4) コメント

- a) San Roberto と San Bernabe 鉱山は調査した鉱山の中で最も近代的な、機械化の進んだ鉱山である。
- b) 一般的に過度の機械化は採鉱費を高くする傾向がある。San Roberto と San Bernabe の場合、機械化の比率は人力労働とよいバランスを保っていると思われる。

3. 3. 3. 3 Las Cumbres 鉱山 (Fig. 3. 3. 15)

鉱業権者：Sr. Jesus Marrillo Martinez

調査日：1989年8月25日

(1) 位置：

Barones 選鉱場の北6 km。

(2) 鉱床および鉱量

1) 鉱床の規模：AltoとBajoの2鉱脈がある。これらは走向N40° W～SEで、傾斜60～70° Nの平行脈である。San Bernabe 脈群東方延長に相当する。採掘中の脈はBajoで、脈幅は1.5～2.5 mである。(現在採掘中の)150mレベルの品位はAu 0.45g/t, Ag 185g/t, Pb 1.0%, Zn 1.84%である。Altoは脈巾1.2mである。地表から80mまでは酸化帯である。

2) 鉱床の安定性：脈幅、品位共に安定している。

a) 鉱脈の走向延長はBajo脈で300m、Alto脈で250mがヒ押坑道により確認されている。

b) L125mとL150m間には、直ちに採掘可能な鉱石があり、さらに鉱脈はL150m以下、傾斜方向にも伸びている。

3) 鉱石鉱物と脈石鉱物：閃亜鉛鉱、方鉛鉱。石英。

4) 鉱床胚胎母岩：安山岩。

5) 鉱床の開発状況：走向方向に170m、傾斜方向に65m展開され、すべてが富鉱部を形成している。

6) 鉱量：

確定	7,567 t
推定	5,730
予想	6,720
合計	20,017

品位 Au 0.45 g/t, Ag 185g/t, Pb 1.00%, Zn 1.8%。

a) 上記鉱量は1988年にCFMにより算出されたもので、確定鉱量が2/3掛けしてある。

b) 硫化帯の内、(地表から)125 mレベル以上は採掘終了である。

c) 採掘対象の酸化鉱が多少あるが、上記鉱量には含まれていない。

7) 探鉱：

a) 両脈とも走向の西延長は鉱区境界より先へ伸びている。

b) Alto脈の東方延長は、鉱区境界の手前150mで断層により切られ、ヒ押坑道はそこで終わっている。数mの立入坑道掘進で断層先の鉱脈を発見する可能性

がある。

c) Bajo脈は鉍区境界の手前 100mで、脈幅 0.6mとなって探鉍が中止されているが、この先も探鉍を継続する必要がある。

(3) 操業状況

1) 生産量：25 t / 日, Au 1.5g/t, Ag 200g/t, Pb 1.5%, Zn 2.5%

2) 操業形態, 人員：6日操業 / 週, 2方 / 日。

従業員 15～16名。

3) 採鉍方法：シュリンケージ

a) 運搬坑道は San Robertoと San Bernabeを別として、他の鉍山同様に鉍脈の中に開削されている。

b) ジョウゴ坑井は運搬坑道に 8 m間隔で作られる。

c) 坑道と立坑は、現鉍山主が開削したものではなく、過去の鉍山開発による。この結果、現鉍山主は坑内水をポンプで汲み上げるだけ、直ちに採掘可能な鉍石を手に入れた。

4) 運搬：

a) 鉍石は、ジョウゴ坑井から運搬台車に乗せたスキップバケット（容量 500 kg）へ入れ、坑外にあるエンジンホイストで巻き上げる。

b) 立坑には梯子が設置されてなく、従業員はスキップで入、出坑する。

5) 排水：2 インチ径パイプで4日毎に2～3時間排水する。現在稼働中のレベル以下の立坑下部がバッファタンクとして機能している。

6) 通気：自然通気である。

a) 古い立坑がいくつかあるため、十分な空気が坑内を流れている。

7) コスト：

a) 採鉍費 35,191ペソ / t（鉍石運搬費を含む）

b) 選鉍費 16,500

c) 製錬費差引利益 77,591

d) 利益 (c-a-b) 25,900

A) 上記は C F M, Zacatecas 支所の推定であり、同支所では鉍山から申し入

れのあったローン申し込みの認可を検討中である。

B) 従業員の給与、賃金は(1名当り)

鉱山長	1,500,000ペソ/月
削岩員	14,000ペソ/日
削岩助手	11,000
巻上員	14,000
積込員	11,000

(4) コメント

a) 鉱区は狭いが、小鉱山として多量の鉱量と新鉱床発見の可能性がある。鉱山主は、僅かの開発費で当鉱山の富を得たので、探鉱に投資すべきであろう。

3. 3. 3. 4 Calicanto 鉱山 (Fig. 3.3.16. a, b)

鉱業権者 : Sr. Hector Mayorga Sanchez

調査日 : 1989年 8月28日

(1) 位置

Barones 選鉱場の東 0.5km。

(2) 鉱床および鉱量

1) 鉱床の規模 : 4条の主脈がある。Calicanto 脈は平行な2条の脈、Alto脈とBajo脈で構成される。これらは断層でずれた1条の脈で、その走向はN70° Wであるが、傾斜は60° NおよびSで逆になっている。Bajoのみが採掘されている。脈幅 0.4~ 2.0m, 富鉱部は2箇所あり、西 : 走向方向60m, 傾斜方向 130m, 東 : 走向40m, 傾斜30mである。Altoは脈巾 1.0mである。

他の2条はNevada脈 (N70° W, 45° S) とVicochea脈 (N50° E, 50° NE) である。鉱区面積は94.6haである。地表下80mまで酸化帯である。

2) 鉱床の安定性 : 鉱脈は、幅、品位共に変化に富む。富鉱部は幅 7 m, Au 60g/t, Ag 27kg/tであるが、大部分は幅 1.5~ 2 mでAg 200~300g/tである。

3) 鉱石鉱物と脈石鉱物 : 方鉛鉱, 閃亜鉛鉱, 黄鉄鉱。石英, 方解石。

4) 鉍床胚胎母岩：安山岩。

5) 鉍床の開発状況：Calicantoは走向方向 270m, 傾斜方向 130mの展開が行われている。

6) 鉍量：

硫化鉍

鉍脈	確定	推定	予想	合計
Calicanto	14,626 t	36,875 t	37,350 t	88,851 t
Vicochea	8,750	9,420	13,650	31,820
Nevada	4,530	9,825	19,875	34,230
合計	27,906	56,120	70,875	154,901

鉍石品位

選鉍実収率

Au	1.31g/t	41 %
Ag	148g/t	57.8%
Pb	0.86 %	49.1 %

酸化鉍

確定鉍量

750千 t

鉍石品位

選鉍実収率

Au	1.06g/t	52.16%
Ag	181g/t	56.49%

a) 上記鉍量は1988年2月にCFMにより計算されたものである。

b) 現在の銀価格では、採掘対象鉍量ははるかに少なくなる。1988年の生産物の品位はAu 1.4g/t, Ag 200g/t, Pb, Znは各1%である。

c) 全山に、過去の鉍山操業跡の空洞が多数ある。当時のズリを充填した空洞もあり、現在の技術で鉍石になり得るかも知れない。

7) 探鉍：採掘対象の鉍量は多量にあり、当面、鉍量的問題はない。

(3) 操業状況

1) 生産量：

a) Bajo (地表から)130mレベルで採掘される硫化鉍：500~700t/月, Au 1

～2g/t, Ag 240～250g/t

b) 60mレベル付近に、昔ズリとして空洞充填した硫化鉱：200～300t/月、
Ag 200g/t (計画中)

c) Bajo露天掘で採掘される酸化鉱：400t/月, Au 1.2g/t, Ag 280g/t

・上記の生産は、他の脈より品位の高い Calicanto脈からである。

・選鉱場の処理量制限のため、生産量は月により変化する。

2) 操業形態, 人員：2方/日, 6日操業/週。

坑内作業員26名を含め、総従業員45名。

3) 採鉱方法：

a) 坑内掘：鉱山によるシュリンクージが適用されている。しかし、シュリンクージが常に維持されているわけではないようである。

b) 露天掘：狸掘の一種。鉱脈幅一杯にトレンチを切っている。

4) 運 搬：

a) 坑内掘：一輪車に手積みし、電動ホイストによるスキップ(500kg)巻で搬出する。近い内に鉱車と空動ローダーが導入される。

b) 露天掘：10tトラックと3立方ヤードタイヤローダーで運搬する。

5) 排 水：2インチ径パイプによりポンプで揚水、当鉱山の坑内水は Barones選鉱場の選鉱用水に利用されている。

6) 通 気：自然通気である。旧坑が通気坑道として機能しているので、坑内作業現場に十分な通気がある。

7) コスト：

採 鉱 費 35,974ペソ/t

選 鉱 費 20,375

精鉱運搬費 3,564

合 計 59,913

利 益

製錬費差引利益 71,650ペソ/t

費用合計 59,913

利益 11,737

a) CFM Zacatecas支所による推定値。

(4) コメント

a) 選鉱実収率が向上すれば、当鉱山の鉱量は大幅に増加する。重要なことは常に富鉱部を探鉱することである。

b) 鉱脈が不連続であるため、当鉱山にシュリンケージを採用するのはやや問題がある。

3. 3. 3. 5 California (Fig. 3. 3. 17. a, b)

鉱業権者：Veta Linda Cia. Minera, S. A.

調査日：1989年8月29日

(1) 位置

Barones 選鉱場より南東7 km。

(2) 鉱床および鉱量

1) 鉱床の規模：主要脈2条がある。これらは La Fe脈（走向傾斜N35° E, 80° E）とCantera脈（走向傾斜N65° W, 55° S）である。La Fe脈はCantera脈を切った断層に胚胎した脈である。各脈は地表で12~13mの脈幅である。しかし、現在は上記2条の鉱脈は稼働していない。

現在、La Fe脈の碎屑性鉱石を稼行中である。破碎物は不規則な形と大きさで、分級の悪い碎屑物であり、その分布は、1,000m×150m×60m（深度）である。

2) 鉱床の安定性：鉱脈は幅の変化なく走向、傾斜延長に連続している。傾斜方向は地表から100 mまでの旧坑空洞で確認される。

碎屑物は地質時代の侵食破碎物と推定され、品位的にあまりバラツキがないようである。

3) 鉱石鉱物および脈石鉱物：方鉛鉱、閃亜鉛鉱、黄鉄鉱、石英。

4) 鉱床胚胎の母岩：モンゾニ岩、堆積岩。

- 5) 鉱床の開発状況：鉱脈は走向方向、傾斜方向共に 100mが展開された。
- 6) 鉱量：鉱石の碎屑物は約 100万 t であり、品位は Au 0.58g/t, Ag 300g/t である。
- 7) 探鉱：露天掘用鉱量は充分確保されているので、当面探鉱の必要はない。

(3) 操業状況

1) 生産量：露天掘で 3,000 t / 月

- a) 露天掘の開始は 3 年前である。
- b) 自家用ヒープリーチングプラントの建設が計画されている。

プラントの建設予定地は Minillas 村 (California 鉱山の南、道路で 25km) にあり、そこには約 350,000t の "Torrero" (昔、ズリとして捨てられたもの、現在は鉱石価値がある) が荒野に積み上げられている。計画によれば、プラントでは California の鉱石と Torrero (Ag 120~130g/t) を 100t / 月処理する。

2) 操業形態、人員：2 方 / 日稼行する。従業員 40 名。

3) 採鉱方法と運搬：

- a) 露天掘：予備を含め、10 t トラック 10 台、タイヤローダー 3 台およびドーザーショベル 1 台が使用されている。

・調査時、露天掘ピットは約 100m × 50m × 20m (深さ) であった。ピットは全くベンチなしで掘られ、垂直からオーバーハングしているピット壁面には亀裂があった。

・露天掘は深さ 40m まで行ない、それより深部は斜坑を用いた坑内掘の予定である。それまでのピットの設計は不明である。

- b) 鉱脈の走向方向に対し、ピット最下底から鉱脈のヒ押坑道を開削中である。
- c) 既述のように、旧坑があり、その坑口は 2 条の鉱脈の交差部にある。これは狸掘で掘削された。

4) 運搬：露天掘でトラックに積み、そのまま選鉱場へ。

5) 通気：

6) 排水：なし。

7) コスト:

次の費用は建設予定のヒーリーチングプラント用のものである。

採 鉱 費	16,029ペソ/t
選 鉱 費	16,500 (輸送費 8,000を含む)

(4) コメント

最小の採掘コストと多量の鉱量がある。

3. 3. 3. 6 Amplicacion San Miguel

鉱業権者: Ceferino Parga Castillo

調査日: 1989年8月30日

(1) 位 置

Barones 選鉱場の北9 km

(2) 鉱床および鉱量

1) 鉱床の規模: 1.99haの鉱区の中に無名の鉱脈2条がある。これらは互いに平行であり、その走向傾斜はN60° W, 65° Nである。ただし、このうち1条は鉱区内に僅か数mしか入らないため、採掘不能である。その他の鉱脈は鉱区内約140 m間にある。

下盤の一部に銀の鉱染があり、Ag 400g/t である。(地表から) 40mのレベルで切羽は 0.8m幅の高品位部と 1.2mの鉱染部に区別できる。前者は Ag 400g/t、後者は Ag 150g/tといわれる。

2) 鉱床の安定性: 採掘跡の空洞により 0.6m~2.50mの脈幅が推定される。脈幅は変化するが、品位が高い。

3) 鉱石鉱物と脈石鉱物: 方鉛鉱, 閃亜鉛鉱, 黄銅鉱, 石英。

4) 鉱床胚胎母岩: 上下盤は堆積岩(粘板岩である)。

5) 鉱床の展開状況: 鉱脈のほとんどは古くから採掘されている。現在の採掘は残鉱掘である。

55mレベルの北西端は昔の鉱山のズリで充填されている。

6) 鉍 量 :

確 定	1,381 t
推 定	2,600
予 想	3,543
合 計	7,524

品位 Ag 303g/t, Au 0.7g/t

a) 上記鉍量はCFMによる計算である。

7) 探鉍：鉍脈の幅は安定していて、傾斜延長に期待がもてる。しかし、下部は既に昔、採掘済みかもしれない。

(3) 操業状況

1) 生産量：300t/月, Ag 323g/t

a) 地表で、製錬所に直送する高品位鉍を手選している。高品位鉍の品位は銀数kg/tという。

b) さらに、青化法に悪影響を及ぼす可能性のある黄鉄鉍の多い鉍石はズリとして選別している。

2) 操業形態、人員：1方/日操業、従業員は10名。

3) 採鉍方法：鉍山主はシュリンケージとっているが、実際は坑内無充填採掘である。

4) 運搬：一輪車への手積み、投入坑井への投入、地表下55mの坑道での一輪車運搬後、エンジンホイストによるスキップ(200kg)で巻き上げる。

5) 排水：8日毎に10時間ポンプで揚水する。

6) 通気：自然通気である。

7) コスト：

採鉍費（選鉍場への輸送費含み） 35,099ペソ/t

選鉍費 16,500

a) 給与と賃金（週当り）

鉍山長 100,000ペソ/t

採鉍員 90,000

採鉱助手	80,000
巻上員	80,000
積込員	75,000
トラック運転手	100,000

3. 4 採鉱コスト

(1) 採鉱コスト算出方法

採鉱コストは、経済性の側面から各鉱山の現状診断を行ない、さらに将来にわたる生産能力を判定する為の基礎データとなるものである。前節にて調査した各鉱山の概要を述べ、CFM各支所のスタッフあるいは鉱山主等からの聞き取り調査によって得たデータを記したが、現地調査では十分なデータを得られなかった鉱山、また、データに疑問のある鉱山も少なくない。さらに、現在の生産規模を仮に拡大または縮小した場合の採鉱コストの変化についても検討する必要がある。

ここでは、鉱山開発のフィージビリティ・スタディ等に利用される簡易式、

$$C = \alpha T^{\beta} W^{\gamma} \quad (1)$$

(ただし、C：コスト、T：出鉱量、W：採掘幅、 $\alpha \beta \gamma$ ：定数)

を用い、上記の目的に沿って、現地や調査で得たデータを補完し、あるいは分析・検証した。

(1)式中の定数 α 、 β 、 γ の設定に当っては、The Canadian Institute of Mining and Metallurgy (CIM)出版の Mining and Mineral Processing Equipment Costs and Preliminary Capital Cost Estimationsに示されている数値を参考に調査時点における為替レートと物価変動、そして当該地区鉱山の実態を加味して次のように設定した。

$$N_1 = 2.66 T^{0.7} W^{-0.5} \quad (2)$$

$$C_1 = 36,950 T^{-0.1} W^{-0.2} \quad (3)$$

$$N_2 = 0.602 T^{0.5} + 0.037 T^{0.7} \quad (4)$$

$$C_2 = 42,964 T^{-0.5} + 4,055 T^{-0.3} + 2,971 T^{-0.2} \quad (5)$$

(ただし、N：必要人員，C：物品費（ペソ／t），T：日産出鉱量（t），
W：採掘幅（m）。添字の 1.2 はそれぞれ坑内掘と露天掘）

(2) 採掘コストの算出と分析

Table 3.4.1 に算出結果を示す。

1) La Revancha

現状のコスト算出に加え、シュリンケージ法の採用と（平均）採掘幅拡大・出
鉱量増による効果について試算した。

2) La Presa

計画では 1,000～1,500t／月であり、25日／月稼働として50 t／日、また 1.5
mの脈幅いっぱい切羽採掘幅とした場合のコストを試算した。

3) La Esperanza

人間的に採掘幅 2 m でようやく公称出鉱量を達成できる勘定である。脈幅の狭
い箇所では現有人員で 20 t／日を出すのは不可能であろう。

4) Tilita

出鉱量に比して人員が多いのは、鉱脈が不安定で探鉱掘進が発生する為と考え
られる。常に富鉱体を確保する必要があり、いったん探鉱遅れが発生すると人員
的に出鉱のみに追われるばかりかコストも大きく上昇することとなる。

5) Unificacion Cordero

計算式には標準的な排水コストも含まれているが、本鉱山は出鉱規模に対して
出水が非常に多い為、試算には別途排水コストを加算した。15 t／日と云えども
十数名の作業員を確保する必要があり、排水という固定的費用をかかえるだけに
運転資金に余裕がないと操業がむずかしい。

6) San Jose Chico

マイン・カー・ローダー等比較的機械化された鉱山である為、計算上の採掘人
員はやや実際より大きくなっている可能性はある。しかし、コスト計は聞き込み
調査とほぼ一致しており、妥当な値と考える。

7) Barradon

1 m幅の脈を対象にしていたのでは収入（品位）がよくなければペイしない。発破に必要な工数、コストを25%と考え、坑内に貯められた鉱石（昔のズリ）を出鉱する場合について現有人員と出鉱量から逆算してコストを算出したが、それでも約36,000ペソ/tと高い水準にある。

8) Capuzaya

試算結果は約50,000ペソ/tと高く、品位がよくなければペイしない。

9) San Rafael

試算結果は約45,000ペソ/t, さらに深部開発工事が行なわれている為、コストは聞き込み調査で得た36,000ペソ/tを大きく上回ると思われる。

10) Ample del Alto Nuevo Porvenir

切羽条件の変化と変則シフトの為に、試算にあたっての条件の設定がむずかしいが、少なくとも36,000ペソ/tを上回るものと考えられる。

11) Noche Buena

採掘幅を2 mとしても計算上37,000ペソ/t近くコストがかかる上、54名もの作業員を確保するのは容易ではないだろう。

12) San Robertoおよび San Bernabe

賃金水準が突出しており、聞き込みで得た採鉱コストと試算結果は大きく食い違っている。一方、4.5m×4 m加背の坑道掘進について、約1.1百万ペソ/mという聞き込み調査データを得ており、この坑道掘進コストに関して今回採鉱コスト試算で用いたものと同様の簡易計算法による試算を試みた。アメリカ合衆国 Bureau of Mines発行の文献に示された方法によると、4.5m×4 m加背の坑道で、労務費1.72工/m×300千ペソ/週÷6日/週=86千ペソ/m, 物品費317ドル×2500ペソ/ドル=793千ペソ/m, 機器整備費36ドル×2500ペソ/ドル=90千ペソ/m, 合計969千ペソ/mとなる。すなわち、聞き込み調査データとの差は12%に過ぎない。賃金、採掘コスト、坑道掘進コストのいずれかに大きな誤りがあると考えられるが、ここでは以降の分析に試算結果である38,100ペソ/tを採用することとする。

13) Las Cumbresおよび Calicanto

いずれも試算と聞き取り調査（この場合CFM支所の計算）の差は15%以内にある。ただし、Calicantoに限らず、露天掘必要人員について、簡易計算の中小鉱山への適用には無理があるようである。

14) Amplicacion San Miguel

試算結果と聞き取り調査結果（CFM支所計算）との差異は、採掘準備の必要の有無によるものと考ええる。

15) California

探鉱坑道の掘進の他、大塊の人力による小割り作業といった要因が試算の差となって現われているものと考ええる。

3. 5 選鉱場の概要

(1) パラル選鉱場

1) 位置及び交通

パラル選鉱場は、チワワ州南端のパラル市にある。州都チワワ市～パラル市は国道45号線経由で結ばれており、距離295km、車で3時間を要する。

メヒコ～チワワ市間は、国内直行定期便で、空路1時間40分を要する。

パラル選鉱場で産出された精鉱は、トラックにてチワワ製錬所（IMMSA）に輸送される。また、主要物品、資材も、チワワ市経由で搬入される事が多い。

2) 沿革

1967年、共同組合の運営により、操業を開始、処理能力は、150t/日であった。

1976年、増産工事を行い、処理能力は、400t/日に増強された。

1983年から、CFM 所有の選鉱場として、買鉱選鉱を開始し、現在に至っている。本工場の処理能力は、現在、浮選処理工程が400t/日、青化工程が240t/日となっている。

3) 建屋

浮選処理工程の破碎、磨鉱、浮選、脱水の各工程と青化工程の攪拌溶解及び貴液処理は、工場建屋内で行われている。他の一部の青化溶解と洗浄は屋根はついていないが、屋外で行っている。工場建屋は、各工程とも、粉塵、漏鉱の発生が多く、かなり老朽化が進んでいる。

各機器のレイアウトは、傾斜地を利用したカスケードミルタイプを採用している。

4) 公称処理能力

浮選工程 12,000t/月 (400t/日, 1ヵ月30日稼働)

青化工程 7,200t/月 (240t/日, 1ヵ月30日稼働)

(2) グアナセビ選鉱場

1) 位置及び交通

グアナセビ選鉱場は、デュランゴ州北西端の鉱山町グアナセビにある。

州都デュランゴ〜グアナセビ町は、国道26号線経由で約300kmの距離であるが、そのうち約75%が舗装路で、残りは未舗装路となっており、車では、約6時間を要する。北接するチワワ州パラル市からセスナ機チャーターにより移動することも可能で、所要時間は30分である。選鉱場で産出した精鉱は、トレオン製錬所(Penoles)ヘトラックにより輸送されている。

2) 沿革

1969年、操業開始。処理能力は100t/日であった。

1974年、増産工事の結果、処理能力は、220t/日に引き上げられた。

1982年からは、24時間連続操業体制に切換 350t/日処理とし、

1985年の増産工事により、処理能力は500t/日となった。

現在では、600t/日の処理能力を有している。

3) 建屋

浮選処理工程の破碎、磨鉱、浮選、及び精鉱乾燥は、建屋内で行われていたが、精鉱脱水の一部は屋外で行われている。

青化処理プラントは計画のペンディングにより、完成度およそ70%程度の状態で屋外に放置されたままである。

4) 公称処理能力

18,000t/月 (600t/日, 1ヵ月30日稼働)

浮選工程のみ稼働

(3) バロネス選鉱場

1) 位置及び交通

バロネス選鉱場は、サカテカス州の州都サカテカス市の北西約2kmの郊外にある。メヒコ〜サカテカス市間は、国内定期便により結ばれており、空路約1時間を要する。

産出した各精鉱は、隣接するサンルイスポシ州の製錬所に輸送されている。

2) 沿革

1951年に、個人経営の選鉱場として、操業を開始した。

1961年、メキシコ大蔵省が援助策として経営に参加。

1963年、大蔵省の選鉱場となり、運営、管理については、CFMの従業員が行った。また、同年、青化処理プラントが建設された。青化プラントの処理能力は、120t/日の規模。

1983年、正式にCFMの事業所となった。

1987年には、浮選処理工程の増強工事が実施され、現在に至っている。

処理能力は、現在、浮選系 300t/日、青化系 120t/日である。

3) 建屋

粗鉱受入れのグリズリーから、浮選精鉱の脱水設備までは屋内にあるが、尾鉱のシックナーは、屋外に設置されている。

青化処理工程の青化攪拌槽、カウンターカレント反応槽は屋外にあり、青化の清澄濾過以後の貴液処理設備は、別建屋内に設置されている。

4) 公称処理能力

浮選工程 9,000t/月 (300t/日, 1ヵ月30日稼働)

青化工程 3,600t/月 (120t/日, 1ヵ月30日稼働)

3. 6 選鉱方法と条件

(1) パラル選鉱場

1) 粗鉱受入

選鉱場周辺の中小鉱山30数社から、硫化鉱、酸化鉱をすべて買鉱として受け入れている。

ストックヤードは、3.91haの面積があり、現在、硫化鉱、酸化鉱とも、かなりの量が貯鉱されている。粗鉱は、ストックヤードから、ダンプカーにより貯鉱ビンに運搬される。この際、1台ごとに計量が行われている。

貯鉱ビンは、容量220t×2基、150t×1基が設置されており、それぞれ6"のグリズリーを通じて貯鉱される。

粗鉱受入れは、8時～23時の間に行われ、2名×2方=4名の人員が配置され

ている。

2) 破碎

貯鉱ビンから、ベルトフィーダー、ベルトコンベアにより抜き出された鉱石は、20" × 36" のジョークラッシャーに給鉱される。この一次破碎産物は、ベルトコンベアで4' × 10' バイブレーションスクリーンへ送られ篩分される。篩の目開きは、鉱石の水分により変更されており、乾燥時は、1/2"、湿潤時は1.1/2" ~ 2" となっている。篩上の粗粒は、二次破碎機のコーンクラッシャーとの閉回路によって処理されている。また、この給鉱用ベルトコンベア上端のマグネットにより、混入した鉄片が除去されている。

破碎産物は、ベルトコンベアにて、150t × 2 基のミルビンに搬送し、貯鉱となる。破碎工程の運転は、1日平均約14時間で、2名 × 2方 = 4名の配置により稼働している。

3) 磨鉱

上記の中間ビンから、ボールミル給鉱は手動シュートにて抜き出されている。

これを、ベルトフィーダーで7.5' × 7.5' 及び7' × 7' のボールミル各1台に給鉱し、磨鉱する。ミル内の濃度は、70~75%である。

ボールミル排出鉱は、それぞれ15" 又は10" のサイクロンにより分級し、アンダーフローは、ボールミル繰返し、オーバーフローは、濃度25%、粒度-200mesh 60~70%で、浮選給鉱として、コンディショナーへ送られる。

磨鉱工程は、配置人員、1名 × 3方 = 3名で、24時間連続操業である。

4) 浮選

浮選方式は、バルク浮選とPb/Zn 分離浮選の2方式を採用しており、処理鉱石に応じ、系統を変更している。

バルク浮選の場合は、コンディショナーに捕収剤AF* 31 30g/t, AP* 404 15g/t KAX 15g/t, 起泡剤 10g/tを添加し、バルク粗選を行う。

この浮鉱を精選し、バルク精鉱を得ている。粗選尾鉱は、AP* 404 10g/t KAX 10g/t, 起泡剤 5g/t を添加後、清掃選により処理されている。

清掃選フロスは、バルク浮選元鉱に繰返し、尾鉱は青化工程に送られ処理され

ている。またZn品位の低い場合も、Pbを対象として同様の処理を行っている。

Pb/Zn 分離浮選の場合は、Pb浮選として、捕収剤AF# 31 25g/t, AP# 404 30g/t, KAX 40g/t, 及び起泡剤をコンディショナーに添加、粗選を行う。Zn抑制剤には、ZnSO₄ (硫酸亜鉛), NaCN (青化ソーダ) を浮選機に添加している。

Pb粗選尾鉱に、捕収剤KAX, 起泡剤, CuSO₄ (硫酸銅) を添加し、Zn粗選を行っている。Pb, Zn浮選それぞれ、精選実施後、精鉱を得ている。

Zn粗選尾鉱は、廃滓としてダムに送られる。

5) 青化処理工程

青化工程の元鉱として送られて来た浮選尾鉱は、まず、10' のサイクロンにより処理される。

アンダーフローは、11基の16' ×16' 青化攪拌槽の第1槽に送られる。オーバーフローは、2基の30' シックナーの1基に送られ、このオーバーフローは、次のシックナーに送られる。両者のスピゴットは前出の第1攪拌槽へ、濃度を調整し送られる。2番目のシックオーバーフローは、貯水槽に送り、循環使用する。第1攪拌槽での濃度は約45%、粒度は-200mesh 60~70%である。ここにNaCN 0.3kg/t, 消石灰7~9 kg/tを投入し、PH12にて攪拌浸出を行う。11基の攪拌槽での滞留時間は約60時間である。浸出パルプは、30' ×10' の洗浄槽6基を用い、カウンターカレント方式により約26時間洗浄され、貴液が得られる。次に10' ×3' のクラリファイヤー3基により、貴液の脱スライムを行い、その後、脱酸素を行い、清澄液を攪拌槽に送り、亜鉛末置換により、Au, Agの析出を行う。析出した澱物は、24室の手動式フィルタープレス4台で脱水する。脱水ケーキの水分は、約30%, Au0.2%, Ag70%を含有している。フィルタープレスの濾液は、洗浄槽へ繰返し、洗浄槽の澱物は廃滓としてダムにポンプ流送される。

6) 精鉱処理

浮選工程で採取した精鉱は、シックナーで濃度60~65%に濃縮後ディスクフィルターにより、脱水される。脱水後の精鉱水分にはややバラツキがあるが、これを天日乾燥で8%程度に水分を下げた後、トラックに積込み製錬所へ出荷する。

精鉱処理の配置人員は、2名×3方=6名である。

7) 廃滓, 排水処理

選鉱場から排出される廃滓の量は、約 6,000T/月で、ダムに堆積されている。また、排水処理は特に行っていない。

8) 用水, 電力

用水の総使用量は、2.0 m³/粗鉱 t で、そのうち約55%程度は、系内水のリサイクルで補っている。

粗鉱トン当りの電力使用量は、65.0Kwh/t (87.4~88.3平均)である。

(2) グアナセビ選鉱場

1)粗鉱受入

グアナセビ選鉱場は、すべて委託選鉱方式で、周辺中小鉱山約35社からの粗鉱を受け入れている。8~10haのストックヤードを保有し、貯鉱能力は最大約40,000 t となっている。受け入れた鉱石は、年間貯鉱計画に従い、個人又はグループの鉱量が、600~1,000 t となった時に処理されている。やはり、貯鉱ビンには、ダンプカーで1台ごとに秤量した後、投入される。

ビンの容量は、180 t × 2 基、90 t × 2 基であり、開孔6" のグリズリーが設置されている。配置人員2名で、8時~18時に粗鉱受入を行っている。

2) 破碎

上記ビンより、手動で粗鉱を抜き出し、ベルトフィーダー及びベルトコンベアで20" × 36" のジョークラッシャーに給鉱、一次破碎が行われる。次にベルトコンベアにより、運搬された破碎鉱石は、5' × 10' バイブレーションスクリーンにて篩分される。スクリーンの目開きは 3/4" である。篩上のオーバーサイズは、コーンクラッシャーとの閉回路により、処理される。スクリーン通過の -3/4" の破碎産物は、ベルトコンベアにより運搬され、150 t × 4 基のミルビンに貯鉱される。

破碎工程での人員配置は、3名 × 3方 = 9名で、1日平均約18時間の運転時間となっている。

3) 磨鉱

ミルビンに貯鉱された破碎産物は、ベルトフィーダーにて、ボールミルへ給鉱される。磨鉱工程は、1次ミルとして7'×7.5' ボールミルを使用している。ミル排出鉱は10" サイクロンにより分級、アンダーフローは、2次の7'×5' ボールミルに給鉱される。オーバーフローは、浮選給鉱として、コンディショナーへ送られる。

2次ボールミル排出鉱は、2次ミル用10" サイクロンにて分級され、アンダーフローは同ミル繰返し、オーバーフローは浮選コンディショナーへ送られる。この系統が2系列設置されている。これに加えてさらに、7'×5' のボールミル及び10" サイクロンとの組合せによる磨鉱系統があるが、こちらの使用率は、前出の2系列に比べて低い。

ミル内の濃度は、各々約70%、サイクロンオーバーの濃度25%、粒度-200mesh 60~70%というのが、代表的な操業データである。

磨鉱工程の配置人員は3名×3方=9名である。

4) 浮選

浮選工程は、バルク粗選、同精選及び清掃選から構成されておりバルク精鉱のみを採取している。

コンディショナーに送られた粗選元鉱に対し、AP# 31 10g/t, AP# 404 30g/t, KAX 40g/t 及び起泡剤10g/t を添加し、バルク粗選が行われる。浮鉱は、精選系でクリーニングされ、バルク精鉱が採取される。精選尾鉱は粗選系に繰返しとなる。

粗選尾鉱は、清掃選コンディショナーに入り、AP# 3477 20g/t, AP# 242 10g/t, KAX 10g/t 添加後、清掃選処理が行われる。浮鉱は、粗選系繰返し、尾鉱は、廃滓としてダム送りとなっている。

浮選工程は、配置人員2名×3方=6名により稼働している。

5) 精鉱処理

採取した精鉱は、シックナーで濃度50~70%に濃縮し、ディスクフィルターで脱水後、さらにロータリードライヤーで水分10~15%まで乾燥する。

配置人員 2 名 × 3 方 = 6 名をもって操業を行っている。

6) 廃滓, 排水処理

選鉱廃滓の量は, 約 6,000t/月で, ダムに堆積している。排水処理は特に行っていない。

7) 用水, 電力

用水の使用量は, 粗鉱トン当たり 4.3m³であり, 約50%を系内水のリサイクルにより補っている。

粗鉱トン当たりの電力使用量は, 45.0KWH である。小規模の選鉱場としては, 低い数値となっている。

(3) バロネス選鉱場

1) 粗鉱受入

バロネス選鉱場では, 周辺の約40鉱山からの鉱石を, 硫化鉱は委託方式, 酸化鉱は買鉱方式で受け入れ, 硫化鉱は浮選工程で, 酸化鉱は青化工程で処理している。

ストックヤードは, 約60ha (2 km × 0.3km) の面積があり, 公称最大貯鉱能力 300,000t であるが, 過去の最大貯鉱実績は, 90,000 t である。

粗鉱は, スtockヤードからダンプカーにて, 8" グリズリー設置の鉱舎に搬入される。硫化鉱は, 300 t × 3 基, 酸化鉱は, 150 t × 5 基の鉱舎が設置されており, 各々, 区分して貯鉱される。受入時間は, 7時~17時で, 2名の人員が配置されている。

2) 破碎

硫化鉱, 酸化鉱ともに, ベルトフィーダー及びベルトコンベアーにより中間ビンへ移送される。この間に, マグネットにより混入した鉄片類の除去を行っている。

中間ビンから抜き出した鉱石は, ベルトフィーダーにて, 14" × 36" のジョークラッシャーに給鉱される。この破碎産物は, ベルトコンベアーにて, 目開き 3/4" のバイブレーションスクリーンに給鉱されるが, この際にも, 鉄片類の

除去が行われている。このスクリーンの篩下は、破碎工程の最終産物として、硫化鉱、酸化鉱それぞれのミルビンに貯鉱される。篩上の鉱石は、コーンクラッシャーとの閉回路により処理され、スクリーンで繰返し、篩分される。

破碎工程の配置人員は2名×3方=6名で、運転時間は、1日平均約18~20時間である。

3) 磨鉱

磨鉱工程以降は、硫化鉱、酸化鉱、別々の処理系統になっている。硫化鉱処理のために、デンバー型ボールミルが7'×7.5'及び7'×5'の2台と、酸化鉱処理用として、7'×7'1台が設置されている。

硫化鉱処理系では、それぞれ15"及び10"径のサイクロンにより1段分級を実施し、アンダーフローは、ミル繰返し、オーバーフローは浮選給鉱として、8'浮選コンディショナーに送られる。

酸化鉱処理系では、15"サイクロンにより分級後、硫化系同様、アンダーフローはボールミル繰返し、オーバーフローは、青化工程フィードとして、30'青化シックナーに給鉱される。

ミル内の濃度は、いずれも約70%、サイクロンオーバーの濃度は、約25%であり、粒度は、硫化鉱-200mesh 70~75%、酸化鉱-200mesh 68%程度となっている。2名×3方=6名の配置により、24時間連続操業を行っている。

4) 浮選

パロネス選鉱場では、処理鉱石の組成に応じ、①バルク浮選、②Pb/Zn浮選、③Pb/Cu/Zn浮選の3方式の浮選操業を行っている。

バルク浮選により処理されているのは、Cuをほとんど含有しない低品位の硫化鉱が対象で、Pb/Zn浮選は、それよりもPb、Znの品位の高い硫化鉱を処理対象としている。平均Pb1%、Zn1.5%程度の品位である。さらに、Pb/Cu/Zn浮選は、これに加えてCuが平均0.5%程度含有された鉱石を対象としている。

① バルク浮選

コンディショナーに、捕収剤AP# 208 25g/t、AP# 404 20g/t、AP# 31 30g/t、KAX 20g/t及び起泡剤を添加、粗選を行い、浮鉱には、 Na_2SiO_3 (ケイ酸

ソーダ)を添加し、精選を実施、バルク精鉱を採取する。粗選尾鉱には、AP* 3477 15g/t, AP* 208 10g/t, KAX 10g/t, 起泡剤を添加し、清掃選を実施し、この浮鉱及び清掃選尾鉱を粗選に繰返している。清掃選尾鉱は最終尾鉱として廃滓ダムへ流送される。

② Pb/Zn 分離浮選

コンディショナーに捕収剤AP* 208 25g/t, AP* 404 20g/t, KEX 20g/t, 及び起泡剤, Zn, Py抑制剤としてNaCN, ZnSO₄を添加しPb浮選を行う。浮鉱にNaCN, ZnSO₄, Na₂SiO₃添加後、Pb精選を行い精鉱を採取する。

Pb粗選尾鉱を、消石灰にてPH調整後、KEX 25g/t, 起泡剤, CuSO₄を添加し、Zn粗選を行う。この浮鉱にNaCN, Na₂SiO₃を添加し精選を実施、Zn精鉱を採取する。精選尾鉱は、Zn粗選系へ繰返し、粗選尾鉱は、最終尾鉱として、ダムへ流送される。

③ Pb/Cu/Zn分離浮選

浮選元鉱コンディショナーに、捕収剤KEX 20g/t, AP* 238 25g/t, 及び起泡剤, 抑制剤NaCN, ZnSO₄を添加し、Pb・Cu粗選を行う。この粗選フロスに、NaCN, ZnSO₄, Na₂SiO₃を添加し、精選によりPb・Cu精鉱を得た後、続いて次段で、NaCN添加によるPb・Cu分離浮選を行い、Pb精鉱及びCu精鉱をそれぞれ採取する。

Zn浮選は、Pb・Cu粗選尾鉱を元鉱とし、消石灰によりPH調整後、捕収剤 KEX 20g/t, 起泡剤, CuSO₄, というオーソドックスな方法で粗選を実施している。この浮鉱に、NaCN, Na₂SiO₃を添加し、精選を行い、Zn精鉱を採取している。

各精選の尾鉱は、粗選系へ繰返し、Zn粗選尾鉱は最終尾鉱として廃滓ダムへ流送される。浮選工程の配置人員は、1名×3方=3名である。

5) 青化処理工程

磨鉱処理された酸化鉱は、No.1 30' シックナーに送られる。このオーバーフローは、No.2 シックナーに給鉱され、さらに No.2 シックナーオーバーフローは、4基のサンドフィルターで濾過後、貯液槽へ送られる。2基のシックナースピゴットは、濃度40~45%に調整後、青化攪拌槽に給鉱される。攪拌槽は9基設

置されており、浸出は NaCN 0.15%、消石灰 8～14kg/tを投入、PH12前後で行われ、滞留時間は、約45時間である。浸出パルプは、48'×12'の洗浄用シックナー5基を用い、カウンターカレント方式で約72時間洗浄され、貴液が得られる。次に、30ユニットのクラリファイアーで脱スライムを行い、清澄濾液を脱酸素処理し、これを攪拌槽に送り、亜鉛末置換により、Au、Agを析出させる。析出した澱物は、33室の手動式フィルタープレス2台で脱水する。脱水ケーキの水分は約30%、Au 0.15%、Ag 50～80%を含有している。この脱水ケーキはブタンガスで乾燥後、製錬所に販売されている。フィルタープレスの濾液は、洗浄シックナーへ繰返されている。

青化工程は、攪拌溶解の1名×3方=3名と、貴液処理1名×3方=3名の合計6名が配置されている。

6) 精鉱処理

採取した精鉱は、シックナーで濃度50%程度に濃縮し、ディスクフィルターで脱水される。さらに、ドライヤーで乾燥を行い、水分12%としている。人員配置は、1名×2方=2名である。

7) 廃滓、廃水処理

選鉱廃滓の量は、6,750t/月であり、ダムに堆積している。

廃水処理は、特に行っていない。

8) 用水、電力

用水の使用量は、粗鉱トン当たり、約6 m³であり、約40%を系内水のリサイクルで補っているが、やや不足気味である。

電力使用量は、粗鉱トン当たり 50.9KWHである。

(4) 主要物品原単位

ボールミルのボール、選鉱試薬の使用量について、主要物品原単位表を作成した。各選鉱場とも、3～4種類の捕収剤を組み合わせているのが、特徴的であるが、この方式の欠点として操業時の添加量調節や在庫管理の点で、業務がはん雑となることがある。

また、試薬の多くは、メキシコ国内でのライセンス生産によるものであるが、品質管理の面で若干の不安がある。PH調節用の石灰も、効力が弱く、使用量が多くなっている。

磨鉱でのボール消費量も、ボールミル1～2段で所定粒度まで粉碎するプロセスとなっているため、やや多めとなっている。

主要物品原単位 (g/ton)

	パラル	グアナセビ	パロネス
ボール 3"	1,400	1,200	1,300 (sulf) 1,000 (oxid)
AF # 208			30
AP # 404	31	20～50	20
X-350	42	30～60	25
X-343			20
ZnSO ₄	使用		250
CuSO ₄			300
NaCN	使用		40
AF # 31	27	10～50	10～50
AF # 242		10～20	20～50
AP # 3477		20～60	20
Na ₂ SiO ₃			100～250
起泡剤	42	40～45	40
青化 NaCN	700		1,000～1,500
Ca(OH) ₂	7,000～9,000		8,000～14,000
Zn末	50		200～250
NH ₄ NO ₃			100～500

3. 7 メタルバランスおよび選鉱成績

3. 7. 1 メタルバランス

各選鉱場のメタルバランスについて、調査を行ったが、鉱種による変動や系統の変化が大きいため、浮選方式別にまとめた形で報告する。

(1) パラル選鉱場

- | | |
|---------------|-------------|
| 1) Pb/Zn 浮選 | Fig 3. 7. 1 |
| 2) バルク浮選－青化处理 | 3. 7. 2 |
| 3) Pb浮選 －青化处理 | 3. 7. 3 |

浮選系におけるAu, Agの実収率はいずれも約50～65%であるが、Pb/Zn 浮選方式の場合、元鉱品位は低いが、Ag実収は良くなっている。

(2) グアナセビ選鉱場

浮選方式は、バルク浮選のみであるので、いくつかの鉱種（鉱山）別にまとめた。

- | | |
|-------------|-------------|
| 1) ブエナフォルツナ | Fig 3. 7. 4 |
| 2) サン・ナルコス | 3. 7. 5 |
| 3) サンホセチコ | 3. 7. 6 |
| 4) カプサヤ | 3. 7. 7 |
| 5) エル・ソト | 3. 7. 8 |

鉱山ごとに、量、品位とも差があるが、Au, Agの実収率は、品位の高低とほぼ同様の傾向を示している。

(3) パロネス選鉱場

- | | |
|---------------|------------|
| 1) バルク浮選 | Fig3. 7. 9 |
| 2) Pb/Zn 浮選 | 3. 7. 10 |
| 3) Pb/Cu/Zn浮選 | 3. 7. 11 |
| 4) 青化工程 | 3. 7. 12 |

いずれの方式においてもAu実収は非常に低くい、Ag実収率も改善の余地がある。

3. 7. 2 選鉱成績

各選鉱場の総合選鉱成績を添付する。(Table 3.7.1, Table 3.7.2, Table 3.7.3, Table 3.7.4, Table 3.7.5) 三選鉱場共通して、回収対象としているAu, Agについて89年の実績を比較すると、グアナセビ、パラル、バロネスの順で、実収率が高い。

グアナセビ選鉱場の場合、前出のバランスにあったように、取扱鉱石による差異はあるが、総合の実収率ではAu, Agとも、77~78%という良好な成績となっている。

バロネス選鉱場の場合、浮選処理対象となっているのは、硫化鉱であるが、他の選鉱場との比較、及び現地の状況から見て、酸化鉱混入の影響が考えられ、混合処理の対策が必要である。

3. 8 保全状態

三選鉱場の保全業務の実態について、検討を行った。各選鉱場とも、予防保全、或いは計画的保全といったものは、全く無いのが現状である。

(1) パラル選鉱場

保全人員

機械関係 職長1名 作業員 7名

電気関係 職長1名 作業員 2名

予算措置 無し

予備品在庫 消耗品の在庫は数量が確保されているが、適正数量での管理が必要。

作業計画 無し(ボールミルのライナー交換のみ計画)

工具・機器 不足

(2) グアナセビ選鉱場

保全人員

機械関係 職長1名 作業員 11名

電気関係 職長1名 作業員 3名

予算措置	無し
予備品在庫	在庫量はあるが、適正在庫管理が必要
作業計画	無し
工具・機器	充足

(3) パロネス選鉱場

保全人員

機械関係	職長 1 名	作業員	16名
------	--------	-----	-----

電気関係	職長 1 名	作業員	5 名
------	--------	-----	-----

予算措置	無し
予備品在庫	在庫量はあるが、適正在庫管理が必要
作業計画	無し
工具・機器	充足

(4) 考察

各選鉱場とも、設備保全に関しては、不備な点が多く、機器故障の都度、修理を行うというのが、実情である。

特に機械類の保全には、多くの問題があり、機械保全担当の人員は、電気関係に比べて多いが、突発故障への対応に追われている状態である。

保全に関する予算措置も行われておらず、従って予備品の在庫管理をはじめとする物品調達も、その場しのぎの感が強い。

グアナセビ、パロネスの両選鉱場は、修理に関する工具、機器類は一般に良く準備されていて、簡単な部品の製作、加工等は、現地で可能な体制となっている。

しかし、日常的、定期的な機器の点検管理の面での保全業務は、良好には遂行されておらず、次々と突発故障が生じ、そのために点検計画を立てたとしても、実施できなくなってしまうという、悪循環を生じている。

これらの点から考えれば、機械、電気に関する「修理担当者」は各選鉱場に配置され、十分に機能しているかもしれないが、本当の意味での機器管理・保全の担当

者が存在していない。このことがプラント稼働率の改善を妨げる一因となっており、同時に、定期的な整備計画（計画休転）が無いために、操業中の臨時休転整備や、突発故障修理に多くの時間を割かれる要因となっている。

設備故障によるトラブルが、選鉱プロセスそのものの安定性、効率を著しく阻害するという状況を打開するために、設備に関する予防保全の計画立案、体制確立が早期に必要である。

3. 9 設備稼働率

調査対象の三選鉱場の設備稼働率の現状について検討した結果を報告する。

'89. 1～6月の実績について、稼働率を計算した。計算は、計画稼働時間に基いている。

(1) パラル選鉱場

稼働率 65.5%

休転事由

休転整備 16.3%

突発故障（修理） 16.3%

鉱石不足 12.3%

その他 55.1%

休転事由のうち、その他の項が突出しているのは、破碎工程と磨鉱工程以下との設備処理能力のバランスが取れておらず、そのため「磨鉱処理待ち」の状態、破碎工程が、長時間休転していることに起因するものである。すなわち、この間は、全系統に渡って工場が、休止しているものではない。磨鉱～浮選だけの設備稼働率を見れば、70%台前半となっている。その一方で、純然たる鉱石の不足を事由とする休転も、12.3%を占めており、鉱石の処理計画に適切さを欠いている面があることは否定できない。

(2) グアナセビ選鉱場

稼働率 54.2%

休転事由

休転整備 14.1%

突発故障（修理） 14.6%

鉱石不足 57.6%

その他 13.7%

グアナセビ選鉱場の場合は、鉱石の不足が、休転事由の圧倒的多数で、選鉱場及び周辺鉱山の現状が反映された結果と考えられる。

(3) バロネス選鉱場

稼働率 67.9%

休転事由

休転整備 30.3%

突発故障（修理） 23.3%

鉱石不足 15.2%

その他 31.2%

バロネス選鉱場の場合は、選鉱用水の不足が、その他の項の大半を占めていて、用水の調達が問題となっている。

「鉱石の不足」という事由は、正確には、鉱種切替時の待ち時間や、各工程の処理能力のアンバランスにより生じる空白のことである。

現実には、ストックヤードに大量の鉱石が貯鉱されている。

(4) 三選鉱場共通の課題

三選鉱場の休転事由について、共通する問題は、突発的な故障による休転が14%～23%と、非常に高いことである。また休転整備の項にまとめたものも、機器の不良を発見し、やむなく稼働計画期間中に休転整備を実施したもので、突発故障への対応よりは、いく分計画的なものである。とはいえ、これもほぼ突発故障の項に包

含可能な事由である。両者を合わせると、設備修理のための休転は、それぞれ約30～50%となり、設備稼働率向上を阻害する一因となっている。

設備保全に関する考察の中で検討することとなるが、定期的な休転整備を計画していないために、故障修理の時間もかえって長くなり、作業の効率も低いものとなっている。

各選鉱場の操業形態が多数の鉱山から出鉱される鉱石を、委託或いは買鉱という方式で処理することを考慮すれば、鉱種の切替時に、無負荷運転を余儀なくされたり、工程間にブランクが生じたりするのは、避けられないことかもしれないが、それが一時的な鉱石の不足を招いて、設備稼働率を下げる大きな要因となっていることは間違いない。同時に、選鉱のプロセスにおいても、有価金属の回収ロスを増加させている原因の一つでもあると考えられる。

破碎、磨鉱、浮選のそれぞれの工程で、その設備能力が充分生かされていない原因には、給鉱量が不安定で、各工程を通じて総合的に考えた場合に、それぞれの工程の稼働率が最大となるような処理鉱量で、操業されていないことが挙げられる。これにも多種の鉱石を別々に処理していることが、関与している。特に委託方式で、操業を行っている場合には、この影響は非常に大きい。

用水不足のような、気候や立地条件に起因する問題は、選鉱サイドだけでの努力によって、簡単に解決できるものではないかもしれないが、これまで述べた機器保全に関する問題や、操業形態に起因する鉱石不足の問題等は、十分に改善の余地を残している。

設備稼働率向上のためには、この二つの問題の解決に取り組むことにより、大きな改善が図られると判断された。

3. 10 分析部門

(1) パラル選鉱場

1) 概要

パラル選鉱場の分析部門はサンプリング、前処理、湿式分析、乾式分析に分か

れており、実験室長が分析室長を兼務している。分析室では、経常的に次のサンプルを分析している。

- ① ストックヤードの鉱石の分析
- ② プラント経常サンプルの分析 20サンプル/日
- ③ プラント瞬間サンプルの分析 8サンプル/日
- ④ 選鉱試験サンプルの分析

これらサンプルのAu, Agは乾式法でPb, Zn, Fe (Cu) は原子吸光法により、分析している。

2) 人員および経験年数

	人員数	経 験 年 数
分 析 室 長	1	20年
湿 式 分 析	2	3.5年, 2年
乾 式 分 析	2	18年, 3年
サンプリング, 前処理	4	10年, 8年, 5年, 0.5年

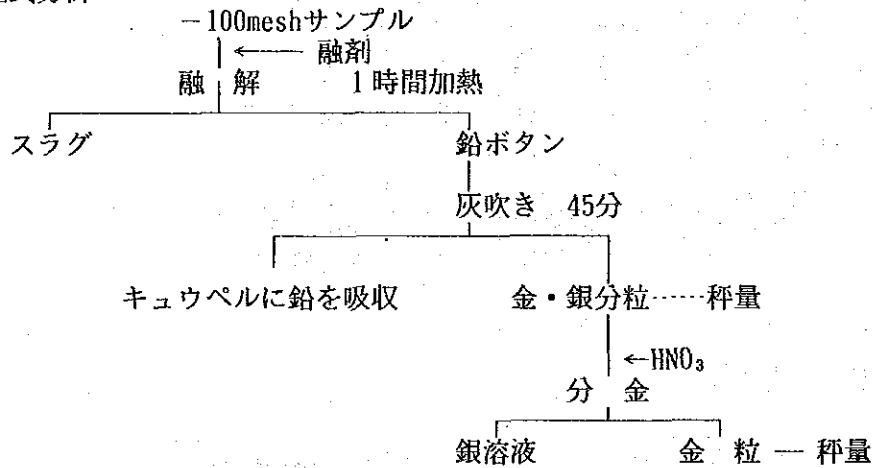
3) 主要機器

機 器 名	設置台数	稼働状況	備 考
1次ジョークラッシャー	1	良 好	
2次ジョークラッシャー	1	良 好	
3次ロールクラッシャー	1	良 好	
乾 燥 機	2	良 好	1台は借用
メトラーPC8000	1	良 好	Min. 0.1g
メトラーH31AR	2	1台故障	Min. 0.1mg
メトラーM 3	2	1台故障	Min. 0.001mg
マ ッ プ ル 炉	2	1台故障	
原子吸光分析機	1	時々不良	PERKIN ELMER 560

4) 分 析

各鉱山から、ストックヤードに入ってきた鉱石は、50Tごとに50kgサンプリングし、さらに受入れ鉱が300T（1ロット）そろったところでもう1度300T全体から50kgサンプリングする。これらの鉱石は1次ジョークラッシャー、2次ジョークラッシャー、3次ロールクラッシャーで粉碎する。その後縮分して1kgのサンプルを10袋にする。さらに-100meshまで粉碎して元鉱品位の分析用サンプルにする。操業サンプルは、乾燥後縮分して-100meshまで粉碎し、乾式および湿式分析を行なう。乾式分析ではAu, Agを、また湿式分析では原子吸光分析装置により、Pb, Zn, Fe, (Cu)を分析している。さらに青化プラントの浸出液のAgの分析を行なっている。

・乾式分析



・湿式分析 — 原子吸光分析 -100meshサンプル

←KClO₄ 0.2g
 ←HNO₃ conc. 10ml
 ←HCl conc. 10ml
 煮 沸 boiling
 冷 却 cooling
 ←HCl conc. 15ml
 煮 沸
 ←HCl 20ml + H₂O 30ml
 煮 沸
 加水冷却
 濾 過

濾液を稀釈し、原子吸光で分析

5) 現状診断

分析室は各機器がよく整理されているが、故障中のものが多く、問題点は次の通りである。

- ・メトラーで故障しているものが多く、修理が必要である。
- ・原子吸光分析装置は、時々不安定になり、メンテナンスが必要である。
- ・マッフル炉の1台は故障しており、修理が必要である。
- ・ダクトの吸引能力が不足している。
- ・実験室用のpH計が必要である。
- ・テカマチャルコ研究所を中心に分析技術向上のための講習会を開催することが望ましい。

(2) グアナセビ選鉱場

1) 概要

グアナセビ選鉱場の分析部門は、ストックヤードのサンプリング、操業サンプルのサンプリング、乾式分析に分かれており、実験室長が分析室長を兼務している。

分析室では、経常的に次のサンプルを分析している。

- ① スtockヤードの鉱石の分析
- ② プラント操業サンプルの分析 12サンプル/日
- ③ 選鉱試験サンプルの分析

これらのサンプルは乾式法でAu, Agを分析しており、湿式法は行っていない。

2) 人員および経験年数

	人員数	経験年数
分析室長	1	1年
湿式分析	2	10年, 5年
ストックヤードのサンプリング	4	—
操業サンプルのサンプリング	4	—

3) 主要機器

機 器 名	設置台数	稼働状況	備 考
1次クラッシャー	1	良	Min. 0.1mg Min. 0.001mg
パルペライザー	1	良	
メトラー H80	1	良	
メトラー ME30	1	良	
マ ッ プ ル 炉	2	良	

4) 分 析

各鉱山から、ストックヤードに入ってきた鉱石は、10Tごとに20kgサンプリングする。次にこれらのサンプルを縮分し、ジョークラッシャー、パルペライザーで-200meshまで粉碎する。その後さらに縮分して1kgのサンプルを10袋にし、元鉱品位分析用サンプルにする。操業サンプルは乾燥後、縮分し-200meshまで粉碎し、分析用サンプルとなる。

乾式分析ではAu, Agを分析しており、基本的にパラルと同様であるが、灰吹き時にキュベルに若干吸収されるAg量の補正を行っており、その補正率は次の通りである。

Ag 品位	補 正 率
+500 g/t	5 %
500 ~ 400 g/t	4 %
400 ~ 300 g/t	3 %
300 ~ 200 g/t	2 %
200 ~ 80 g/t	1 %
-80 g/t	0 %

5) 現状診断

機器類は概ね順調に稼働しているが問題点は次の通りである。

- スtockヤード鉱石粉碎用に2次クラッシャーが必要である。
- パルペライザーの容量が不足している。
- 蒸留水製造機が必要である。
- マッフル炉のダクトの吸引能力が不足している。
 - Pb, Zn分析用に原子吸光分析装置を設置することが望ましい。
- テカマチャルコ研究所を中心に分析技術向上のための講習会を開催すること

が望ましい。

(3) バロネス選鉱場

1) 概 要

バロネス選鉱場においては、鉱石のサンプリングと分析はそれぞれ担当が完全に分かれている。サンプリング部門では受入れ鉱の計量、ストックヤードのサンプリング、プラント操業サンプルのサンプリング、前処理を行なっている。

一方分析室では、経常的に次のサンプルを分析している。

- ① スtockヤードの鉱石の分析
- ② プラント操業サンプルの分析……39サンプル/日
- ③ 選鉱試験サンプルの分析

これらのサンプルは乾式法でAu, Agを分析している。またCu, Pb, Zn, Feの分析は、従来滴定法で行なわれてきたが、1989年9月より原子吸光分析装置が設置されたため、滴定法は中止された。

2) 人員および経験年数

	人員数	経 験
サンプリング室長	1	9年
ストックヤードサンプリング及び前処理	4	3年, 6年, 6年, 4年
操業サンプルのサンプリング	4	3年, 2年, 6年, 3年
分室室長	1	24年
乾式分析	2	10年, 5年
湿式分析	3	3年, 1年, 0.5年

3) 主要機器

	設置台数	稼働状況	備 考
1次ジョークラッシャー	1	良	好
2次ジョークラッシャー	1	良	好
パルペライザー	2	良	好
天 秤	1	良	好 1g ~100g
天 秤	1	良	好 1mg~100mg
メトラー H80	1	故	障
マッフル炉	2	良	好 1台は予備
原子吸光分析機	1	良	好 PERKIN ELMER 5000

4) 分 析

各鉱山から、ストックヤードに入ってきた鉱石は、10Tごとに30kgサンプリングし、300kgを1ユニットとする。これをジョークラッシャーで粉砕し-1"として、さらに縮分し、ジャイレートリークラッシャー、パルペライザーで粉砕し、-10meshとする。この内1kgをさらに-100meshまで粉砕して、元鉱品位分析用サンプルとする。また操業サンプルは乾燥後縮分し、-100meshまで粉砕し、分析サンプルとする。

乾式分析では、Au、Agを分析しており、基本的にパラル、グアナセビと同じであるが、グアナセビが行なっているAgの吸収率補正は行なっていない。

一方、硫化鉱の分析ではるつぽにくぎをいれ妨害元素の影響を除去している。

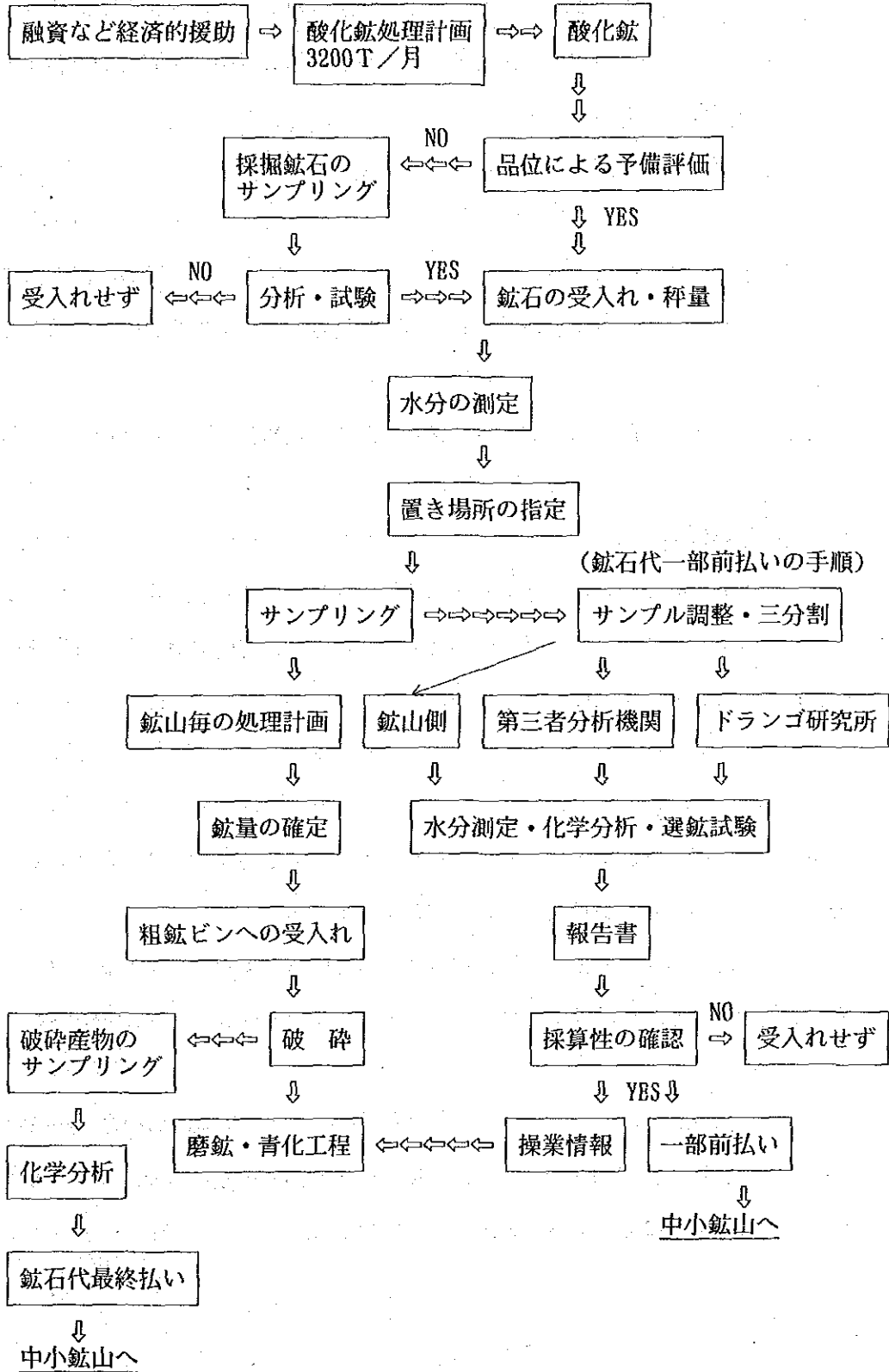
湿式分析では原子吸光分析装置が設置され、鉱石のCu、Pb、Zn、Fe及び青化プラントの浸出液のAg分析が開始された。この原子吸光分析装置の導入により分析時間が大幅に短縮された。したがって、処理件数の増加が可能で、プラントの操業管理に大いに貢献できると考えられる。

5) 現状診断

- 原子吸光分析装置が設置されたので、精度を高めるよう練習が必要である。
- ガラス器具を整理する机、たなが必要である。
- 乾燥機を大型化し、能率を高める必要がある。
- マッフル炉を大型化し、能率を高める必要がある。
- マッフル炉のダクトの吸引能力が不足している。
- テカマチャルコ研究所を中心に分析技術向上のための講習会を開催することが望ましい。

3.11 委託・買鉱条件

パロネス選鉱場 買鉱手順 (酸化鉱)



現状の問題点は次のとおりである。

(1) 休転ロス時間

鉱山毎に個別処理する必要があるため、A鉱山からB鉱山に鉱石を切り替える時に休転ロス時間が生じる。

設備稼働率が低い原因の1つとなっている。

(2) 残鉱落し作業

A鉱山とB鉱山の鉱石を混合しないために、粗鉱ビン、磨鉱ビンの残鉱落し作業が生じる。

操業人員が多い一因となっており、また粉じんのため作業環境も悪い。

(3) 鉱山毎の精鉱個別脱水

委託処理の場合には、精鉱産物も鉱山毎に別々に脱水する必要があるため、シクナーを空にしたり、フィルターの手入れをするために時間的ロスと、作業量の増加をきたしている。精鉱のロスも多い。

(4) 同一鉱石の連続操業日数

同一鉱石の処理日数が短いので、安定した操業状態を継続することができず、試薬添加量、PH値などの最適条件での操業が困難である。

これが、選鉱実収率の低い一因となっており、同時に実収率低下をおそれて、試薬（捕収剤）を過剰に添加するなどコスト高をまねいている。

(5) 分析費高

鉱山毎の鉱石及び産物（精鉱）を個々に分析する必要があるため、サンプリング及び分析の件数が多くコスト高要因となっている。

(6) 選鉱試験による実収率の設定

少量サンプルの選鉱試験によって、鉱石買取りの選鉱実収率を設定することは、かなり無理があり、実際には、民間中小鉱山とCFM 選鉱場との話合いで決められる要素が多く、問題がある。

(7) 操業現場サンプル分析値による実収率算定

実際の操業に於る分析結果からバランスを計算して、実収率を決める方法も、系統内の循環鉱量、及び、タンク、シクナーなど、設備内の鉱石、滞留が問題となり、各鉱山個別の実収率としては必ずしも正確ではない。

(8) 処理ロット

採掘量が月間数十～数百トンの小鉱山の鉱石は、個別処理の必要上、ヤード貯鉱量が決められたロット（数百～数千トン）になるまで処理されず、鉱石代金が確定するまでに長期間かかることになり問題である。

(9) 事務管理

各選鉱場では、数十の中小鉱山から鉱石を受入れており、各鉱山個別の条件によって鉱石代金を計算する必要上、非常に煩雑な事務管理を余儀なくされている。これもコスト高の一因となっている。

(10) 成績向上意欲

委託の場合には、産出した精鉱をそのままそっくり鉱山側に引きとってもらうシステムなので、実収率がどうなろうと直接的には選鉱場の収支に関係がなく、選鉱操業担当者の改善意欲が高まらない原因の1つになっていると推測する。