No. 16

ボリヴィア共和国

鉱山施設近代化計画調査

報　告　書

（第１年次）

（要　　約）

1982年3月

国際協力事業団

ボリヴィア共和国

鉱山施設近代化計画調査

報　告　書

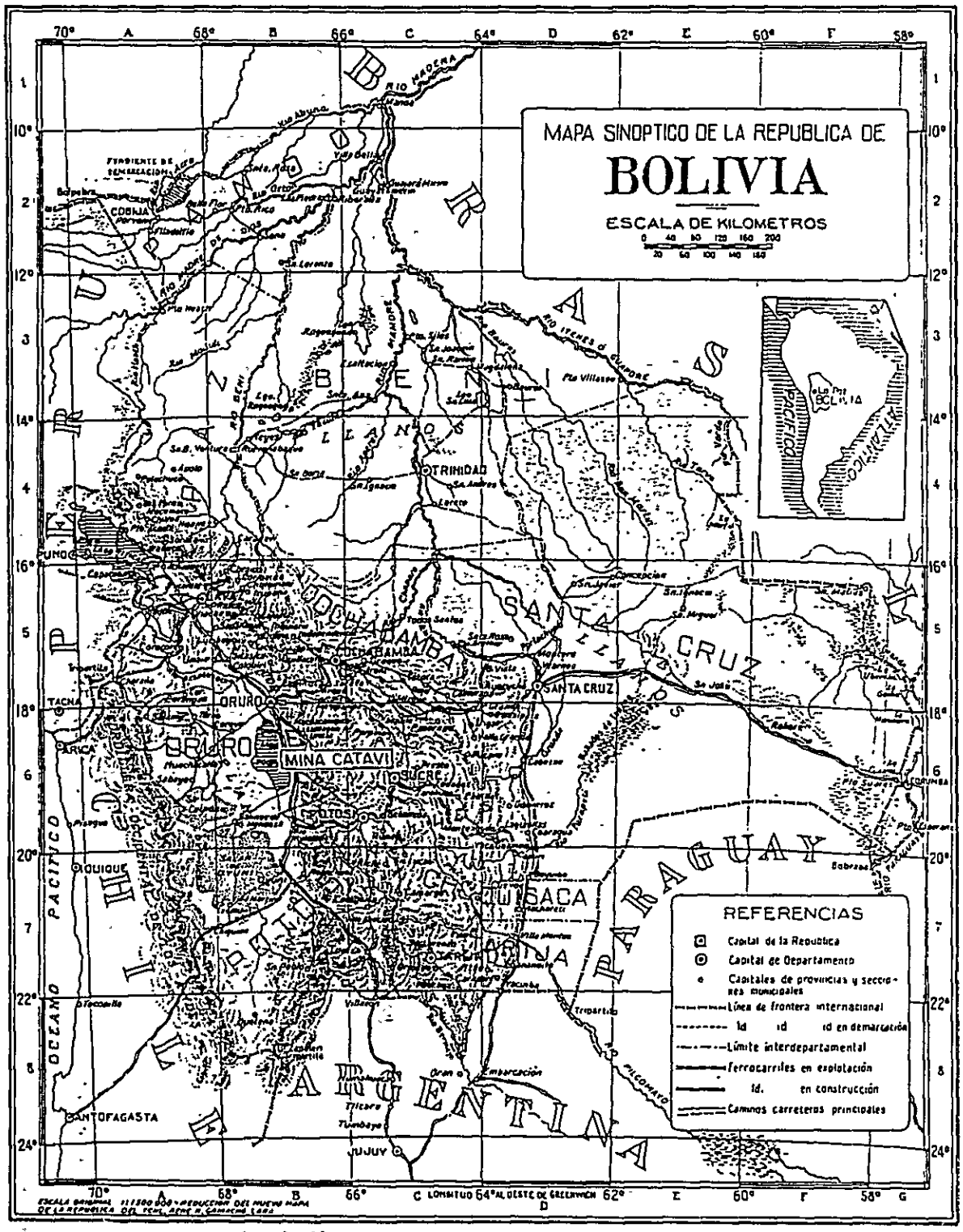
（第１年次）

（要　　約）

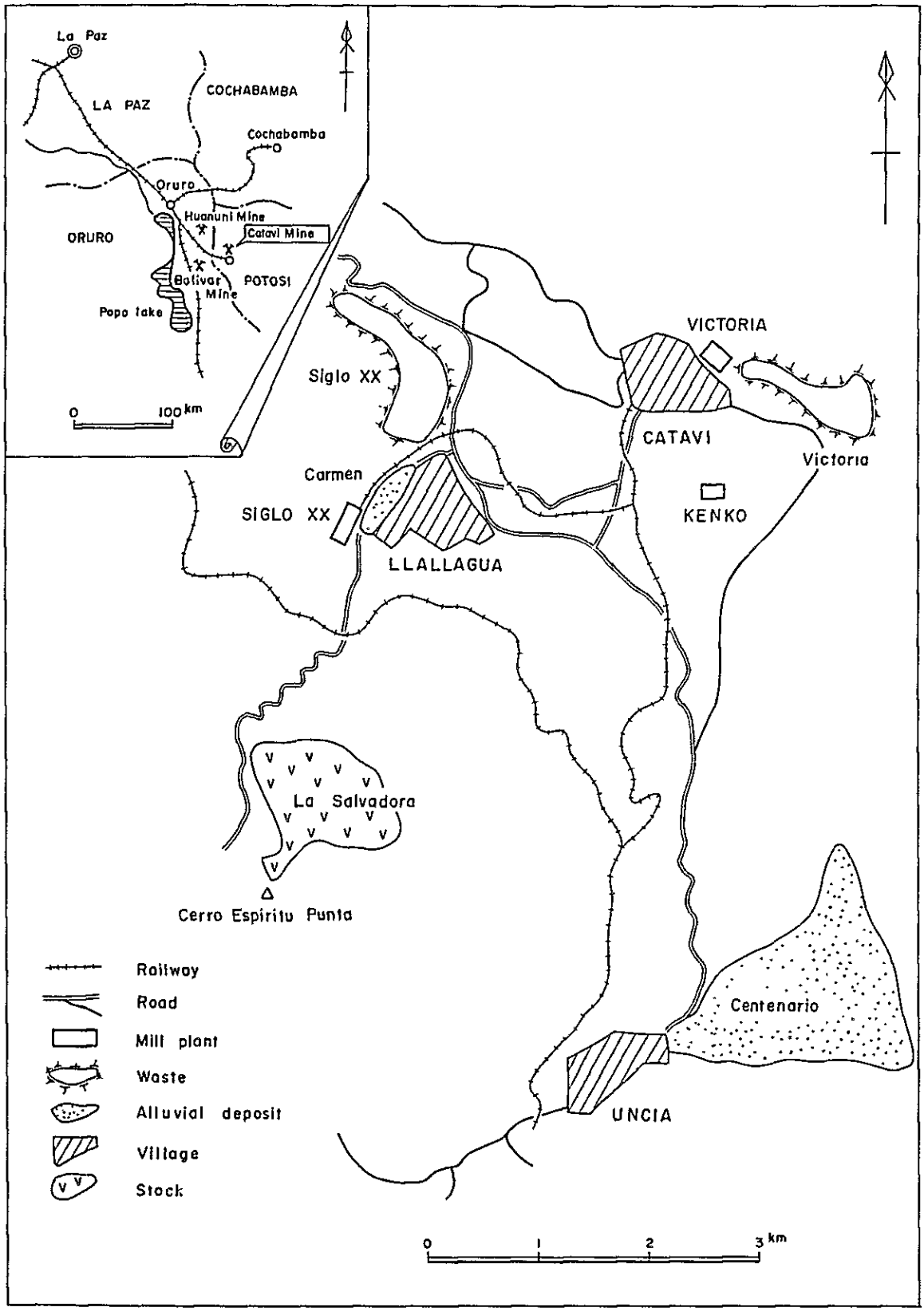
１９８２年３月

国際協力事業団

目　　次



Location Map



Location Map of the Catavi Mine

I　要　　約

1. 目　　的

ボリヴィア共和国　カタビ　鉱山の調査はボリヴィア共和国鉱山施設近代化計画調査の名称の下に，その第1年次として下記のとおり実施した。

現地調査日程

探査部門 …… １９８１年７月１３日～９月１０日（６０日間）

採鉱，選鉱，工務部門 …… １９８１年７月１３日～９月２５日（７５日間）

管理部門 …… １９８１年８月～１１月（３０日間）

国内解析及び，報告書作成日程

１９８１年９月～１９８２年３月

調査の目的は，現地においてはCatavi鉱山の現状の把握と試料及び資料の収集，日本国内においては，資料の検討と試料の各種試験を行い改善すべき問題点を抽出し，第２年次の近代化計画策定のための指針を得ることにある。

2. 現　　状

1）探　　査

Catavi鉱山は首府La Pazの東南方約３００kmの東アンデス西麓に位置し，鉱山はJuan del Valle山（ファン・デル・バリェ海抜4,６００m）と，その裾野を占め，事務所は3,700mの地点にある。鉱床は，主とし，てシルル系の背斜部に貫入した石英斑岩（La Salvadora岩体）中に胚胎するゼノサーマル型錫鉱床である。

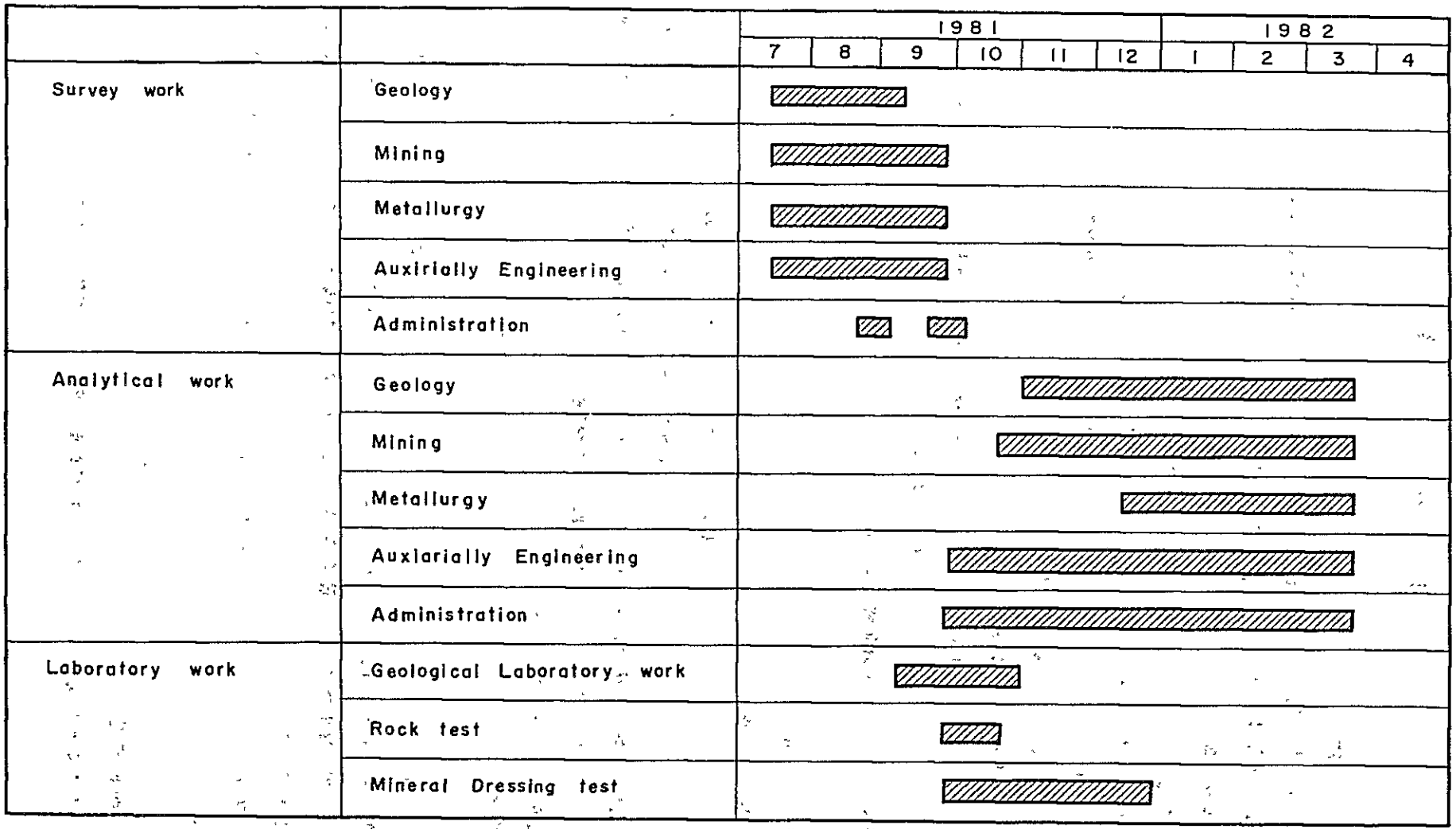
主な鉱脈は３９本あり，それらの間に約2,０００本の分岐脈が走っている。現在，主脈は殆んど採掘しつくされ，主として分岐脈の濃集している範囲をブロックケービング法で採掘している。

鉱脈の構成鉱物は錫石を主とし，一般に黄鉄鉱を伴う。今回の調査により錫と略々同量のチタン鉱物（主にRutile）の存在が確認された。その他，鉄マンガン重石，輝蒼鉛鉱，方鉛鉱などの有価金属鉱物のほか，ＥＰＭＡにより希土類鉱物が観察された。脈石は石英と電気石が主なものである。

鉱脈鉱床のほか，Juan del Valle山麓にはCentenarioとCarmenの２つの漂砂鉱床がある。

2）埋蔵鉱量

１９８１年６月現在，保有している埋蔵鉱量を要約すれば次のとおりである。



Schedule of Work.

Comparative Reserves for Years of the Catavi Mine (1977 – 1981)

TIPO DE RESERVAS	1977			1978			1979			1980			1981			DIFERENCIA EN TONELAJE FINO ENTRE 1980-1981	
	Tons Min	% Sn	Tons Fino	Tons Min	% Sn	Tons Fino	Tons Min	% Sn	Tons Fino	Tons Min	% Sn	Tons Fino	Tons Min	% Sn	Tons Fino	PERDIDAS	GANANCIAS
EN VETAS	521 566	1 86	9,705 4	441,940	1 94	8 586 3	523 855	1 79	9,389 6	429,917	1 54	6,635 5	443,472	1 52	6,757 7	-	122 2
VETA EN BLOCKS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	115,399	2 08	2,398 3	115,399	2 08	2 398 3	-	-
PUENTES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44,338	2 88	1,275 2	44,338	2 88	1,275 2	-	-
TAQUEOS	272,266	0 55	1,488 2	221 409	0 56	1,238 7	216,725	0 56	1,210 5	21,909	0 51	111 0	-	-	-	111 0	-
BLOCK CAVING	3 596,614	0 50	27 922 9	4,388,674	0 43	18,977 4	3,798,391	0 41	15,643 8	3,441,697	0 39	13,392 1	3,255 329	0 39	12,797 4	594 7	-
BLOCKS CHICOS	44,584	0 47	207 8	382,741	0 48	1,835 1	249 258	0 40	1,009 2	143 537	0 38	533 5	89,698	0 40	363 1	170 4	-
EXISTENCIAS	108,210	1 03	1,113 0	153,444	0 85	1,308 2	273 063	0 58	1 591 7	132 376	0 75	987 8	103,478	0 92	948 0	39 8	-
TOTAL MINA	6,543,240	0 62	40,437 3	5,588,208	0 57	31,945 7	5,061,296	0 57	28,844 8	4 329,173	0 58	25,333 4	4,051,714	0 61	24,539 7	793 7	-
DESMONTES	8,302,863	0 29	24,098 4	8,229,021	0 29	23,772 6	21,990,914	0 27	59,954 3	21,973,613	0 27	59,894 1	21,961,820	0 27	59,845 2	48 9	-
VENEROS	100,769,422	0 04	39 861 4	100,468 072	0 04	39,740 8	94,732,522	0 04	37,514 6	297,416 778	0 01	30,586 8	297,249 015	0 01	30,558 5	28 3	-
RELAVES	27,886,682	0 44	124,052 0	26,350 261	0 44	125 156 8	31,338,657	0 37	117,495 8	31,921 249	0 37	118 056 4	32,262 227	0 37	118 686 2	-	629 8
TOTAL SUPERFICIE	136,958,967	0 14	188,011 8	137,047,354	0 14	188,672 2	148,062,093	0 14	214 964 7	351,311,640	0 07	208 537 3	351,473,062	0 04	209 089 9	-	552 6
TOTAL EMCATAVI	143,502,207	0 16	228,449 1	142,635,562	0 15	220,615 9	153,123,388	0 16	243,809 5	355,640,813	0 07	233,870 7	355,524,776	0 07	233,629 6	241 0	-

Summary of Reserves of the Catavi Mine (1981.6.30)

TIPO DE RESERVA	RESERVA ACCESIBLE									RESERVA INACCESIBLE									TOTAL		
	POSITIVO			PROBABLE			SUB-TOTAL			POSITIVO			PROBABLE			SUB-TOTAL					
	Tons Min	% Sn	Tons Fino	Tons Min	% Sn	Tons Fino	Tons Min	% Sn	Tons Fino	Tons Min	% Sn	Tons Fino	Tons Min	% Sn	Tons Fino	Tons Min	% Sn	Tons Fino	Tons Min	% Sn	Tons Fino
VETAS	19,938	1 18	236 24	160,024	1 20	1,914 79	179,962	1 19	2,151 03	38,615	1 23	476 22	224 895	1 84	4 130 46	263,510	1 75	4,606 68	443,472	1 52	6 757 71
VETAS EN BLOCKS	2,160	2 32	50 06	25,610	1 53	392 35	27,770	1 59	442 41	1,397	3 72	52 08	86,232	2 21	1,903 85	87,629	2 23	1 955 93	115,399	2 08	2,398 34
PUENTES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44,338	2 88	1 275 16				44,338	2 88	1,275 16	44,338	2 88	1,275 16
TAQUEOS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BLOCK CAVING	3,255,329	0 39	12,797 36	-	-	-	3,255,329	0 39	12 797 36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,255,329	0 39	12,797 36
BLOCKS CHICOS	89 698	0 40	363 14	-	-	-	89,698	0 40	363 14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	89,698	0 40	363 14
EXISTENCIAS	103 478	0 92	948 04	-	-	-	103,478	0 92	948 04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	103,478	0 92	948 04
TOTAL MINA	3,470,603	0 41	14,394 84	185,634	1 24	2,307 14	3,656,237	0 46	16,701 98	84,350	2 14	1,803 46	311,127	1 94	6,034 31	395,477	1 98	7,837 77	4,051,714	0 61	24,539 75
DESMONTES	21,961,820	0 27	59,845 16	-	-	-	21,961,820	0 27	59,845 16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21,961,820	0 27	59,845 16
VENEROS	297,249,015	0 01	30,558 49	-	-	-	297,249,015	0 01	30,558 49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	297,249,015	0 01	30,558 49
RELAVES	32,262,227	0 37	118,686 20	-	-	-	32,262,227	0 37	118,686 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32,262,227	0,37	118,686 20
TOTAL SUPERFICIE	351 473,062	0 06	209 089 85	-	-	-	351,473,062	0 06	209,089 85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	351,473 062	0 06	209 089 85
GRAN TOTAL	354,953,665	0 06	223,484 69	185,634	1 24	2,307 14	355,129 299	0 06	225,791 83	84,350	2 14	1,803 46	311,127	1 94	6,034 31	395,477	1 98	7,837 77	355,524,776	0 07	233,629 60

	概数 t	Sn %	錫量 t
坑　内（可採鉱量）	3,656,200	0.46	16,702
Desmonte（廃石）	21,961,800	0.27	59,845
Relaves （廃滓）	32,262,200	0.37	118,686
Veneros（漂砂鉱床）	297,249,000	0.01	30,558

又，Catavi鉱山では将来の開発に備えた分岐脈の密集区域に大規模なブロックケービングを計画しており，１９８１年９月現在でBlock Centralの鉱量評価が実施された。その結果は鉱量総計38,305,920t，平均品位 Sn：0.20％である。

3) 生産状況

１９８０年の生産状況は次のとおりである。

採掘粗鉱量	1,296,776t	（約5,000t/日）
粗鉱品位	0.32％Sn	
精鉱量	6,181t	37.02％ Sn
精鉱金属量	2,288t	合計 3,949t
買鉱々石金属量	1,661t	

4) 採　鉱

採鉱法は，鉱脈に対するシュリンケージ法と採掘跡充塡部及び分岐脈濃集部を対象としたブロックケービング法がある。これらの２つの方法による生産比は２：８であり，急激にシュリーンケージ切羽が減少しつゝある。

現在，採掘区域の可採鉱量は３年分を残すのみであり，この事態に備えて大規模ブロックケービングが計画されている。

5) 選　鉱

採鉱出鉱は，まずSiglo XX選鉱工場で重液選鉱にかけられ，その沈鉱はVictoria 選鉱工場に運搬される。こゝでは主としてテーブル選鉱（一部ジグ選鉱）を行い，最後に脱硫浮選により錫精鉱に仕上げている。

又，各選鉱工場からのスライムはKenko湖に堆積され，Kenko選鉱工場で浮選を行ってきたが，ドレッヂャーの故障により本来の操業は実施されていない。

Siglo XX の選鉱元鉱は約5,000t/日 Sn 0.3％内外であり，予選精鉱品位0.45％Snで錫の実収率は約75％である。

Victoria選鉱工場では約2,500t/日を処理し，Sn品位 40%内外の精鉱を60%の実収率で回収している。

6) 坑外施設

種々の修理工場，電気工場のほか，特徴のあるものとしてはCOMIBOL傘下の鉱山の注文を引受けている鋳物工場及び，Lupi-lupi とChaquiri の2水力発電所とがある。

3. 重要な問題点並びに新しい事実

1) 採算点以上の高品位部が枯渇してきており，採掘対象鉱量は3年分に満たない。

2) ブロックケービング法は既存の設備並びに鉱床条件に適しない。

3) 現在の低品位，低収益型の鉱石に対して各選鉱工場は従来の高品位，高収益型の設備と操業形態のまゝである。

4) 管理面の問題としては，殆んどすべての器機設備の老朽化が著しい事，及び，予備保全の不足が目立つ。

5) 鉱山の経済性については，最近の3年間常に1,000万ドル以上の損失を計上しているが，その内容で大きなウエイトを占めるのは原価増と高い鉱産税（Regaliaレガリヤ）である。

6) Catavi鉱山は上記の様な多くの問題点をかゝえているが，国庫収入の重要財源でもあり，又，従業員，家族，周辺部落民を含め7万人以上の生活を支えているところから，今後の鉱山の操業形態が変ることになれば，地域社会のみならず国家に対しても重大な影響を及ぼすものと思われる。

7) 分析諸試験結果要約

将来の稼行対象鉱石（坑内鉱石，坑外廃石・廃滓）は，いづれも硬質な事，錫鉱物は微細である事，含チタン鉱物（主としてRutile）のほか，含ビスマス鉱物や希土類鉱物などの有価成分を複雑に含んでいる事が確認された。

選鉱試験の結果では，Desmonte（Siglo XX坑外の重液選鉱浮鉱），Colas Arenas（Victoria選鉱工場のスライム），Block Central の順に分離性が良い事が判明した。

4. 第1年次の結論

採算点以上の高品位部が殆んど枯渇した事から鉱山を推持するためには，残存する低品位の坑内鉱量及び，坑外のDesmonte，Colas Arenas，漂砂鉱床などの採算性の検討がポイントとなる。

そのためには，特に採鉱，選鉱，管理，の各分野での新しい操業システムへの切換え（近代化）が，不可欠である。

しかし，近代化を実施するためには，新しい施設の投資効果，労働問題，地域社会との関連等，まだ検討すべき問題が多い。

一方，一部の操業工程の簡素化，保全の強化，人員の適正配置等，操業を続けながら改善できる技術面，管理面での問題点も多く，このような現状における赤字減少対策は今後の近代化への段階的施策としても，できるだけ早期に実施される事が望ましい。

5. 第2年次の調査への指針

1) 近代化への新操業形態の基本設計

例えば，坑内高品位部に対するサブレベル法の設計，新システムの選鉱工場の基本設計及び，新しい管理システムの検討。

2) 中，長期探査計画の立案

鉱山の経営の歴史上，最も大きい転換期は新鉱床の発見にある。そこでCatavi鉱山周辺及び，Huanuni鉱山を含めた地域の地質，物探，化探，試錐による総合的探鉱計画を提案する。

II　考察と提言

1.　探査部門

調査及び，諸資料の検討の結果，探鉱に関して下記の様な問題点が抽出された。

1）採算点以上の高品位部は枯渇してさており，可採鉱量は現採掘規模では3年分である。

2）深部及び，既知鉱体近接区域に大量の富鉱体の存在する可能性は小さい。

3）現在の探査組織と業務分担は新鉱床探査の要望を満たすには採鉱部門へのサービスに片寄りすぎている。

4）資料の検討，整理，コンパイルの不足。

5）試料，特に試錐のコアー整理と研究の不足。

上記の諸問題点については，探査組織の再編成と業務分担の変更によって，現在の緊急事態を乗切るために，本来の探査業務に専念できるようにすべきである。又，中，長期及び，周辺から広域にかけての探鉱計画を立案しなければならない。そのためには，旧資料のコンパイルと試錐の増強も必要である。

なお，将来の対象とすべきブロックケービング区域の鉱量については，今回の調査，研究で新しい事実が確認されたが，採鉱，選鉱両部門と連携して錫鉱物，及び他の有価金属物の存在状態について，更に研究を深めるべきであり，その成果によって，今後，探鉱のポテンシャリティーは向上し鉱山の経営に大きく寄与することになるであろう。

2. 採 鉱 部 門

生産コストに占める採鉱コストのウェイトは，非常に高い。中でも，人件費が大きな割合を占めている。従って，コストダウンの最も効果的な施策は，生産性向上に基づく人件費の削減である。生産性の向上は，鉱床条件に合った合理的な生産体系を作ることである。

Catavi鉱山における採鉱部門の最大の課題点は，鉱石品位の低下に伴ない低品位鉱を如何に低コストで生産するかということであり，大規模なブロックケービング採掘法を既存の設備，鉱床条件を考えずに，導入したことが問題である。

採掘切羽のみが大規模，大量生産方式で，グリズリ以後は従来の鉱脈鉱床採掘の小規模生産方式であることに大きなネックが発生している。

2－1 採 掘 法

坑内採掘の主力は，ブロックケービング法によっているが，ここで問題となるのは，鉱体が非常に堅硬で，しかもクラックが少なく１ｍ～２ｍ径以上の大塊が大量に発生して，２次破砕に多くの工数と火薬を必要としていることである。即ち，

(1) 鉱石の強度が大きく自砕しない（Table２－４１参照）

(2) クラックが少なくケーブし難い

ことから，Catavi鉱山では，ブロックケービング採掘法は適しないと判断される。

ブロックケービング採掘は，元来，大規模鉱床で上盤，鉱石共に亀裂が発達していてケーブし易い鉱床に適した採掘法で，穿孔作業を殆んど必要とせず，作業の主体は下部レベルでの抜鉱と鉱石運搬にあり，火薬と労力が僅少で済む高能率，低コストの採掘法である。

しかるに，Catavi鉱山は大規模鉱床であるが，前記(1)，(2)の自然状態にも拘らず，それに逆った採掘法がとられている。

(1) ケーブし難い鉱体を無理にケーブさせるため，鉱画周辺をシュリンケージ採掘して縁切りを実施し，更に 鉱体内に坑道を開削して坑道式大発破を行ない鉱石を破砕，ケーブさせている。全体からみると，多くの穿孔発破を行なっている。

(2) ドローポイント口，グリズリ上には数多くの大塊が見られ，これら大塊の処理に多くの労力と火薬を用い，火薬量は他の採掘法に比べて非常に多い。

(3) 大規模採掘であるにもかかわらず，グリズリ目が非常に小さい（２５０㎜～３００㎜）グリズリ目を大きくすると，次の点で支障を来たし対策を必要とする。

(i) オアパスが小さく，鉱石がかみ合って閉塞する。

(ii) 漏斗口では，大塊を抜き出し難い。

(iii) 選鉱の小型クラッシャーでは，大塊を受け入れられない。

現在Catavi鉱山では，ブロックケービング採掘にディゼルエンジン型積込機械を採用した大

型切羽を考えているが，前記の各問題点の解決にはならず，能率向上，生産性の向上に結びつかないと考えられる。これは，ただ鉱井の数を減らすのに役立つだけであろう。

結局，問題となるのは，グリズリ上における大塊処理を減らすことで，改善施策としては，

(1) グリズリ目を大きくする。（それに伴ない鉱井断面の大型化，選鉱受入破砕機の大型化が必要となる。）

(2) 採掘切羽内で大塊を発生させない。

の２点に集約される。

大塊の発生を少なくする方法としては，採掘鉱画での穿孔発破を今よりもっと範囲，量とも多くし，切羽で小さく砕くことが考えられる。すなわち，中段坑道を設け長孔穿孔発破を，できるだけ広い範囲に実施してケービング鉱石を小さくすることである。

上記のような鉱床条件を考慮すれば，サブレベル採掘法の採用を考えるべきである。この方法によれば，

(1) 起砕鉱石が小さく破砕される。

(2) 大塊も発生するが，量的に少ないと予想される。

(3) 前記の(i)(ii)(iii)に述べた種々のトラブルが解決できる。

ただし，穿孔に要する工数，さく岩機，ビット・ロッド等が増加するが，現在の縁切り用採掘，坑道式大発破等に多大の工数と火薬を使っていることを考えると，増加量は小さく能率向上，コスト低減の効果が大きく現われると予想される。

２－２ 運搬系統

1) Ｌ６５０トロリー電車運搬

(1) 現　状

現在，Ｌ６５０における電車運搬では，１０トントロリー電車により，５トン鉱車１３輌を引しているが，次の諸点からその運搬能力が１００％活用されていない。

(i) 選鉱場の故障ストップによる受入停止

(ii) 鉱石が大塊で漏斗からの抜出が困難

(iii) オアーパスの宙吊りによる鉱石不足

(iv) トラックスケールによる全車輌の評量のための低速走行

電車の運行状態は２－６－１に述べた如く，７列車が平均６４回／日運行して，１０６,０００ｔ／月の鉱石を運んでいる。（１９８１年７月実算）

１０６,０００ｔ／月÷２９日／月＝3,６５５ｔ／日

3,６５５ｔ／日÷６４回／日＝５７ｔ／回（１列車５７ｔ，積荷率８８％）

最大運搬量は８２回／日であるから，５７ｔ／回×８２回／日＝4,６７４ｔ／日 となる。これ

を運行記録から検討すると（坑口を運行時間の基準とする）

最少坑内所要時間（入・出坑・積込）	＝	３０分（実測値）
〃 坑外　〃　（評量・ダンプ）	＝	１５分（　〃　）
入・出坑列車の待合せ等の余裕	＝	１０分（推定値）
合　計		５５分／回

１方当り実働時間	６時間	＝	３６０分
１日当り（３方）	３６０分×３	＝	1,080

１日当り７台の電車の延べ運行回数は

1,080分÷５５分×７台　＝　１３７回

１日当り運行量＝１３７回×５７＝7,809≒7,800トン／日

理論的には，１日当り7,８００トンの運搬能力があることが判る。現状では平均６４回／月，3,600トン／日 程度の実績運搬量であるから，約半分の電車で間に合うことになる。７台の電車を４～５台に減少させれば，坑内外における手持時間が減って１台当りの実稼働時間＝実運搬量は増加し，運搬コストの低減が可能となろう。

又，整流器容量の不足から電圧降下を生じて，坑口で電車を停車させることも無くなると期待される。

(2)　復線化工事完成後の運搬能力推定。

現在，山元で工事を進めているＬ６５０の復線工事が完成した場合の運搬能力を次のような仮定条件のもとで，運行ダイヤグラムを用いて検討してみた。

仮定条件

(i)　坑口から秤量器，選鉱場受入グリズリ　を廻って来る所要時間を１５分とする。

(ii)　坑内の積込時間を１５分とする。

(iii)　走行速度を１２Km／ｈとする。

(iv)　(i)及び(ii)の時間は，両端駅における停車時間と考えてダイヤグラムを作る。

(v)　坑口で各列車の出発間隔は２分毎とする。

(vi)　坑内での鉱石積込作業は，漏斗口の配置からみて，７台の列車が同時に行なえず，４台と３台の２グループに分れて運行することとした。

こうして出来たものが第２－２２図と第２－２３図であるが，ここで注意すべきことは，鉱石積込作業を円滑に行なうことが，最も重要だと言うことである。そのため，坑内の漏斗口の前は複線化しており，他の電車が自由に通過できるようにしておかないと，次々と電車が手待となって計画通りの運行ができないことになる。従って，本線を復線化した場合，漏斗部の復線

化を必らず実施することが重要である。

運行ダイヤグラムによれば，1列車のサイクルタイムは55分である。従って，7台の電車による運搬能力は7,809トン／日となる。

360分×3方／日＝1,080分／日

(1,080分÷55分)×7台＝137回／日

137回／日×57 t／回＝7,809 t／日

以上の理論的運搬能力は，鉱石積込と選鉱場の受入が常に順調であった場合の値であり，実際に運行した場合の能力は70％程度に下る。従って，復線化完成後

(a) 現在の出鉱量と同じ場合；電車数を減少させる

(b) 出鉱量を倍増する場合；鉱車・電車の大型化

が必要な対策となろう。(b)の場合でも鉱石の積込時間が種々のトラブルで長くなると計画通りの運搬能力が発揮できないので，採掘法を改善して，大塊を無くして鉱車への積込能率を向上させることが重要である。

(3) ベルトコンベアーによる運搬

L650の電車運搬をベルトコンベアー方式に変更することについて検討してみた。その場合

(i) 坑内1次クラッシャーが必要となる。

(ii) クラッシャー上部に集約鉱井を設ける必要があり，更に各切羽鉱井から集約鉱井への横待運搬が必要となる。

(iii) コンベアー新設には多額の（4～5億円）建設費が掛る。

(iv) 長大コンベアー（約3,000 m）のベルト保全が困難である。

などのように，大きな問題点があり，(ii)の点からも人員むしろ増加するから，列車方式で能率向上を検討するのが特策であろう。

(4) 立坑運搬系統

Catavi鉱山における人員材料運搬用の立坑は，次のような特徴がある。

(i) すべての立坑が単ケージ・カウンターウエイト方式である。

(ii) ケージの寸法が小さい。約1.5 m×1.5 m。

(i)については，水平坑道のレベル間隔が不規則で（15～50 m）1本の立坑につき約10レベルあり，通常の両ケージ式にすると，停止位置が複雑すぎて運行不能になるから止むを得ない事である。

(ii)については，昔は坑内で大型機械を使わなかった為と思われるが，現在開削中の新Beza立坑も従来と全く同じ寸法であることは理解に苦しむ。ケージは大型化して，運搬能力の増大を計画すべきであった。

2－3　通気問題

1)　錯綜した坑内構造

Catavi鉱山の坑内構造は鉱脈を追掛けて展開してきたものであるだけに，非常に複雑で入り組んでいるから，総合的な坑内通気系統の確立は不可能である。只部分的に，ある採掘区域のみを対象にした（例えば現在のブロックケービングのように）通気系統は作ることが出来る。

現在最も必要なものは，大型の排気坑道である。ブロックケービング切羽には大型局部扇風機を設置してあるが，排気坑道が坑外に直接通じていないため，充分な風量が流れていない。

全体的な風の流れからみると，主要入気坑道は最下部のＬ６５０主要運搬坑道とし，主要排気坑道はこれより３５０ｍ上部の Azul 坑（Ｌ２９５），又は最上部の Transformador 坑（Ｌ５０）などが適当であろう。大型排気坑道に扇風機を設置して吸出する場合，途中の群小坑道から風を吸込まない為に，枝坑道の密閉が多数必要となろう。

2)　ブロックケービング切羽の通気

現在ブロックケービング切羽については，実態の項で述べたように，各切羽が独立した入排気扇風機を持っており，作業レベルであるグリズリレベルの発破跡ガスと，粉塵の排除に努めているが，余り効果が上っていない。その理由は次の２つと考える。

(i)　グリズリ目が殆ど常時大塊で閉塞し，風が流れない。

(ii)　下部レベルにある吸出し扇風機の能力不足又は性能低下で，負圧が小さく吸出し効果が少ない。（これは排気坑道の不備にも，直接関係がある。）

これを改善するため，Oruroの安全衛生センターでは，グリズリの中間に吸出し専用の坑井を開削して常に粉塵や発破の煙が排除できるように考えているが，その効果は期待できる。この場合も，扇風機の整備，排気坑道の改善が必要であることは言うまでもない。

2－4　操業管理

1)　さく岩，発破作業の１の方への集中

Catavi鉱山では，さく岩作業が１の方に集中しているがその理由としては次のような事項が考えられる。

(i)　請負グループ毎に切羽が固定していること。

(ii)　１の方には，課長以下の上級監督者が全員入坑するため，作業の監督が行届くこと。

(iii)　生産量が少しだった開山当初の作業方式の名残り。

さく岩作業を１の方に集中することによる不利な点は圧気の消費量が集中して，圧力低下が大きく，さく岩能率が低下して，作業員も不満を言う程になっている。

通常の鉱山では，機械設備の設置台数を減らし，稼働率を高めるため，作業量を各方に分散させている。Catavi鉱山でもさく岩作業を１，２の方（又は１，２，３の方）に分散することにより，

現状のコンプレッサー台数で間に合し，しかも，1方当りの所要風量が減るから空気圧低下も減少し作業能率が上昇する。(Cataviが鉱山では空気圧低下の対策として，圧気配管の大口径化，コンプレッサー台数の増強を計画している。)

但し，発破作業を各方で行なうと，火薬取扱所の扱員も各方に必要となり，数量把握の責任が分散されて，問題を起す可能性があるから，予め対策を要する。

2). 職種と作業

作業員はそれぞれ職名を持っているが，本番職種は，職名にとらかれず，色々な作業のアンホの運搬，坑道の清掃等）を交代制で割当てられているが，これは多能化，高能率化の意味からも好ましい形である。

3) 各種データーの集積

探査部門での鉱量，品位関係，採鉱部門での生産量品位関係などのデーターは，類似のデーターが沢山あり選択に迷う。データーの種類が多いことは，これを作成する人員も多くなるから，本当に必要なデーターは何であるかを検討し，不必要なものは省き，類似のものは統合することが必要であろう。

次に各年度又は長期の作業計画が多量にあるが，計画の基礎となる要素については，もう少し詳細な分析が必要であろう。例えば，ブロックケービング法とサブレベル法について比較検討をしているが，主体となるべき夫々の採掘能率，採掘コストについては，作業内容を分解し，詳細に検討したものでなく，結論のみ示してあったが（採掘コストはブロックケービングが大巾に安い），これでは正しい比較はできない。

又，L650の主要運搬坑道の増強計画についても，漏斗抜の実態を良く把握してコンピューターによる多数の列車の運行シュミレーションをやってみることが必要である。

2－5 売鉱業者

Cataviが鉱山では，売鉱業者達を一種の厄介物としてみていたが，現実には鉱山の増収に大変役立っている。彼等の中では特に坑内で働いているLocatariosに将来への問題点が多い。鉱山で指摘しているのは次の諸点である。

(i) 鉱量が枯渇してきて限界まできている。

(ii) 初歩的な技術しか持っていない。

(iii) 機械と附属設備が古い。

(iv) 生産性が低い。

(v) 管理コストの上昇。

(vi) 貧弱な組織に対し社会的な負担が大きい。

(vii) 販売条件の悪化

我々が調査した限りでは，近代的な技術は持っていないにしても，比重選鉱のやり易い粗粒錫鉱物を産出する高品位脈を対象に，安価に採掘し，選鉱しているから，捨てたものではない。現在の最大の問題は(i)の鉱量で，鉱山は彼等の為には探鉱していないが，早急に細脈で良いから高品位の脈を発見することが急がれる。

2－6　開坑作業

開坑作業の能率が低い。この問題は２つに分けて考える必要がある。１つはさく岩，発破，搬出などの要素作業の能率であり，もう１つは１日当り，あるいは１ケ月当りの掘進長をいかにして大きくするかと云う作業システムの問題である。

前者については，使用するさく岩機，積込機，電車，鉱車等によって自ら定まってくる。ここで問題となるのは発破作業を芯抜孔と周囲孔に分割しているため，さく岩，発破等の準備作業，排煙待ちなどの時間が２重となって能率を下げていることである。その理由は芯抜がバーンカット方式のため，雷管不発等で完全に起才しない事があるが，その場合でも次の周囲孔の発破のとき補助芯抜を追加できる。

と考えられるが，これは芯抜孔をＶカットやピラミッドカットにすれば，芯抜発破がより確実になり，周囲孔と同時に発破でき，掘進能率が向上する。

今後Catavi鉱山として研究，実施する必要があるのは後者の掘進システムの改善である。通常，鉱山では立坑開削や長距離掘進の場合には所謂「急速掘進」システムにより，全工事を出来るだけ短期間に完成させるため，非常な努力を払うが，Catavi鉱山の場合この考え方が不足している。

急速掘進システムの場合は

1)　１日２４時間を完全に使う。

2)　１日を３方又は４方に分割して，３チーム又は４チームの作業員が連続して作業を行なう。

3)　さく岩機，積込機，鉱車等の機械類は新型の大型機を用いる。

などの対応策が必要である。このシステムを採用すると，大勢で同一作業を協同で行ない，全体の出来高給を分配することになるが，これは現在までの慣習と全く異なり，技能者の養成とともに作業員の教育が必要である。

3. 選 鉱 部 門

Catavi鉱山選鉱部門について，現地での現状調査を行なって問題点の摘出を行ない，又将来処理することが予想される鉱石についての基礎的な選鉱試験を日本で行なった結果，つぎのことが言える。

現在の鉱石は，低品位低収益型であるにもかかわらず，依然として高品位高収益型の操業形態を続けようとしている点に，すべての問題点の原因がある。又，その低品位 Sn の元鉱自体も枯渇しようとしている現状になっても，まだ，安易な操業形態を維持している点は，大いに反省すべきであり，低品位 Sn 鉱の処理にマッチした操業に移行することが急務であると考え，以下の提言をする。

1) 現在の操業に対する提言

(1) コストアップを吸収するための技術改善の研究が必要である。

コストアップ要因の第一は人件費であることは，現状解析の結果から明らかであり，人員の合理化に取り組まなければならない。工程の簡素化，設備の大型化，集約化などにより，少人数で操業出来る体制を考えるべきである。

コストアップ要因の第二は物品費であり，定期整備実施による補修費の低減，工程簡素化による主要物品費の低減などが必要であろう。

(2) 主要物品の供給体制の整備を行ない，ボール，ロッド，硫酸等を安定して確保することが必要である。

(3) メインテナンス体制の整備を行ない，設備の故障を少なくする必要がある。

(4) Cassiterite の単体分離粒度が細かくなっているので，粉砕系統の強化を行ない，粒度を現状より細かくする必要がある。この場合，Siglo XX 選鉱工場のコーン型重選機による予選が適当かどうか検討する必要がある。

(5) 系統の簡単化を行ない，操業状態の把握・解析を行ない易くする必要がある。

特に，Victoria 選鉱工場についていえば，Colas Arenas として廃棄される Sn 量が多い現状から見て，テーブルの使用法を清掃選主体型から精選主体型にし，片刃鉱の再磨鉱を強化して，系統の簡素化を図ること。及び微粒工程は浮選におきかえることなどが急務であろう。

(6) 分級の強化を行ない，粒度別にきめの細かい Sn 精鉱の採取が必要である。定量給鉱による分級機への給鉱量の安定化，微粒部での分級に遠心分離機の採用なども考慮すべきである。

2) 将来処理すべき鉱石についての提言

(1) 今回試験を行なった3種の鉱石については，Desmonte が最も処理しやすく，次いで，Colas Arenas，Block Central の順であると考えられる。Desmonte 及び Colas Arenas は適正規模での処理は可能であろうが，Block Central 鉱は，開発コストを考えると，採算がとれないであろう。

(2) Cassiterite粒子としては，大きいものでも５０μ前後でありサブミクロン粒度のものも多く存在するため，全般的に細かく粉砕しなければ単体分離しない。

このことは，テーブル試験においてAll－１００メッシュにしてテーブル選鉱を行なうと，うまくSnが回収できた結果からみても明らかである。

(3) 従来に比較して，かなりの微粉砕を必要とすることから，その処理方法も変更を余儀なくされるのは当然であり，細かい粒度域において，かつ種々の粒度に応じた選鉱法の選択と，その組み合わせを今後充分に検討していく必要がある。

(4) 今回の国内解析の結果，Snの他にRutil，Wolframite，Zircon，希土類鉱物等の存在が確認された。これらの鉱物の回収技術についての研究も将来の課題であろう。

4. 工 務 部 門

Catavi鉱山の鉱工設備を鉱務部門の立場からみた場合の問題を列挙すると，次のとおりである。

4－1 設備の老朽化

Catavi鉱山の設備は全般に年代の古いものが多い，例をあげるとLupi-Lupi及びChaquiri水力発電所が１９２６年製，Milaflores発電所が１９３０年製，Cancañiriのコンプレッサー８台の内４台が１９２９年製，１台が１９５７年製，Doloresのコンプレッサー３台は製作年不明であるが大体１９３０年頃と思われる。更に選鉱設備に於いては，Kanko 選鉱工場を除いてほとんどの機械が製作不明であり，はっきりした年代がわからないが３０年以前のものと考えられる。

このように非常に老朽化した機械を使用しているため，１９７８年に３４０KW，Atlas Copco製コンプレッサー２台，１９８０年に７５０KW Joy製コンプレッサー１台，選鉱では，Allis Chalmers製の＃6ジャイレートリークラッシャー１台 Symos製の3′コーンクラッシャー１台を最近更新している。しかし，２～３年前から更新を始めているが，それもほんの１部分であり，大部分の設備が耐用年数を過ぎているものと思われる。

この老朽化による影響として

1) 故障の頻度が多いこと。

2) 機械の部品が製作されていないこと。

3) 故障した場合，普通の部分で良いものが機械全体を取替えなければならないこと，及び修理期間が長いこと。

対策として計画的に更新していくのが１番良い方法である。この場合，金額的面から更新が長期間にわたって行なわれることになる。

この更新計画をするについては，単純に同じ機械を更新するのでなく，操業上の問題点等色色折込み，将来のあるべき姿を考慮して行なうべきである。

例を上げると，Siglo XX選鉱工場の受入れ，破砕設備はピン抜出しのエプロンフィーダーの巾が７００㎜であること。又，１次破砕のジャイレートリークラッシャーが＃６と小さいために，ピンの上のグリズリが7～8″となっている。採鉱からくる鉱石が，採掘法の関係で大塊があるため，グリズリオーバーが相当に出ており，それを人手でトラックに積み屑石としている。

このような問題があるのに＃６ジャイレートリクラッシャーを更新する場合，全く考慮されずに同じクラッシャーを更新している。これなど大型のジョークラッシャを更新時に据付し，次にピンの改造，エプロンの更新と問題点を折り込んだ計画がなされるべきと考える。

更新中の老朽化対策としては，予防保全をとり入れた完璧な保全作業により，故障の頻度を

少なくすべきである。

4－2 保　　全

保全作業が実質実施されていないのが問題点であり，より効果的な保全作業をどのように取り入れるかがポイントである。

今回の調査で，選鉱の場合，月２８日操業でとても保全作業をとり入れた計画的な修理作業など出来ないという意見を聞かされた。日本の鉱山の場合，当然修理日数を考慮に入れた月の操業日数で設備能力の検討しており，その日数は最近まで２５日操業，現在は２３日操業で考えている。

Catavi鉱山に於いては，操業日数を２８日に設定し故障に対する対策として，予備の機械を置く方法をとっている。しかし,予備を置くこと自体設備コストがかかることであり補助的機械に限られてしまう。

大型機械等コストのかかるものは，Siglo XX選鉱工場のスクラバー以外２５日操業でも充分能力がある。故，操業日数を最低２５日にすることが必要である。

次に採鉱課及び選鉱課に保全係を設けることである。この保全係に点検班と修理班を設け，点検班は少ない人数で良いが，目に見えない機械の内部の状態まで推察しなければならないので経験豊富な優秀な人材が必要である。

保全係の業務は緊急の修理作業のほかに

1) 巡視点検作業及び注油作業
2) 修理時期の鑑定作業
3) 原材料及び部分品を整備する作業
4) 定期修理作業の計画
5) 定期修理作業の準備
6) 定期作業の年月日，状況，処理方法及び日常の故障年月日，状態，原因，処理方法等の記録作成。

などの作業があり，これを実施することにより保全作業の形態が整うものと思われる。

保全作業の目的は，修理の低減もあるが第１は故障によって工場が，休転する損害をなくすことであり，Catavi鉱山のような大規模な鉱山にとって保全係は欠くことのできない部門であると考える。

4－3 用水と排水処理

Catavi鉱山周辺の地形はCatiri，Ventilla，Sauta等の川の水はもちろんLocatarioの選鉱屑滓，第２Kenko湖の溢流水，生活用水まで全部Lupi-Lupi湖に流れるようになっている。

中でもLocatarios の選鉱廃滓と第2 Kenko 湖の溢流水がLupi-Lupi 湖の水の pH を低くしているので，Lupi-Lupi 及びChaquiri の両水力発電所の水車の腐蝕を速め，発電機の故障の原因となっている。

Catavi 鉱山自体，前記した如く用水不足に悩んでおり多数の揚水ポンプを使用し，その運転員も多数かかえている。

Lupi-Lupi 湖にきれいな水を流すことにより発電機の水車の腐触を防ぎ，更にLupi-Lupi 湖に大型のポンプを設置し，全山の用水を供給をすべきと考える。

1) 第2 Kenko湖の溢流水出口に排水処理設備を設ける。

この設備は消石灰のホッパーと抜出し設備攪拌槽と pH計等で pH計と抜出しフィダーと運動させ消石灰の量を調節する。

2) Uncia Miraflores 地区の飲料水設備は現設備をそのまま使用する。

3) Catavi 地区の飲料水は，Santa にCataviのタンクまで揚水出来るポンプを設備し配管は，現在のパイプをそのまま使用する。Tomas，Uentilla の水のみ Baños, Catavi で中継，Catavi のタンクまで揚水する。パイプは Baños, Cataviタンク間は新設する。

4) Catiri の水は飲料水のみにだけ使用し，Catiri から Blanca まで揚水出来るポンプを設け，パイプは既設のパイプを使用する。

5) Lupi-Lupi 湖にポンプ場を設け Bismarckまで，新設配管し選鉱，採鉱等の全用水をまかなう設備をする。

Fig 4－12の如く，以上のポンプは自動運転とし人員の削減を図るべきと考える。

4－4 電気設備

1) 電力設備に対する使用電力の検討

受電設備，水力発電設備および火力発電設備の各設備の能力は Table 4－31 に示すように，受電設備，水力発電設備の計は 13,837.5 KVA（力率が80％であるから受電設備は 8,800 KW，水力発電設備は 2,270 KW，計 11,700 KW）であるが，Table 4－34 に示す過去5ケ年間の最大電力の平均は 12,140 KWで，設備能力を超過して使用されている。但し火力発電設備の 2,490 KVA（1,992 KW）を稼働させ使用電力がまかなえている。

火力発電設備を非常用と考えるとき，現有の電力設備から今後の負荷設備増強は問題がある。

2) 配電設備に関する考察

配電設備については，各フィダー毎の設備容量と電力の把握が適確に調査できなかったため十分な検討は今後の調査時に再検討する必要がある。（計量的な調査）

末端の負荷設備においては電圧降下により運転を停止する個所もあるようだが，配電々圧の

昇圧，末端設備に電力コンデンサー等を設置する事により電圧降下の低減を考える必要がある。

3) 発電設備に関する考察

火力発電設備については前記のとおり非常用として短期間の運転を原則としていると思われるので容量的に寄与する事は，論外として水力発電設備については過去の実績をみても定格出力を出している期間が少ない，この点，水力発電設備の保全を適確に行ない定格出力を発生させ，受電々力を低減し，電力コスト軽減を計るべきだと思う。

5. 管理部門

本部門についての調査は，本調査としては副次的な調査対象であることと，本年度の実態調査に主力をおいただめ概括的な報告となった。以下指摘する問題点は必ずしもCatavi鉱山特有のものではなく，COMIBOL，引いては当国の鉱山経営の方針に関係し，又，本調査と平行して行われている世銀による調査でも取扱われる問題と考えるが，Catavi鉱山の運営の適正操業に到るには不可欠と判断されるので，こゝで提言することとする。

5－1 組　織

5－1－3山元原価の項でふれたように，現行の組織は国有化以前より継続しており，国有化後COMIBOLの経営に移行しても殆んど変更がなく，操業の諸設備と同じく，Patiño時代の組織を骨格として必要に応じ新組織を加えたりして来たものと判断される。特に当国に於ては徒らに組織を改制することは混乱を招く恐れもある。しかし，情況に即応しない組織を固執するのはマイナス面が多い。例えば業務組織と原価組織が不一致であることは原価管理の責任も不明瞭となり，それぞれの業務責任者の原価管理意欲も減退し，予定生産量や，営業予算金をそれらの実績との比較分析およびその結果に対応した処置がとれず単なる予実算の数字の比較として終り，且つ，総合的に判断し各業務間で有機的に対応することも困難である。この業務組織と原価組織の不一致は，COMIBOL傘下の各鉱山では幹部職員の移動が多く，通常二年未満位で交替するため組織の不合理性を認識しても制度改正までには到らないという現状と，COMIBOL本社における組織が，各鉱山の業務部門に明確に対応して構成されていないということに起因するものと思われる。

少なくとも，業務部門組織と原価部門組織はよく合せ，業務責任者に原価管理の責任も伴うようにすべきと思う。

Catavi鉱山の全体組織について一例として提言すれば，組織を大きく地区別にSiglo XX，Cataviに区分し，それぞれ副所長を設けて所管するとか，又は，所長直属部門，副所長直属部門を下部の組織への組変えを行って統合整理を行い組織を単純にすることの検討が必要と考えられる。又，同様に業務監督部については管理・福利厚生の二監督部を設け小部門を統合整理するとか検討すべきであろう。

(註) 現在業務監督部長は，大小19のセクションを統括しており，特別のスタッフの配属もなく対外問題の処理時間を除けば各セクションに対し一日平均20分程度しかさけない状況で，回付される書類の署名だけでも大変で業務の外見的な処理で終ってしまうであろう。

5－2　責任・権限

組織が有機的に活動するためには，当然，各組織の責任権限が明確かつ単純でなければならない。しかるにCatavi鉱山の場合は，組織は明確であるが，全般的に権限が上部に集中し過ぎており，責任権限の所在が複雑になっている。これは鉱山自体の問題もあるが，政府が行政機関に対すると同じくCOMIBOLを取扱おうとして同社の企業としての活性を失わせた結果にほかならない。

組織が組織としての機能を発揮するには，各々組織に所掌事務と権限が分配されなければならないが，その中でも重要な権限は人事権であるが，必ずしも組織に付与されていない。したがって業務権限の集中化によって権威の維持が計られることとなってしまう。基本的には，終身雇用制を採用していないが，特別な職種を除いてはほゞ定年雇用に類似した雇用形態となっている。従って，この点も考慮し業務権限を出来るだけ下部に移譲し，鉱山の幹部は本来の鉱山経営に専念出来るようにすべきと考える。

5－3　事務処理

本来すべての事務処理は業務処理を目的とする手続きに過ぎない。従って，事務処理は単純明快に行うのが原則である。Catavi鉱山の事務処理は事務処理のための処理が多すぎ，肝心の目的がおろそかになっている傾向がある。即ち，各部門において詳細な資料が以前より継続して作成されており，見事であるが，その取纒め方に問題が多いし，又，その活用も充分でない。鉱山の幹部にとっては，通常，詳細な資料は，業務多忙な際には却って検討しにくく，大勢を把握することが困難となる。事務処理の簡素化，単純化は前述の責任権限の移譲と密接に関連するが，今後検討すべき問題であろう。

5－4　コンピューターの活用

Catavi鉱山では既にコンピューターを導入してその活用を図っている。これは大いに推進すべきである。現状の使用状況では必ずしも現場の各部門の満足が得られていない面も見受けられ，システムの改善は積極的に検討すべきであろう。又，新規のものに対する拒否反応の感情もあるのでこれを緩和させると共に各部門の所属員の理解を得るためコンピューターに関する教育を行う必要があろう。現状の段階ではまだコンピューター処理結果に対する信頼性が欠ける面もあり，又事務処理の一部に重復している部分もあるのでこれらを改善する必要があろう。

5－5 人材・教育

生産技術部門には専門有資格者が多いが，事務管理部門では，常勤法律顧問以外に僅かに業務監督部部長しかいず，他のこの部門の幹部職員は実務経験者から構成されている。

したがって，業務教育などを通じて視野を拡大するとか，有資格者を配置して，両者啓蒙の機会を与えるとかが必要であろう。

何れにせよ事務管理部門の重要性を更に認識して，それぞれの業務の総合的な判断が出来るように企業内の教育訓練を考えてよいのではないかと思う。

5－6 ま と め

以上は，現状の操業規模，組織をそのままにして主要な問題点を取上げたものであるが，毎年税引き後実質1千万ドル以上の損失を出し，売上損失率２５％以上の数字が続く公算の大きい企業については，前述のことなどは少々の技術的な造善策と併せ行っても抜本的な解決策とならないことは明らかである。

しかしながら，国家的見地からみるとCatavi鉱山は国の鉱業雇用人口の９％，全産業の0.5％，鉱業関係の国庫収入の１６％以上，総外貨獲得源泉中の５％前後，錫総生産の約１５％を占めており，簡単に収支計算のみで割切って捨てるわけにはいかないことは確である。

又，地域社会への貢献度を考えれば，僅かでも当面の改善策を講じながら，組織の改正を計って行く必要がある。現在，Catavi鉱山は病院，学校，鉄道など公共事業に類する事業や鋳物工場などを抱えているが，そのためにCatavi，鉱山の組織を，より複雑にしている。改善策の一例としては病院などの公共事業的性格のものは政府，又は，自治体が管理し，都市部の管公立の一般病院として経営させ，鉱山災害によって発生する産業傷病については病院と鉱山との契約によって対処する。又，鋳物工場はCatavi鉱山から組織的に切り離して鋳物工場自体の発展策を講じることなどが考えられる。現在，鋳物工場は，COMIBOL全体の受注を行って能力一杯に稼働しており，倍増計画も立案されて，一応COMIBOL内の収支としては採算がとれている。従って，鋳物工場などは独立しても今后ボリヴィアでの発展の可能性があり，代替地場産業となり得る可能性もある。Catavi鉱山のこうした補助部門を独立させ，探査，採鉱，選鉱，鉱石販売などの鉱山業のみに一貫した体制をとれば人員の適正配置，各組織の単純化などが容易になるであろう。

Ⅲ　結　　語

1　本調査結果の総括的考察，及び提言

現状の調査，COMIBOL・Catavi 鉱山資料，及びサンプルの日本国内における諸試験によって，今後，鉱山の近代化のために検討すべきいくつかの大切な実態，問題点，並びに新しい事実が摘出できた。

既に各部門別に現状，考察，及び提言を記してきたが，こゝでは，細部は繰返さず，それらを総合的に取扱い，初年次のまとめとし，それらを踏まえて2年次への方向付を行うことにしたい。

調査の結論としては，採算点以上の高品位部が殆んど枯渇した事である。従って，鉱山を維持してゆくためには，低品位の坑内鉱量，及び坑外の廃石（Demonte），廃滓（Colas Arenas），漂砂鉱床などの採算性の検討がそのポイントである。これらの対象鉱量は極めて大量に存在するが，現在の操業態勢では採算に合わない。採算にのせるためには採鉱，選鉱，管理の各分野での新しいシステムへの切換えが重要（即ち近代化）と思われるが，又，現在の操業に対しては今，直ちに改善可能な技術面，管理面での問題点も多く，現状における赤字減少対策，及び今後の近代化への段階的施策として，これらの問題にできるだけ早く取組むことが必要と考える。

1－1　考　　察

1. 現状における諸問題のうち，重要なものを選べば下記の如くである。
   1）採算点以上の高品位部の枯渇。
   2）大規模ブロックケービングは既存の設備，鉱床条件に適していない。
   3）低品位，低収益型の鉱石に対して，現在の高品位，高収益型の選鉱設備，操業形態は不適当である。
   4）対象鉱量として重要な3種の鉱石試験の結果，次のことが判明した。
      a……鉱石は硬質である。
      b……錫鉱物は微細である。
      c……チタン鉱物（主としてRutil）のほか，有価鉱物，有価元素の存在の発見。
   5）管理面の問題として，機械設備の老朽化，保全の欠乏，組織の複雑さである。
   6）現在の操業態勢では1,000万ドル／年以上の損失が継続される。
   7）Catavi 鉱山は，国家収入の重要財源であり，存続するか，否かは地域社会との関連性ともからみ，国家的に重要な問題である。

1－2 提　　言

1. 近代化の施策の第１段階として対象鉱量の選定と，その鉱石に対する処理技術の確立が最も重要なポイントであると考える。

1）処理対象鉱量

(1) 第１次選定

これは現地調査の間に現状の観察と今後の一つの操業形態の想定から，Desmonte，Colas Arenas，及びBlock Contral鉱石の３種とした。

Llallagua鉱床の露頭部や，Kenko，漂砂鉱床は極く低品位ながら莫大な鉱量を有するが，先づ１０年間の鉱量の確保と言う初期の目的からは前述の３種の鉱量が含有する錫量で十分であり，これらについての開発を第一期として，その間に他の鉱石の研究を十分な時間をかけて行うのが得策であると考える。

(2) 第２次選定

３種の鉱石の浮選，テーブルetc．テストの結果の比較

	Colas Arenas	Desmonto	Block	
浮選Sn.Conc.	13.64 %	14.64 %	18.41 %	電気石抑制困難 多段精選必要
テーブル Sn(細)	12.92	24.73	14.24	
テーブル Sn(粗)	数 %	数 %	数 %	
all－100 #（実収率）	45	45	45	
Sn.Conc	33	44	21	

Desmonteの分離性が最も良好。次いでColas Arenasがよく Black Caving鉱石が最も不良である。Desmonte と Colas Arenas は適正な規模での処理は可能であろうが，Block Caving 鉱石はCOMIBOL の Evaluation にも述べたように鉱石の性状や開発コストを考えると採算がとれないのではないか。

2. 選鉱処理技術のポイント

1）良好なConc.を得るためには細かい粒度を条件としてテーブルが浮選に優る。

浮選は単独での採用は不利で，比較的粗粒の段階で粗選のみを行うのも一法である。

2）ＥＰＭＡによる解析の結果

探査，選鉱両部門のサンプル解析の結果，粗鉱中にRutilが多く（Snと略同程度の含有量），テーブル精鉱中にWolframite，Zircon，希土類鉱物など有価鉱物や元素が観察された。これらについて将来，更に鉱物学的研究を加え，それらの経済的回収につき選

鉱冶金的に検討すべきものと考える。

3. コストアップに対する施策

技術部門のみならず管理部門においても重要課題である。

1）人　件　費

(1) 対象鉱量に適した合理的生産体制の確立。

(2) 工程の簡素化

(3) 設備の大型化

(4) 集　約　化

2）物　品　費

(1) 保全の強化

(2) 工程の簡素化

3）操業の不安定

保全と整備により故障の減少を計ること。

4. 採鉱法に対する提案

今後，低品位鉱の低コスト生産を余儀なくされるが，大規模Block Caving 法は既存の設備，鉱床条件に適していない。計画中のBlock Centiral のコンピューター処理による品位分布傾向図から，サブレベルストーピングによる高品位部の採掘が可能と思われる。

5. 売鉱業者の評価

全生産錫量に対する売鉱業者の錫量の割合は年々増大している。

従って，上部の鉱脈の残有量と採鉱の検討を会社として行う価値があるものと考える。

6. 管　理　面

今後，上記の種々の改善施策を行うに当っては，適正な人員の配置，転換は必要である。現在，採掘中の残存鉱量から考えて近い将来，操業形態の変化が確実に予想されるので，今から徐々に準備をしてゆく必要があろう。

7. 鉱山経営問題，及び地域社会との関連

Cetavi 鉱山，現在の操業形態を続ける限り1,000万ドル／年 以上の損失を続ける事となるであろう。しかし，Catavi鉱山は国庫収入の重要財源でもあり，従業員，その家族，周辺部落民を含め，7万人以上の生活を支えてきた事から考えると，如何に収支がつぐなわない鉱山とは言え，一挙に生産縮少や抜本的な人員の合理化，組織の改正などは難しく，又，とるべき方策でない。

山元原価，賃金形態，税制，補助金，又，学校，病院等の地域関連施設の維持などは，鉱山の収支に直接関係する大きい要素があり，これらは国家的見地から，政府が直接，特別に

管理して鉱山の収支改善のために検討すべき問題であると考える。

2　2年次の調査への指針

１９８１年度の調査と検討，解析の結果，１９８２年度の方向付として，次の様に考える。

1）近代化への新操業形態の基本設計

例えば，坑内高品位部に対するサブレベル法の設計，新システムの選鉱工場の基本設計，及び，新しい管理システムの検討。

2）中，長期探査計画の立案

鉱山の経営上，一つの最も重要な転換は新鉱床の発見である。

そこで，Catavi 鉱山周辺，及びHuanuni 鉱山を含めた地域の地質，物探，試錐による総合的探鉱計画の立案を提案する。

JICA