

国際協力事業団  
アルゼンティン共和国経済公益事業省鉱業局

アルゼンティン国  
HIPARSA社再活性化フイージビリティ調査  
最終報告書  
要約

# アルゼンティン国

## HIPARSA 社再活性化フイージビリティ調査

### 最終報告書

#### 要約

1998年12月

JICA LIBRARY



J 1147254 (5)

インターナショナル・コンサルティング・サービス株式会社

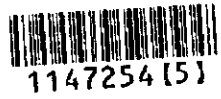
株式会社神戸製鋼所

JICA  
701  
66  
MPI  
BRARY  
98-190

鉱鋼工
JR
98-190







1147254(5)

国際協力事業団

アルゼンティン共和国経済公益事業省鉱業局

## アルゼンティン国

# HIPARSA 社再活性化フェージビリティ調査

## 最終報告書

### 要 約

1998年12月

インターナショナル・コンサルティング・サービス株式会社

株式会社神戸製鋼所



## 目 次

第1章	調査の目的	1
第2章	調査の背景	5
第3章	鉄鉱石、ペレット、HBI市場	23
第4章	HIPASAM時代の状況	43
第5章	HIPARSAの現状	69
第6章	HIPARSA社再活性化のための適切な技術、設備、ユーティリティ	85
第7章	HIPARSA社再活性化のシナリオ案の作成と検討	117
第8章	HIPARSA再活性化計画の選定	133
第9章	HIPARSA社再活性化計画のフォーミュレーション	141
第10章	販売計画	197
第11章	経済性分析	203
第12章	連邦政府・州政府の役割と誘因策に関する提案	221

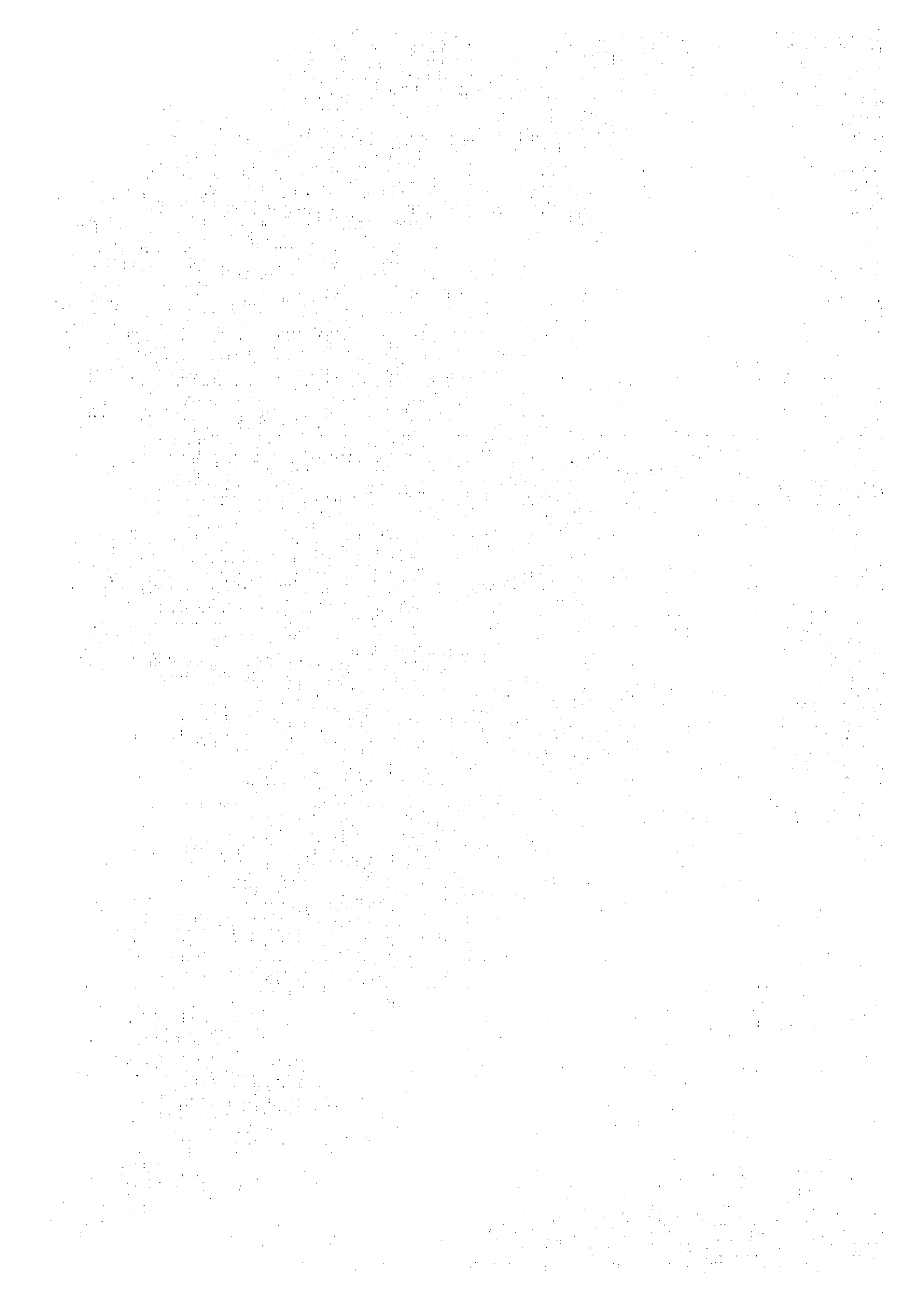
\*注記 この最終報告書（要約）の表・図・グラフ・資料の番号は、最終報告書で使用している番号と同一である。





# 第1章

## 調査の目的



現下のアルゼンティンの問題は、経済の拡大に見合う雇用の創出が不十分であることである。アルゼンティン国の首都であるブエノスアイレス市を擁する大ブエノスアイレス州には、約 80%の人口と GDP が集中している。この経済の一極集中を、地方の経済開発により緩和することが今日の課題である。

アルゼンティン南部のリオネグロ州にある旧 HIPASAM 社は、1962 年に国防省所属の国営企業として設立された。HIPASAM 社は年間 3,500,000t の鉄鉱石を掘り出し、ペレットフィードを作り、2,000,000t のペレットを生産する計画であった。北、東、南の鉱床の内、南鉱床が開発されて工場設備の建設は 1971 年に開始された。最後のペレット工場の建設は 1979 年に完了した。

問題は、選鉱工場での燐分の除去が、市場が要求するレベルに到達しなかったことである。さらに各種のトラブルがペレット工場で発生し、年間平均生産量は約 450,000t に止まった。低い生産性と、これに起因する損失から、1991 年 5 月には操業停止を余儀なくされた。1993 年に HIPASAM 社はリオネグロ州に移管された。今日、リオネグロ州が設立した HIPASAM 社は鉄鉱山、選鉱工場と船積み設備を含むペレット工場の維持管理を行なっている。

リオネグロ州政府は、見るべき産業が州にないことから、投下資本の有効活用並びに雇用機会の創出のために HIPARSA 社の操業再開を期待している。リオネグロ州政府は HIPARSA 社再活性化の一環として、国内にある天然ガスを活用し、ペレットより付加価値があり輸出適合性のある HBI の生産を考慮している。

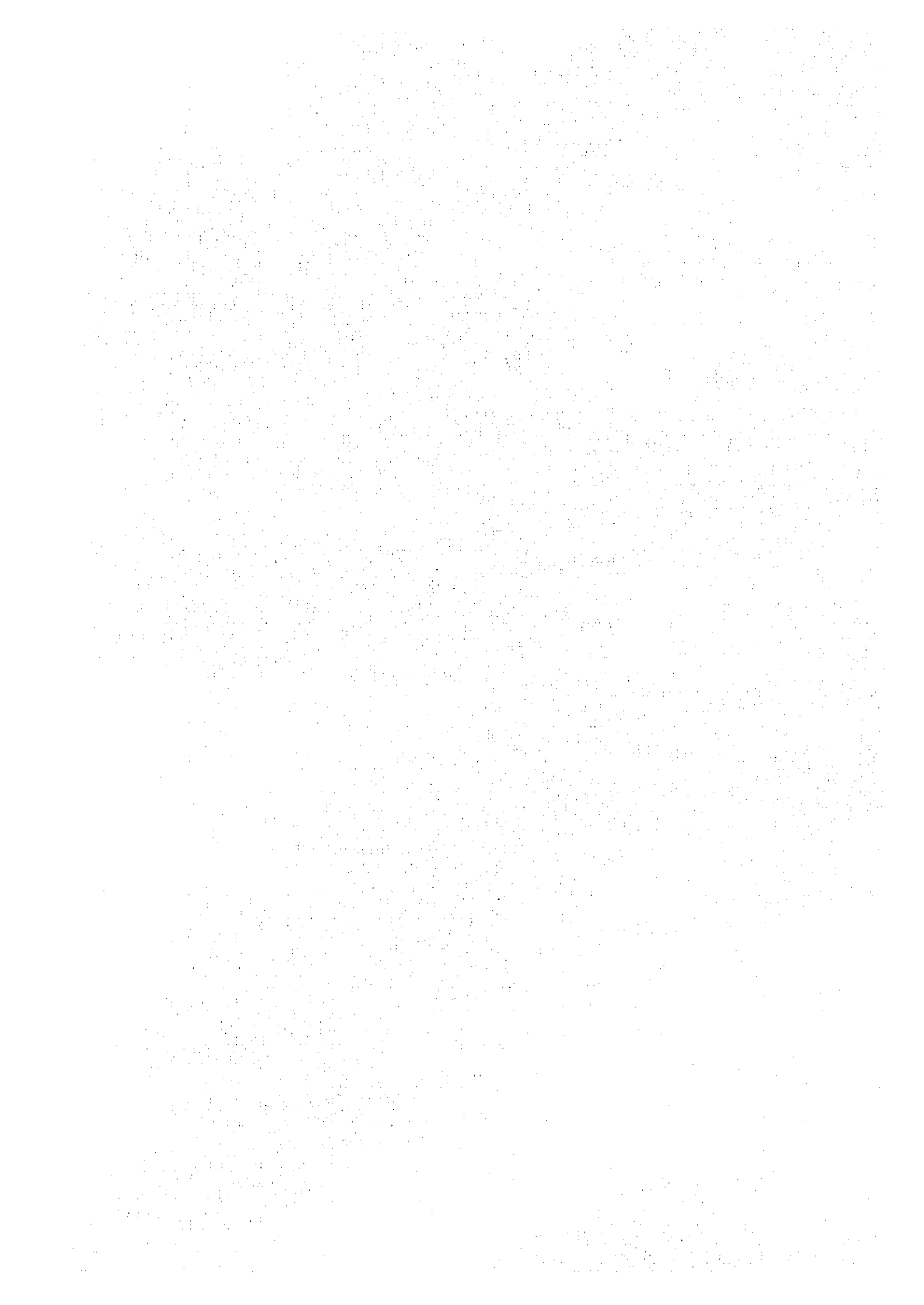
本調査は、技術経済両面の観点から選定された最も適切と思われるシナリオを基礎として再活性化計画を策定することを目的として実施された。より具体的に言うと、以下に関する調査が行なわれた。

- ①アルゼンティンを含む、世界的なペレットと HBI の市場のレビュー
- ②過去の操業時ならびに現在の HIPARSA 社の状況のレビュー
- ③ HIPARSA 社に適用しうる技術の調査
  - ・ 選鉱テストによる鉄鉱石のリン分低減可能性の調査及び選鉱工場設備改善調査
  - ・ ポットグレートテスト実施とペレット工場改善方法の調査
  - ・ 効率的鉄鉱石採掘方法の調査
- ④ HIPARSA 社再活性化のためのシナリオの準備
- ⑤ 上記④のシナリオの比較検討による、最適シナリオの選択
- ⑥ 上記⑤で選定された再活性化シナリオの経済計算の実行及び HIPARSA 再活性化計画の策定



## 第2章

### 調査の背景



HIPASAM社 (Hierro Patagonico de Sierra Grande Sociedad Anonima Minera) は、連邦政府（国防省）管下の国営会社として、1971年に国内鉄鋼会社向けに鉄鉱石ペレットを供給するために開業した。

1991年5月に同社は操業を中止する事態となった。その原因は計画通りに鉄鉱石のリンを除去できなかったこと、ペレット工場の操業が順調でなく、設計能力の年産2,000,000t操業ができなかったこと等である。1993年8月に、会社の資産はリオネグロ州政府に移管され、州政府によって設立されたHIPARSA (Hierro Patagonico Rionegrino Sociedad Anonima) がプラントを管理している。州政府は1カ月当たり\$200,000の管理費用を負担している。

リオネグロ州政府は既存の生産設備を活用し再活性化を図り、州内の雇用を創出することを望んでいる。州政府の選択肢の一つとして、州内で活用可能な天然ガスを利用して、より付加価値が高く、輸出も可能なHBIを生産することも考えられている。

## 2.1 連邦政府及び地方政府の政策

### 2.1.1 連邦政府の開発計画

アルゼンティン経済の再活性化のための施策の一部は、アウストラルプランのように前政権時代に開始された。爾来、アルゼンティン・ペソ (\$) の価値は米ドル (US\$) によって表され、外国為替に対して安定性を増した。

国営企業の民営化と徴税の改善により財政収支は均衡へ向かった。市場経済政策は経済に対し革新の気風を植付け、競争力向上の必要性を認識せしめた。加えて、アルゼンティン経済に対する内資・外資の信頼が増大した。

鉱業分野での政府方針は内資・外資の誘致及び外国技術の導入による成長である。法制・税制及び優遇策の整備により外資が流入し始めている。鉱業部門への外資投資額はUS\$ 6,500-millionとなり、1981~1990年の期間での年間投資額平均の9倍を上回る。

## 2.1.2 鉱工業政策の現状と法制・税制

### 2.1.2.1 アルゼンティンの鉱業法制

アルゼンティンの鉱業法制は、下記を含む法律・規則によって成り立っている。

- 1 Mining Code
- 2 Mining Investment Law No. 24.196
- 3 Regulating Law of mining Investment Decree No. 2686/93
- 4 Mining Reorganization Law No. 24.224
- 5 Federal Mining Agreement Law No. 24.228
- 6 VAT Funding Law No. 24.402
- 7 Decree No. 779/95
- 8 Mining Updating Law No. 24.498
- 9 Environmental Protection for the Mining Industry Law No. 24.585

### 2.1.2.2 鉱工業プロジェクトのためのアルゼンティンの税法枠組（重要なもの）

#### (1) 国税

##### 1) 所得税

株式会社（Corporation）と合資会社の税率は、33%である。

##### 2) 付加価値税

一般的な税率は、21%である。

#### (2) 地方税

##### 1) 鉱産税

リオネグロ州では決議 47/96 により鉱物の産出に対し課税する。税率は鉱物の種類により異なる。鉄鉱石に対しては現行税率は産出された鉱



石 11 当たり \$2 である。州政府は、F/S の結果によってはこの税率を免除・軽減することも考えるとの意向である。

## 2) 総所得税 (売上税)

アルゼンティンのすべての州が、種々の所得に課税している。算定に際しては当然 VAT の金額は控除される。実際には売上に課税される。

リオネグロ州では、HBI の製造販売には売上の 3% が課税される。

## (3) 市税

シエラグランデ市当局によれば、市レベルでの税金は 2 種、サービスに関する税と安全・衛生に関する税がある。(税額は軽微である)

## (4) 連邦・州政府の優遇制度

パタゴニア地方の開発に関する統一・総合的な法律はないが、個別のパタゴニア経済発展推進のための法律は存在する。本プロジェクトに関連する唯一のものは、パタゴニアの港湾からの輸出奨励のための制度である。この制度では輸出額に対し、表-2 の率による奨励金が支給される。

表-2 Patagonia export rebate rate schedule

Year	Rate of rebate
1999	7% of exported value
2000	6
2001	5
2002	4
2003	3
2004	2
2005	1
2006on	nil

### 2.1.3 民営化政策の現状

1991年以來、政府は電力、航空会社、石油、ガス、鉄鋼、鉄道、電話等の主要な国営企業を民営化した。このプロセスはまだ連邦政府の管理下にある国営企業を民営化、またはリースすることで、事実上西暦2000年までに完了される予定である。

HIPARSAの再活性化は本報告書提出後連邦及び州政府により設定される諸条件に基づき、公開入札を通じ民間企業に委ねられることになる。

### 2.1.4 環境政策及び規制

アルゼンティン国は所得レベル中～上レベルの開発国で、より重大な多くの公害問題で悩んでいる。アルゼンティンの公害問題は、主として都市人口の増加とあいまいな規制の枠組み、及び衛生と廃棄物処理に関するインフラ設備に係わる慢性的な赤字と結びついた工業開発の結果である。

経済及び州の変革の一部として、中央政府は、公的サービス（水道事業、下水道事業、及び固形廃棄物処理を含む）の民営化を必要とする構造改革と、州及び市への取り締まり責任と社会プログラムの分散化を達成する強い努力をすることである。

#### 2.1.4.1 概念的枠組みと規制

アルゼンティン国では多くの地域で公害の度合いはひどくなっており、環境公害に関する中央政府の戦略の改善と強化の必要性が指摘されている。

##### (1) 地下水汚染

地下水汚染の主要な原因は、下水道に繋がっていないため家庭で使用されている腐敗を起こすタンク（大ブエノスアイレスでは71%、地方では62%）によるものといわれている。

第2の主要な汚染源は、工業排出物である。これはしばしば抽出ピットや腐敗を起こすタンクからの漏洩によるものである。

## (2) 地表水の汚染

Obras Sanitarias によれば、生下水  $2.2 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$  及び工業排出物  $1.9 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$  が AMBA (ブエノスアイレス市街地域) から la Plata 河に流出すると推定している。

## (3) 大気汚染

大気汚染は主としてインナーシティの問題である。ダウンタウン地域での大部分の汚染は車に依存しており、また郊外では産業による放出とある特定の地域での生ゴミの焼却に依存している。しかしながら、大気汚染レベルと組成に関する系統的な情報がほとんど存在しない。

表-5 にアルゼンティンでの大気汚染に関する環境規制を示す。

表-5 Environmental regulation of air pollution in Argentina

Component	Maximum Value ( $\mu \text{ g}/\text{m}^3$ )	Term of Measurement
CO	40	1 h
	10	8 h
SO <sub>2</sub>	850	1 h
	400	24 h
	80	1 year
NO <sub>2</sub>	400	1 h
	180	24 h
	100	1 year
Pb	1.5	3 sec.
Particulate Matter	150	24 h
Fraction of Respirable	50	1 year
Ozone (Photochemical oxidant)	235	1 h
	120	8 h
SH <sub>2</sub>	8	30 min.

#### (4) 有害廃棄物

最近の研究によれば、約 47,000 t/year の有害廃棄物が、ブエノスアイレス州単独で排出される。

#### (5) 固形廃棄物

国内の大部分では、固形廃棄物は市のコントラクターによって集荷され、そのうちの一部が燃焼される野外ゴミ捨て場に堆積される。地方の関心事は、集荷されない生ゴミが空の用地や地方の河川に積み上げられることにある。そこでは水質汚染の原因となり、また程度は小さいものの病原菌の繁殖土壌となる。

#### (6) 騒音問題

騒音公害は主に交通渋滞、混雑した交通によって引き起こされる。

### 2.1.4.2 産業公害の管理

#### (1) 問題と最近の政策

産業排出物はアルゼンティンにおいて大気、水質、固形廃棄物汚染の主要な原因である。原則としてこれらの排出物はゾーン規制の枠組みと工業操業の認可とを通じて州政府により規制される。

#### (2) 大企業

大企業のほとんどが、環境の取組み改善の必要性と、これがもたらす一般的経済的利益をよく認識している。これら大企業は必要なマネジメント、技術的・財務的資源へのアクセスを有している。

### (3) 有害廃棄物のマネージメント

最近、国の有害廃棄物法（法律 No.24,051、1993年1月8日）有効になった。SERNAHはこの法律（1993年4月23日、公布831/93及び1993年6月24日、改正242/93）に属する規制を公布した。

### (4) 環境政策と国際競争

より新しい、よりクリーンな技術の採用、また高いレベルの環境と操業の効率を達成するために、彼らのローカルな操業に期待する海外投資家の影響、さらに製造者がISO 14000のような新しい認可条件に準拠せねばならないある種の海外市場での顧客の好みなどを加速することによって環境上の利益をもたらすという根拠ができています。

#### 2.1.4.3 環境への影響

アルゼンティンの法制化された枠組みのうち1つの重要な特徴は、政府の組織であり、中央政府が州政府に機能を委任する。これは州政府と同様に公害の制御を組織化する種々の方法があることを意味している。

第2の非定常的な特徴は、政府の制度上の構造が急速に変わっているということである。

#### (1) 最近の制度上の位置付け

原則として連邦政府に特に委任されない限り、たいいていの環境事項は州政府の責任の範囲にある。

##### 1) 連邦政府機関

環境政策に関する連邦政府の組織はSERNAH (Secretaría de Recursos Naturals y Ambiente Humano) 周辺に集中し、内閣レベルの機関が直接大統領に、また359人のスタッフとともに報告する。

## 2) 連邦政府—州政府の協力関係

通常的行為として、連邦政府は管轄区域に適用できる法律を制定する。州政府が連邦政府の法律（公布、規制、基準など）を実行すると決めれば、州政府はその法律を全部、または一部を採用することになる。

## 3) 州政府の機関

概ね州政府の基準は、連邦政府の基準から改作されている。

多くの州では、環境機関（省、大臣または次官）が、まだ比較的新しいので、それらと責任ある健康機関との間にはある種の重複が未だ存在する。

## (2) 環境法制度の改革に向けてのステップ

SERNAH はもっとわかりやすい、究極的にもっと効果的な連邦政府環境システムを確立するためにその法制度を再編成することに、非常に活発に活動している。

## (3) 汚染を抑制するコストと環境影響

利用可能なデータによれば、環境を抑制するためのコストは総生産コスト及び付加価値のごくわずかな割合である。

## (4) 環境影響評価の活用

環境影響評価（EIA）は環境規制の重要な道具の一つであり、それは特に主要な環境影響、双方向の交付、及び影響を受ける人口の再定住を含むプロジェクトを提出する狙いがある。

EIA プロセスをもっとわかりやすく、かつ効率的にする好ましい道具とは、環境上の損害をプロジェクトの利益の中に社会的損害のコストを当てはめることである。EIA にとって必要なものの一つは、環境上また社会上の持続性を考えると、投資プロジェクトが経済的にみても実行可能であることを示すことである。

## (5) 一般的な環境法

アルゼンティンにおいて有効な環境マネージメントは、環境政策とそのマネージメントに関する連邦政府と州政府の役割と責任分担を、明確に定義することである。

また、各州は地域の自然と環境資源（汚染発生者は支払いを原則とする）を活用する人々に料金を請求する権利を持つという一般的原則を作る必要がある。

### 2.1.4.4 現地（シエラグランデ）での環境に関する調査

#### (1) 鉱山サイト（Area I）

マインサイト工場内の廃棄物ダムを調査した結果、このダムは Laguna Blanca と称し、自然の盆地を活用したもので、大きさは目測で 4km×5km 程度である。この周りには人家など全く存在しない。マインサイトから排出されるすべての廃水は、この Laguna Blanca に投棄される。

#### (2) ペレット工場サイト（Area II）

ペレット工場サイトは、鉱山サイトから約 32km 離れた海岸に位置する。ペレット工場周辺には人家が存在せず、8km ほど北側に小さな集落 (Balm El Salado) が存在するに過ぎない。ペレット工場の操業開始以来、環境上問題になることはなかった。調査期間中は天候も良く、比較的風も弱かったが、時には砂埃の多い日も見かけられた。ここはパタゴニア地域 (Patagonia) に属し、年中強い風が吹いており、時には台風並みの風速があるとされている。

#### (3) 固形廃棄物及びその利用

予備磁選工場から出される非磁性鉱石、及び選鉱工場から排出される尾鉱廃石といった固形廃棄物が Laguna Negro に堆積される。約 10 年前、マグネタイト鉱石から分離されたアパタイト鉱物を利用する目的で、肥料原

料としての活用を開発・検討したことがある。

ペレット工場では固形廃棄物は発生しなかった。

#### (4) 廃水

Area I では、すべての廃水は Laguna Blanca に集められ、現在は少量の水量が存在するだけであった。

Area II では、ペレット工場からの廃水は工場の側にある堆積用のポンドに集められ、ポンドからのオーバーフローは一部工場にて利用され、残りは海に棄てられる。

#### (5) サイト（シエラグランデ）での気象条件

##### 1) 降水量

年間 200mm 程度。

##### 2) 風速

年間を通じて風が強い。

##### 3) 風向

年間を通じて西から東の風が吹く。

#### (6) シエラグランデでの飲料水の分析値

HIPARSA は 6,000 人が住む町へ 2 つの水源からの飲料水を供給し、そのメンテを実施している。2 つの水源 La Ventaana と Los Berros の水質は、飲料水として適正であると証明される。

アルゼンティンでの鉱業活動における環境保護については、各種の水質基準が鉱業法 (No. 24585) で規制されている。

#### (7) 土壌に関する環境規制

農業と工業における土壌の環境規制は異なり、鉱業に関する規制は農業よりもマイルドである。



今回の調査結果をまとめると、鉱業活動における環境保護に関する適用は次のようにまとめられる。

- 1) 鉱石の探鉱、ボーリング、採鉱、開発、製造、抽出、貯蔵、閉山に関わるすべての事業活動
- 2) 直接還元用の新設プラントが建設されるならば、このプラントは鉱業法(No. 24585)と管轄区域の政府当局に提示されなければならないEIAとによって規制される。

#### 2.1.4.5 測定方法及び結果

HIPASAM は操業開始後全く環境に関する調査を行なっておらず、そのデータも残されていない。一方、鉱業法に基づく環境基準は水質についてのみ示されている。シエラグラndeの飲料水は、As、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、NO<sub>2</sub><sup>-</sup>は環境基準値の範囲内にある。

##### (1) 調査・測定方法

Area I : プラント、及び対象となる環境要素

Conc. Plant : Waste water, Solid waste, Reutilization of solid waste

Laguna Blanca (pond) : Waste water

Laguna Negro (pile) : Solid waste

Area II : プラント、及び対象となる環境要素

Slurry transportation : Waste water

Pelletizing plant : Waste water, Particulate Matter, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, CO

HBI plant : Waste water, Particulate Matter, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, CO

##### (2) 調査結果

###### 1) 大気について

Area I では大気放散が生じ、その排出物は主に NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>、オキシダント、浮遊粉塵 (PM) などで、その規制は、州レベルでは、**資料-3-1**のように示される。

一方、連邦レベルでは、標準 (Standard)、警告 (Alert)、警報 (Alarm)、非常事態 (Emergency) の段階で示されている。例えば、光化学オキシダント及び Nox の場合には、資料-3-2 に示すようになる。

2) 水質について

Area II では、主に廃水が放出される。その排出物は pH、重金属イオン、P、Cl、BOD などである。

これらの基準値をベースに、EIA の調査を実施する必要がある。

資料-3-1 Resolution 242/97

SO <sub>2</sub>	1.300 mg/Nm <sup>3</sup>	3 h
	0.365 mg/Nm <sup>3</sup>	24 h
CO	10.0 mg/Nm <sup>3</sup>	9 h
	40.0 mg/Nm <sup>3</sup>	1 h
O <sub>3</sub>	0.235 mg/Nm <sup>3</sup>	1 h
NO <sub>2</sub>	0.367 mg/Nm <sup>3</sup>	1 h
Particulate Matter (PM)	0.15 mg/Nm <sup>3</sup>	24 h
pb	0.002 mg/Nm <sup>3</sup>	3 month

資料-3-2 Law 20284/73

	Photochemical Oxidants	NOx
Standard	0.1 ppm/h	0.45 ppm/h
Alert	0.15 ppm/h	0.6 ppm/h
Alarm	0.25 ppm/h	1.2 ppm/h
Emergency	0.40 ppm/h	-

## 2.2 マクロ経済の現状と鉄鉱採鉱部門

### 2.2.1 マクロ経済の現状

アルゼンティンは、肥沃なパンパスでの農業部門による小麦と牛肉の輸出による輸出余剰により、経済発展と工業化を達成した。アルゼンティンは1920年代までに世界中で最も高い生活水準の国の1つとなっていた。第2次世界大戦の後の長期に亘る停滞により、アルゼンティン国は今や世界銀行(World Bank) 分類によれば1人当たり所得では中所得の上の国の1つとなってしまう。

1991年に交換可能性計画(Convertibility Plan)はインフレーションを押えた、そして急速な経済成長の時代が始まった。

表-17に、1990～1997年のアルゼンティン経済の主要な基準数字を示す。

表-17 Principal Economic Indicators of Argentina

Million Pesos at 1986 prices

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
GDP	9213.1	10180	11229	11931	12948	12355	12881	13962
Growth rate (%)		10.5	10.3	6.3	8.5	-4.6	4.3	8.4
Gross Domestic Fixed Investment	1232.2	1620.8	2164.1	2510.5	3056.9	2559.9	2771.7	3524.1
Export	1181.3	1121	1144.6	1171.9	1358.3	1667	1775	1911
Import	547	960.4	1598.7	1813.3	2221.4	1964.5	2295.2	2918.8

(Source: Macroeconomic Activity Report No.4 -March 1998- Ministry of Economy and Public Works and Services)

### 2.2.2 社会環境の現状

アルゼンティン経済は再び成長軌道に戻りつつある。ここでは一国の最も基本的で重要な資源である人口について観察する。

アルゼンティンの人口は、1991年時点で3,260万人、男性が49%で、女性が51%であった。人口は女性23,995,722人、男性23,164,604人で、2025年

には4,700万人に達すると予測されている。

人口密度は、1 km<sup>2</sup>当たり、ブエノスアイレス地区で2,165人、アルゼンティンの全国平均では11.7人である。連邦首府 (Federal Capital) の市街地で、密度は14,827人である。一方、リオネグロ州の人口密度は2.5人である。

アルゼンティンの人口の年齢構造は、今後数十年の成長可能性を暗示するピラミッド形の構造である。

高等学校 (tertiary school) の入学者数の率が同年代グループの41%であることから、アルゼンティンの教育水準は、ラテンアメリカ諸国の中でも、最も高いと判断される。『世界銀行(World Bank)、世界開発報告1997年、P.227』これは、作業習慣、仕事に対する文化的な効果等のような教育以外の因子があるかもしれないが、アルゼンティン労働力の高い能力を証明するであろう。

失業率は1988年の6.3%から1995年には17.5%と、ほとんど3倍になった。主要な国営の企業民営化が原因と考えられる。また、メキシコ危機により引き起こされた経済の失速も失業率増大に拍車をかけている。

### 2.2.3 鉄鉱業現状

シエラグランデ (HIPARSA) はアルゼンティンで唯一の鉄鉱山である。鉄鉱床と採鉱プロジェクトに関する現存資料から判断して、他には鉄鉱採鉱企業はアルゼンティンにはない。

### 2.2.4 鉄鉱業開発計画

シエラグランデ (HIPARSA) はアルゼンティンで唯一の鉄鉱山であり、他には鉄鉱山開発計画もない。アルゼンティンの製鉄会社は、鉄鉱石を主としてブラジルから輸入している。

### 2.2.5 投資・貿易の現状

アルゼンティンのGDPの年間成長率は、世界の主要国の中で1996~1997年で8.4%を記録し、中国に次ぐ記録であった。投資、消費、輸出等経済の主要因子の大部分が成長した。その中でも、投資は同国経済の将来性に対する信頼度回復を反映して、注目に値する増加を示した。1997年に、投資は総需

要の増加の44%を占め、27.1%増加した。

輸入は、生産設備の更新で資本財輸入が増加したために増加し、競争力の強化に繋がった。貿易収支の赤字は海外投資によって資金調達され、それはアルゼンティン経済の成長のためにドライビングフォースである。

アルゼンティンの輸出は、競争力の回復と Mercosur の設立等環境の好転により成長している。

Mercosur は EU、NAFTA、APEC に次いで、世界中で4番目に最も大きい経済共同体である。アルゼンティンは農業、石油・天然ガスの優位性と、巨額の投資と有能な人的資源に基づいて Mercosur の中で自由貿易の利益を享受している。

## 2.3 リオネグロ州の社会経済状況

### 2.3.1 リオネグロ州の社会経済状況

リオネグロ州の人口は、1991 年で約 50 万人 (506,772) 、内男性 254,153 人 (50.2%) 、女性 252,619 人 (49.8%) である。男性の比率が全国平均より多い。年齢的には 20~24 歳の階層に全国値平均より大きい落込みがあり、この部分の人口の州外流出が推察される。

リオネグロ州に関するデータはないが、同州にはさしたる産業がないことから、失業率自体があまり意味を持ち得ない。HIPARSA の再活性化が一企業として最低 750 人の職をシエラグランデで供給できることのインパクトは大きい。

統計によれば、リオネグロ州の鉱業生産は、年間 \$ 6,000,000 から \$ 18,000,000 である。本プロジェクトではコンセントレートのコストを \$ 23/t ペソ程度と推定しているが、これは年間 \$ 200,000,000 を超える。このラフな計算によっても HIPARSA のリオネグロ州に対する重要性が窺われる。

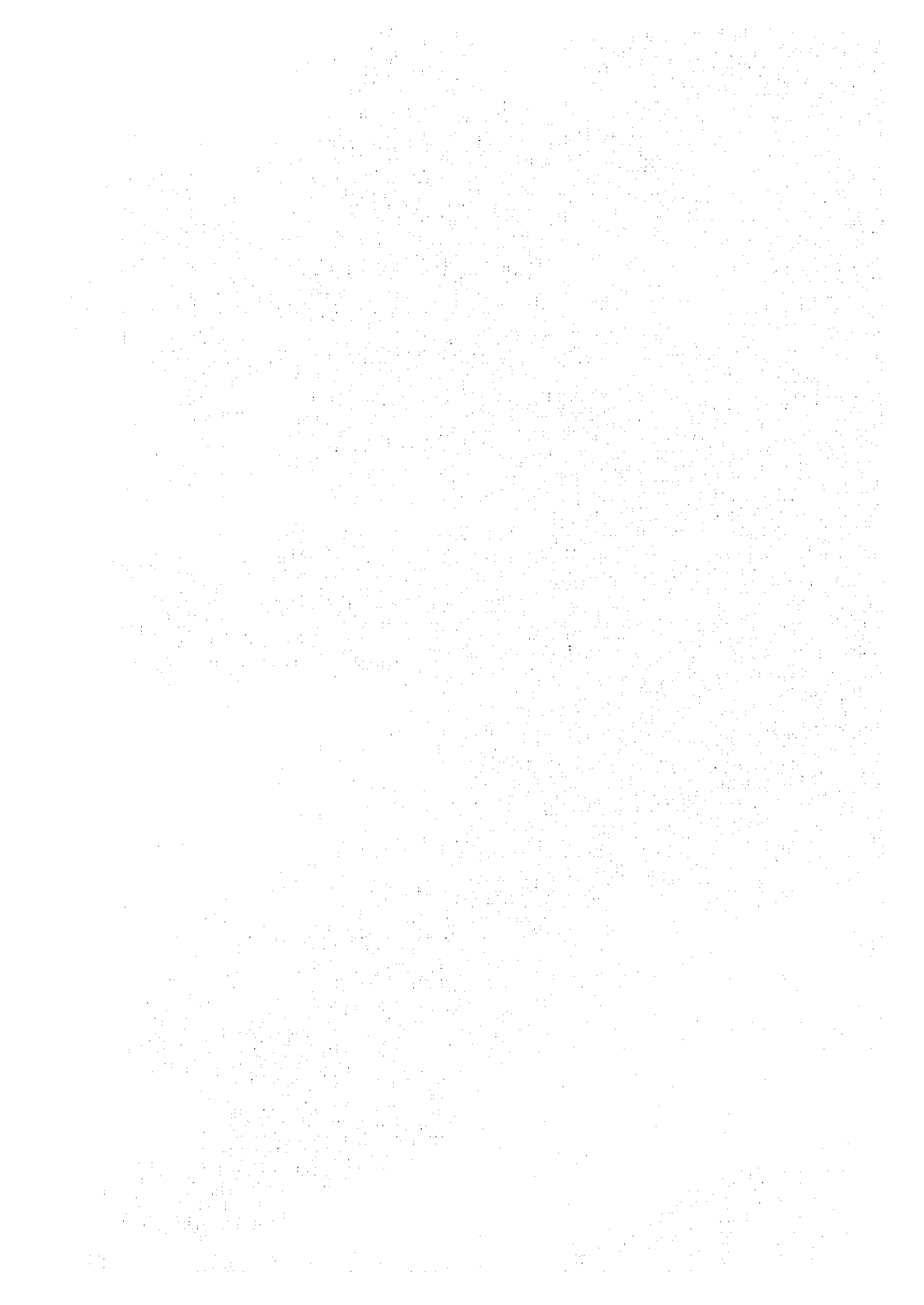
### 2.3.2 リオネグロ州の開発計画

リオネグロ州の鉱工業の開発に関する公式計画は存在しない。また、パタゴニア地方全体に関する鉱工業開発計画もない。唯一実現した大規模産業は、チュブート州の Aluminum Argentina と思われる。なお、リオネグロ州では、プンタコロラダ港地域で自由加工貿易地域を作る計画が 1998 年半ばに開始された。

一方、個別にはパタゴニア地方の経済発展と地方の発展のための施策が存在する。それらの 1 つがパタゴニア港からの輸出に対する奨励金システムである。

## 第3章

### 鉄鉱石、ペレット、HBI市場





### 3.1 アルゼンティンの鉄鋼市場

現在アルゼンティンの粗鋼生産高は年間約 4,200,000t で、2005 年には、5,000,000t に達する見込みである。原料である鉄鉱石（未だ国内生産なし）のほとんどは、Mercosur 優遇税制措置を利用して、ブラジルから輸入されている。1996 年の鉄鋼製品の消費は約 5,500,000t である。そして約 2,00,000t が輸出され、約 1,600,000t が輸入された。

Mercosur 域内での税制優遇措置を利用して、ブラジル/アルゼンティン間の貿易は年々着実に増加しており、これは同じく鉄鋼の貿易にも当てはまる。アルゼンティンには電炉を持つ製鋼所が 4 つあり、高炉を持つ製鋼所は 2 つある。HIPARSA の再活性化後は、ブラジルの鉄鉱石と競合しつつも、彼らは HIPARSA ペレットの有力な顧客（バイヤー）となろう。

\*数字は CIS（アルゼンティン 鉄鋼中央協会）より

#### 3.1.1 粗鋼生産状況

現在の粗鋼の生産は 4,200,000 t/year で、CIS（アルゼンティン 鉄鋼中央協会）によれば、2005 年には 5,000,000 t/year に達する見込みである。

表-24 Production of crude steel in 1997 by company and process  
(kilo-t)

Company	EAF	BOF	Total
SIDERAR		1,867	1,867
ACINDAR	1,148		1,148
SIDERCA	902		902
ACEROS ZAPLA	53	96	149
ACEROBRAG	91		91
CIF	12		12
Total	2,206	1,963	4,169

(Source:CIS 1997)

### 3.1.2 粗鋼消費量

表-28 Present situation of steel demand

(kilo-t)

	Apparent consumption	Export	Total
1990	1,461	2,585	4,046
1991	2,384	1,833	4,217
1992	3,367	1,128	4,495
1993	3,294	1,235	4,529
1994	4,152	1,351	5,503
1995	3,451	1,966	5,417

(Source:CIS 1995)

### 3.1.3 スクラップ市場

スクラップ市場は、ブラジルの場合と同様、ほとんど輸出入はない。

### 3.1.4 外国貿易の現況

鉄鉱石については国内生産はなく、ほとんどがブラジルから輸入されている(表-30)。Mercosur 域内での優遇税制措置を利用して、今後アルゼンティン鉄鉱石の輸入は Mercosur 域内国(ブラジル)からのみに絞られるであろう。

表-30 Import of iron ore

(kilo-t)

Origin	1991	1992	1993	1994	1995
CHILE	51	--	90	172	113
CANADA		61	--	--	--
BRAZIL	2,179	3,454	3,115	3,931	4,116
PERU	80	32	--	--	--
VENEZUELA	--	27	--	--	--
TOTAL	2,310	3,574	3,205	4,103	4,229
(US\$/t)	43.17	38.81	34.35	28.66	34.62

(Source: CIS 1995)

表-31 Tax difference (Import of Argentina)

Product	Arancel no.	From Mercosur	From out of Mercosur
Iron Ore	2601.11.000	0%	2.0%
	2601.12.000	0%	2.0%
	2601.20.000	0%	2.0%

(Source: HIPARSA)

### 3.1.5 HIPARSA ペレット購入の可能性ある国内の各社の状況

#### SIDERAR (TECHINT グループ)

- BF ペレット購入に興味あり。
- 品質面での重要ポイントはリン分の含有量である。
- SIDERAR は HIPARSA HBI の高炉での将来使用を検討。
- 荷揚港はサンニコラス港。

#### ACINDAR

- HIPARSA HBI を年間 200~300 kilo-t 購入することに興味を持っている。
- もしリン分含有量が一定のレベルより高いなら、購入には興味なし。
- 荷揚港はヴィラコンスティテューション港。

#### ZAPLA

- 外部購入スクラップの代替として、年間 25 kilo-t の購入に関心あり。
- 環境問題から木炭銑の生産制限が進んでおり、木炭銑への代替が目的。
- 輸送は船でプンタコロラダ港からバランケラス港 (チャコ州) まで運び、そこから工場のあるフファイまでは鉄道。

#### ACERBRAG (PIERO グループ)

- ACINDAR 等と競合しながら、国内市場からスクラップを 10 kilo-t 調達している。
- プラントの拡張を計画しており、2000 年にはスクラップまたは HBI を 250 kilo-t/year を消費する見込み。
- しかし荷揚港設備がないため、HBI/スクラップ受け入れはトラックのみ。

### 3.2 HIPARSA HBI の輸出市場としての Mercosur

アルゼンティンの鉄鋼メーカーは、アルゼンティン国内のペレット市場に加え Mercosur (ブラジル) 向けに HIPARSA HBI の販売可能性を示唆している。理由は以下の通り。

- 電炉を持った製鋼所が多くあり、それらは現在国内産の銑鉄とスクラップを使用しているが (両方ともバランスが取れており、HBI の輸入はなし)、環境問題から木炭銑の入手が困難になってきている (アマゾン熱帯林の保護のために木炭銑の生産制限)。
- ブラジル高炉メーカーは高炉生産性を向上させるために HBI 使用を検討しており、これはブラジルでのさらなる HBI の新規需要の創出なり。
- ある製鋼メーカーは、年産 310 kilo-t の HBI プラントを自消用に操業している (海上油田からの高いコストのブラジル産天然ガスにつき、この生産コストは非常に高いと言われておる)。
- Mercosur 議定書により、ブラジルは Mercosur 以外からの輸入に比べアルゼンティンからの輸入には税制優遇措置の他に支払い条件においても有利な取扱を受けている。しかしながら、ベネズエラも 2000 年までを目途に Mercosur 参加を予定しており、そうなればアルゼンティン HBI の競合相手となろう。
- ブラジルは経済的な天然ガス供給の欠如のため、HBI 生産プロジェクトを持っていない。
- 海上運賃競争を克服するためにも、HBI (BF ペレット/DRI ではなく) は最も適当な製品である。

Mercosur の他の国、すなわちウルグアイ、パラグアイ、チリーにはユーザーがなく、HIPARSA HBI の販売可能性はない。

### 3.2.1 Mercosur (ブラジル) の電炉、高炉、DRを有する製鋼所リスト

Mercosur 市場では、HBI パイヤーはブラジルにのみ存在する。表-33 は、電炉、高炉、DR を所持しておる製鋼所リストである。

表-33 Mill list, that have EAF, Blast furnace, DR in Brazil

Company name	EAF	Blast furnace	DR
ACESITA		○	
ACOMINAS		○	
SIDERURGICA ALTEROSA		○	
SIDERURGICA BARRA MANSA	○		
BELGO	○		
CIA SIDERURGICA BELGO	○	○	
COSIPA		○	
CSN		○	
DEDENI	○		
GERDAU	○	○	○
MANNESMANN		○	
METALSIDER		○	
SIDERURGICA RIOGRANDENSE	○		
SIDERURGICA SAO CRISTOVAO		○	
SIDERPA		○	
CIA SIDERURGICA DE TUBARAO		○	
USIMINAS		○	
VDL SIDERURGIA		○	
VIENA SIDERURGICA DO MARANHON		○	
VILLARES METALS	○		
ACOS VILLARES	○		

(Source: Iron and Steel Works of the World)

### 3.2.2 ブラジルにおける粗鋼とスクラップ市場

### 3.2.3 HBI 輸入税の差 (ブラジルへの輸入)

表-36 Import tax difference (Import into Brazil)

Product	Arrancel no.	From Mercosur	From out of Mercosur
HBI	7203.10.000	4%	9%
	-IMPORT TAX	0%	5%
	-IPI	4%	4%

(Source: Japanese trading firm)

上記に加え、アルゼンティンは、ブラジルの輸入制度に、よりブラジルに対し有利な支払い条件を与えることが可能である。

Mercosur 域内から	no limit of sight
Mercosur 域外から	at sight or minimum 360 days

### 3.3 世界のHBI市場

世界の鉄鋼生産は2010年まで1年に1~2%の成長が予想される。すなわち、2000年には800,000 kilo-t、2005年には850,000 kilo-t、2010年には900,000 kilo-tを意味する。

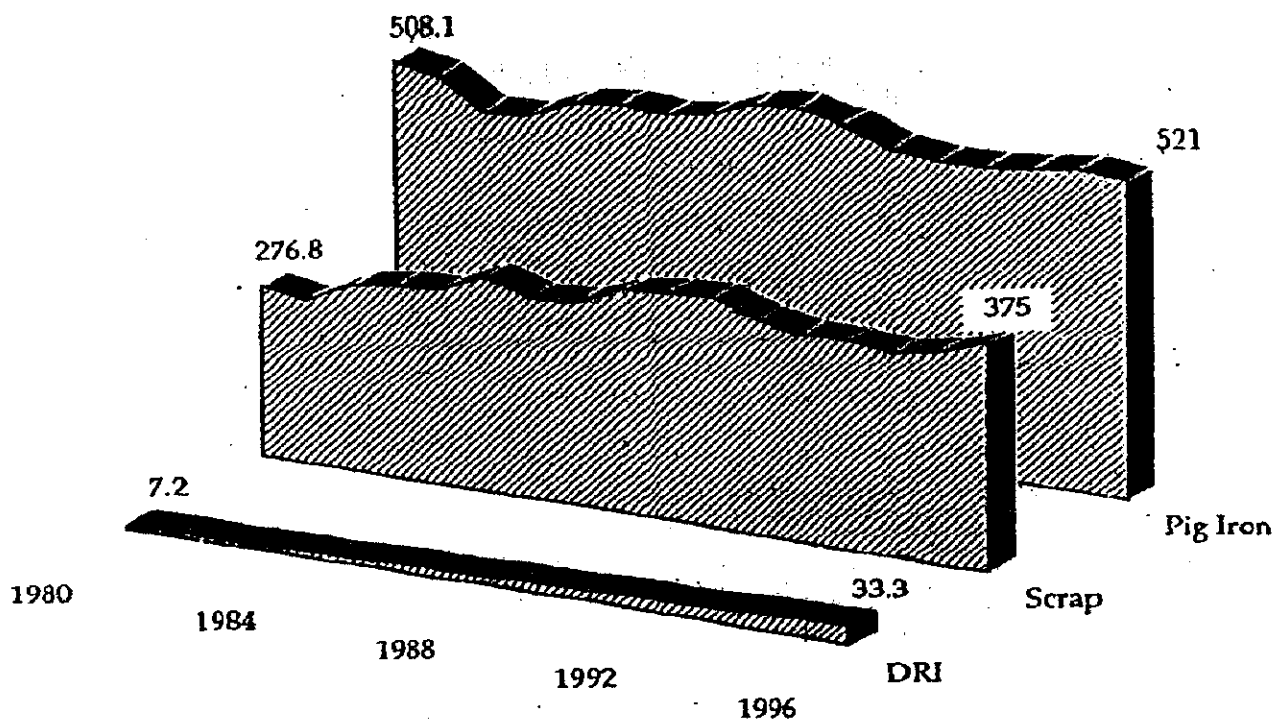
このような鉄鋼の需要と輸出のめざましい成長は、低い生産コストをもつ発展途上国で特に期待される。

現在電炉製鋼法が、他のいかなるプロセスよりも早く際立って成長している。

グラフ-6は、鉄鉄、スクラップ、DRI需要の実態を示している。それは電炉会社が鉄鋼生産の大きなシェアを確保した際、DRI/HBI使用が世界的に増加することを意味している。

グラフ-6 World metallic consumption

(million-t)



(Source: MIDREX 1997)



### 3.3.1 世界の直接還元鉄生産

1970年以來、世界のDRI生産は目覚ましい成長を遂げている。そして、大部分のDRI、HBIが、高品質の鉄鉱石と低いコストの天然ガスにアクセスを持っている発展途上国で生産されている。

- (1) 電炉製鋼の成長
- (2) 高品質製品の生産拡大
- (3) スクラップ需要の増加
- (4) 高級スクラップ供給の低い成長率
- (5) スクラップ品質の不安定

世界のスクラップ供給は莫大である（概算年間400 million-tが消費されている）。しかし、大半は高い金属残さを含んだものであり、高級スクラップの供給は高品質の鉄鋼製品メーカーの全需要を満足させ得ない。

### 3.3.2 DRI生産予測

表-39 DR production forecast

(million-t)

	1994	1995	1996	2000	2005	2010
Asia	5.8	7.1	8.1	11.0	13.3	15.2
N. America	5.7	6.2	6.7	15.3	18.6	18.9
S. America	10.3	6.6	6.8	10.2	12.9	16.6
Middle East	5.6	6.0	6.7	10.4	11.6	12.6
Oceania	0.0	0.0	0.0	3.2	4.5	4.5
Others	0.9	4.9	4.7	7.4	13.8	12.8
Total	28.3	30.8	33.0	57.5	74.7	80.6

(Source: Japanese trading firm)

### 3.3.3 HBI 予想平均価格

表-40 は、HBI 予想平均価格 (1997~2010 年) を示す。この期間は、HBI 価格は少ない鉄鋼需要のためにより安いであろう。しかし、ひとたび需要が増加すれば、すべての鉄鋼、HBI の価格がそれ相応して上昇するであろう。

表-40 Forecasted average HBI prices  
(1997-2010 US\$/t)

North America	155 delivered
Europe/Middle East	160 CIF
Asia/Oceania	165 CIF

(Source: MIDREX 1997)

### 3.3.4 DRI/HBI の取引

1996 年には、6,900 kilo-t の DRI/HBI が世界で取り引きされた。しかしながら、1997 年以降その数値は劇的に飛躍した (表-42)。

表-42 World merchant HBI demand

	(million-t)				
	1997	1998	1999	2000	2005
North America	9.61	9.73	9.85	9.97	9.97
Western Europe	2.43	2.50	2.50	3.07	3.07
Asia/Oceania	8.95	10.26	12.25	13.65	15.48
Middle East/North Africa	1.35	1.09	1.34	1.61	1.61
Latin America	0.86	0.70	0.70	0.70	0.70
Former USSR/Eastern Europe	0.11	0.21	0.44	0.59	0.59
Africa	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
World Total	23.64	24.82	27.41	29.92	31.75

(Source: MIDREX 1997)

### 3.3.5 世界における HBI プロジェクトと需要の計画案

表-43 Constructed plant of HBI at end of 1996

(kilo-t)		
Own consumption	Sale to merchant	Total
7,530	6,560	14,090

(Source: CIS)

表-44 Demand of merchant of HBI

Year	1998	1999	2000	2005
kilo-t	24,810	27,400	29,920	31,740

(Source: MIDREX)

表-45 Balance of demand and offer of merchant HBI

(kilo-t)				
	1998	1999	2000	2005
Demand	24,810	27,400	29,920	31,740
Offer	13,450	13,450	13,450	20,000
Balance	-11,360	-13,950	-16,470	-11,740

(Source: CIS)

### 3.3.6 DRI 用鉄鉱石ペレットの需要

DRI プロジェクトに従い、DRI 用の鉄鉱石ペレットの需要は 2000 年まで北アメリカで際立って増加するであろう。そして 2000~2005 年の間はアジアで、そして 2010 年までは南アメリカで、その需要は上昇することが見込まれる。

(表-46)

表-46 Iron ore pellet requirement for DR

(million-t)

	2000	2005	2010
N. America	19.7	22.4	22.4
Asia	9.8	13.0	15.6
Middle East	14.4	16.2	17.7
S. America	9.9	13.1	17.6
Others	8.5	9.9	9.9
Total	62.3	74.6	83.2

(Source: Japanese trading firm)

### 3.4 HIPARSA からの DRI/HBI 輸送

#### 3.4.1 HIPARSA ペレットの流通

HIPARSA ペレットは次の 2 方法で輸送される。

##### (1) トラック輸送

港湾設備を持たない国内の顧客に対してはトラック輸送。

##### (2) 海上輸送

国内の顧客及び輸出に対してはプンタコロラダ港の HIPARSA バースから海上輸送。

#### 3.4.2 荷捌き/ 船積み

DRI/HBI 輸送の荷捌き、船積みについてはマニュアル化された IMO コード **資料-4** を参照のこと。

## 資料-4 IMO CODE FOR HBI TRANSPORTATION

### DEFINITION

A material emanating from a densification process whereby the DRI feed material is at a temperature greater than 650°C at time of moulding and having a density greater than 5.0 g/cm<sup>3</sup>.

BC No.	IMO Class	MFAG Table No.	Approximate Stowage Factor m <sup>3</sup> /t	EmS No.
016	MHB	-	** 0.35	B15

\*\* (to be verified by shipper)

### PROPERTIES

Material may slowly evolve hydrogen after contact with water. Temporary self-heating of about 30°C may be expected after material handling in bulk.

Approximate Size : Length 90 mm to 130 mm  
Width 80 mm to 100 mm  
Thickness 20 mm to 50 mm  
Briquette weight 0.5 kg to 2.0 kg  
Fines : Up to 5% (under 4 mm)

### OBSERVATIONS

Open storage is acceptable prior to loading.  
Loading, including transfer from one ship to another, during rain is unacceptable.  
Unloading under all weather conditions is acceptable. During discharge a fine spray of fresh water is permitted for dust control.

### SEGREGATION AND STOWAGE REQUIREMENTS

Boundaries of compartments where DRI is carried should be resistant to fire and passage of water. Separated from materials of classes 2, 3, 4 and 5 and class 8 acids.

### SPECIAL REQUIREMENTS

#### Certification

A competent person recognized by the national Administration of the country of shipment should certify to the ship's master that the DRI, at the time of loading, is suitable for shipment. Shippers should certify that the material conforms with the requirement of this Code.

### Shippers' requirements

The shipper may provide advice in amplification of this Code but not contrary thereto in respect of safety during carriage.

### Precautions

1. Prior to loading :  
All cargo spaces should be clean and dry. Bilges should be sift proof and kept dry during the voyage. Wooden fixtures such as battens, etc., should be removed. Where possible, adjacent ballast tanks, other than double bottom tanks, should be kept empty. Weatherdeck closures should be inspected and tested to ensure integrity.
2. Hot moulded briquettes should not be loaded if product temperature is in excess of 65°C (150°F).
3. Cargo spaces containing DRI material may become oxygen depleted and all due caution should be exercised upon entering such compartments.
4. Adequate surface ventilation should be provided.
5. Radar and RDF scanners should be adequately protected against dust during loading and discharging operations.

### 3.4.3 HIPARSA 港状況

#### (1) 港の場所

プンタコロラダリオネグロ州 (Punta Colorada)。

#### (2) オペレーター

HIPARSA。

#### (3) 船積設備とバース

ここは HIPARSA 専用の鉄鉱石船積バースである。これまでの数年間(旧 SOMISA 向けのペレット船積み最後に)動きがなかったが、船積み用機械設備は完璧に保守保全されている。

ここは、1,000m の海上棧橋と、その上の 1,500m のコンベアベルトから成り立っている。東端のパイルには 2 対の係留ドルフィンがあり、片方は北側、もう一方は東側の、どちらにでも係留できるようになっている。岸壁の水深は、東ドルフィン 45 フィート、北は 35 フィート。70,000DDWT までの船積み実績あり。

ドルフィンは 65m 離れて固定、2 本の係留柱と錨上げを装備している。ドルフィンの前方と後方に係留ブイが置かれている。

船積みの速度は、最高 2,000TPH。コンベアベルトはプラットフォームにしっかり固定されており、補助ベルトは 176° 回転可能、水平に 31m 動かせ、各バースまで 42m 伸縮可能である。

#### 注意点：

- これらの港湾設備は、すべて船積み用のみ。船積み条件は、THINC、すなわち 24 時間操業である(ただし悪天候の場合を除く)。また、干満差は 8m。
- 最近リオネグロ州政府は HIPARSA バースを含めてプンタコロラダにフリーゾーン設置の考えを打ち出している。



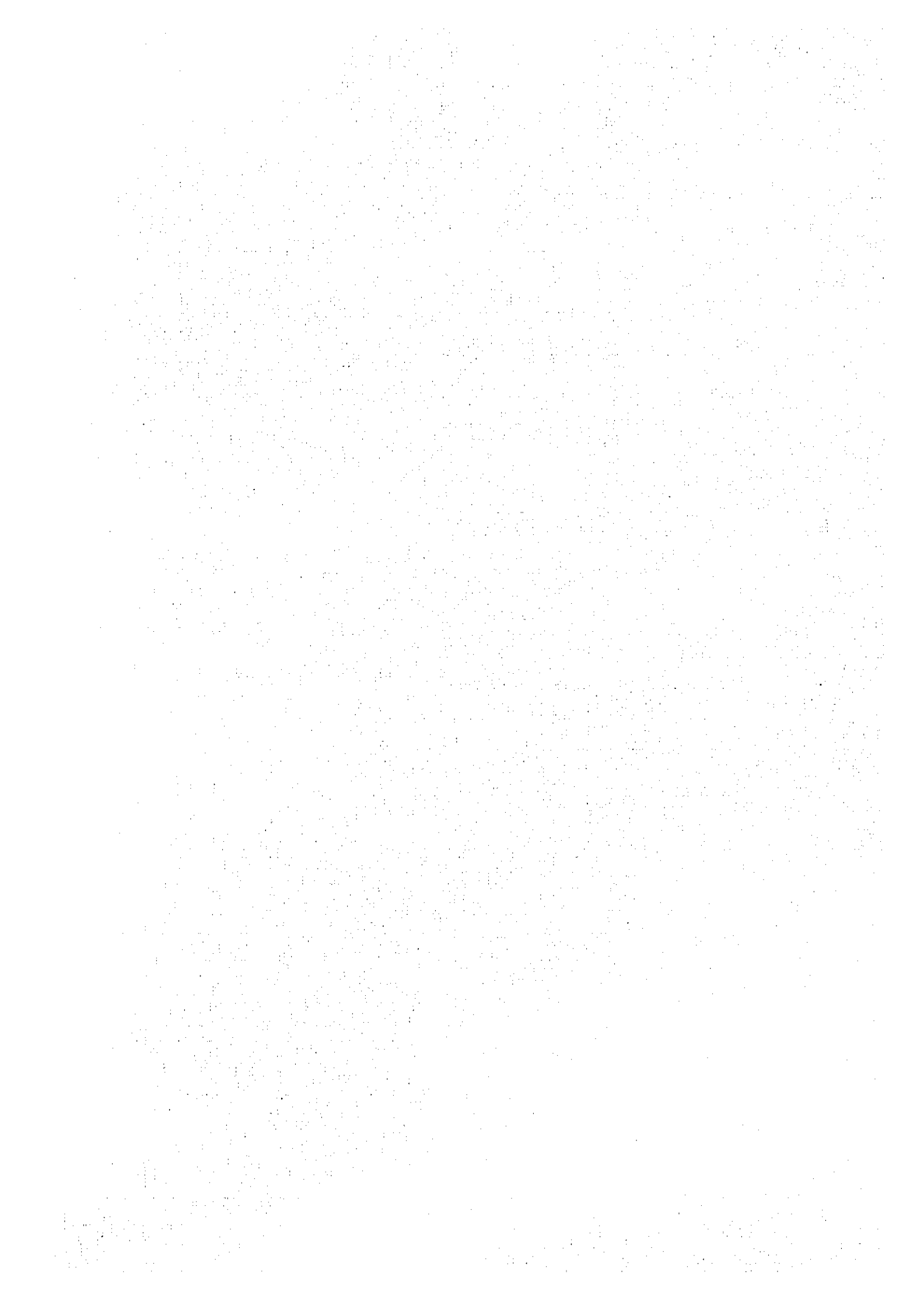
#### (4) プンタコロラダ港への配船サービス

輸出と国内 (cabotaje) 輸送のためのスペースとリーズナブルな海上運賃をチャーターベースで得ることは容易である。



## 第4章

### HIPASAM時代の状況



HIPASAM (Hierro Patagonico de Sierra Grande Sociedad Anonima Minera) は連邦政府（防衛省）傘下の国内の製鉄会社向けに鉄鉱石ペレットを製造する国営企業として、1962年に操業を開始した。

HIPASAMは1991年に操業を停止した。操業停止に至る原因には、選鉱工程でのリンの除去が定格に達しなかったことや、ペレット工場の操業が円滑でなく、定格の2,000,000tを達成できなかったことなどが挙げられる。1993年8月にHIPASAM資産はリオネグロ州に移管され、管理会社としてHIPARSAが設立されて州政府が設備を管理している。

本章では、何故HIPASAMが操業停止に追い込まれたを解明する。

#### 4.1 企業経営

旧HIPASAMの企業経営についての情報は、ほとんど残っていない。1983年のHIPASAM組織図によれば、正社員（従業員）の数は1,177人で、うち本社に122人、シエラグランデのプラントサイト1,055人である。調査団は、HIPASAM本社に実際は400人以上の人々がいたという情報もあることを知ったが、これが事実とすればHIPASAMはかなり頭でっかちの組織的であったことになる。一般的に言って、国営企業では、会社業務の範囲では雇用過多の傾向があり、また福利厚生関係を包含する傾向がある。

成品販売は、アルゼンティンの国営企業である鉄鋼会社向けであった。この販売構造と国営企業体質では拡販努力、あるいは品質向上と生産性向上のための誘因はなかったかもしれない。

## 4.2 生産技術

### 4.2.1 鉄鉱石

#### (1) 概要

シエラグラnde南鉱床は、1971年より本格的な開発が開始された。当鉱山の採掘方法は、稼働当初より、鉱床の特徴（鉱床厚さ：平均9m、傾斜：35～50°、延長：3000m）を生かした、トラックレスシステムによるサブレベルストーピング法であった。

中央立坑は、深度522MLまで達しており、410MLに1次クラッシャー（ジョウクラッシャー）、480MLに地上搬出用スキップが設置された。この立坑完成により、採掘された鉱石は、1次クラッシャーに投入され、破碎後、スキップにより地上に搬出され、ベルトコンベアにより、地上破碎設備（2次クラッシャー以降）に輸送されていた。

#### (2) 坑内構造

当鉱山の開坑法は、斜坑、立坑等の複合開坑である。

鉱床中心部には、前述した中央立坑があり、この立坑を中心にスパイラル斜坑（加背5.5m×5.0m）が深度522MLまで延びている。

坑内はメインレベル間隔を70mとして、このレベル毎に運搬坑道（加背4.5m×6.0m）、積込坑道（加背4.5m×6.0m）、穿孔坑道（加背4.0m×4.0m）が設けられ、それぞれスパイラル斜坑に連結している。

この70m間隔のメインレベルはさらに23m毎のサブレベルに分割され、それぞれ同様の積込坑道、穿孔坑道が設けられている。

また、これら積込坑道は、立坑（加背2.4m×2.4m）で結ばれ、メインレベル毎に設けられた積込用ゲートに連結している。

#### (3) 採掘法

サブレベルストーピング法における鉱画規模は、高さ70m、幅9m、長さ200mとしている。

鉱画内のサブレベルは、間隔を23mとし、各サブレベル毎に前述したス

パイラル斜坑より掘進された穿孔坑道、積込坑道が設けられている。

また、鉱画端には、採掘の最初の自由面となる立坑が設けられ、この立坑で各サブレベルが連絡されている。採掘はこの立坑の拡幅より始められ、自由面が完成した後、本格採掘のための発破孔が穿孔される。

発破孔の穿孔は、ファンドリルジャンボにより、上向き扇状穿孔が行なわれる。

代表的な穿孔規格は、最小抵抗線 1.8m、穿孔長 28.8m/本～9.6m/本、穿孔本数 12 本、総穿孔長 231.6m である。扇状穿孔が完了したサブレベルは順次発破され、採掘された鉱石はローダーにより、搬出・運搬され立坑に搬入さる。

#### (4) 運搬

前述のように、当鉱山の運搬坑道は、70m 間隔に設けられており、採掘された鉱石は各サブレベル間を結ぶ立坑に投入される。

この立坑に集鉱された鉱石は、ダンプトラックにより抜き出され、1 次クラッシャー (410ML) に連絡する立坑に投入される。1 次クラッシャーで破碎された鉱石は、スキップ (480ML) に投入され、地上に搬出される。地上に搬出された鉱石は、破碎プラントにてさらに破碎され、スタッカーで貯鉱場にストックされる。

#### (5) 通気、排水

坑内構造は、前述のように複合開坑によるもので、原則的には自然通気ではあるが、トラックレスマイニング、採掘の深部化等もあり、扇風機による機械通気を併用している。

坑内からの自然湧水、及び作業用水の排水は、各坑道に設けた排水溝、及び、各坑道間を連絡する排水路(φ 80mm)を通り、主要レベルに設けられた排水ポンプにより、坑外に排出される。

## 4.2.2 選鉱工場

### (1) 坑内1次破碎

1次クラッシャーは最大1m<sup>3</sup>の鉱石を300mm以下に破碎する。

### (2) 2次破碎

2次破碎において、100mm以上の鉱石は2基のハイドロコーンクラッシャーで100mm以下に破碎される。

100mm以下に破碎された鉱石は、ストックヤードに運ばれる。ストックヤードの実効容量は20,000tである。

### (3) 予備選鉱

鉱石はストックパイルから振動フィーダで引き出して、予備選鉱場の3つの平行ラインに供給される。

1次磁選機で精鉱を回収し、テーリングは同じ寸法の2次磁選機に供給される。2次磁選機のテーリングは廃石エリアに運搬される。

プレコンセントレートのうち、75mm以上のものは3次コーンクラッシャーで25mm以下に粉碎される。25mmから75mmの間のもはコーンクラッシャーに供給されるか、ペブルミルの粉碎メディアとしてコーンクラッシャーをバイパスする。

粗鉱は鉄分約46.5%で29~30%の重量の廃石が除かれ、鉄分53~54%のプレコンセントレートにグレードアップされる。

### (4) 選鉱

#### 1) 概要

操業開始当初のフローシートは図-4に示す通りである。粉碎、選別の工程は、3系列あった。選鉱関係のオペレーションは概ね順調に推移したと伝えられる。

処理能力にも十分な余力があり、生産量が計画値に達していない原因に選鉱工場的能力不足が関係したことはない。その後プラントにはいく



つか変更が加えられ、最終的には図-5のフローに落ち着いた。現在選鉱部門には、オペレーションあるいはプロセス担当の技師はいなくなっており、プロセス変更の時期、目的、及び効果等の詳細は不明である。操業の実態についても聞き取り調査はできなかった。

鉄精鉱中のリン分の規格は当初0.18%以下となっていて、これを上回ることはなかった。後述の表-65に年間平均のリン分の推移を示してあるが、0.137%前後で安定している。しかし、一般の鉄精鉱に比べ、リン分の高いことは当初から問題視されていたようで、操業初期の1980～1983年頃には、浮選試薬、分級サイクロン等、いろいろとリン分低減の試みがなされている。

鉄精鉱のサイズを小さくすればリン分を下げられることも確認されている。しかしサイズを小さくすると、脱水が困難となって、ペレット化に問題を生じるとされ、実用化されることはなかった。しかし第2次現地調査でフィルタを調べたところ、脱水不良の原因はむしろフィルタ自体にあったものと考えられる。

Fig-4 Original Flowsheet Constructed by Kurimoto

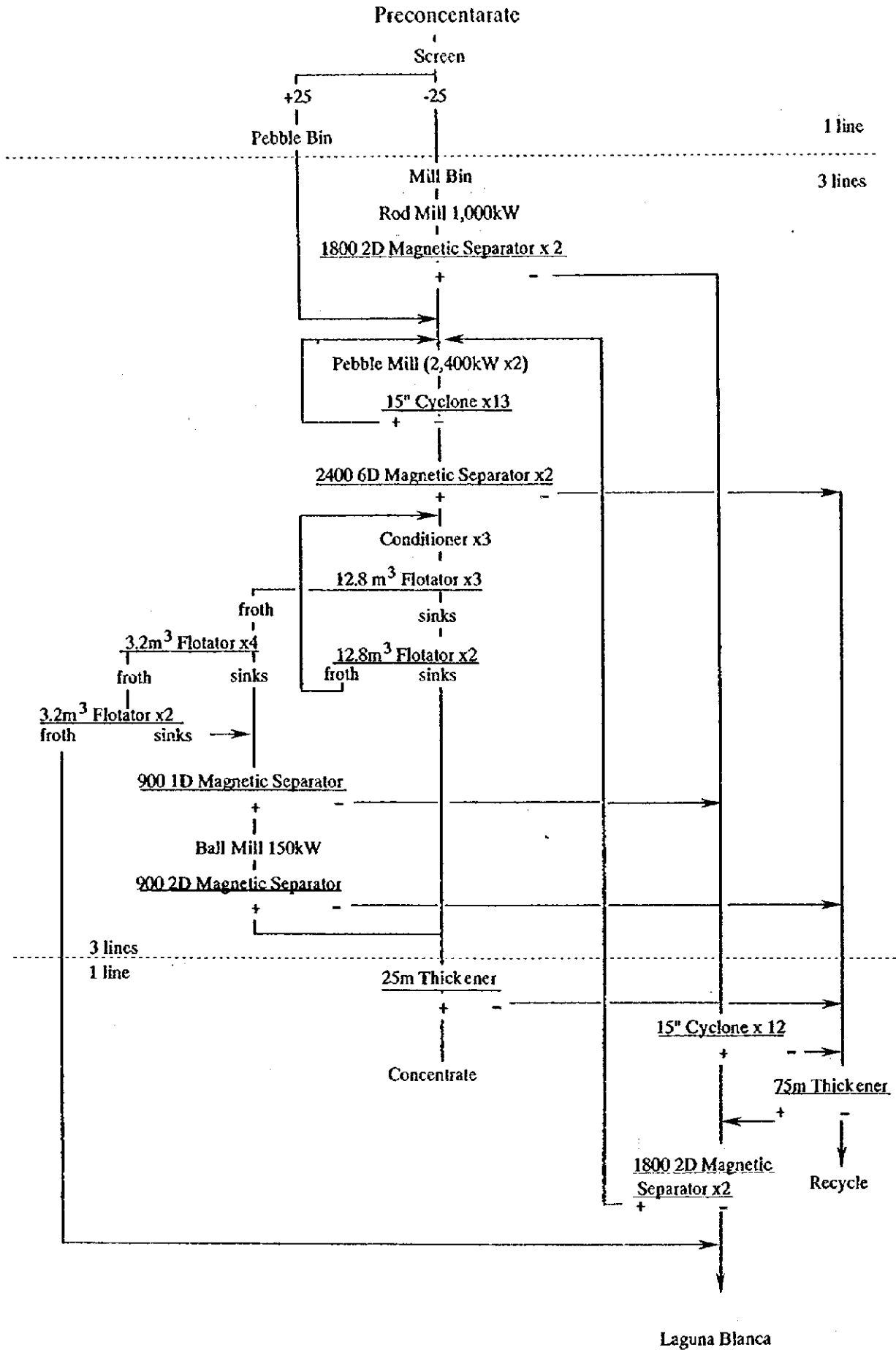
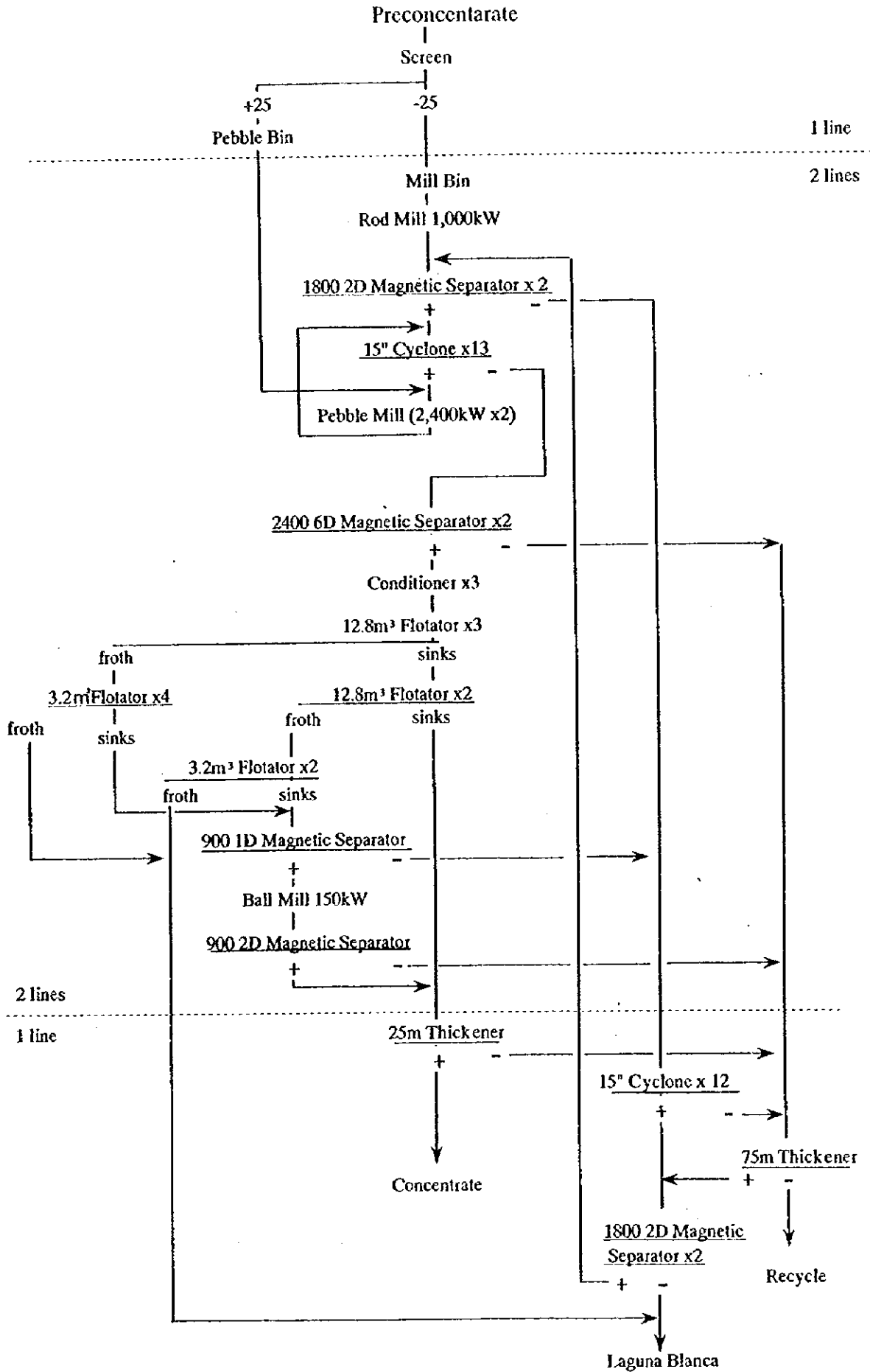


Fig-5 Flowsheet Operated by HIPASAM



## 2) 1次粉碎及び磁選

供給量は 120t/h 程度である。ロッドミルは 1mm 以下に粉碎する。

1次磁選機は 2 ドラム磁選機 2 台である。この工程で鉄分が 53~54%、リン分が 1.3~1.4% のプレコンセントレートは、鉄分 60~61%、リン分 0.95~1% にアップグレードされる。

## 3) 2次粉碎

1次磁選のコンセントレートは、閉回路用のサイクロンに送られる。サイクロンのアンダーフローはペブルミルに循環される。ペブルの供給量は常に一定という訳ではなく、鉱石の質に依拠するが、18t/h というのが典型的な数値である。2次粉碎の産物は、87~91% マイナス 44 ミクロンなのである。

## 4) 2次磁選

2次磁選においては、コンセントレートは鉄分 60~61% かつリン分 0.95~1.0% から、鉄分 67% かつリン分 0.45% に改善される。2次磁選コンセントレートは浮遊選鉱回路に送られる。

## 5) 浮遊選鉱 (浮選)

リン分を除くためにアパタイトを浮遊させる浮遊選鉱セクションが組み込まれている。

## 6) 再粉碎サーキット

クリーナ・セルの沈鉱 (片刃) は、パルプ濃度が低い。これらはポンプで磁選機に送られる。濃縮された磁性鉱物は、ボールミルに 60~70% 濃度で流入する。再粉碎された片刃は、3 ドラム磁選機に送られる。ここで回収されたコンセントレートは、浮遊選鉱からのコンセントレートと合流する。

## 7) 精鉱濃縮

平均鉄分 68.57%、リン分 0.137% の最終精鉱は、直径 25m の精鉱シクナに供給される。濃縮された精鉱は、スラリー流送のパイプラインに行く。

#### 8) 廃滓処理

磁選機の尾鉱と浮選回路の尾鉱は、選鉱工場全体の廃滓であり、天然の廃滓沈殿池であるラグナ・ブランカ (Laguna Blanca) にポンプで送られる。

#### (5) 精鉱流送システム

精鉱シクナのアンダフローは、内径 200mm のパイプラインシステムにポンプで流送される。流送全距離はプンタコロラダまで 32.4km である。圧力は 70kg/cm<sup>2</sup> で、管路の末端では 5kg/cm<sup>2</sup> である。

精鉱流送システムには選鉱工場と違って、オペレーションのスーパーバイザー残っていて、操業の実態を聞き取ることができた。72~65% 固体の濃度で精鉱シクナから抜き出し、ポンプ入口で 62% 固体を目標に水で薄めた。流速は 2.2m/sec. が標準的であったが、1.2~2.5m/sec. で何の問題もなかった。

#### 4.2.3 ベレット工場

過去の実績解析をまとめると下記のようなになる。

- 低い年間生産量の主原因は低い稼働率にあり、低い生産率(v/h)ではない。
- 低品質はバースティング（水蒸気によるベレット粒子破裂）を起こす、急速昇温に起因するであろう。
- 多くの問題が人々の改善を不可能にしていたため、この工場は成熟段階に至らず、多くの問題は長期間解決されずに残されている。

言い換えるなら、問題が新たな問題を生んだ。

## (1) 当該ペレット工場に関する一般的見解

### 1) 当該ペレット工場の経緯

工場は、1973年から1978年にかけて建設された。

機器の保証運転や性能証明運転テストは行なわれなかった。機器リスト、技術仕様書、運転手順書等は、最終ドキュメントとして存在しない。最終的な建設はHIPARSAM自体によって行なわれ、生産は1978年に始まり、1991年まで続いた。

### 2) 工場のレイアウト

#### a) 主要生産機器

スラリー受け入れ後、スラリーは6台のディスクフィルターに送られ、水分が9~10%になるよう脱水される。ベントナイトと消石灰が混合された後、フィルターケーキは生ペレットへの団鉱化のため、4台のドラム型ペレタイザーに送られる。

生ペレットは篩分け後、4台の縦型ペレット炉に送られる。デザインでは、年間生産能力は2.0 million-t (年間7,500生産時間)である。焼成後、ペレットは小粒(-5mm)除去のため篩われ、成品ヤードに送られる。

## (2) 稼働率

### 1) 炉代

基本的には2台の炉が同時に操業されていた。

2台運転はプロジェクトの最後まで継続された。第3炉は1988年10月に完成した。最長の炉代は18カ月、平均の炉代は約10カ月である。

表-50に各年の運転時間を示す。

表-50 Production and furnace operating hours

	Production t/year	Shipping t/year	Furnace running hrs. h/year	t/h
1980	311,932	134,552	4,030	77
1981	326,303	303,184	4,842	67
1982	566,066	655,006	9,628	59
1983	520,822	596,090	9,008	58
1984	420,129	510,055	7,650	55
1985	509,429	513,749	10,369	49
1986	646,356	569,096	10,463	62
1987	464,660	438,858	9,360	50
1988	605,134	655,033	12,146	50
1989	591,899	659,117	11,722	50
1990	612,783	624,406	12,988	47

2) 停止分析

a) 停止要因

表-52 は、1989 年における月別停止原因を示す。主要停止原因は 3 年間ほぼ同じで、下記の通りである。

- ・ベルトコンベアトラブル
- ・造粒ドラム及び造粒機スクレーパー
- ・竪型炉トラブル
- ・インデックスフィーダー台車トラブル
- ・ワイパーバー（クーラー下部揺動型排出機）トラブル
- ・精鉱不足
- ・労働組合による停止
- ・ユーティリティトラブル

表-52 Cause of stoppage by month in 1989

	Jan	Feb	Mar	April	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1 Stock Tank for Concentrate	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.21
2 Thickner for Concentrate	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3 Slurry Pump and Piping	1.61	0.00	0.00	0.00	0.66	0.00	1.14	0.02	0.00	0.76	0.32	0.73
4 Vacuum Pump	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5 Compressor for Disc Filter	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6 Disc Filter	0.63	0.00	0.13	0.29	0.42	0.00	0.05	0.00	0.29	1.34	0.32	0.55
7 Dosing of Additives	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.04	0.15	0.28	0.00	0.00
8 Belt Conveyor	8.28	1.52	1.77	0.80	7.65	1.59	2.74	2.06	1.23	4.52	4.19	4.14
9 Blendig of Additives	0.50	0.00	2.19	2.47	0.00	0.00	0.12	66.05	0.16	3.94	0.00	0.12
10 Balling Bin and Feeder	0.05	0.01	0.00	0.25	0.26	0.00	0.13	0.00	0.04	0.09	0.00	0.85
11 Pelletizer and it's Scraper	1.66	1.85	0.44	0.12	2.09	0.15	0.62	0.87	0.74	8.77	2.74	0.69
12 Green Pellets Screen	10.44	0.60	1.29	2.67	4.78	4.12	2.67	0.12	8.09	14.92	5.64	1.82
13 Shaft Furnace Body (Spout and grout)	8.57	2.12	2.24	3.28	13.97	2.07	3.62	11.15	22.49	17.69	52.22	2.27
14 Charge Conveyor Buggy	17.82	3.90	2.86	3.29	17.77	3.07	4.55	2.22	2.85	8.80	2.56	4.23
15 Upper De-duster	2.90	0.96	0.06	0.00	1.05	0.00	0.00	0.38	0.74	0.12	0.14	1.30
16 Door for Dust Supression	1.85	4.51	1.30	0.72	16.79	1.67	0.00	0.48	0.20	2.30	0.42	0.03
17 Combustion Chamber	1.00	0.16	0.28	0.02	0.16	0.40	0.02	0.27	0.40	0.00	1.75	1.78
18 Chunk Breaker	0.88	0.20	0.00	0.00	1.29	0.05	0.15	0.00	0.00	0.55	24.81	0.21
19 Wiper Bar	9.54	2.51	6.65	2.10	19.73	2.74	7.73	0.83	2.30	11.07	2.25	1.92
20 Compressor (cooling and process)	2.18	0.08	1.02	0.59	1.85	0.13	0.09	0.03	0.00	0.12	0.44	1.78
21 Plant Air Compressor	2.41	0.01	0.00	0.03	0.00	0.03	0.00	0.04	0.00	0.39	1.48	0.28
22 Water Pump for Process and Sealing	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23 Cooling Tower	0.00	0.00	0.04	0.09	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24 Furnace Charge System of Fired Pellets	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.10	0.00	0.92	0.00	0.00
25 Electrical Substation and Control Room	0.54	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
26 Grinding System of Additives	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27 Product and Shipping Screen	0.01	0.50	0.00	0.04	0.05	0.03	0.16	0.00	0.05	0.15	0.13	0.48
28 Lack of Material	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29 Lack of Concentrate	27.53	29.77	68.57	58.49	7.71	83.64	39.45	15.17	60.21	0.00	0.00	24.23
30 Full of Product Yard	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
31 Labour Union	0.00	48.12	10.90	24.73	0.00	0.00	36.65	0.00	0.00	22.13	0.00	51.62
32 Troubles in Utility	1.61	3.09	0.00	0.00	3.49	0.21	0.00	0.08	0.00	0.52	0.33	0.76
33 Others	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.04	0.06	0.00	0.00	0.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00



### (3) 操業

#### 1) 操業結果

1989年の平均稼働率は62.3%であった。9月に第3炉が修理後の再稼働をし、10月には最高の稼働率83.0%が示された。平均月間生産量は50,000tであり、10月には73,000tが生産された。

#### 2) 操業管理

##### a) 生ペレット生産量管理

この工場ではフィルターケーキの水分が非常に高く、この散水は不可能であった。すなわち、造粒歩留制御やサイズ制御は行なわれていなかったことになる。造粒原料の供給率を変更することによる品質管理のみが行なわれていた。

精鉱性状の変化に伴い、ディスクフィルターによる脱水は変化するため、造粒原料の供給率が一定に保たれていたとしても、造粒歩留は変化し、生ペレット生産量は変化していたであろう。

##### b) 焼成制御

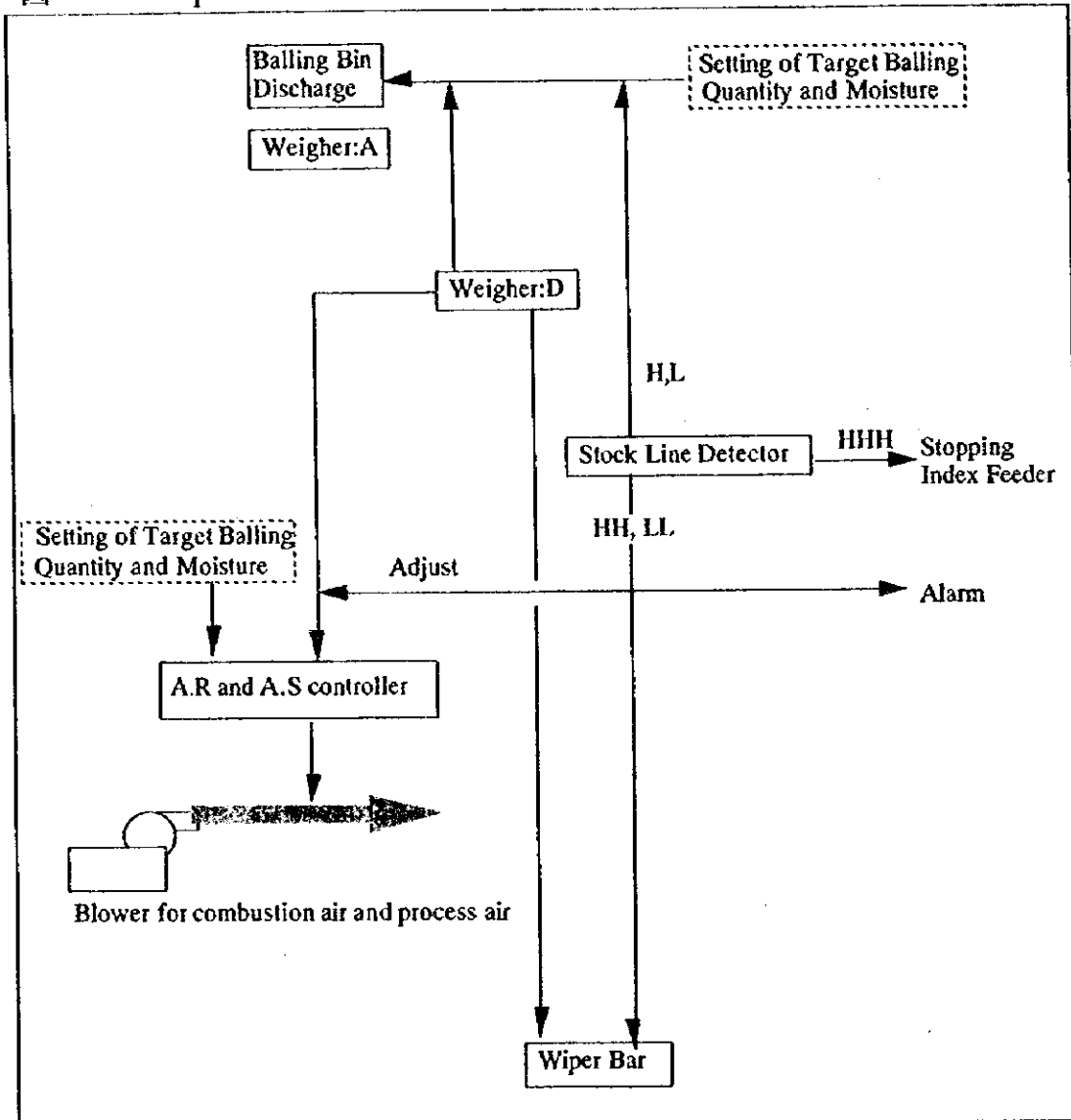
この工場内には散水という対応策がなく、精鉱性状変化は直接生ペレットの生産量に影響を与える。その結果、炉内の積み付けレベルが変化し、運転者はワイパーの動きを変化させることにより、炉からの排出速度を調整する。すなわち、炉への空気吹き込みに過不足が起こり、結果として熱供給に過不足が起こり、低い回転強度、吹き抜け、パースティングにつながる。

あるべき制御の流れを図-10に示す。

##### c) 熱バランス（炉内のみ、クーラーは除外）

ヒートパターンの主要項目を、工場Aと比較して表-59に示す。

图-10 Required control flow



## 表-59 Main index of furnace operation

表-59-1 Material (kg/kg-PP)

	HIPASAM	A
Concentrate	0.988	1.067
Bentonite(kg/kg-PP)	0.016	0.008
H.Lime	0.001	0.000
Dolomite	0.018	0.000
Silica	0.007	0.000
Total Material	1.029	1.075
Product Pellets	1.000	1.000
Fines	0.021	0.050
Dust	0.010	0.030
Others	0.017	0.017

表-59-2 Green pellets moisture

	HIPASAM	A
Moiture	11.0	9.4

表-59-3 Dimension of Furnace

	HIPASAM	A
Width-Max(m)	2.4	2.1
Width-Min(m)	2.1	1.8
Length(m)	6.3	5.4
Area (m <sup>2</sup> )	14.2	10.6

表-59-4 Heat source (kg/t-P.P.)

	HIPASAM	A
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	865.98	933.87
N.Gas	19.29	0.00
Coal	0.00	6.00
Heavy oil	0.00	10.80

表-59-5 Operating condition

	HIPASAM	A
Product rate(t/h)	57.000	78.100
Air (kg-air / kg-PP)		
A.R. (kg-air / kg-PP)	1.080	0.850
A.S. (%)	41.000	30.000
A.R. (kg-air / kg-GP)	1.050	0.914

表-59-6 Base data for heat balance

	HIPASAM	A
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> (% in conc)	87.65	87.50
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> (%) in P.Pellets	5.10	1.66

表-59-7 Temp (°C)

	HIPASAM	A
Exhaust gas	280	180
Furnace out pellets	600	600
Firing temp	1370	1340?
Firing temperature level	200±50	400

Firing temp; ?=Estimation  
Firing temperature level=(mm) from stacking level

表-59-8 Number of tuyers

	HIPASAM	A
Short side	4×2	10×2
long side	20×2	18×2

表-59-9 Gas balance (m<sup>3</sup>/h)

	HIPASAM	A
W <sub>sated</sub> (1) gas total	49152	50834
O <sub>2</sub> partial pr in waste	13.20	14.58
W <sub>sated</sub> (2) gas total	58170	61676
O <sub>2</sub> partial pr in waste	11.16	12.01

Waste gas (1): excluding H<sub>2</sub>O from green pellets  
Waste gas (2): including H<sub>2</sub>O from green pellets

表-59-10 Heat balance (kcal /t-PP)

	HIPASAM	A
Input		
Hot gas	238761	107353
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	102792	110850
Carbon	0	50634
Input Total	341553	268837
Out put		
Waste gas	106101	48976
Pellets	117355	113570
Cooling Water	702	702
De-composition	6291	545
Water evapolation	74491	65364
Output Total	304940	229158

表-54-11 Descending of burden and ascending of waste gas(1)

	HIPASAM	A
Descending (cm/min)	4.7	9.0*1
Ascending (cm/sec)	96.3	132.8*1
A/D	20.54	14.83*1

\*1: Calculated based the results of descending speed, horizontal area and feed rate of furnace of HIPARSAM and feed rate and horizontal area of furnace of A plant.

### 3) 品質管理

#### a) 品質設計

生産を開始してから、ベントナイト配合 7kg/t-product pellets を行なったが、最初の2年間は粉が大量に発生し、圧壊強度が低く、回転強度指数は悪い値を示し、低温（還元）劣化は悪い値を示した。

1981年末に、消石灰添加テスト（0.2%～1.0%）が行なわれた。

これにより、圧壊強度は増加し、耐熱強度が増加した。しかし、生ペレットの落下強度を維持するために、ベントナイト配合を 15 kg/t-product pellet へと増加する必要性が生じた。依然として低温（還元）劣化は悪く、この改善のために、最終的にドロマイト及び珪石添加がなされた。このペレットは No.219 と呼ばれ、プロジェクトの最後まで製造された。

#### b) 工程のための品質測定

生ペレットに関しては、水分、落下回数、圧壊強度及び耐熱抵抗が、勤2回測定された。回転強度指数はしばしば90%以下となった。精鉱及び成品に関しては、その結果を表-60 から表-62 に示す。

#### c) 回転強度の管理方法

低い回転強度が示された時には、第1段階としてA.R.が増加される。これでもダメな場合はA.S.を増加する。

表-60 Quality measurement (concentrate sampled) for process

Conc. Consump. t/month	T.Fe	Fe++	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P	S	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>	Cr	Ni	Zn	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1988-Ave	68.69	22.86	91.88	0.125	0.090	1.68	1.49	0.347	0.091	0.142	0.137	0.027	0.037	0.011	0.064	0.034
1989-01	66.548	68.68	23.08	94.41	0.142	N.A	1.72	1.51	0.340	0.095	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
1989-02	33.851	68.56	94.08	0.137	N.A	1.84	1.56	0.356	0.118	0.158	N.A	0.038	0.026	0.011	0.052	0.026
1989-03	41.774	68.59	22.86	94.00	0.134	N.A	1.83	1.54	0.345	0.109	N.A	N.A	N.A	N.A	0.066	0.041
1989-04	35.907	68.80	22.95	94.10	0.142	N.A	1.83	1.55	0.354	0.106	N.A	N.A	N.A	N.A	0.057	0.039
1989-05	66.943	68.50	23.16	94.68	0.145	N.A	1.72	1.57	0.336	0.098	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
1989-06	40.825	68.61	23.06	94.45	0.164	N.A	1.77	1.62	0.375	0.133	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
1989-07	42.743	68.69	23.17	95.26	0.139	N.A	1.80	1.61	0.340	0.114	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
1989-08	46.462	68.66	23.43	93.43	0.137	N.A	1.75	1.61	0.328	0.112	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
1989-09	44.306	68.62	23.19	93.19	0.128	N.A	1.75	1.63	0.337	0.11	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
1989-10	72.844	68.94	22.94	92.11	0.121	N.A	1.56	1.55	0.277	0.082	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
1989-11	48.385	68.57	22.94	91.70	0.117	N.A	1.57	1.49	0.298	0.118	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	0.054
1989-12	54.549	68.70	23.03	93.32	0.111	0.074	1.71	1.48	0.278	0.094	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	0.030
1989-Ave	49.595	68.67	23.07	93.67	0.134	N.A	1.72	1.56	0.326	0.104	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
1990-Ave	48.160	68.88	22.70	92.72	0.131	N.A	1.59	1.55	0.314	0.096	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A

表-61 Quality measurement (physical property of product pellets) for process control

Product ion	Tumbler Test		Comp-Streng.		Size Distribution				RDI (JIS)			LTD (ISO)			Reduction Test(JIS)				RUL (ISO)		Swelling		Porosity	
	T.lnd.	A.lnd.	-6.55 mm	Ave	-80 kg	+19 mm	19-8 mm	-4.75 mm	Ave	+6.3 mm	+3.15 mm	-0.5 mm	+6.3 mm	+3.15 mm	-0.5 mm	Red. 180	CSAR	dR/dt	dR/dt	Red. 80	dR/dt	Swell		Red.
1988-Ave	49.761	92.1	5.4	280	2.1	3.3	85.8	4.2	12.2	72.3	81.1	87.8	8.6	59.6	69.1	19.1	59.5	65.0	0.299	65.9	0.830	20.9	64.7	20.5
1989-01	64.777	91.1	5.8	267	3.4	4.8	81.1	5.9	11.9	71.2	81.2	88.1	8.2	50.0	62.3	22.1	58.2	58.7	0.286	N.A	N.A	20.8	68.6	22.0
1989-02	35.257	91.0	6.1	257	6.9	3.9	84.7	4.1	12.0	69.5	78.9	86.0	9.5	53.8	66.8	19.4	60.9	64.7	0.302	N.A	N.A	23.7	60.4	21.7
1989-03	42.157	92.2	5.6	295	3.2	3.7	87.1	3.8	12.4	75.7	82.6	87.5	9.3	67.6	75.6	16.0	59.9	67.1	0.305	N.A	N.A	19.2	68.3	21.6
1989-04	33.866	91.7	6.0	306	2.5	4.3	86.3	4.1	12.6	76.2	83.3	88.6	8.8	46.2	57.8	27.0	58.5	61.0	0.293	N.A	N.A	24.3	62.9	20.8
1989-05	65.751	91.6	5.7	282	3.1	4.4	84.6	4.7	12.5	71.0	80.4	87.6	8.5	54.7	63.7	22.4	58.0	61.1	0.287	N.A	N.A	21.4	63.9	21.1
1989-06	38.936	91.3	6.1	280	3.1	3.8	87.1	4.3	12.9	75.8	82.2	88.4	7.9	53.4	64.8	22.5	59.1	53.7	0.307	N.A	N.A	21.0	60.7	20.6
1989-07	42.325	91.6	5.9	271	2.5	2.9	87.8	3.6	12.4	72.9	82.3	88.3	8.0	60.5	68.3	20.6	59.0	50.7	0.290	N.A	N.A	22.7	70.9	21.6
1989-08	43.418	92.0	5.7	253	3.8	2.0	87.4	4.1	11.6	76.5	83.8	88.7	8.2	72.5	78.7	13.9	60.8	71.6	0.296	N.A	N.A	19.4	65.8	22.0
1989-09	45.124	91.8	6.0	244	3.6	1.9	86.8	3.5	11.5	79.2	86.1	90.0	7.3	72.7	78.5	13.6	59.7	46.1	0.279	N.A	N.A	20.1	64.0	21.6
1989-10	72.704	91.5	6.2	265	5.7	3.3	85.4	4.9	11.9	81.0	86.7	90.3	7.7	63.2	73.8	16.1	60.0	52.9	0.301	N.A	N.A	20.6	62.9	20.8
1989-11	49.507	90.3	7.3	298	5.1	4.6	81.2	6.9	12.6	79.7	85.2	83.9	8.7	65.4	75.8	18.0	61.3	52.9	0.297	N.A	N.A	17.3	65.5	21.1
1989-12	57.960	90.3	6.9	277	6.0	3.8	85.5	5.0	12.5	79.4	85.8	89.4	7.7	61.9	72.2	16.1	66.3	50.3	0.351	N.A	N.A	21.7	58.1	21.4
1989-Ave	49.329	91.3	6.1	274	4.1	3.0	83.2	4.7	12.2	75.8	83.4	88.6	8.2	60.2	69.8	18.8	60.2	57.1	0.300	N.A	N.A	21.0	64.3	21.3
1990-Ave	51.030	90.2	6.8	275	4.1	7.2	83.9	4.0	13.5	68.0	77.8	85.1	10.7	44.5	55.8	29.0	66.5	54.9	0.346	N.A	N.A	23.2	69.0	21.6

表-62 Quality measurement (chemistry of product pellets) for process control

	Produc-tion t/month	T.Fe	Fe++	P	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	S	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>	Cr	Ni	Zn	Basicity	
		%	%	%	kg/P	%	%	%	%	%	mm	%	%	%	%	%	%	Bin.
1988-Ave	49,761	65.19	1.28	0.104	3.17	1.77	0.85	0.36	0.077	0.051	0.0054	0.155	0.121	0.031	0.040	0.010	0.268	0.245
1989-01.	64,777	65.07	1.18	0.104	3.34	1.83	0.94	0.45	0.075	0.051	0.0054	0.189					0.281	0.269
1989-02.	35,257	64.97	1.33	0.120	3.27	1.88	0.99	0.47	0.066	0.044	0.0050	0.136					0.303	0.283
1989-03.	42,157	65.14	1.21	0.116	3.24	1.81	0.87	0.44	0.075	0.057							0.269	0.259
1989-04.	33,866	65.06	1.17	0.110	3.22	1.85	0.86	0.44	0.072	0.060							0.267	0.256
1989-05.	65,751	65.08	1.13	0.115	3.15	1.82	0.87	0.40			0.0043						0.276	0.256
1989-06.	38,936	65.05	1.12	0.127	3.33	1.79	1.00	0.43			0.0029						0.300	0.279
1989-07.	42,325	65.04	1.14	0.113	3.35	1.84	0.96	0.46			0.0032						0.287	0.274
1989-08.	43,418	65.15	1.11	0.113	3.20	1.85	0.89	0.46									0.278	0.267
1989-09.	45,124	65.04	1.06	0.113	3.23	1.80	0.86	0.48			0.0040						0.266	0.266
1989-10.	72,704	65.27	1.06	0.104	3.11	1.76	0.83	0.47									0.267	0.267
1989-11.	49,507	65.20	1.21	0.104	3.17	1.69	0.84	0.51			0.0040						0.265	0.278
1989-12.	57,960	65.22	1.22	0.104	3.20	1.67	0.82	0.46	0.068	0.057	0.0080						0.256	0.263
1989-Ave	49,329	65.12	1.16	0.111	3.23	1.79	0.89	0.45	0.071	0.054	0.0046	0.163		0.035	0.029	0.011	0.276	0.267
1990-Ave	51,050	65.14	1.25	0.114	3.15	1.77	0.86	0.49	0.064	0.050	0.0043						0.273	0.274

## 4.3 生産管理

### 4.3.1 鉱山

採鉱部門は、生産、坑道掘進、サービス、地質、計画、メンテナンスの 6 部門から構成される。それぞれの各部門は、さらに作業内容により 2~3 の部門に分割されている。

坑内作業はメンテナンスを含め 3 交代制で行なわれており、シフト毎の拘束時間は 8 時間（実働時間：5.8 時間）とし月間平均稼働日は 20.8 日/月である。

### 4.3.2 選鉱工場

#### (1) 生産管理

生産は、暦年毎の生産計画に従って管理された。

生産管理のための化学分析や粒度分析も、毎日方別に行なわれている。

#### (2) 標準化

運転マニュアルはあるが、実際の操業とは必ずしも一致していないように見える。

#### (3) 組織

技術（プロセス）、生産（オペレーション）、及び保全（メンテナンス）の 3 部門に大別されていた。生産はさらに予備選鉱、選鉱及び精鉱輸送パイプラインに別れていて、予備選鉱及び選鉱は 3 直 3 交代、精鉱輸送パイプラインは 4 直 3 交代の操業であった。

### 4.3.3 ペレット工場

#### (1) 生産管理

生産量は、旧 SOMISA の消費を予測して決定された。

#### (2) 標準化

工場に関する最終的書類、及び運転手順書はない。各部門のヘッドによる会議において、操業結果が解析され、指示書等が作成された。

#### (3) 工場の組織

合計人員は 221 名、HIPASAM 従業員 209 名、請負 12 名である。  
大規模な制作組立を除き、一般的な修理はこの組織内で行なわれた。



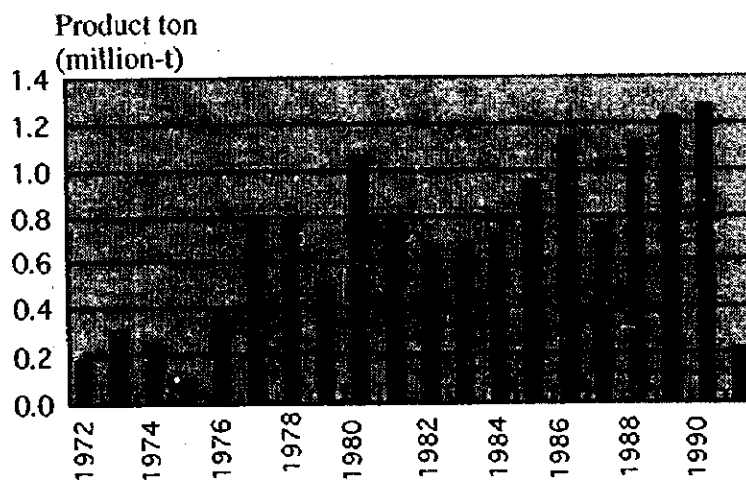
## 4.4 生産量の記録

### 4.4.1 採 鉱

#### (1) 生産量

グラフ-16 に、稼働当時の生産量の推移を示す。

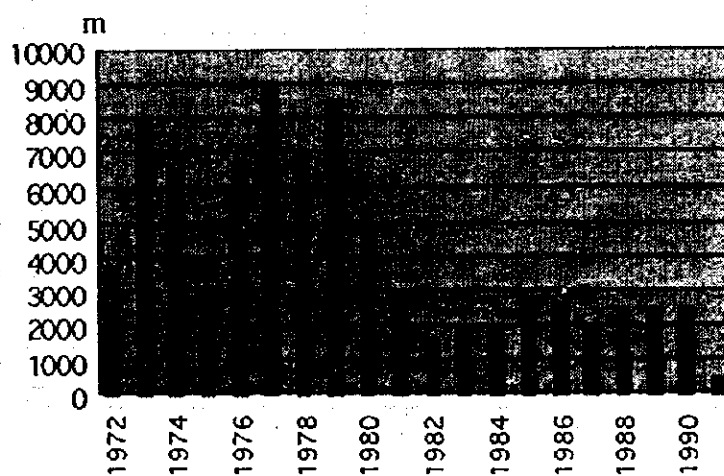
グラフ-16 Trend of Production



#### (2) 坑道掘進

グラフ-17 に、稼働当時の坑道掘進長の推移を示す。

グラフ-17 Trend of Drifting



(Source:HIPARSA)

#### 4.4.2 選鉱工場

旧 HIPASM の生産量については、表-64 と表-65 に示す通りである。

表-64 Transition of yearly production in Preconcentration Plant

Year	Crude Ore	Preconcentrate		Waste
	t	t	Wt.%	t
1980	742,944	518,349	69.77	224,595
1981	656,574	481,900	73.4	174,674
1982	1,160,180	832,883	71.79	327,297
1983	1,138,024	776,734	68.25	361,290
1984	909,206	615,542	67.7	293,664
1985	1,041,807	732,337	70.29	309,470
1986	1,481,960	1,085,361	73.24	396,599
1987	1,061,893	759,271	71.5	302,622
1988	1,345,994	987,243	73.35	358,751
1989	1,274,420	941,266	73.86	333,154
1990	1,292,531	885,773	68.53	406,758
Total	12,105,533	8,616,659	71.18	3,488,874

(Source: HIPARSA)

表-65 Transition of yearly production in Concentration Plant

Year	Preconcentrated Feed			Concentrate			Tails		
	t	% Fe	% P	t	% Fe	% P	t	% Fe	% P
1980	506,719	54.31	1.332	337,519	68.43	0.145	169,200	26.13	3.700
1981	478,690	53.75	1.361	296,884	68.41	0.143	181,806	29.82	3.350
1982	867,743	53.97	1.396	523,644	68.73	0.139	344,099	31.52	3.308
1983	790,941	54.16	1.355	496,652	68.52	0.136	294,289	29.93	3.411
1984	630,107	53.10	1.328	394,720	68.42	0.134	235,387	27.41	3.329
1985	740,711	53.23	1.330	463,821	68.28	0.149	276,890	28.01	3.309
1986	1,069,074	53.29	1.293	650,794	68.43	0.140	418,280	29.73	3.086
1987	772,597	53.08	1.306	450,476	68.66	0.138	322,121	31.29	2.939
1988	963,878	52.66	1.304	585,177	68.66	0.126	378,701	27.93	3.124
1989	954,082	52.62	1.342	567,539	68.65	0.135	386,543	29.09	3.115
1990	927,096	53.54	1.298	568,488	68.87	0.133	358,608	29.24	3.146
Total	8,701,638	53.37	1.329	5,335,714	68.57	0.137	3,365,924	29.27	3.218

(Source: HIPARSA)

4.4.3 ペレット工場

表-67 及び表-68 は、1988～1990年の年間積み出し実績を、1989年については月別実績を示す。

表-67 Physical Property of pellets (for Shipping)

Shipping	Tumbler Test		Comp.Streng.		Size Distribution							Reduction Test(JIS)				Swelling		Porosity Moist.	
	T.Ind.	A.Ind.	Ave	-80 kg	+19 mm	19-8 mm	-4.75 mm	Ave	+6.3 mm	-0.5 mm	Red.	CSAR	dR / dt	Swell					
	%	%	kg/P	%	%	%	%	mm	%	%	%	kg/P	%/min	%	%	%	%		
1988-Ave	92.4	5.4	281	2.0	3.5	86.3	5.0	12.6	81.4	9.0	59.1	68.0	0.294	19.9	20.3	2.38			
1989-01	91.4	6.0	270	2.5	4.3	84.7	5.8	12.6	82.0	10.2	59.6	57.8	0.301	20.6	21.6	2.46			
1989-02	92.2	5.9	270	1.3	4.5	82.6	7.0	12.2	77.2	11.7	60.6	61.9	0.299	23.0	21.6	2.29			
1989-03	92.4	5.6	269	5.6	4.0	86.8	4.9	12.6	82.6	6.8	61.9	57.1	0.310	22.9	21.5	2.48			
1989-04	92.5	5.5	315	3.0	6.7	84.5	6.6	13.4	84.0	10.1	59.7	55.9	0.285	21.5	19.9	2.45			
1989-05	92.3	5.6	286	1.6	3.8	85.4	5.7	12.7	77.6	10.4	57.1	55.2	0.277	19.8	21.0	2.57			
1989-06	92.1	5.7	282	2.6	4.4	86.8	4.7	13.1	84.6	8.0	58.5	56.1	0.287	22.9	20.9	2.38			
1989-07	91.9	6.0	280	2.0	4.0	89.0	4.3	12.9	81.3	8.9	54.5	54.6	0.245	21.0	21.2	2.55			
1989-08	92.9	5.0	260	3.0	3.2	88.1	4.5	12.5	87.5	5.9	61.3	50.5	0.303	21.7	20.5	2.66			
1989-09	92.4	5.4	259	3.0	3.6	85.1	4.8	11.8	91.4	6.0	59.9	50.5	0.287	21.5	21.7	2.88			
1989-10	92.8	5.4	270	3.4	4.0	84.4	5.9	12.0	88.6	7.4	59.7	52.5	0.300	21.8	20.7	2.58			
1989-11	91.7	6.4	284	4.3	4.6	84.4	6.3	12.4	89.7	7.2	61.8	47.6	0.300	22.2	21.7	2.58			
1989-12	91.7	6.2	302	2.1	3.7	83.0	7.6	12.2	83.0	8.7	64.2	52.0	0.310	21.7	20.6	2.06			
1989-Ave	92.1	5.8	276	3.0	4.1	85.4	5.6	12.5	84.5	8.3	60.0	54.3	0.293	21.8	21.2	2.50			
1990-Ave	91.2	6.4	269	2.9	5.6	83.0	6.2	13.1	76.0	11.4	65.9	53.5	0.333	22.5	21.2	2.17			

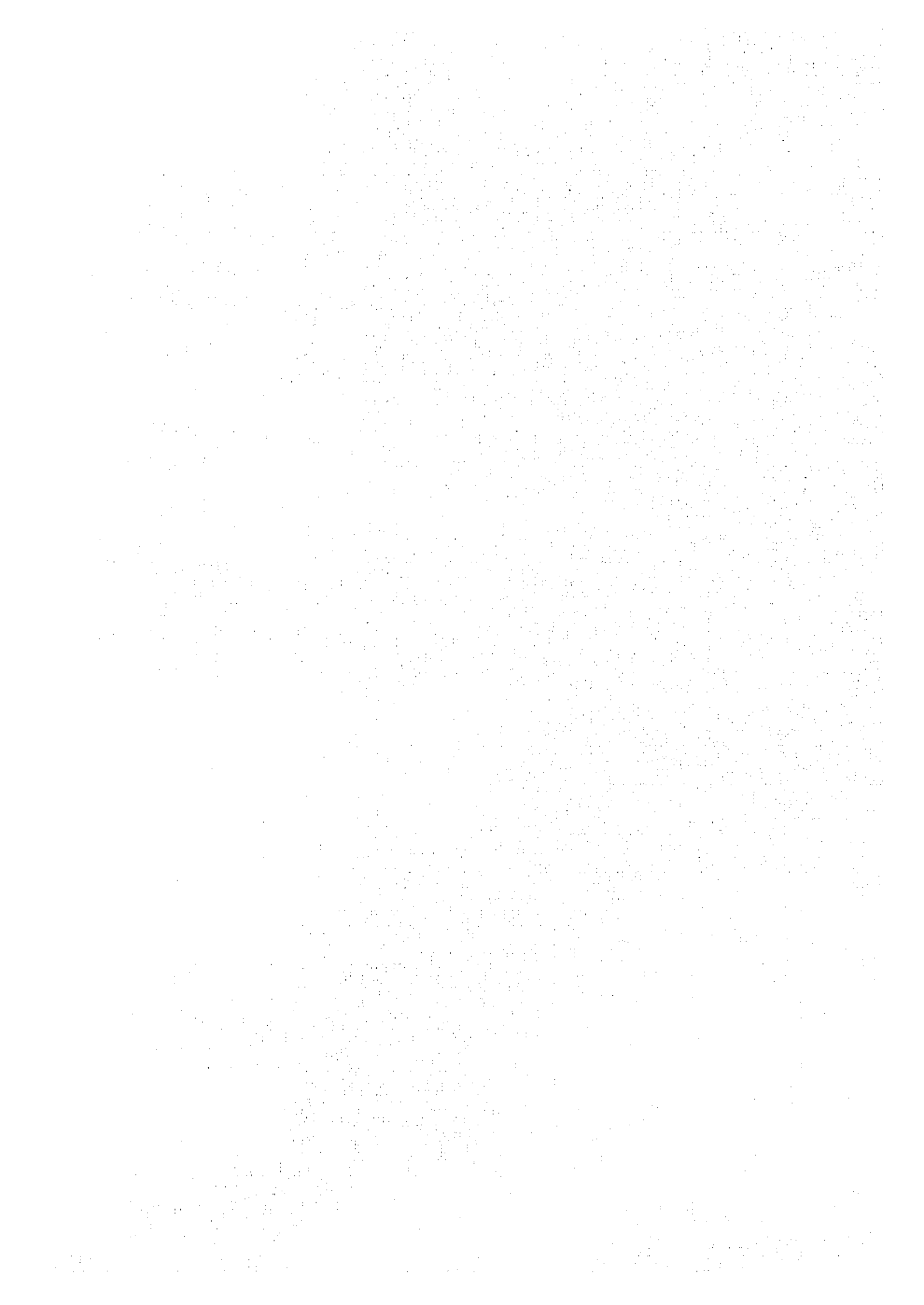
表-68 Chemistry of pellets (shipping analysis)

Production	T.Fe	P	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	S	Basicity	
										Bin.	Quat.
1988-Ave	65.28	0.103	3.22	1.77	0.835	0.34	0.071	0.057	0.0044	0.259	0.236
1989-01	65.08	0.107	3.20	1.89	0.874	0.44	0.068	0.044	0.0039	0.273	0.258
1989-02	65.17	0.119	3.33	1.86	0.942	0.44	0.075	0.051	0.0046	0.283	0.266
1989-03	64.91	0.116	3.28	1.82	0.903	0.44	0.074	0.055	0.0043	0.275	0.262
1989-04	64.82	0.128	3.26	1.69	0.970	0.47	0.080	0.070	0.0046	0.298	0.290
1989-05	64.91	0.112	3.20	1.78	0.865	0.38	0.073	0.057	0.0059	0.270	0.250
1989-06	65.00	0.122	3.36	1.77	0.956	0.41	0.067	0.055	0.0042	0.285	0.266
1989-07	65.00	0.124	3.25	1.83	0.943	0.46	0.071	0.047	0.0026	0.290	0.276
1989-08	65.07	0.121	3.07	1.78	0.934	0.48	0.071	0.050	0.0036	0.304	0.291
1989-09	65.01	0.116	3.17	1.86	0.888	0.46	0.074	0.049	0.0043	0.280	0.269
1989-10	65.22	0.106	3.17	1.72	0.812	0.47	0.070	0.048	0.0040	0.256	0.262
1989-11	65.18	0.109	3.09	1.74	0.818	0.48	0.068	0.047	0.0044	0.265	0.269
1989-12	65.19	0.100	3.21	1.68	0.827	0.48	0.061	0.050	0.0052	0.258	0.268
1989-Ave	65.06	0.114	3.22	1.80	0.889	0.45	0.070	0.051	0.0043	0.276	0.267
1990-Ave	65.13	0.114	3.11	1.75	0.861	0.48	0.067	0.048	0.0047	0.277	0.276



## 第5章

### HIPARSAの現状



1991年5月以降、鉍山は国内セメント会社に鉄鉍石を供給するために間欠的に操業をしているが、選鉍工場やペレット工場は操業したことがない。

しかしながら、鉍山、選鉍工場、ペレット工場の総ての設備は、HIPARSAの保全要員の注意深い管理の下にある。

本章では、1998年現在のHIPARSA社の設備の状況を説明する。

## 5.1 鉍山及び設備

### 5.1.1 鉍床

シエラグランデ鉄鉍床は、南、東、北、La Negraの4つの鉍床からなる。そのうち、現在HIPARSA社が採掘権を有している鉍区は、南鉍床と東鉍床である。

表-70に各鉍床の埋蔵鉍量を、表-71に南鉍床の深度別埋蔵鉍量を示す。

表-70 Ore Reserves of Deposits

(Unit : kilo-t)

Item	South	East	North	La Negra
Proved Reserves	90,535	-----	-----	N/A
Probable Reserves	38,348	-----	11,300	N/A
Possible Reserves	72,260	30,000~40,000	20,000	N/A
Total	201,143	30,000~40,000	31,300	N/A
Grade	Fe(%)	54.80	56.03	54.60
	P(%)	1.43	1.15	-----

表-71 Ore Reserves of South Deposit

(Unit : kilo-t)

Item	Proved Reserves	Probable Reserves	Possible Reserves	Total
Surface~410ML	41,809	781	346	42,936
410ML~620ML	42,563	3,445	5,438	51,446
620ML~830ML	6,163	21,156	33,171	60,490
830ML~920ML	-----	12,966	33,305	46,271
Total	90,535	38,348	72,260	201,143

## 5.1.2 坑内及び設備

### (1) 坑内状況

1991年の休止以降、坑内の各坑道は定期的にパトロールが実施され、天盤、側壁等の崩落、浮石は適時処理され、常に坑道の保守に努めている。また採掘時の鉦画内では上盤、下盤共に顕著な崩落等は認められない。鉦画の開発は340MLまでは、一部坑道掘進が進められており、休止当時の開発状況は次の通りである。

#### 200ML～270ML

休止当時はこの鉦画を採掘中であり、同鉦画の残鉦量は3,180 kilo-tである。このうち、2,560 kilo-tは既に採掘用長孔穿孔が完了しており、同長孔穿孔が完了していない鉦量は620 kilo-tのみである。

#### 270ML～340ML

同鉦画は休止当時、坑道掘進作業が進められていて、全作業量の約82%は完了している。この鉦画の可採鉦量は約12,000 kilo-tであり、採掘用長孔穿孔は未着手の状態である。

#### 340ML以深

340ML以深には、スパイラル斜坑と中央立坑が延びているだけであり、今後の開発は、これらの坑道より進められる。

### (2) 設備

#### 1) 車両系鉦山機械

現在、HIPARSA社が保有している設備と、その状況を表-72に示す。ドリフター本体のシリンダー、ピストン類や各油圧シリンダー、エンジン等に対し、停止以降整備は実施されておらず、再稼働は非常に困難である。積込運搬設備は現在稼働中の機種が多く、構内の整備工場に適時整備を実施している。

立坑開削に使用していたクライマーは、エアーモーター等の駆動部分の再整備により使用が可能である。



表-72 Underground Mobile Equipment in 1998

Item	Manufacture	Model	Quantity	Installation year	Condition
Jumbo	Tamrock	Paramatic, 2 Booms	2	1972, 1978	Kept under the roof No maintaining
	Tamrock	Minimatic, 2 Booms	2	1978	
	Atlas Copco	565 2Booms	1	1972	
Fan Drill	Garader-Demler	Mark II	5	1975	Kept under the roof
Jumbo	Tamrock	Twinring A605 RR	1	1988	No maintaining
	Tamrock	Duo A605 RS	1	1988	
	Atlas Copco	Promec	1	1975	
Climber	Alimak	STH-5L	3	1975	Place at the face
Front-end Loader	Caterpillar	980B, 3.4m <sup>3</sup>	2	1975	On use
	Caterpillar	980C, 3.4m <sup>3</sup>	2	1986	
	Caterpillar	950, 3.4m <sup>3</sup>	1	1975	
LHD	GHH	LF-7.1 3.8m <sup>3</sup>	1	1979	On use
	Toro	350 BD 3.8m <sup>3</sup>	2	1985	
	Wagner	ST-6C 4.1m <sup>3</sup>	2	1970	
Truck	kiruna	K 500 40t	2	1975	On use(kiruna)
	GHH	MK V40.1 42t	4	1978	Kept under the roof No maintaining (GHH)

2) 固定設備

採鉱部門の固定設備は、保安要員により定期的な整備が実施されている。表-73 に、同部門の主要固定設備仕様を示す。

表-73 Stationary equipment in 1998

Item	Specification	Quantity	Remarks
No.1 cr	Jaw Crusher, 800t/h, 300kW,	2	Crushing Plant:1 410ML:1
Skip	800t/h, 220kW Hoisting speed: 6m/sec.	1	Cycle time: 90sec.
Cage	60persons, 220kW Hoisting speed: 6m/sec.	1	
No.2 cr	Cone Crusher, 400t/h, 300kW	2	
Stacker	800t/h,	1	Stockpile capacity 90,000t

### 5.1.3 選鉱工場

設備は全体として概ね良好な状態に維持されている。しかし、現在オペレーションのエンジニアは全くおらず、貴重な過去 10 年余のオペレーションの経験を生かすことができない。

#### (1) 予備選鉱工場

予備選鉱工場は、セメント原料の出荷のためのオペレーションが時折行なわれており、3 系列中の 2 系列の設備は現在も運転可能な状態にある。

しかし、今後年間 2,600,000t の鉱石を処理することになれば、全 3 系列の整備が必要である。第 1 系列は 2 次磁選機、ふるい、コーンクラッシャー等が整備を要する。予備部品の備えはない。

#### (2) 選鉱工場

選鉱工場の建家内にはほぼ同様の 3 系列の設備があるが、第 1 及び第 2 系列は一部のスラリーポンプを除き、良好な状態に維持されている。第 3 系列はかなり荒廃している。しかし年間 1,100,000t の精鉱の生産には、2 系列で十分であり、第 3 系列の復旧は必ずしも必要ではない。予備部品はなく、消耗物品のストックもない。

#### (3) 廃滓関連設備

廃滓シクナのメカニズムは解体されたままで、整備、再組立を要する。また廃滓シクナに前置された、1 次磁選尾鉱用 15 inch サイクロンは取り外されており、再設置する必要がある。

#### (4) 鉄精鉱の濃縮及びパイプ流送関係設備

鉄精鉱の濃縮及びパイプ流送関係設備は最も良好に維持されており、いつでも運転を再開できる。しかしここも予備部品はない。

## (5) ラボラトリ

ラボラトリには、いくつかの問題があった。例えば、試験用機材の不足等である。

### 5.1.4 ペレット工場

#### (1) 機器の状態

すべての機器は、清掃、給油、芯出し等の、日常保全的な保全作業によって運転可能である。耐火物、インデックスコンベア、製品スクリーンの修理以外は、大規模な修理を必要としない。しかし、プラントの建設、保証テスト後の立ち上がり時期までに修正しておくべきような必要改造箇所を持つ機器が多くある。

#### (2) 改造なしでの再開に必要な時間

必要な時間は300人/月と推定される。

#### (3) 要員

操業再開に当たっては大量の人員の採用が必要である。

### 5.1.5 積み出し設備

#### (1) 機器の状態

この設備は小規模の手入れ及び給油で運転できる。

#### (2) 改造なしでの再開に必要な時間

比較的短期間で運転再開できるであろう。

## 5.2 インフラストラクチャとユーティリティ

### 5.2.1 輸送

#### (1) 道路

道路は、国道3号線が首都ブエノスアイレス (Buenos Aires) から、リオネグロ州 (Rio Negro) まで伸びている。

・ Buenos Aires --- Sierra Grande: 1,290 km

#### (2) 鉄道

鉄道はシエラグランデを通過していない。シエラグランデまでは、サンアントニオ・デ・オエステ市から道路輸送となる。

#### (3) 空路

シエラグランデには空港はないが、最寄りの空港であるヴィエドマ (Viedoma) とトレルー (Trelew) まで、ブエノスアイレスから毎日便がある。

### 5.2.2 電気

#### (1) 供給電源

第1工業地区 (Mine, Concentration, Work shop) 、第2工業地区 (Pellet) とともに、電気会社 EDERSA より、それぞれ 132,000V で受電している。それを、Transformer にて、各設備要求仕様に応じて 132000V/6600V、あるいは 6600V/380-220V に変換し使用している。受電所のトランスの容量は、表-77 の通りである。

表-77 The transformer capacities of the power receiving stations

	Transformer capacity substation	Actual demand (For pellet 600,000t)	Load factor (For pellet 600,000t)
The first industrial area	25MW×2=50MW (One is 16MW at the time of our study)	11.4MW	28%
The second industrial area	16MW×2=32MW	7.7MW	24%

(2) 電力使用実績

表-78 は、鉱山から選鉱工場、ペレット工場別の電気使用実績を示す。

表-78 Actual power consumption

		Unit consumption for each shop		Max. demand
		(kWh/shopwise-t)	kWh/pellet-t	(MW)
Mine	Mine	7.74	17.06	1.1
	Crusher	0.87	1.92	0.5
	Compressor	3.87	8.54	0.7
	Elevator	2.33	5.14	1.1
	Total	14.81	32.66	3.4
Concentration plant	Preconcentration	1.94	1.91	0.5
	concentration	55.51	54.83	5.9
	Slurry	6.20	6.13	1.4
	Total	63.65	62.87	7.8
Maintenance shop		3.00	2.97	0.2
Pelletizing plant		84.01	84.01	7.7
Grand Total			182.51	19.1

ペレット工場が最も電力原単位が大きく、全体使用電力原単位の約半分を占めている。

(3) HBI プラントを新設した場合の必要電力量

表-80 に示す通り、ペレット 1,100,000t/year、HBI 750,000t/year の生産時の場合、第2 工業地区における必要電力量は 29.72MW となる。受電所は 32MW あり、問題ないと考える。

表-80 Power demand of the second industrial area

Production	Actual demand of existing p.		HBI Plant (130 kWh/HBI-t)				Total	
	600 kt/year (MW)	1100 kt/year (MW)	600kt/year (7500h/year)		750kt/y (7500h/year)		Pellet: 100kt/year	HBI: 750 kt/year
			Ave. (MW)	Max. (MW)	Ave. (MW)	Max. (MW)	Ave. (MW)	Max. (MW)
1st Industrial area (Mine, Concentration)	11.40	20.90					20.90	25.08
2nd Industrial area (Pellet)	7.70	14.12	10.40	12.48	13.00	15.60	27.12	29.72

(4) 非常電源

第2 工業地区では非常用の発電機（ディーゼルエンジン）500KVA が 3 台あるとのこと。

また、第1 工業地区でも 16MW/1 基のガスタービン発電機が 2 台あるとのこと。調査時、1 基はオーバーホール中であった。

5.2.3 工業用水

(1) 水源地

工業用水は、工場から遠く離れた 2 地点の泉から取水し、標高落差約 400m を利用して配管輸送している。1 地点はシエラグランデにある HIPARSA 社から La Ventana 村まで約 120km、さらに取水口まで約 50km もある。供給量は 135,826 m<sup>3</sup>/month (52.40liters/sec.) である。もう一方の泉は、約 100km 先の Los Berros 村からさらに 50km 先にある。供給量は

(3) HBI プラントを新設した場合の必要電力量

表-80 に示す通り、ペレット 1,100,000t/year、HBI 750,000t/year の生産時の場合、第 2 工業地区における必要電力量は 29.72MW となる。受電所は 32MW あり、問題ないと考える。

表-80 Power demand of the second industrial area

Production	Actual demand of existing p.		HBI Plant (130 kWh/HBI-t)				Total	
	600 kt/year (MW)	1100 kt/year (MW)	600kt/year (7500h/year)		750kt/y (7500h/year)		Pellet: 100kt/year	HBI: 750 kt/year
			Ave. (MW)	Max. (MW)	Ave. (MW)	Max. (MW)	Ave. (MW)	Max. (MW)
1st Industrial area (Mine, Concentration)	11.40	20.90					20.90	25.08
2nd Industrial area (Pellet)	7.70	14.12	10.40	12.48	13.00	15.60	27.12	29.72

(4) 非常電源

第 2 工業地区では非常用の発電機（ディーゼルエンジン）500KVA が 3 台あるとのこと。

また、第 1 工業地区でも 16MW/1 基のガスタービン発電器が 2 台あるとのこと。調査時、1 基はオーバーホール中であった。

5.2.3 工業用水

(1) 水源地

工業用水は、工場から遠く離れた 2 地点の泉から取水し、標高落差約 400m を利用して配管輸送している。1 地点はシエラグランデにある HIPARSA 社から La Ventana 村まで約 120km、さらに取水口まで約 50km もある。供給量は 135,826 m<sup>3</sup>/month (52.40liters/sec.) である。もう一方の泉は、約 100km 先の Los Berros 村からさらに 50km 先にある。供給量は

154,154 m<sup>3</sup>/month (59.47 liters /sec.)である。

水源地からの供給能力 (112 liters/sec.) は極めて貧弱である。

## (2) 送水配管

配管の単長は 5m、外径は 250~450mm、厚みは 9~40mm の範囲のヒューム管を使用している。すべての配管は埋設されているが、施工当時、単純掘削、埋め戻しされているようで、土砂のコンパクションがされていないようである。そのせいもあり、最近ヒューム管からの水漏れが多く、その修繕に追われているようである。

## (3) 工業用水コスト

現在のコストは、US\$ 0.096/m<sup>3</sup>である。

## (4) 水質

中性 (7.0) である。

## (5) 工業用水の使用量実績

調査結果を表-81 に示す。ペレット約 600,000 t/year 生産時における工業用水 (補給も含む) の使用原単位が約 2.55m<sup>3</sup>/pellet-t である。

## (6) 選鉱工場の水使用量の詳細

スラリー輸送用の水を中和処理し、その 7 割 (0.46 m<sup>3</sup>/pellet-t) を再利用できたとしても、せいぜい 14 liters/sec.で、全体必要水量への影響は少ない。

## (7) 分配供給水量

各泉から供給されている水量は、大体低位安定しており、112 liters/sec. である。工場再開に際しては、この大量の工業用水の不足の解決の目途を立てる必要がある。



表-81 Water consumption in the passed five years

		1985	1986	1987	1988	1989	1990
Water consumption of each shop (m <sup>3</sup> /month)	Concentration	101447	78033	62104	84826	92866	86165
	Mine	12006	8878	5841	9559	12230	10716
	General Service	8807	7507	7975	9362	8965	7408
	Pelletizing	11504		15990	14227	20129	25793
Pellet production/year		509429	646356	464680	605134	591899	612783
Unit (m <sup>3</sup> /month)	Concentration	2.39	1.45	1.60	1.68	1.88	1.69
	Mine	0.28	0.16	0.15	0.19	0.25	0.21
	General Service	0.21	0.14	0.21	0.19	0.18	0.15
	Pelletizing	0.27		0.41	0.28	0.41	0.51
	Total	3.15	1.75	2.37	2.34	2.72	2.56

(8) HBI 設備を新設した場合の必要水量

表-84 は、生産量を HBI 設備 750,000 t/year、ペレット設備 1,100,000 t/year に設定して必要水量を計算した結果を示す。

プンタコロラダ近辺での地下水脈には砒素が含まれており、利用不可能とのことであった。その他の水源としては、工事等は大変ではあるが、シエラグランデから約 120km 離れたサン・アントニオ・デ・オエステ市の近くまで、リオネグロ（取水地点は Pomana）から運河で水が引かれており、それを利用する方法もある。その水量は 4000 liters/sec. であり、充分利用可能である。

表-84 Water demand

Name of plant	HBI		Actual demand of existing plant		Consumption for others
	Industrial water (1.5m <sup>3</sup> /t)	Industrial water (1.5m <sup>3</sup> /t)	Industrial water (2.55m <sup>3</sup> /t)	Industrial water (2.55m <sup>3</sup> /t)	
Products	601 kilo-t/year (7,500h/year)	750 kilo-t/year (7,500h/year)	613kilo-t/year (7,500h/year)	1,100kilo-t/year (7,500h/year)	
Industrial water (liter/sec.)					
Av.	33	42	58	104	83
Max. (20% up)	40		69		
Total: 275 liters/sec.					

表-81 Water consumption in the passed five years

		1985	1986	1987	1988	1989	1990
Water consumption of each shop (m <sup>3</sup> /month)	Concentration	101447	78033	62104	84826	92866	86165
	Mine	12006	8878	5841	9559	12230	10716
	General Service	8807	7507	7975	9362	8965	7408
	Pelletizing	11504		15990	14227	20129	25793
Pellet production/year		509429	646356	464680	605134	591899	612783
Unit (m <sup>3</sup> /month)	Concentration	2.39	1.45	1.60	1.68	1.88	1.69
	Mine	0.28	0.16	0.15	0.19	0.25	0.21
	General Service	0.21	0.14	0.21	0.19	0.18	0.15
	Pelletizing	0.27		0.41	0.28	0.41	0.51
	Total	3.15	1.75	2.37	2.34	2.72	2.56

(8) HBI 設備を新設した場合の必要水量

表-84 は、生産量を HBI 設備 750,000 t/year、ペレット設備 1,100,000 t/year に設定して必要水量を計算した結果を示す。

ブタコロラダ近辺での地下水脈には砒素が含まれており、利用不可能とのことであった。その他の水源としては、工事等は大変ではあるが、シエラグランデから約 120km 離れたサン・アントニオ・デ・オエステ市の近くまで、リオネグロ（取水地点は Pomana）から運河で水が引かれており、それを利用する方法もある。その水量は 4000 liters/sec. であり、充分利用可能である。

表-84 Water demand

Name of plant	HBI		Actual demand of existing plant		Consumption for others
	Industrial water (1.5m <sup>3</sup> /t)		Industrial water (2.55m <sup>3</sup> /t)		
Products	601 kilo-t/year (7,500h/year)	750 kilo-t/year (7,500h/year)	613kilo-t/year (7,500h/year)	1,100kilo-t/year (7,500h/year)	
Industrial water (liter/sec.)					
Av.	33	42	58	104	83
Max. (20% up)	40	50	69	125	100
Total: 275 liters/sec.					

#### 5.2.4 電気通信

現在ラジオフォンシステムが設置されている。再活性化に際してはモバイルフォンシステムが便利であろう。

#### 5.2.5 天然ガス

##### (1) 天然ガス本管

天然ガスは、サンタクルス州 Pico Truncado から採掘され、ブエノスアイレスに向けて輸送幹線が設けられている（幹線におけるパイプ径は 30 inch）。

##### (2) 天然ガス使用量実績

各工場での天然ガス使用実績は、表-85 に示す通りである。

表-85 The actual consumption of natural gas

Natural gas actual consumption			
	Unit consumption for each shop		Design base (Nm <sup>3</sup> /pellet ton)
	(Nm <sup>3</sup> /concentration ton)	(Nm <sup>3</sup> /pellet ton)	
Mine and Concentration plant area	1.25	1.22	-
Pelletizing plant area	30.00	30.00	23.7
Total	31.25	31.22	-

#### 5.2.4 電気通信

現在ラジオフォンシステムが設置されている。再活性化に際してはモバイルフォンシステムが便利であろう。

#### 5.2.5 天然ガス

##### (1) 天然ガス本管

天然ガスは、サンタクルス州 Pico Truncado から採掘され、プエノスアイレスに向けて輸送幹線が設けられている（幹線におけるパイプ径は 30 inch）。

##### (2) 天然ガス使用量実績

各工場での天然ガス使用実績は、表-85 に示す通りである。

表-85 The actual consumption of natural gas

Natural gas actual consumption			
	Unit consumption for each shop		Design base (Nm <sup>3</sup> /pellet ton)
	(Nm <sup>3</sup> /concentration ton)	(Nm <sup>3</sup> /pellet ton)	
Mine and Concentration plant area	1.25	1.22	-
Pelletizing plant area	30.00	30.00	23.7
Total	31.25	31.22	-

HIPARSA 社での天然ガスの使用量の実績は、31.22 N m<sup>3</sup>/pellet-t である。この数値は、ペレット工場単独のデザインベースの数値 23.7 N m<sup>3</sup>/pellet-t 使用原単位（生産量 67.5t/h・基）に比して多少高いようである。この原因はペレットの操業があまり順調でなかったことと関係していると考えられる。

### (3) HBI 製造プラント新設の場合

HBI 製造プラントを新設する場合、天然ガスの使用利用は約 2.6 Gcal/HBI-t である。HIPARSA 社では天然ガスの熱量を 1 m<sup>3</sup>=8,843 kcal としている。この値を使用すると、約 294 m<sup>3</sup>/HBI-t となり、HBI 製造プラントを建設するためにはかなりの量の天然ガスを必要とする。

HBI 設備を新設した場合の、天然ガスの使用量は表-86 の通りとなる。

表-86 Natural gas demand

Name of plant	HBI plant (MIDREX)		Pelletizing Plant		
Unit consumption	2.6 Gcal/HBI-t (8843 kcal/Nm <sup>3</sup> )		(8843 kcal/Nm <sup>3</sup> )		
	294 Nm <sup>3</sup> /HBI-t		31.22 Nm <sup>3</sup> /pellet-t		
Products	600 kilo-/year (7500h/year)	750 kilo-/year (7500h/year)	506 kilo-/year (7500h/year)	1100 kilo-/year (7500h/year)	2000 kilo-/year (Design base)
Natural gas :	(Nm <sup>3</sup> /sec.)				
Av.	6.53	8.17	0.59	1.27	
Max.	7.84	9.80	0.70	1.53	1.76
Total: 11.33 Nm <sup>3</sup> /sec.					

### (4) 天然ガスのコスト

US\$ 0.062179/m<sup>3</sup>である。

### (5) 天然ガスの分析値、発熱量

資料-12 に示す通り、発熱量は HIPARSA 社では 9,700 kcal/m<sup>3</sup>の数値を使用している。主成分は CH<sub>4</sub> が約 90% で、C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> が約 5% となっている。

HIPARSA 社での天然ガスの使用量の実績は、31.22 N m<sup>3</sup>/pellet-t である。この数値は、ペレット工場単独のデザインベースの数値 23.7 N m<sup>3</sup>/pellet-t 使用原単位（生産量 67.5th・基）に比して多少高いようである。この原因はペレットの操業があまり順調でなかったことと関係していると考えられる。

### (3) HBI 製造プラント新設の場合

HBI 製造プラントを新設する場合、天然ガスの使用利用は約 2.6 Gcal/HBI-t である。HIPARSA 社では天然ガスの熱量を 1 m<sup>3</sup>=8,843 kcal としている。この値を使用すると、約 294 m<sup>3</sup>/HBI-t となり、HBI 製造プラントを建設するためにはかなりの量の天然ガスを必要とする。

HBI 設備を新設した場合の、天然ガスの使用量は表-86 の通りとなる。

表-86 Natural gas demand

Name of plant	HBI plant (MIDREX)		Pelletizing Plant		
Unit consumption	2.6 Gcal/HBI-t (8843 kcal/Nm <sup>3</sup> )		(8843 kcal/Nm <sup>3</sup> )		2000 kilo-t/year (Design base)
	294 Nm <sup>3</sup> /HBI-t		31.22 Nm <sup>3</sup> /pellet-t		
Products	600 kilo-/year (7500h/year)	750 kilo-/year (7500h/year)	506 kilo-/year (7500h/year)	1100 kilo-/year (7500h/year)	
Natural gas :	(Nm <sup>3</sup> /sec.)				
Av.	6.53	8.17	0.59	1.27	
Max.	7.84	9.80	0.70	1.53	1.76
Total: 11.33 Nm <sup>3</sup> /sec.					

### (4) 天然ガスのコスト

US\$ 0.062179/m<sup>3</sup>である。

### (5) 天然ガスの分析値、発熱量

資料-12 に示す通り、発熱量は HIPARSA 社では 9,700 kcal/m<sup>3</sup>の数値を使用している。主成分は CH<sub>4</sub> が約 90% で、C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> が約 5% となっている。

## 5.3 HIPARSA の保全活動状況

### 5.3.1 休止している HIPARSA 社の設備保全状況

採鉱関係で約 10 名、選鉱工場関係で約 30 名、ペレット関連では約 20 名、及びワークショップ・管理部門で約 40 名程度である。設備の保守点検、特に給油脂作業、非常電源用ガスタービン、ディーゼル等のオーバーホール作業をしているが、大半の時間は空港の作業応援等の副業務をしている。

### 5.3.2 操業時の HIPARSA 社の設備保全状況

休止期間 7 年間を含むとはいえ、操業開始以来 15 年間使用してきた設備にしては、前述のように現在の設備状況、予備品の保有状況、設備の錆等の外観から、さらには工場内、設備上のちり、埃のない状況から察して、設備は大切にされ、設備保全は意識的にされていたことが想像される。

再稼働するに際し、過去の不具合の設備の改善・改修はもちろんであるが、少ない保全要員で、設備の高い稼働率の安定確保を目指すためには、少なくとも、パソコン程度の小型コンピュータを導入し、未然補修システムを取り入れた点検管理システム、予備品管理システム、設備装置作業記録カード、及び標準類の整備が必要である。

#### 5.4 アルゼンティン当局による HIPARSA 再活性化計画

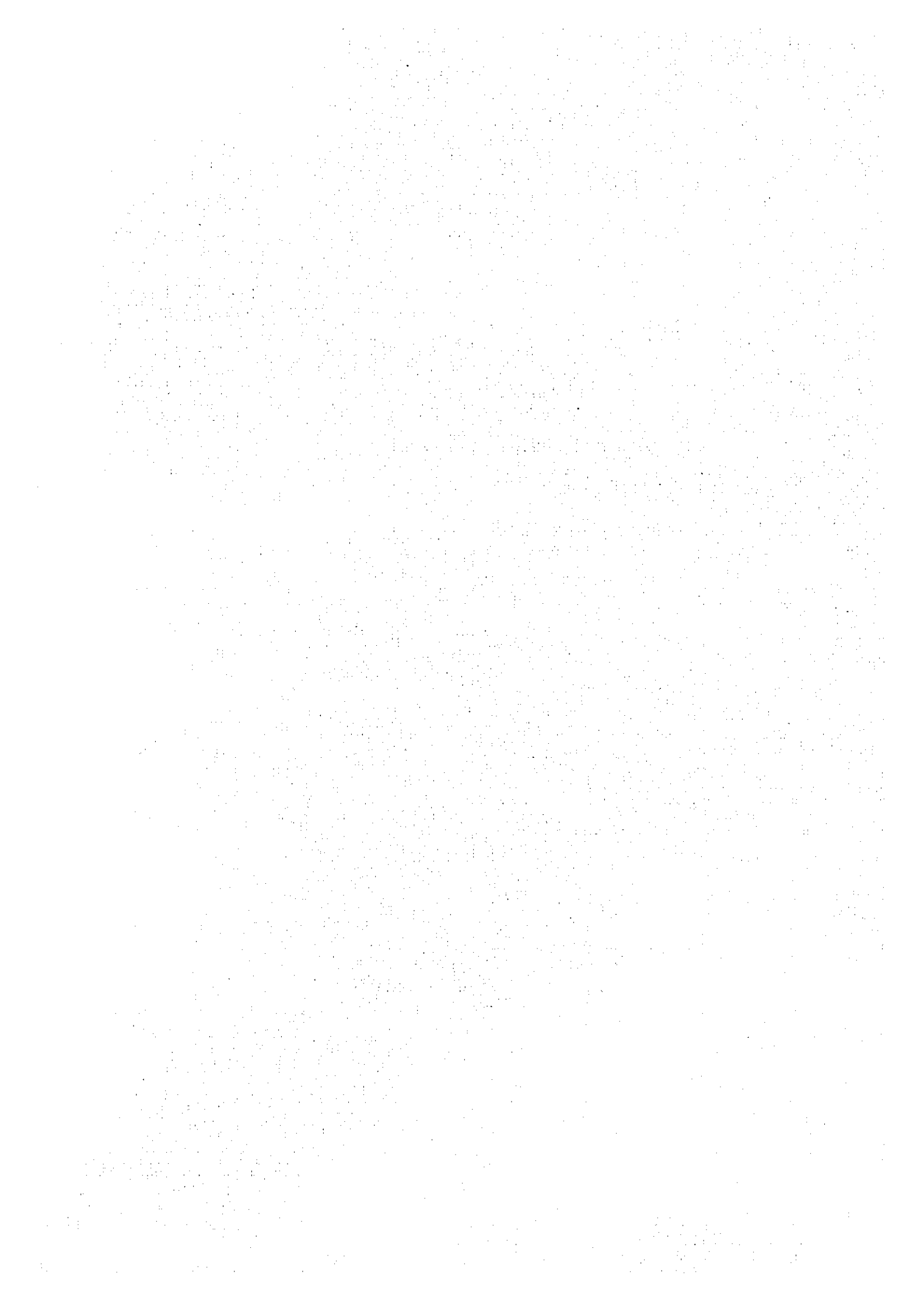
1996年に LURGI プロセスによる HBI 製造に基づく F/S が行なわれた。HBI 製造能力は年産 500,000t、プラント建設費は US\$70-million 及びガスパイプライン建設のための US\$5-million であった。現在の HIPARSA 資産の移転評価は US\$15-million と設定された。製品はすべて輸出されることとされた。

DR プロセスは、コンセントレート为原料とするため、ペレットプラントはスタディの対象から除外された。コンセントレートを DR プロセスで使う時のコストは、トン当たり US\$23 とされた。



## 第6章

### HIPARSA 社再活性化のための 適当な技術、設備、ユーティリティ



## 6.1 経済的な採掘方法の検討

### (1) 概要

操業当時の実績では、採鉱部門の人員1人当たり生産性は190t/人・月と非常に低い能率であった。

### (2) 生産能力

#### 1) 概要

当鉱山における生産能力を決定する主な要因として次の4点が上げられる。

- a) 各サブレベルに設けられた1切羽当たりの生産能力と切羽数
- b) 切羽より採掘された鉱石を1次クラッシャーまでトラック輸送する2次運搬能力
- c) 採掘鉱石を-300mmまで破碎する1次クラッシャー能力
- d) 1次粉碎された鉱石をスキップにて坑外に搬出する3次運搬能力

#### 2) 切羽生産能力と切羽数

一般的に採掘作業は、穿孔、装薬・発破、積込・運搬作業から構成されており、採用されている採掘方法により、これら作業の構成が異なる。

HIPASAM社では、扇状穿孔作業だけは装薬・発破、積込・運搬作業より数サブレベル先行して進められていた。よって切羽毎の生産能力は1発破当たりの起砕量と起砕後の鉱石の積込能力により決定され、目標となる生産量の確保は鉱画内に開設される切羽数による。

切羽の1発破当たりの生産量は、扇状穿孔における最小抵抗線間隔によって決定される。HIPASAM当時、最小抵抗線は2列分を同時発破しており、1発破当たりの生産量は次の通りである。

$$\underline{1.8m^{*1} \times 9m^{*2} \times 23m^{*3} \times 4.5^{*4} \times 2 \times 0.85^{*5} = 3,000 t / \text{発破}}$$

- ※1：最小抵抗線
- ※2：平均鉱床幅
- ※3：サブレベル間隔
- ※4：鉱石比重
- ※5：実収率

LHD の運搬効率は、1,000 t/シフトで考える。

1 切羽の採掘状況は装薬・発破作業に 1 シフト、側壁 (wall)、天盤 (roof) のゆるみ除去作業 (scaling) に 1~2 シフト、LHD による積込・運搬作業に 3 シフトとする 48 時間サイクルとなり、切羽生産能力は 1,500 t/切羽・日となる。

これら開設される切羽の採掘作業は、それぞれ異なった作業サイクルで実施されるのが実情である。よって鉱床延長約 3,000m 間の同一サブレベルに開設される切羽数は装薬・発破作業で、LHD による積込・運搬作業との競合、各レベルに設けられた穿孔及び運搬坑道の通気量 (発破後及び LHD からの排ガス処理) 等を考慮し、600~900m 間隔に 4 切羽程度である。そして鉱画内には 23m 間隔で 3 段のサブレベルが設けられており、同鉱画内には Max12 切羽の開設が可能である。

平均的には、生産可能な切羽を 9~12 切羽設け、常時 5~6 切羽より生産を行なうとした場合、年間約 2,100 kilo-t (1,500 t/切羽・日×5~6 切羽/日×20.8 日/月×12 カ月) の切羽生産量となる。

また、切羽開設のための坑道掘進により、年間 500 kilo-t の生産が見込まれ、上述した切羽からの生産量と合わせ、年間 2,600 kilo-t の生産が可能である。

### 3) 坑内ダンプによる 2 次運搬

ダンプ 1 台当たりの運搬能力より、平均運搬能率は 400~500 t /シフト・台と推定される。

よって、適正なダンプ台数の配車により、前項で述べた年産 2,600 kilo-t 体制には、十分対応が可能であると思われる。

#### 4) 1次クラッシャー、及びスキップによる3次運搬

410MLに設置されている1次クラッシャーは、ジョウ型クラッシャーであり、破碎能力は800t/hと十分な能力を有している。

また、スキップの運搬能力は、1次クラッシャー同様800t/hとなっている。

1次クラッシャー、スキップともに十分な能力を持った設備であり、HIPASAM当時の生産レベルを大きく上廻る2,600kilo-t体制に向けての増生産には十分対応が可能と思われる。

### (3) 車輛系鉱山機械

#### 1) ファンカットドリル

近年油圧式ドリフターを備え、高性能のタイヤもしくはキャタピラの乗駕されたディーゼルエンジンまたは電動モーター駆動のJumboが急速に発達している。

このような油圧Jumboの導入には、以下のメリットが上げられる。

- ①穿孔速度向上による穿孔作業の能率向上
- ②ドリルスチールのライフ向上による物品費の削減
- ③労働環境の改善（騒音、じん埃、振動）

#### 2) LHD及び坑内ダンプ

現在保有する設備の約70%は耐用時間(25,000~30,000h)を越え、今後大幅な稼働率の低下、補修費増が見込まれる。

再活性化後、高い生産性を維持していくためには、LHDにおいては坑道条件がゆるす範囲では大型化を、また実収率、安全対策上は、ラジコン化対象機種への更新を検討すべきである。

ダンプは運搬坑道の加背縮小や稼働台数増による排ガス対策を目的とし、機高の低い走行性の高い、坑内専用ダンプを導入すべきである。

### (4) メインレベル坑道

現在メインレベル(70m間隔)には、3本(さっ孔、積込、運搬)の坑道が設けられているが、再稼働後は車両交差のための待避スペース等を設け、積込、運搬坑道の併用により坑道本数の削減を計るべきである。

## 6.2 経済的な選鉱プロセスの検討

### 6.2.1 過去に提案あるいは試みられたリン分低減対策

- (1) 浮選試薬
- (2) 単体分離のための細粉碎
- (3) 15 inch サイクロンから 10 inch サイクロンへの置き換え
- (4) 磁選における試み
- (5) ペブルミルからボールミルへの転換

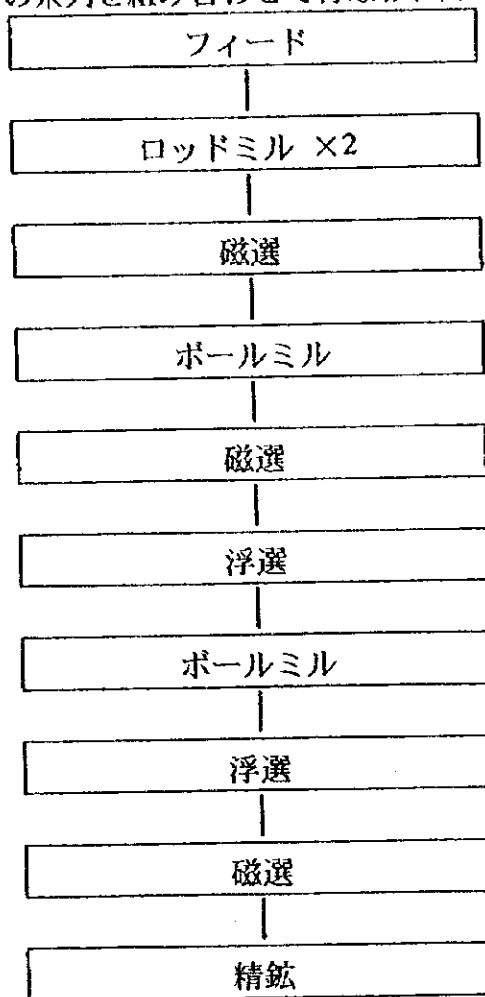
### 6.2.2 その他の有力な対策

#### (1) 2段階処理

浮選サイズに粉碎して第1段階の磁鉄鉱の濃縮と不純物除去を行ない、さらに粉碎してペレットフィードサイズで第2段階の浮選、磁選を行なう、2段階処理のプロセスである。1992年ペルーのマルコナ鉄鉱山で Refractory pyrrhotite sulphur の大幅な低減に成功した。浮選による不純物の除去を必要とする鉄鉱石から、ペレットフィード鉄精鉱の生産に適したプロセスである。

2段階処理は2つの系列を組み合わせて、**図-18**に示すフローで実施された。

図-18 2つの系列を組み合わせて行なわれた2段階処理



(2) シープベンドでの閉回路粉砕

(3) ハイドロリックコンセントレータによるデスライミング

### 6.2.3 シエラグランデにおける2段階処理の問題点

シエラグランデ選鉱工場には、3系列の設備がある。粉砕能力には余力があるので、そのうちの2系列を使えば2段階処理は容易に実現できると考えられた。ところが第1次現地調査の結果、現状にはいくつかの基本的な問題のあることが判明した。

- (1) オペレーションのエンジニアの不在
- (2) オペレーションテストは実行不可能
- (3) 巨大過ぎるペブルミル

#### 6.2.4 2段階処理のオペレーションテストプラン

#### 6.2.5 粉砕ミルの過去の実績

ロッドミル及びペブルミルの推定操業実績を、表-90 に示した。

表-90 Estimated grinding mill performance in the past

Rod Mill:	Feed rate	t/h	120
	Power consumed kW		810
	Power consumption kWh/t		6.75
	Feed size, F80 micron		21,400
	Product size, P80 micron		287
	Work index kWh/t		12.94
	Pebble mill:	Pebble	t/h
Feed rate		t/h	98
Power consumed kW			2,064
Power consumption kWh/t			21.06
Feed size, F80 micron			287
Product size, P80 micron			33
Work index kWh/t			18.31

#### 6.2.6 2段階処理のフローシートの検討

- (1) マルコナ型の典型的な2段階処理

第1次現地調査及び帰国後の検討の結果、粗鉱量は年間2,600,000t、精鉱量は年間1,100,000tを前提とすることになった。プレコンセントレートの量は



年間1,900,000t、年間330日の運転とすると、250t/hのレベルである。

現状の1系列138t/hは必要な処理能力の半分をやや上回る程度で、2系列を1本化する、典型的な2段階処理が可能に見える。

ところが、具体的に検討してみると、そう単純には行かないことが明らかになった。問題はペブルミルが巨大過ぎることである。

## (2) シエラグラndeにおける2段階処理

現在のペブルミルの消費電力推定値は、2,064kWである。これは設備動力4,800kWの43%に過ぎない。さらに、ペレットフィード鉄精鉱中のリン分の低減のためには第2段階の粉碎はボールミルにする必要がある。ボールはペブルより比重が大であるから、消費電力のレベルも高くなる。

単純な形での2段階処理が不可能となれば、変則的な形を考えなければならない。最も工事が少なくすみ、可能性の大きいのはロッドミルの1台をボールミルに転換して、第2段階の粉碎を行なう方式であろう。フローシート案を図-22に、粉碎成績の予想を表-92に示す。

表-92 Grinding mill performance expected

Rod Mill:	Feed rate t/h	113×2
	Power consumed kW	810×2
	Power consumption kWh/t	7.17
	Feed size, F80 micron	21,400
	Product size, P80 micron	258
	Work index kWh/t	12.94
	Pebble mill:	Pebble t/h
Primary mag. conc. t/h		180
Power consumed kW		2,660
Power consumption kWh/t		14.76
Feed size, F80 micron		258
Product size, P80 micron		49
Work index kWh/t		18.31
Ball mill:	Feed rate t/h	161
	Power consumed kW	780
	Power consumption kWh/t	4.84
	Feed size, F80 micron	49
	Product size, P80 micron	33
	Work index kWh/t	15.46

图-22 Idea of new flowsheet

1,900,000t/year  
330days/year

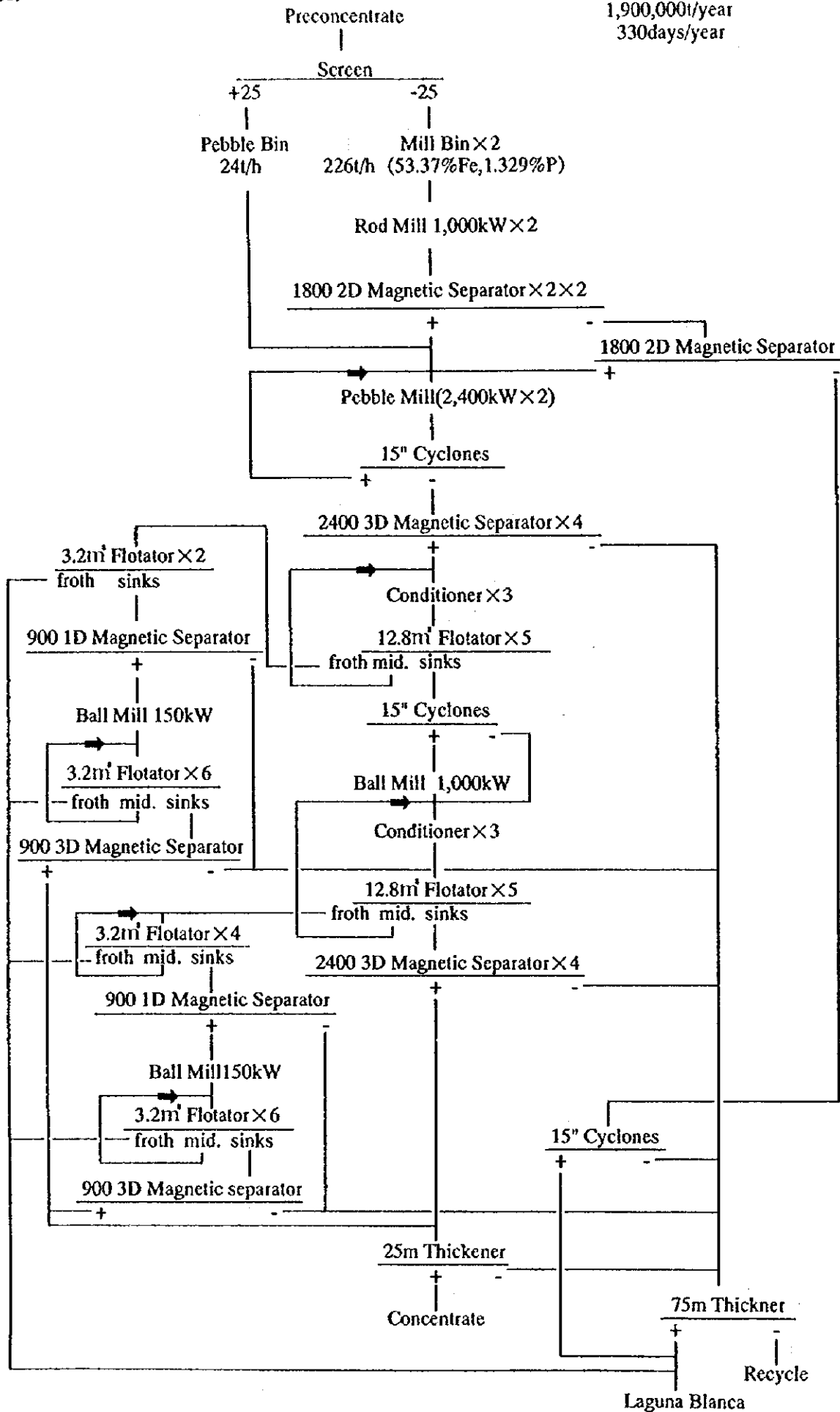


表-92 Grinding mill performance expected

Rod Mill:	Feed rate t/h	113×2
	Power consumed kW	810×2
	Power consumption kWh/t	7.17
	Feed size, F80 micron	21,400
	Product size, P80 micron	258
	Work index kWh/t	12.94
	Pebble mill:	Pebble t/h
Primary mag. conc. t/h		180
Power consumed kW		2,660
Power consumption kWh/t		14.76
Feed size, F80 micron		258
Product size, P80 micron		49
Work index kWh/t		18.31
Ball mill:	Feed rate t/h	161
	Power consumed kW	780
	Power consumption kWh/t	4.84
	Feed size, F80 micron	49
	Product size, P80 micron	33
	Work index kWh/t	15.46

### 6.2.7 ラボラトリーにおける選鉱試験

オペレーションテストが実施不可能と判断されたので、実験室のバッチテストを試みることになった。動的な（ダイナミックな）要素を含む 2 段階処理の効果が、実験室のバッチテストで立証できるかどうかは疑問であったが、リン分は大幅に低下し、実験室のテストで 2 段階処理の効果を示す、予想以上の結果となった。最終精鉱のリン分は、現状の 1 段階処理のテスト 5 の 0.066% P に対し、テスト 6 は 0.036% P であった。

図-22 に示したシエラグラランデのための変則的な 2 段階処理のテストは、テスト 10 で、最終精鉱のリン分は 0.035% P であった。表-93 にテスト 5、6、10 及び 7 の最終精鉱のデータを一覧表示した。テスト 7 はテスト 10 と同じく、図-22 方式の 2 段階処理テストである。

テスト 5 を含め、最終精鉱の粒度分布とリン及び鉄品位は、すべて INTEMIN の分析結果を採用した。

表-93 Property of final concentrate

		Test 5	Test 6	Test 10	Test 7
Yield (weight recovery)	%	46.95	48.81	46.26	29.23
Size					
- 45 micron	%	90.44	86.34		75.59
Assay					
T.Fe	%	70.73	69.87	70.39	70.84
P	%	0.066	0.036	0.035	0.026
Distribution into concentrate					
Fe recovery	%	56.60	58.99	57.49	35.80
P recovery	%	2.83	1.49	1.44	0.70

### 6.2.8 予想選鉱成績

#### (1) 過去の選鉱成績

1980年から1990年までの生産実績を、表-64と表-65に示した。1988年から1990年までの磁選尾鉱と浮選尾鉱を区別した操業実績も入手している。3年間の合計は表-96に示す通りである。

表-96 Operation Performance (1988-1990)- Concentration plant

Product	Weight		Assay		Distribution %	
	t	%	% Fe	% P	Fe	P
Preconcentrate	2,845,056	100	52.98	1.315	100	100
Non-magnetic tail	914,862	32.2	23.61	3.095	14.3	75.7
Flotation tail	208,992	7.3	51.82	3.269	7.2	18.3
Concentrate	1,721,202	60.5	68.73	0.131	78.5	6.0

#### (2) 予想選鉱成績

表-64、65及び表-96の操業実績と選鉱試験の結果を考慮した、予想選鉱成績を表-97、98に示す。

表-97 Estimated concentration operation-1  
Preconcentration plant

Product	Weight	
	t/year	%
Run-of-mine ore	2,600,000	100
Waste	700,000	26.9
Preconcentrate	1,900,000	73.1

表-98 Estimated concentration operation-2

Product	Weight		Assay		Distribution %	
	t/year	%	% Fe	% P	Fe	P
Preconcentrate	1,900,000	100	53.37	1.329	100	100
Non-magnetic tail	637,000	33.5	24.40	3.260	15.3	82.2
Flotation tail	163,000	8.6	57.69	2.434	9.3	15.7
Concentrate	1,100,000	57.9	69.50	0.047	75.4	2.1

### 6.2.9 発展的な検討

#### (1) 細粉碎によるリン分の低減

リン分の低減を確実にするために、さらに検討しておくことにする。最も効果的な手段は精鉱の粒度を細かくすることである。HIPASAM 操業開始当初の計画値である-44 ミクロン 95%に粉碎すれば、リン分低減の余地は大いに増加する。精鉱の脱水が過去に問題とされたが、フィルタを改善すれば解決する見込である。

#### (2) リン精鉱の回収

今回の調査の範囲外でこれまで触れなかったが、リン精鉱の回収もシエラグラндеの鉄鉱石に関する重要な検討課題と考えられる。1984 年に JICA によってシエラグラнде選鉱工場の磁選尾鉱からリン酸肥料を製造

する調査が行なわれ、その結論は否定的であった。精鉱の回収費用が高い、精鉱の鉄分が高い、回収率が低いなどが理由とされた。

磁選尾鉱からリン精鉱を回収しようとするとき幾つかの問題がある。1次磁選の尾鉱は浮選には粗過ぎ、2次磁選の尾鉱は浮選には細か過ぎる。粗過ぎる方は粉碎のコストがかかり、細か過ぎる方はリン精鉱の純度を高める障害になる。

鉄鉱石の選鉱を2段階処理で行なえば、第1段階は浮選サイズの粉碎を行なうことになるので、リン精鉱の回収には好都合である。リン精鉱の回収の最初の段階は、鉄鉱石のリン分除去の一部として、コストを要せずに行なうことができる。ロッドミルの後の1次磁選を行なわず、全量浮選サイズに粉碎して、リン回収浮選の後に磁選を行なう。

## 6.3 経済的な鉄鉱石ペレタイジングの検討

### 6.3.1 過去の問題点と考慮すべき点

#### (1) 原料（精鉱）の化学成分

HIPASAM の精鉱またはペレットのリン、アルミナ、アルカリ含有量は、高炉用ペレットに対する品質要求より高い。リン分が0.04%より下がるなら、精鉱中の鉄分は70%以上となる。DR 用ペレットの鉄分規制は67%以上であり、それは精鉱中の鉄分68.83%と等しい。

精鉱中リン分が下げられ、0.052 及び0.06%になるなら、HBI 中リン分はそれぞれ0.07 及び0.08% となり、HBI に対しての上限となる。

#### (2) 精鉱の物理性状

精鉱には超微粉が多く、脱水がしにくい。また、マグネタイトの酸化は、他鉱石と比較して速い。

#### (3) ペレット物理性状の問題

圧壊強度は規制値内に保たれているが、ふくれ指数、回転強度、低温（還元）劣化等は規制値より劣っている。回転強度や低温（還元）劣化に関しての劣性なペレット性状は、不均一焼成、急速加熱、高い水分に帰することができるふくれはアルカリ含有量が高い時や、不十分な焼成の時に高くなる。

これらの現象すべてがチャンク生成につながる可能性を持つ。

#### (4) 低い稼働率

このプラントは、年間生産日 312.5 日、稼働時間 7,500 時間で、年産 2,000,000t としてデザインされている。

新経営下では、制御範囲外の停止はなくなるとして、停止時間減少を考慮すると、表-101 内の“\*3”印のある列の数字となる。すると、稼働時間は7,509 時間となり、ほぼデザインと同じとなる。

表-101 Time analysis of actual result and estimation

Items for time	h/year*1	%*1	h/year*2	%*2	h/year*3	%*3
Available hours for production	5244.5	59.8	6913.9	78.9	7509.8	85.7
Stoppage due to Initial stage trouble	399.1	4.6	526.3	6.0	128.6	1.5
Stoppage due to Control system trouble	41.0	0.5	54.1	0.6	13.6	0.2
Stoppage due to peculiar cause for this plant	960.2	11.0	1265.8	14.5	100.0	1.1
Stoppage due to the cause of "out of control"	2115.1	24.1				
Minor scheduled shut down					288.0	3.3
Major scheduled shut down					480.0	5.5
Operating time loss for cooling down and heating before and after scheduled shut down					240.0	2.7
Total	8760.0	100.0	8760.0	100.0	8760.0	100.0

\*1: Before correction

\*2: After correction by removing out of control stoppage

\*3: After correction by adding scheduled major and minor shut down

(5) この工場に特有な問題

1) この工場の問題点に関しての一般の見解

生産の初期段階では、生ペレットの粉化が起こったと報告されている。添加物配合の調整により解決されたが、チャンク生成とそれに起因したワイパーの損傷、吹き抜け、耐火物損傷等は解決されず、年間生産量は非常に低かった。

2) パースティング

ペレットが急速な昇温で焼成され突然の水分が蒸発する時に起こるパースティングは、ペレット粒を粉々に破壊する。この工場におけるパースティングの根本的な原因は、下記の通り。

(A)原料が細かい（微粉が多い、スライムが多い）

(B)生ペレットの水分が高い

(C)排ガス温度が高く、焼成ゾーンのレベルが浅い(昇温が非常に速い)

(D) 生ペレット積み付けレベルの変動



### 3) チャンク生成

バースティングに起因する粉がチャンクを生成。

ペレット粒子間に存在する粉が、通気性を阻害することにより、マグネタイトへの酸素供給を減らし、FeO とシリカが高い部分は低融点の化学組成を作る。この低融点の化合物とペレット粒子間に存在する粉が、ペレット同士の軽度の固着を補強して堅い結合を起こさせる。

実行可能なチャンク生成防止方法は、バースティングを防止することである。

### 6.3.2 ポットテスト

テスト結果を表-104 に示す。表内 KSL-25 及び Forecast の列に、将来製造の品質予測のデータを記す。

結論は下記の3点である。

- ・ベントナイトの高配合及び高水分は圧壊強度に良い影響を与えない。
- ・ベントナイト 1% 配合で DR 用ペレットを製造することは可能である。
- ・水分は 10% 以下にすべきである。

表-104 Burn through result

	PGF-026	PGF-027	PGF-028	PGF-029	PGF-030	PGF-031	PGF-032	PGF-033	PGF-034	KSL-24	KSL-25	Fore cast	Spec
Bentonite blend	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	-
Limestone blend	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	-
Moisture of green ball	9.2	10.3	10.3	9.1	10.3	10.0	9.5	9.3	9.8	8.6	9.6	9.6	-
Drop number	13.8	16.7	16.7	over 20	over 20	over 20	over 20	7.8	9.9	3.7	6.0	6.0	-
Dry compression	11.3	10.8	10.8	7.5	14.7	14.7	14.7	6.1	5.2	1.4	1.4	1.4	-
kg/P													
Wet compression	11.77	12.32	12.88	12.88	12.88	12.88	12.88	12.88	12.88	13.65	14.39	12.88	-
Firing temperature	15	15	15	15	15	15	15	15	15	6	3	15	-
min													
Retention time at F.T	15	15	15	15	15	15	15	15	15	7	7	15	-
min													
Retention time over 1280°C	235	243	259	215	216	240	259	217	215	153	144	144	-
heating rate(0-5min)	329	328	317	314	328	316	315	318	321	375	323	350	-
Temp. after 1.5 min heating													-
°C													-
Chemistry of fired pellet													-
T.Fe											67.11	67.11	66>
%													
FeO											6.15	6.15	-
%													
P											0.05	0.05	0.03>
%													
SiO2											2.12	2.12	3.0>
%													
Al2O3											1.62	1.62	1.8>
%													
CaO											0.32	0.32	-
%													
MgO											0.10	0.10	-
%													
K2O											0.037	0.037	-
%													
Na2O											0.063	0.063	-
%													
S											0.00	0.001	>0.025
%													
V2O5											0.19	0.19	-
%													
Porosity											27.70	26.00	-
%													
Cold comp. strength	113	137	174	134	157	124	128	266	305	149	193	250	150>
kg/P													
Tumbler													
+1/4	96.9	97.1	97.6	95.8	97.8	92.9	82.8	96.9	96.3	87.5	93.0	96.4	95>
%													
1-6.3mm											2.4	1.2	-
%													
1-0.5mm											0.1	0.1	-
%													
-0.5mm	2.7	2.5	1.9	1.6	1.5	1.5	2.1	2.2	2.3	6.5	4.5	2.3	4.0>
%													
Linder test													
%													
+1/4									98.6		99.1	99.1	>97
%													
1/4 to 6M(6.35 to 2.36 mm)									0.2		0	0	-
%													
6M to 32M(2.36 to 0.495 mm)									0.5		0.1	0.1	-
%													
-32M									0.7		0.7	0.7	-
%													
Reduction ratio											93.3*1	93	-
%													
Metallization									92.2*1		92.2*2	90.2*1	>92
%													
Static bed reduction													
%													
Reduction ratio									96.4*1		95.7*1	93	-
%													
Comp. strength after reduction											53.6	>50	>50
kg/P													
Metallization									94.6*1		98.1*2	93.7*1	>92
%													
Reduction test under load													
%													
Cluster strength*3											99.6*1	30	<30
%													
Reduction ratio											98.4*1	95	>92
%													
Metallization											97.5*2	97.7*1	>92
%													

\*1: Calculated from weight loss      \*2: Calculated from analytical result      \*3: Cumulative % of residual as cluster during 20 times shrunter

### 6.3.3 シャフト炉内の流熱移動のシミュレーション

下記の事項を考慮しながら、汎用一次元モデルでシミュレーションが実施された。

- ①ガス・ペレット間の熱伝達
  - ②マグネタイトの酸化
  - ③水の蒸発・凝縮
- 変数としては
- I-ガス・ペレット間の熱伝達効率
  - II-ペレット・ガスの供給速度

#### (1) シミュレーションモデルの概念

##### 1) 計算モデルの概要

シャフト炉を簡略にするため、このモデルは単位面積を持つ円筒を使用し、炉内水平面では化学組成、温度等が均一とした。

##### 2) 化学反応及び相変化

このモデルは下記の化学反応及び相変化を考慮した。

- ・水分蒸発
- ・水分凝縮
- ・マグネタイトの酸化

#### (2) シミュレーション結果

- 1) 深さ方向に良好な熱交換を持つ昇温パターン
- 2) 熱交換が上部でのみ良好な場合の昇温パターン
- 3) 二次元からの考察

#### (3) 結論

急速な昇温パターンを抑えるためには、円筒全体の熱交換効率を良好に、かつ均一にすることが重要である。低い熱交換効率の理由は、生ペ

レットの変形及び破壊がガス流れを抑えることと推測される。

従って、下記が重要となる。

- ・変形に強い生ペレットを作ること
- ・急速な昇温を緩やかにするためにガス量を減少させること

#### 6.3.4 必要な改善

必要な改善は下記のようにまとめられる。

- 1) 停止を減らすための機器の状態の修正を完了させる。
- 2) 小粒の含有量を少なくし、安定した造粒を行ない、積み付けレベルを一定にし、通気性を良好にすることで、バースティングを防止するため、ペレット水分を減少させる。
- 3) バースティングを防止し、チャンク生成を防止するための焼成制御方法を変更する。
- 4) インデックスコンベアの改造、ペレットを平らに積むことにより、停止の減少を図る。
- 5) モルタル注入に必要な、長い停止を減少させるために熱ガスダクトの構造を変更する。

#### 6.3.5 操業の予測

##### (1) 炉代

1 炉代、炉操業開始から終了までの期間として16カ月を想定した。これは局所的な煉瓦の張り替えのためである。他の工場では7年毎に全体的な煉瓦の張り替えを行なっているとの報告がある。

(2) 4つの炉の操業形態

1.1million-t/year を生産するには、各炉 62 t/h の生産率で、3 炉の同時運転をすることになる。他の1炉はスタンバイとなる。つまり、3 炉の操業、1 炉は4 カ月間の炉修で、1.1million-t/year の生産が可能となる。

(3) 年間運転時間

このスタディのために、余裕を持った、そして詳細な運転時間の推定を表-107 に示す。

(4) 生産率

62 t/h の生産は可能であろう。

表-107 Estimation of operation time for the study

Item No.	Items for time	h/year*3	%*3	h/year*5	%*5
1	Available hour for production	7509.8	85.7	6077.8	69.4
2	Stoppage due to Initial stage trouble	128.6	1.5	128.6	1.5
3	Stoppage due to Control system trouble	13.6	0.2	13.6	0.2
4	Stoppage due to peculiar cause for this plant	100.0	1.1	100.0	1.1
5	Stoppage due to the cause of "out of control"				
6	Stoppage due to special cause*4			1000.0	11.4
7	Minor scheduled shut down	288.0	3.3	576.0	6.6
8	Major scheduled shut down	480.0	5.5	480.0	5.5
9	Operating time loss for cooling down and heating before and after scheduled shut down	240.0	2.7	384.0	4.4
10	Total	8760.0	100.0	8760.0	100.0

\*3: Refer to Table-101

\*4: arrival delay of spare parts, delay of fabrication, etc.

\*5: Time distribution for production plan in this study

(5) DRI 用ペレットまたはBF 用ペレット

どちらのペレットが生産されるかは、ペレット製造の観点からは決められない。このスタディとして可能性のある原料配合を、表-108 に示す。製品ペレットの化学組成は精鉱の鉄分が 68.7%と 70%で計算した。熱量原単位は精鉱の鉄分が 68.7% として計算している。

(6) 電力原単位

年産 1.1million-t の時、原単位は 60 kWh/t と推定される。BF 用ペレット製造に対し、60 kWh/t-p、DR ペレット製造に対しては添加物の粉砕がないこと、マスレシオが減少することから 58 kWh/t-p と仮定できるであろう。

表-108 Raw material and chemistry of product pellets

	Conc Fe=68.7	Conc Fe=68.7	Conc Fe=70.0	Conc Fe=70.0
	Pellets for BF	Pellets for DR	Pellets for BF	Pellets for DR
Bentonite (kg/P)	10.0	10	10.0	10
Dolomite (kg/P)	72.0		39.0	
H.Lime (kg/P)	6.5		2.6	
T.Fe (%) in product	64.1	66.85	66.6	68.1
SiO <sub>2</sub> (%) in product	2.3	2.3	1.4	1.3
CaO (%) in product	2.8	0.32	1.6	0.3
MgO (%) in product	1.5	0.12	0.9	0.1
C/S	1.2	0.14	1.2	0.3

(7) 焼成エネルギー原単位

表-109 は、熱量原単位と関連データを示す。ヒートパターンの変更による排ガス温度の低下そしてペレットにより炉外へ持ち出される熱量の微増を仮定して原単位は予測された。

表-109 Unit consumption

	BF pellets in HIPASAM	New BF pellets	DR pellets
Bentonite (kg/t-p)	15.5	10.0	10.0
Dolomite (kg/t-p)	17.7	72.0	0.0
Silica (kg/t-p)	6.8	0.0	0.0
Hydrated lime (kg/t-p)	0.6	6.5	0.0
Waste gas temp (°C)	280	180	180
Heat loss by waste gas (mega cal/t-p)	99	59	55
Decomposition heat(mega cal/t-p)	6	23	0.7
Green pellets moisture(%)	11.0	9.3	9.3
Heat loss of water evaporation(mega cal/t-p)	74	65	60
N.Gas consumption (Nm <sup>3</sup> /t-p)	27	18	15
Carbon consumption (kg/t-p)	0	6	6
Total in duration heat (mega cal/t-p)	239	220	200