

6.4 HBI 製造法の検討

(1) 鉄の生産プロセスのレビュー

20 指に余るこれら新しい製鉄法の中から、最も適したプロセスを選択するに当たっては、次の 3 点を考慮しなければならない。

- 1) 最終成品として何を選ぶか
- 2) 鉄鉱石は何を使えるか
- 3) 還元剤として何が使えるか

これら 3 点について新しい製鉄プロセスを比較したものを表-110 に示す。この表の中で、COREX、FIOR、HYL III、Iron Carbide、MIDREX、SL/RN の各プロセスは、既に商業規模での生産が行なわれている。

(2) 製鉄プロセスの選択

HIPARSA 社再活性化の観点からは、上述の 3 点に関して以下のように考えられる。

1) 最終成品について

成品はこれら貯鉱、輸送等のハンドリングを受ける間に再酸化しないものでなければならない。

これを満足させるのは銑鉄、熱間固形鉄（以下 HBI）、と炭化鉄（以下 Fe_3C ）であり、これらが HIPARSA に適した成品と言える。

2) 鉄鉱石について

流動層還元方式においては、44 ミクロン以上のサイズの粉鉱が要求されるが、これは超微粉をミニペレット化することによって解決でき、この点に関して 1994 年にドイツで行なったシエラグランデの鉱石を使つてのテストによって 500 ミクロン以上のサイズにできることを確認している。

アイアンカーバイド方式は、1996 年からトリニダード・トバゴ

(Trinidad-Tobago) で操業され、成品を米国 NUCOR 社に販売している。FINMET 方式は、ベネズエラで長年に亘り HBI を生産している FIOR 方式の改良プロセスである。CIRCORED 方式は、トリニダード・トバゴに建設されたが、商業生産したプラントはまだ世界のどこにもない。

JICA 調査団としては、これらのプロセスが MIDREX 方式や HYL 方式のように技術的に確立されたものとは言えないことから、HIPARSA 社の再活性化に採用することは薦められない。

3) 還元剤について

天然ガスが既存の主管から約 47km の枝管をとることによって、使用可能になる。

ガスのコストは US\$0.062179/m³ (発熱量:9700kcal/m³, US\$ 1.6/mmBTU) と言われている。サンタクルズで採掘される Rio Turbio 石炭もあり、コスト (CIF US\$ 40/t, 発熱量: 6500 kcal/kg, US\$ 1.55 /mm BTU)も天然ガスと十分競争しうる。

しかしながら、Rio Turbio 炭は FASTMET 法で推奨される石炭に比べて、揮発分、灰分、固定炭素の量があまりにもかけ離れており、FASTMET 法の還元剤としては使えないであろう。

以上の検討結果から、上述の 3 点を満たすプロセスは MIDREX と HYL III のみであり、両プロセスとも成品は HBI である。MIDREX、HYL III、及び FASTMET の各プロセスの最終成品、鉄鉱石、還元剤の典型的な例を表-111 に示す。

表-110 Iron Making Process

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
	Circofer	Circored	COMET	FASTMET	FINMET	FIOR	HYL III	MIDREX	Iron Carbide	Inmetco	SL/RN	COOREX	Cleanmelt	Ifocon	Romelt	DIOS	Hi-smelt	Technored	
Products																			
DRI (Sponge iron)			☆	☆			☆	☆		☆	☆								
HBI (Hot Briqueted iron)	☆	☆		☆	☆	☆	☆	☆		☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆
Molten iron																			
Pig iron												☆							
Iron carbide (Fe ₃ C)									☆										
Raw Materials																			
Pellet / Lump							☆	☆			☆	☆							
Fine (Pellet feed)*1	☆*	☆*	☆	☆						☆									
Fine (Iron carbide feed)*2									☆										
Fine (Finmet feed)*3					☆	☆							☆	☆	☆	☆	☆		☆
Fine (Sinter feed)*4																			
Fine (Circos-feed)*5	☆	☆																	
Fine (Other limitation)																			
Reductants																			
Natural gas		☆			☆	☆	☆	☆											
Coal	☆		☆	☆						☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆

Source : Midrex report and others

Note

- *1 : size of ore < 44 μ more than 75%
- *2 : size range of ore 0.1 - 1 mm
- *3 : size of ore > 6mm max15%, < 0.15mm max25%
- *4 : size range of ore < 6mm
- *5 : size range of ore 30 μ - 1mm

☆ : micro pellet is applicable

表-111 Comparison of MIDREX, HYL III and FAST MET

	MIDREX	HYL III	FAST MET
Product			
Type	HBI / DRI	HBI / DRI	HBI / DRI
Total Fe (%)	90 to 94	91 to 93	86 to 92
Metallic Fe (%)	83 to 89	83 to 88	80 to 87
Metallization (%)	92 to 95	92 to 95	92 to 95
Gangue minerals (%)	2.0 to 6.0	2.0 to 6.0	4.0 to 8.0
C (%)	0.8 to 1.2	1.2	1.0 to 6.0
Iron Oxide			
Type	Pellet / Lump	Pellet / Lump	Pellet feed
Size (mm)	Pellet 9 - 16 Lump 10 - 35	Pellet 9 - 16 Lump 10 - 35	< 0.044 more than 75%
Operation Parameter			
Iron ore (t / t-HBI)	1.45	1.45	1.3
Nat. gas (Gcal / t-HBI)	2.6	2.8	0.6
Coal (75%FC, t / t-HBI)	—	—	0.35
Binder (kg / t-HBI)	—	—	2.6
Electricity (kWh / t-HBI)	130	90	90
Water (m ³ / t-HBI)	1.5	1.8	1.0

(Source : MIDREX report)

(3) ユーティリティ

750 kilo-t/year の HBI をプンタコロラダで生産する場合に必要なユーティリティの量及び性状を、表-113 と表-114 に示す。

ここで FASTMET プロセスで使用する石炭量については FC 量で補正している。

(4) 初期投資額と生産コストについて

プンタコロラダに 750 モジュールの HBI プラントを建設し、標準的な操業条件で 750 kilo-t/year の HBI を生産するときの初期投資額を、表-115 に示す。

表-113 Required Utility (Quantity)

Product (HBI)	MIDREX		HYL III		FAST MET		Suppliability
	750 kilo-t/year	7500 h/year	750 kilo-t/year	7500 h/year	870 kilo-t/year	7500 h/year	
	Unit cons. (per t-HBI)	Demand (per Year)	Unit cons. (per t-HBI)	Demand (per Year)	Unit cons. (per t-HBI)	Demand (per Year)	
Natural gas (Gcal)	2.6 Gcal	1.95×10^6	2.8 Gcal	2.10×10^6	0.6 Gcal	0.52×10^6	
(Nm ³ - 8800 kcal/Nm ³)	295Nm ³	221×10^6	318Nm ³	239×10^6	68Nm ³	59.2×10^6	
20% allowance (Nm ³)		265×10^6		286×10^6		71.0×10^6	
Coal (44 %FC - ton)	—	—	—	—	0.58	504,600	
20% allowance (ton)						605,520	
Water (m ³)	1.5	$1,125 \times 10^3$	1.8	$1,350 \times 10^3$	1.0	870×10^3	
20% allowance (m ³)		$1,350 \times 10^3$		$1,620 \times 10^3$		$1,044 \times 10^3$	
Electricity (kWh)	130	97.5×10^6	90	67.5×10^6	90	78.3×10^6	
20% allowance (kWh)		117×10^6		81.0×10^6		94.0×10^6	

表-114 Required Utility (Quality)

Natural Gas		Coal			Water		
	Pico Truncado		Rio Turbio		Characteristics	Available	
Gas composition (%)		Proximate analysis (%)					
CH ₄	65.0~96.0	Ash	10	16.0	PH value		
C ₂ H ₆	1.0~26.0	Volatile matter	15	40.0	(mg/lit)		
C ₃ H ₈	0.04~7.0	Fixed carbon	75	44.0	Total hardness	11.9~35	
other CmHn	~2.8	Ultimate analysis (%)			Calcium hardness	11.9~30	
		C		76.6	Total alkalinity	12.6~37	
CO ₂	0.02~12.0	H		6.2	Suspended solids	0.5~10.5	
N ₂	0.4~17.0	N		0.8	Dissolved solids	16~50	
H ₂	~0.2	S		0.9	Sulfate	1.5~3.0	
O ₂	0.01~1.0	O		15.5	Total Fe	0.16~2.4	
		Ash analysis (%)			Dissolved Fe	0.16~0.8	
Net calorific value		Fe ₂ O ₃ / TiO ₂		13.2/0.9	Silica	3.4~10.9	
(Hh kcal/Nm ³)	9,700	SiO ₂ / Al ₂ O ₃		52.2/20.3	Chloride	0.5~1.3	
Gross calorific value		CaO / MgO		7.9/0.9			
(HI kcal/Nm ³)	8,800	P ₂ O ₅ / SO ₃		P/S 0.1/3.4	Temperature (°C)	max 35	
		K ₂ O / Na ₂ O		0.4/0.6	Pressure(kg/cm ² G)	5~7	
		Hardgrove Index		50			
		Moisture (%)		14			
		Calorific value (kcal/kg)		6500			
		Ash Soft. temp (°C)		1280-1300			
		Melt. temp (°C)		1350-1420			

表-115 Comparison of Capital Cost and Operation Cost (Preliminary)

General Spec.	MIDREX			HYL III			FAST MET		
	Unit cons. (per t-HBI)	Unit price (\$)	Cost (\$/t-HBI)	Unit cons. (per t-HBI)	Unit price (\$)	Cost (\$/t-HBI)	Unit cons. (per t-HBI)	Unit price (\$)	Cost (\$/t-HBI)
Nominal capacity (kilo-t/year)		750			750			870	
Module size		750			750			45 X 2	
Operation rate (h/year)		7,500			7,500			7,500	
Capital Cost (m\$)		170			175				
Operation Cost	Unit cons. (per t-HBI)	Unit price (\$)	Cost (\$/t-HBI)	Unit cons. (per t-HBI)	Unit price (\$)	Cost (\$/t-HBI)	Unit cons. (per t-HBI)	Unit price (\$)	Cost (\$/t-HBI)
Iron ore (Pellet-t) (Conc.-t)	1.45	30	43.5	1.45	30	43.5	—	—	—
Natural gas (Nm ³)	—	—	—	—	—	—	1.3	20	26
Coal (75%FC-t)	295	0.062179	18.34	318	0.062179	19.77	44	0.062179	2.74
Electricity (kWh)	—	—	—	—	—	—	0.58	40	23.20
Water (m ³)	130	0.040	5.20	90	0.040	3.60	90	0.040	3.60
N ₂ gas (Nm ³)	0.5	0.34	0.17	1.8	0.34	0.61	1.0	0.34	0.34
Binder (kg)	—	—	—	—	—	—	2.6	1.8*	4.68
Consumable									
Labor (m-h)	0.5	6	3.0	0.5	6	3.0	0.5	6	3.0
Maintenance (\$)	6.0		6.0	9.0		6.0	6.0		6.0
Total			76.21			76.48			69.56

* Peridure : 1800\$/t

6.5 鉄鉱山、選鉱工場、ペレット工場、及びHBI工場の所要ユーティリティ

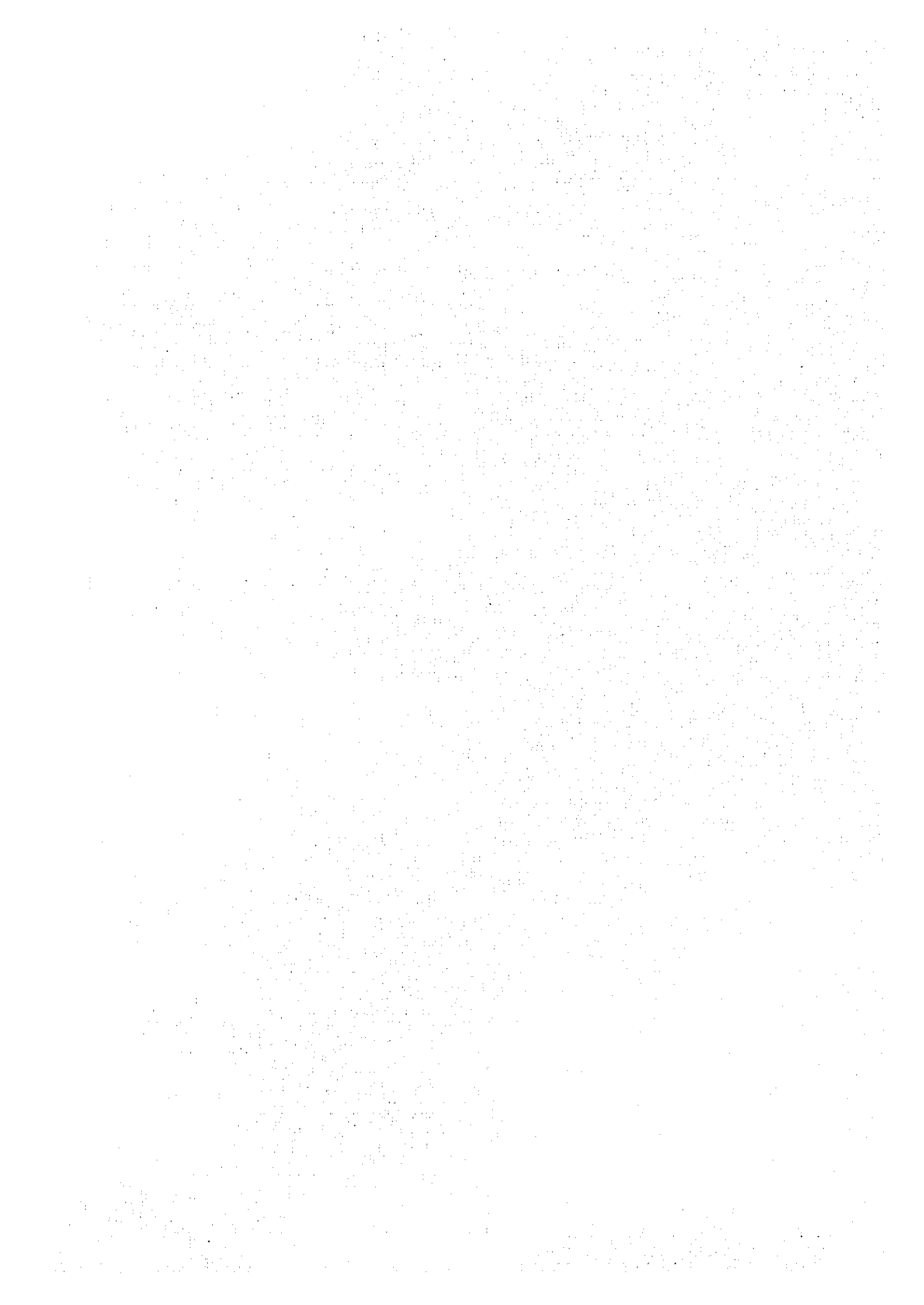
鉄鉱山、選鉱工場、ペレット工場、及びHBI工場の所要ユーティリティの量を、表-116に示す。

表-116 Required Utilities in Normal Operation

	Mine 2,600,000t/year	Conc.Plant 1,100,000t/year	Pellet Plant 1,100,000t/year	HBI Plant 750,000t/year	Others	Total
Natural Gas Nm ³ /t	-	-	15	295		
Nm ³ /year	-	-	16.5 x 10 ⁶	221 x 10 ⁶		
Coal kg/t	-	-	6	0		
t/year	-	-	6,600	0		
Water m ³ /t	0.15	1.80	0.3	0.5		
m ³ /year	390 x 10 ³	1,980 x 10 ³	330 x 10 ³	375 x 10 ³		
Electricity kWh/t	15.0	63.5	73.0	130		
kWh/year	39.0 x 10 ⁶	69.9 x 10 ⁶	80.3 x 10 ⁶	97.5 x 10 ⁶		

第7章

HIPARSA 社再活性化の シナリオ案の作成と検討



第7, 8章で使用している諸データは、第1次現調査等の結果を基にしており、第2次調査で再確認、追跡調査すべき内容も含まれている。

一方、第9章で使用している諸データは、第2次現地調査等で再確認、追跡調査して得た結果に基づくものである。

従って、第7, 8章と第9章の間でデータの食い違いがある場合は、第9章のデータを正とする。

7.1 成品

HIPARSA 社の再活性化を図るために次の4つのシナリオを検討した。

シナリオ-1

: 既存のプロセスを利用して高炉用ペレットを生産し、国内の高炉メーカー (SIDERAR) に供給する。

シナリオ-2

: 既存のプロセスを利用して DR 用ペレットを生産し、国内の DR プラント (ACINDAR/SIDERCA) に供給する。

シナリオ-3

: 既存のプロセスにガスベースの HBI プラントを付設して、HBI を生産し、国内や南北アメリカの電気炉メーカーに供給する。

シナリオ-4

: 既存の鉱山、選鉱プラント、及びペレットプラントのうちの造粒設備までを使用し、これに石炭ベースの HBI プラントを付設して、HBI を生産し、国内や南北アメリカの電気炉メーカーに供給する。

しかしながら、6-4 (2) で述べたように、アルゼンティン国内には石炭ベースの HBI 製造に適した石炭がないことから、シナリオ-4 は不適合である。

シナリオ-1、シナリオ-2、シナリオ-3の成品は、それぞれ高炉ペレット、DR ペレット、及び HBI である。各シナリオでの予想される成品の量及び品質を表-117 に示す。

表-117 Expected Quantity and Quality of Product

	Scenario - 1	Scenario - 2	Scenario - 3
Product	BF grade pellet	DR grade pellet	Hot Briquetted Iron
Quantity (kilo-t/year)	1,130	1,100	750
Quality			
Chemical (%)			
T.Fe	64.10	68.11	91 - 93
M.Fe	-	-	83 - 88
Metalization	-	-	92 - 95
SiO ₂	2.3	1.3	3.3
Al ₂ O ₃			
CaO	2.8	0.33	0.45
MgO	1.5	0.12	0.17
P	0.04	0.04	0.07
S			
C	-	-	1.0 - 1.5
Size and Shape	> 80% 9-16mm spherical	> 80% 9-16mm spherical	30 x 60 x 90 mm
Bulk density	2.0 - 2.3 t/m ³	2.0 - 2.3 t/m ³	2.6 - 2.7 t/m ³
Aparent density			5.5 t/m ³
Physical property			
CCS	ave. 250 kg < 90 kg max 10%	ave. 250 kg < 90 kg max 10%	-
Tumbler str.	> 6.3mm min 92% < 0.5mm max 5.5%	> 6.3mm min 92% < 0.5mm max 5.5%	-
Metal. property			
Reducibility	> 60%	> 60%	-
CSAR	> 50 kg	> 50 kg	-
Swelling	max 16%	max 16%	-
LTD	>6.3mm min 90% < 0.5mm max 4%	>6.3mm min 90% < 0.5mm max 4%	-
Linder (760°C)	-	< 3.3mm < 3.0% CSAR > 50kg	-
SBRT	-	Metallization > 92% Tumbl >6.3mm90%	-
with Load (815°C)	-	Cluster None	-

7.2 プロセスフロー

シナリオ-1、シナリオ-2、シナリオ-3で考えられるプロセスフローの概略を、**図-61**、**図-62**に示す。

Fig-61 Conceptual process flow

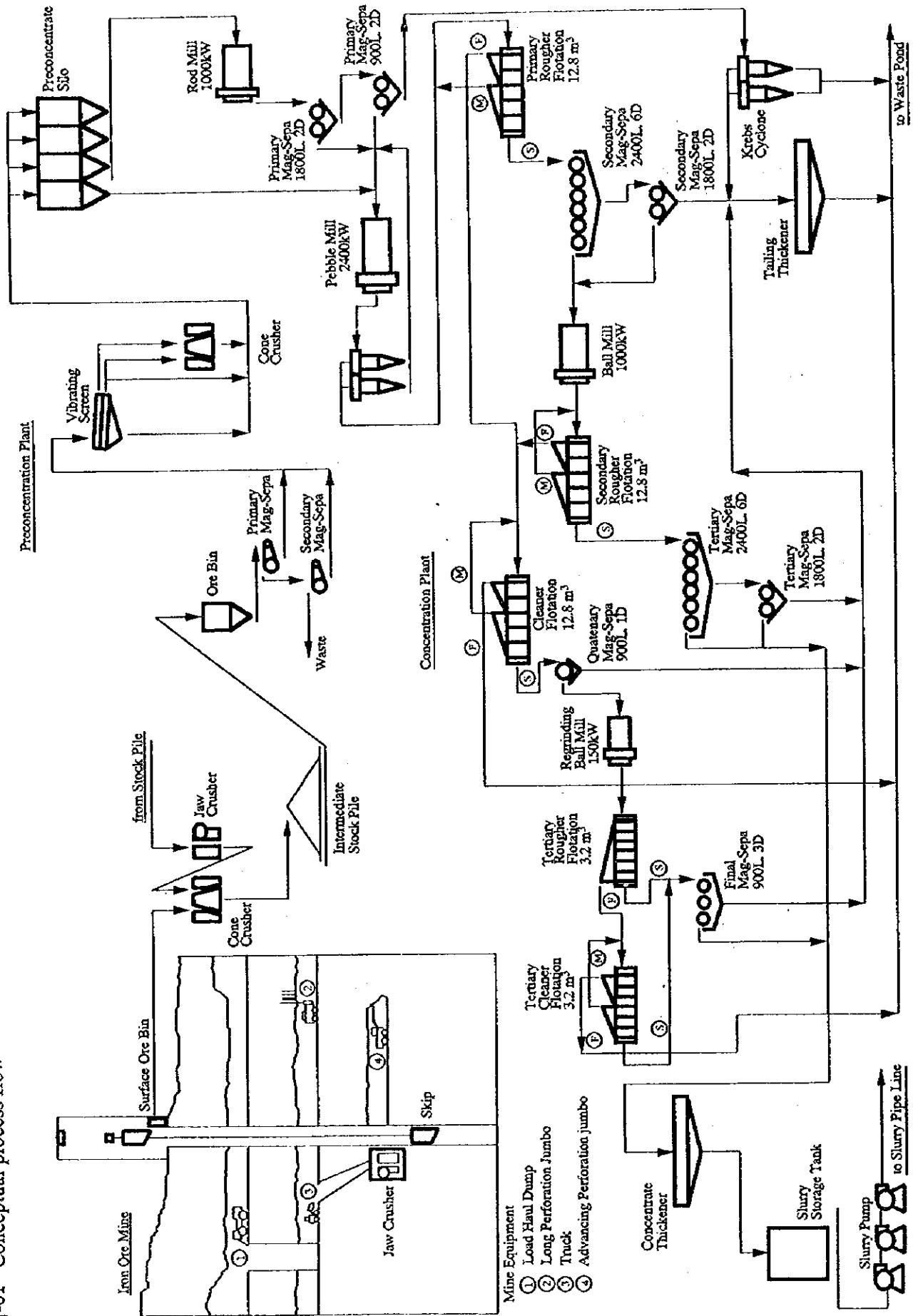
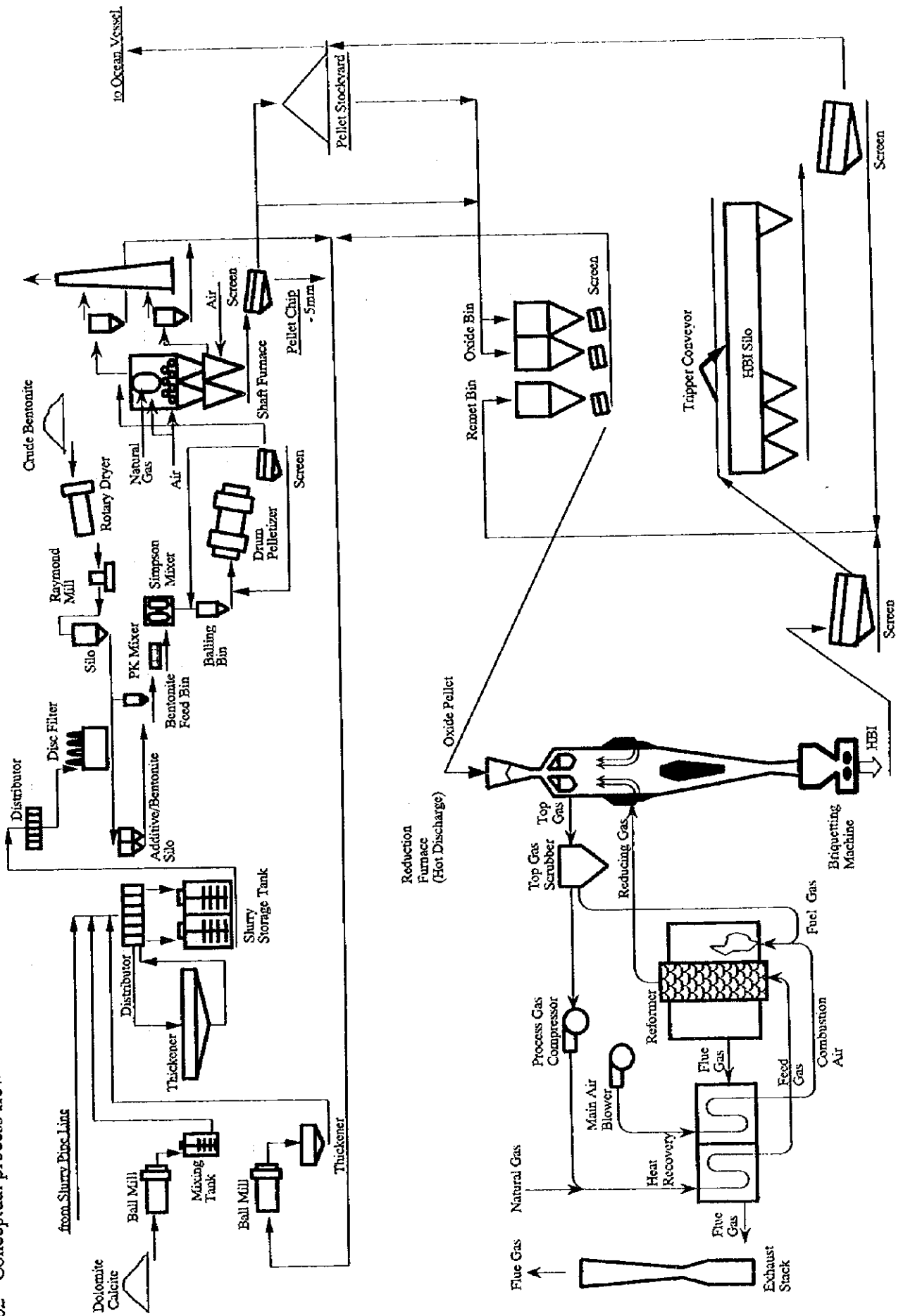


Fig-62 Conceptual process flow



7.3 主要生産設備

各シナリオでの主要生産設備を表-118 に示す。

表-118 Major production facilities and nominal capacity

	Scenario - 1	Scenario - 2	Scenario - 3
Iron Ore Mine	2,600 kilo-t/year	2,600 kilo-t/year	2,600 kilo-t/year
Preconc. Plant	1,850 kilo-t/year	1,850 kilo-t/year	1,850 kilo-t/year
Conc. Plant	1,100 kilo-t/year	1,100 kilo-t/year	1,100 kilo-t/year
Slurry Pipe Line	2,000 solid-kilo-t/year	2,000 solid-kilo-t/year	2,000 solid-kilo-t/year
Pelletizing Plant	1,130 kilo-t/year	1,100 kilo-t/year	1,100 kilo-t/year
HBI Plant	—	—	750 kilo-t/year
Loading Facility	2000 t/h	2000 t/h	2000 t/h
Natural Gas Line			$285 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{y}$
Transformer	25 MW×2	25 MW×2	25 MW×2
	16 MW×2	16 MW×2	16 MW×2
Water Line	112 liters/sec.	112 liters/sec.	275 liters/sec.

7.4 追加投資額の推定

各シナリオにおいて必要な追加投資額を、超概算で推定して表-119 に示した。鉄鉱山における設備は良しとして、47.6 million-t の鉄石の採掘を可能にするために 550ML までの坑道を展開するための投資である。

新しい HBI プラントの投資 US \$170-million は、ターンキーベースでエンジニアリング、機器、トレーニング/アドバイザーサービス、整地された土地での土木建築、機器据え付け、建設のマネージメントコミッショニングを含むものである。

表-119 Additional investment cost estimation

(Unit: US\$ million)

	Scenario - 1	Scenario - 2	Scenario - 3
Iron Ore Mine	142	142	142
Conc. Plant			
Pelletizing plant			
HBI Plant	—	—	170
Natural Gas Line	—	—	
Water Line	—	—	
Others			
Total			

7.5 製造コストの推定

各プラントごとの製造コストを超概算で推定し、表-120 に示した。

アドミニストレーション、及びメンテナンス部門のスタッフのコストは最終成品であるペレット、あるいは HBI の製造コストを上乗せした。

アドミ、及びメインテ部門のスタッフのコストを上乗せして、ペレットの製造コストが約 US\$ 31.4 /t-pellet、HBI のそれが約 US\$ 75.7 /t-HBI となった。

表-120-1 Production Cost Estimation (Iro Ore Mine)

2,600,000 t/year

Item	Unit	Price US\$	Unit Consumption per ton	Cost US\$/t	Note
Variable					
Electricity	kWh	0.040	14.81	0.593	
Water	m ³	0.1	0.15	0.015	
Consumable					
Blasting				0.315	
Drilling				0.051	
Others (Vehicle etc)				0.061	
Op.e.cost (main equip.)					
Dump tracks	7			0.307	
Fan Drill Jumbos	5			0.147	
LHD	9			0.252	
Tyre shovel	4			0.035	
Others				0.030	
Other mainte. materials				0.321	
Total VC.				2.127	
Fixed				1.348	
Manning cost	292	12,000			
Management / Engineer					
Labor					
Depreciation				0.651	
Interests etc.				0.186	
Total FC.				2.185	
Stope development cost		114,816,000		2.412	Minable ore
					47,600,000 t
Total				6.724	

表-120-2 Production Cost Estimation (Concentration Plant) 1,100,000 t/year

Item	Unit	Price US\$	Unit Consumption per ton	Cost US\$/t	Note
Raw Material					
Iron Ore	ton	6.724	2.364	15.90	
Electricity	kWh	0.040	63.5	2.54	
Water	m ³	0.1	1.80	0.18	
Consumable - 1					
Steel ball					
Steel rods					
Mill liners					
Screen plate					
Total C-1					
Consumable - 2					
Chemicals					
Lubricants					
Total C-2					
Other Consumable				0.7	Savage
Total VC.				3.42	
Fixed				0.57	
Op. Labor	52	12,000			
Mainte. Labor					pooled
Contractor	5	9,600		0.04	
Spareparts					
Depreciation					
Interest					
Other Finance Cost					
Total FC.				0.68	
Total				19.93	

表-120-3 Production Cost Estimation (Pelletizing Plant) DR grade pellet 1,100,000 t/year

Item	Unit	Price US\$	Unit Consumption per ton	Cost US\$/t	Note
Raw Material					
Mag. Concentrate	ton	19.93	1	19.93	
Limestone	ton				
Dolomite	ton				
Bentonite	kg	0.1	10	1.0	
Others					
Total R.M.				20.93	
Variable					
Electricity	kWh	0.04	73	2.92	
Natural Gas	Nm ³	0.062	15	0.93	
Coal	kg	0.04	6	0.24	
Water	m ³	0.1	0.3	0.03	
Cosumable - 1					
Screen plate					
Filter cloth					
Total C - 1				1.0	
Other Cosumable					
Total VC.				5.12	
Fixed					
Op. Labor	64	12,000		0.70	
Mainte. Labor					pooled
Contractors	15	9,600		0.13	
Spareparts					
Refractories				2.0	
Depreciation					
Interests etc.					
Other Finance Cost					
Total FC.				2.83	
Total				28.88	
Common	Mainte/Admin/Labo staff	229	12,000	2.50	31.38

表-120-4 Production Cost Estimation (HBI Plant)

750,000 t/year

Item	Unit	Price US\$	Unit Consumption per ton	Cost US\$/t	Note
Raw Material					
Pellet	ton	31.38	1.45	45.50	
Remet					
Chips etc.					
Total RM.					
Variable					
Electricity	kWh	0.04	130	5.20	
Natural Gas	Nm ³	0.062	295	18.29	
Coal	ton	—	—	—	
Water	m ³	0.1	0.5	0.05	
Consumable - 1					
Screen plate					
Liner					
Total C - 1					
Other Consumables				23.54	
Total VC.					
Fixed					
Ope. Labor	70	12,000		1.12	pooled
Mainte. Labor					
Contractors	15	9,600		0.20	
Spareparts					
Refractories				4.0	
Depreciation					
Interests etc.					
Other Finance Cost				5.32	
Total FC.					
Total				74.36	
Common				1.36	75.72
Mainte/Admin/Labo staff	85	12,000			

7.6 概略の再活性化スケジュール

HIPARSA 社再活性化のための概略スケジュールを図-63 に示す。

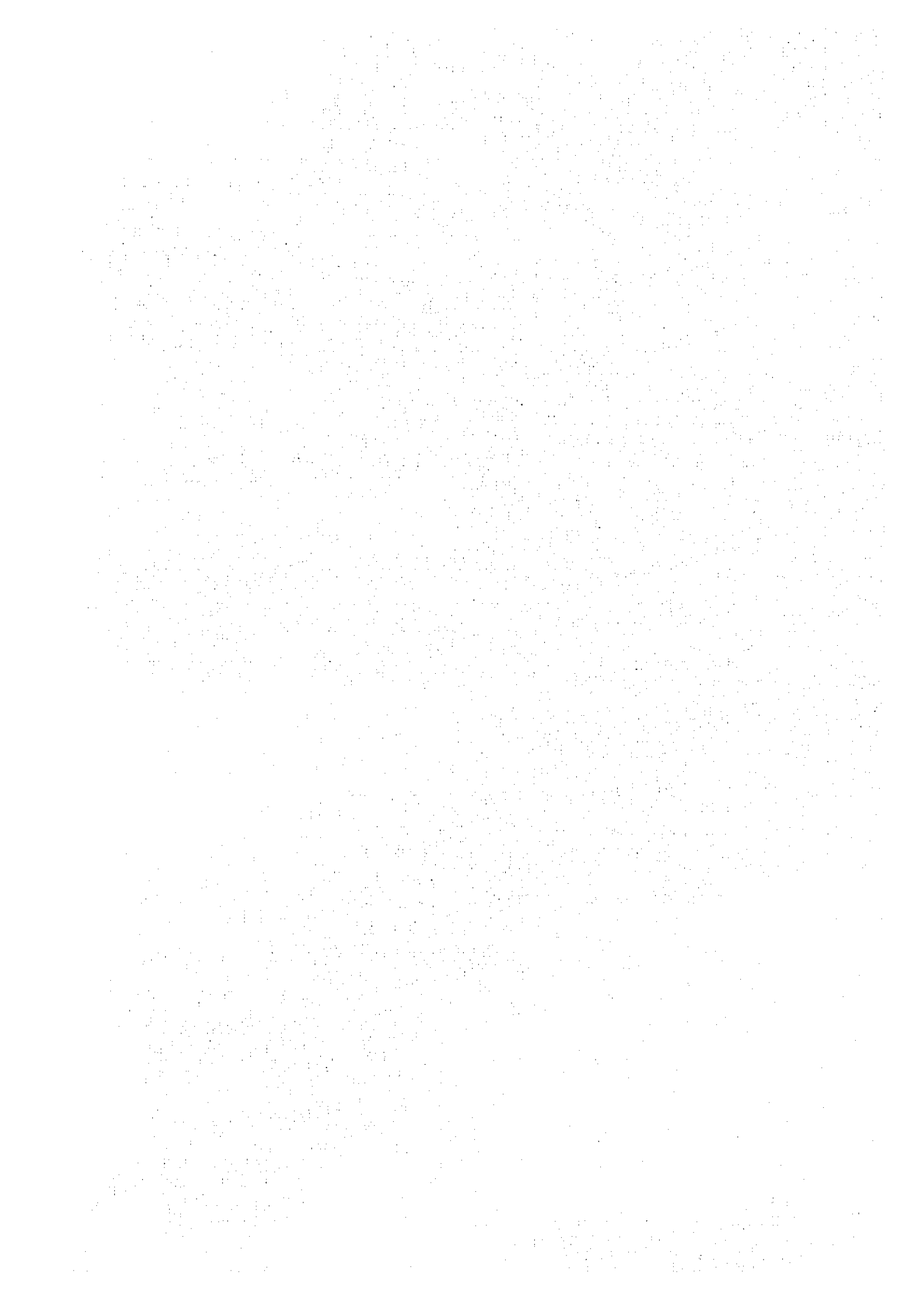
プロジェクトをスタートしてペレット生産開始までに 27 カ月、HBI 生産開始までに 30 カ月を要する。

図-63 An approximate schedule for HIPARSA

Scenario	Year Month	1		2		3		4		5	
		6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
1 & 2	Planning Engineering	→									
	Procurement	→		→							
	Refurbishing			→							
	Recruit / Training			→							
	Operation					←					
3	Planning Engineering	→									
	Procurement	→		→							
	Refurbishing			→ Existing plant							
	Construction	→ HBI plant		→							
	Recruit / Training			→							
	Operation					→ Existing plant		← HBI plant			

第 8 章

HIPARSA 再活性化計画の選定



第7,8章で使用している諸データは、第1次現調査等の結果を基にしており、第2次調査で再確認、追跡調査すべき内容も含まれている。

一方、第9章で使用している諸データは、第2次現地調査等で再確認、追跡調査して得た結果に基づくものである。

従って、第7,8章と第9章の間でデータの食い違いがある場合は、第9章のデータを正とする。

8.1 再活性化シナリオの比較検討

下記4つのシナリオにおいて、各項目に関する比較を表-121に示す。

シナリオ-1 (S-1)

: 既存のプラントを使用して高炉用ペレットを製造し国内の高炉メーカー（例えば SIDERAR）に販売する。

シナリオ-2 (S-2)

: 既存のプラントを使用して直接還元炉用のペレットを製造して国内の直接還元鉄メーカー（例えば ACINDAR, SIDERCA）に販売する。

シナリオ-3 (S-3)

: 既存のプラントに天然ガスを還元剤とするHBIプラントを新設して熱間固形鉄を製造し、国内や南北アメリカの電気炉メーカーに販売する。

シナリオ-4 (S-4)

: 既存のプラントのうち、鉄鉱山、選鉱プラント、ペレット工場の造粒設備を使用し、これに石炭を還元剤とするHBIプラントを新設し熱間固形鉄を製造して、国内や南北アメリカの電気炉メーカーに販売する。

表-121 Comparison of Reactivation Scenarios

	Scenario - 1	Scenario - 2	Scenario - 3	Scenario - 4
Major facilities	Iron ore mine Conc.plant Pellet plant	Iron ore mine Conc.plant Pellet plant	Iron ore mine Conc.plant Pellet plant	Iron ore mine Conc.plant
Product	BF grade pellet 1,130 kilo-t/year	DR grade pellet 1,100 kilo-t/year	Gas base HBI plant HBI 750 kilo-t/year	Coal base HBI plant HBI 870 kilo-t/year
Market	SIDERAL	SIDERAL	ACINDAR 300 kilo-t/year	ACINDAR 300 kilo-t/year
Iron ore	Pellet feed - Available (not necessary)	Pellet feed - Available (not necessary)	Accrobrag 100 kilo-t/year Brazil 200 kilo-t/year Pellet feed - pellet - Available	Accrobrag 100 kilo-t/year Brazil 200 kilo-t/year Pellet feed - Available
Reductants			Natural gas - Available	Coal - Not acceptable
Initial investment	64 m\$	64 m\$	220 m\$	
Production cost	31.4 \$/t-pellet	31.4 \$/t-pellet	75.7 \$/t-HBI	
Sales price (fob)	34.3 \$/t-pellet *1	39.2 \$/t-pellet *2	110 \$/t-HBI	
Employee (Mine)	292 + () *3	292 + ()	292 + ()	
(Conc.)	52 + (5)	52 + (5)	52 + (5)	
(Pellet)	64 + (15)	64 + (15)	64 + (15)	
(Labo)	25	25	32	
(new HBI)	0	0	70 + (15)	
(Mainte)	132	132	192	
(Admin)	72 + ()	72 + ()	90 + ()	
(Total)	637 + ()	637 + ()	792 + ()	
Reactivation schedule	27 months	27 monts	30 months	

*1 : '98 Brazil to Europe fob price

53.56 ¢ /Fe x 64.10 %

*2 : BF pellet price x 1.075

53.56 x 67.2 x 1.075

*3 : Contractor

(1) 主要設備

S-1、S-2 においては既存の設備を僅かに改造して使用することになる。S-3 においては天然ガスベースの HBI プラントを新設することが必要になる。S-4 においては石炭ベースの HBI プラントを新設することが必要になるが、一方で既設の堅型炉、及びその関連設備が不要となる。

(2) 成品

S-1、S-2 の成品はいずれも酸化ペレットであるが、成品中の鉄やリンの含有量に対する規制は S-1 が緩やかである。

S-3、S-4 の成品は熱間固形鉄であるが、石炭に含まれる灰分の影響で成品中の鉄含有量は S-4 の方が低くなる。

成品に関しても、ボトルネックとなるものはない。

(3) 成品の市場

高炉用ペレットの市場はどちらかというと緩んでおり、将来拡大することは期待し難い。

一方、直接還元鉄用ペレットの市場は現状タイトであり、将来も拡大が期待できる。ACINDAR や SIDERCA が顧客として期待できるし、SIDERAR も直接還元鉄用ペレットに興味を示している。

HBI の市場の将来性は明るく、ACINDAR、ACEROBRAG、SIDERCA 等の国内電気炉メーカー、及びブラジルの電気炉メーカーが有力な顧客と成りうる。

成品の市場性の観点から、S-3、S-4 は有望であるが、S-1 は成品の全量を販売することが困難であり、以後の検討からは外すこととする。

(4) 利用できる鉄鉱石

S-1、S-2、S-4 においては、ペレットフィード（精鉱）が直接使用できるが、S-3 の場合、団鉱のプロセスを経てペレットにして還元炉に装入される。鉄鉱石に関してはどのシナリオも問題はない。

(5) 利用できる還元剤 (S-3、S-4 について)

直接還元に適した天然ガスは、S-3 に必要な量を供給できるようにパイプラインを増強することによって利用可能となる。しかしながら、国内で供給可能な RIO TURBIO 炭は揮発分が高く、固定炭素分が低いため石炭を還元剤とする HBI プロセスには使用困難である。従って、S-4 は以後の検討から外す。

(6) 初期投資額の推定結果

(7) 製造コストの推定結果

ペレット製造コスト US\$ 31.4 /t は、推定される販売価格 (Punta Colorada FOB 価格で高炉用ペレット US\$ 34.3 /t、直接還元鉄用ペレット US\$ 39.2 /t) に対して高過ぎる。

一方、HBI 製造コストの US\$ 75.7 /t はその販売価格との見合いで許容できるものである。

(8) 従業員数

従業員数は S-1、S-2 で約 637 名と請負業者、S-3 で約 792 名と請負業者となる。すなわち、S-3 では 155 名以上の新しい職を提供することになる。

(9) 再活性化プログラムについて

S-1、S-2 についてはプロジェクトがスタートして 27 カ月で、また S-3 は 30 カ月で生産開始可能となる。

8.2 再活性化シナリオの選定

最適シナリオを選定するために、各シナリオの比較検討結果を表-122 に模式化して示した。

表-122 Result of comparative study of scenarios

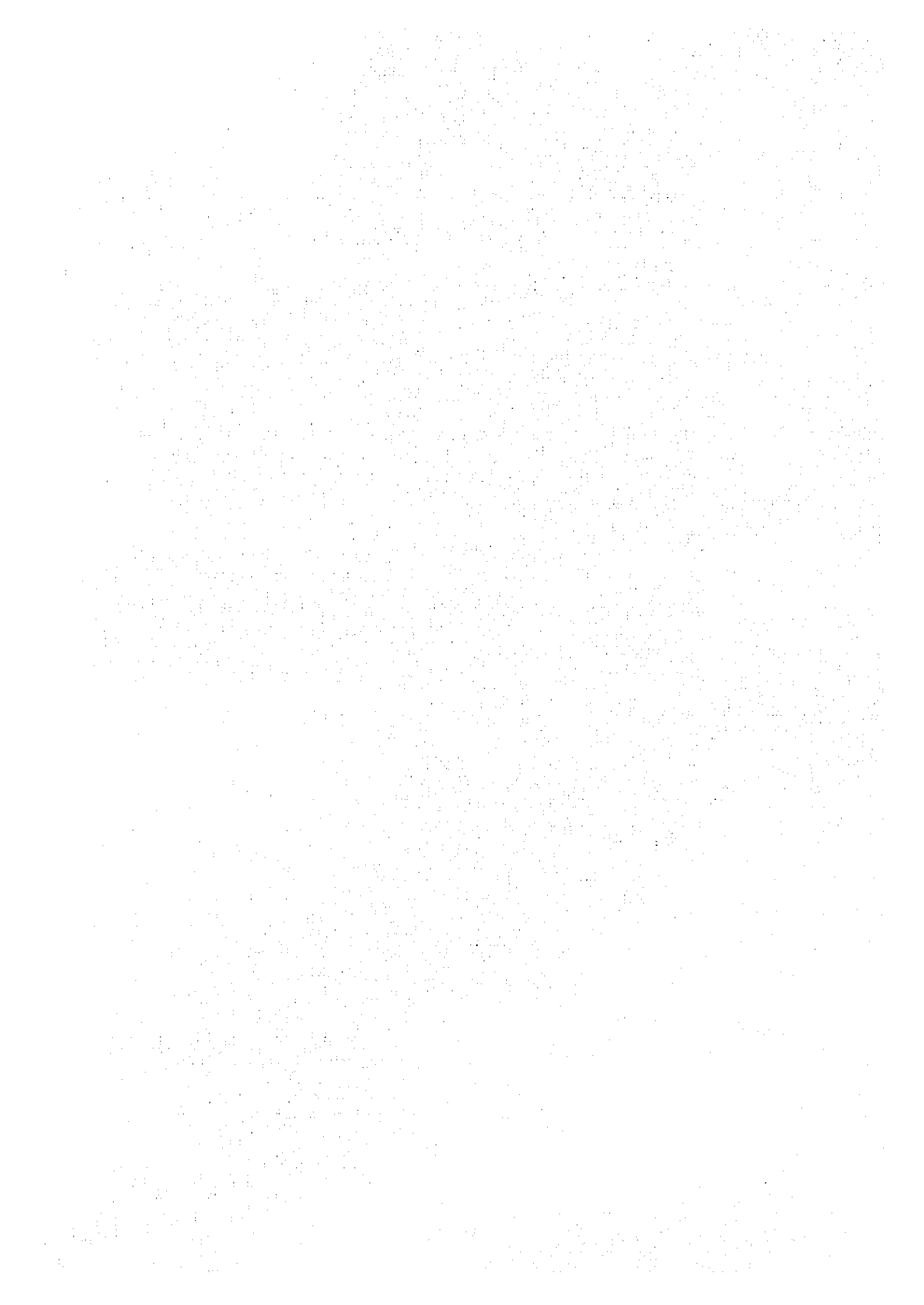
	S-1	S-2	S-3	S-4
Applicability of existing facility and equipment	◎	◎	○	○
Product marketability	×	△	◎	◎
Iron ore appliability	○	○	△	○
Reductant availability	○	○	○	×
Initial investment	○	○	△	△
Margin (sales price - production cost)	×	△	◎	◎
Recovery of investment	×	○	○	○
Job creatibility	○	○	◎	○
Total evaluation	×	○	◎	×

Where mark ◎ shows "excellent", mark ○ shows "good", and mark △ shows "acceptable", while mark X shows "un-acceptable"

HIPARSA 社再活性化のシナリオとしては、S-3 を選択し、さらなる調査及びフィージビリティスタディを展開することとする。

第9章

HiPARSA 社再活性化計画の フォーミュレーション



第7, 8章で使用している諸データは、第1次現調査等の結果を基にしており、第2次調査で再確認、追跡調査すべき内容も含まれていた。

一方、第9章で使用している諸データは、第2次現地調査等で再確認、追跡調査して得た結果に基づくものである。

従って、第7, 8章と第9章の間でデータの食い違いがある場合は、第9章のデータを正とする。

9.1 HIPARSA 社の再活性化案

9.1.1 採 鉱

(1) 概要

当鉱山の再活性化は、次の基本方針によって計画される。

- ① 機械化採掘法の推進
- ② 鉱床深部の合理的開発
- ③ 新たな組織体制と人員配置

これらの方針に沿って計画された採鉱計画（表-123 参照）により、年間 2,600 kilo-t の粗鉱生産が可能となり、今後20年間以上に亘り、高い生産性が期待できる。

表-123 Operation conditions for 2,600 kilo-t per year production

Item	Condition
1. Annual operation days	250 days
2. Number of faces	Number in development : 12, Number in operation : 6
3. Monthly blasting number	Approximately 60/month
4. Production volume by blasting	2,900-3,000 t/face
5. Annual production volume	Face production : 2,100,000 t/year Drifting : 500,000 t/year Total : 2,600,000 t/year

(2) 機械化採掘法の推進

現状の空圧式ファンドリルジャンボ、耐用年数の過ぎたLHD、トラック等の更新によって、これら車輛系鉱山機械の信頼性が向上し、計画された採掘可能切羽数の確保、及びそれぞれの切羽からの生産量が確実なものとなる。

更新導入される主要設備は、次の特徴を持っている。

1) 油圧ファンカットドリル

充分なさっ孔能力（上向き40m、下向き50m）を持ち、ワンマンオペレーションが可能な諸機能を搭載。導入数：7台

2) LHD及び坑内用ダンプ

坑内専用タイプとしてのディメンジョン、排ガス処理機能を備え、特にLHDのRadio remote control仕様により、実収率の向上が可能となる。導入数：LHD9台、ダンプ10台

(3) 鉱床深部の合理的開発

-410MLの深部鉱床の開発は620MLまでの（可採鉱量：63,000 kilo-t）採掘を対象として計画される。

当計画の開発コスト低減を図るため、中央立坑及びスキップステーション（480ML）を現状配置とし、地上に設置されている遊休クラッシャー（410ML既設クラッシャーと同仕様）を620MLへ移設し、同クラッシャーで破碎された鉱石はベルトコンベアにて、上述のスキップステーションまで運搬する。

主要な開発工事項目を以下に示す。

1) 通気立坑の拡幅及び延長

立坑No.148,275,860,314

2) スパイラル斜坑の延長

480ML～620ML 1,700m

3) CRステーション及びCR移設

CR重量200t CRステーション6,000m³

4) ベルトコンベア坑道

480ML~620ML 800m BC幅1,000mm

5) メインレベル坑道

退避スペース設置による運搬坑道の削減 (≒3,000m/レベル)

(4) 新たな組織体制と人員配置

再稼働に伴う採鉱部門の新組織はSPTDをヘッドとし、地質、Mining-Engineerのスタッフグループと、6部門に配置したSVによる管理体制とし、総人員は225名とする。

また、将来は採掘レベルの深部化に伴う作業要員の実労働時間の低下防止、及び車輛系鉱山機械への速やかな整備対応を考慮し、坑内への作業員詰所、修理工場等を検討すべきである。

9.1.2 選鉱工場

(1) プロセス概要

選鉱工場は処理能力の増強は必要としないが、リン分低減のための改造が必要である。最も効果的な方法は2段階処理による脱リンである。2段階処理の効果はプラントテストによる直接的な立証はできなかったが、ラボテストによって程度立証することができた。

しかしながら2系列を1本化する形での、典型的な2段階処理は、シエラグラндеでは実行困難と判断された。少なくとも第2段階のミルはボールミルにすることが望ましく、ペブルミルは大型に過ぎてボールミル化が困難なためである。

6.2.6の図-22に、実行可能と見られる変則的な2段階処理のフローシートを示した。ロッドミルに続く第1段階の粉砕は、従来通りのペブルミルとし、第2段階はロッドミルの1台をボールミルに改造して行なう。

(2) 予備選鉱工場

特別な改造は必要としない。しかし、粗いサイズの鉱石を扱うプレコンセントレーションプラントでは摩耗が大きく、常に何らかの修理作業が必要になる。24時間の連続運転は無理であり、全3系列の復旧が必要である。

(3) ロッドミル及び1次磁選

全3系列の内2系列分の設備を使用する。改造及び復旧工事の必要はほとんどないと考えられる。

(4) 第1段階の処理

ペブルミル及びサイクロンによる閉回路粉碎と、これに続く磁選、浮選の関係は従来と同じである。しかし若干の改造が必要である。その一つはペブルミルとサイクロンの関係である。現在サイクロンを先行させる逆型の閉回路(図-5)に変更されている。これはオリジナル(図-4)の順型の閉回路に戻す必要がある。逆型の閉回路粉碎は産物の固体濃度を薄くする嫌いがある。

磁選機のフィードも濃度が薄くなったせいか、第1ドラムに全量フィードができず、第2、第3ドラムにも分割フィードするという不具合を生じている。1台に6ドラムという現在の磁選機は、3ドラムずつに分割すべきである。2段階処理ではフィード量が倍加することも考慮する必要がある。浮選もフロスの繰返をしない開回路方式に変更(図-5)されているが、これもスカベンジャのフロスを繰返すオリジナル(図-4)の方式に戻す方が望ましい。

クリーナ用の浮選機は、浮選フロスの再処理回路で再粉碎の後に使用する方が、リン分低減の効果が期待できる。

(5) 第2段階の処理

第2段階の粉碎は第3のロッドミルをボールミルとして用いる。ロッドミルは速度が遅く、2次粉碎のボールミルに適している。ミル内のロッドをボールに入れ替え、ボールの流出を防ぐ若干の改造が必要である。ライ

ナーはそのままでも良いが、交換時にはゴムライナーに変えると寿命が著しく伸びる。

ここではサイクロンは単なる濃縮用で、ボールミルは閉回路としてある。閉回路分級サイクロンの重選効果を避けるためである。シーブベンドによる閉回路粉碎にすれば積極的な効果が期待できるが、シーブベンドは場所を取るのが難点で、コンパクトにできた現在のプラントにうまく収まるかどうかの問題である。プラントテストを含め、将来の検討課題としておく。

ここではまた浮選を先に、磁選を後にしてある。磁選を先にするとアパタイトの残存量が極めて少なくなり、効果的な浮選が期待できないからである。磁選は先にしても後にしても差し支えない。浮選では除去の困難な微粒子の除去、デスライムが主な役割になる。

デスライムはサイフォンサイズのようなハイドロリックコンセントレータの方が効果的かつ経済的であるが、2段階処理によるデスライムの効果も大きく、改めてサイフォンサイズを必要とするかどうか、将来の検討課題である。

(6) 浮選フロスの再処理

従来浮選フロスの再処理は、再粉碎と磁選のみであった。ここでも再粉碎の後で浮選と磁選を行なうと、効果は一段と大きくなる。図-22 は一つの試案である。ここはラボテストでは結論の得がたいところである。この辺りもプラント稼働後の検討課題になろう。

(7) 廃滓処理

現在廃滓シクナはメカニズムが解体されたままになっており、再組立復旧を要する。1次磁選尾鉱処理用のサイクロンも取り外されており、再設置が必要である。

(8) 精鉱流送パイプライン

いつでも運転再開できる状態にあるということであった。流速はもっと低くできるということであり、コストの低減には将来の重要な検討課題になる。

(9) オペレーション

プレコンセントレーションプラント、コンセントレーションプラント及び精鉱流送パイプライン共に、4直3交代の連続操業とする。プレコンセントレーションプラントは常時整備の必要があり、保全整備の可能な人員で操業を維持することが必要である。

(10) 予想される選鉱成績

図-22 のフローに対応する予想選鉱成績を、表-98 に示した。

9.1.3 ペレット工場

(1) 全般

ペレット工場再稼働のための基本的な姿勢は下記の通り。

- ①投資コストを最小限にするため既存の施設を最大限利用する
- ②改善や修正は欠陥が明確に伝えられた機器にのみ行なう
- ③ DR 用ペレットを生産する

(2) 品質

1) 化学組成 (表-124 参照)

選鉱テスト結果から、化学組成は推定された。この結果に基づいて、ベントナイト1%配合でのペレット組成が推定された。その結果、このペレットから製造した HBI は HBI の仕様を満足することがわかった。

DR 工程での触媒毒となるバナジウム含有量は高いが同程度の含有量を持つあるペレットは、世界的に使用制限なしに使われていることから、この影響は大きくないと考えた。

表-124 Chemical composition concentrate and pellets

	T.Fe	FeO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	P	S	V	Na ₂ O	K ₂ O	CO ₂	I _{gloss}	C.W	TO ₂	Cr	Ni	MgO	Zn
HIPASAM conc(analized)	69.14	30.12	1.47	1.46	0.30	0.134	0.100	0.080	0.10	0.03	0.04	-2.54	0.47					
HIPARASA No10 test	70.42	29.87	0.76	0.95	0.13	0.044	0.033	0.112	0.02	0.01		-2.82						
Concentrate *1(forecasted)	69.50	30.05	1.27	1.32	0.25	0.047	0.081	0.09	0.08	0.02	0.04	-2.62	0.47	0.137	0.038	0.026	0.10	0.011
Fired pellets *2(Calc.)	67.20	0.14	1.80	1.40	0.27	0.045	0.005	0.09	0.10	0.02	0.04			0.13	0.038	0.026	0.12	0.011
Fired pellets *3(Pot result)	67.11	6.15	2.12	1.62	0.32		0.001		0.06	0.04							0.10	

*1: This is forecasted for future quality based on this report.

*2: This is calculated with premise that pellet is produced with the blend of 99% of concentration forecasted *1 and 1% of bentonite.

*3: This is produced through pot test using the blend of 99% of HIPASAM concentration and 1% of bentonite.

2) 物理性状 (6.3.2 参照)

ポットテスト結果は、適正な昇温パターン、水分 (10%以下)、ベントナイト配合 (1.0%以下) でペレットを製造すれば、DR グレードペレットの仕様を満足するペレットが製造できることを示した。

(3) 製造技術面からの再稼働のための準備

1) 訓練

生産組織を確率するため、再稼働前にキーマンの雇用が行なわれなければならない。彼らは同じシャフト炉を持つ他の工場で訓練を受け、経験を得た後、工場再稼働のための修理、改造、新設のチェックをする。そして作業標準の準備をし、新規採用者に訓練を施す。

2) 技術援助

技術援助は機器の修正前から始めなければならない。技術移転は再稼働前後の技術援助を通して行なわれる。

(4) 生産の前提

1) 工場運営

工場は4直3交代で操業され、3炉併行運転、1炉予備とする。1つの炉は16カ月運転、2カ月の小規模耐火物修理、2カ月の待機とする。耐火物の全体取り替えは8年毎に行なう。

2) 稼働率

①生産可能時間-----	6077.8 h/year
②突発故障停止-----	242.2 h/year
③計画修理-----	1056.0 h/year
④操業遅延-----	384.0 h/year
⑤予測不可の停止-----	1000.0 h/year

3) 生産率----- 62 t/h

4) 年間生産量----- $62 \times 6077.8 \times 3 = 1.13$ million-t/year

(5) 原単位

- 1) ポットテスト結果から、ベントナイト配合のみで DR グレードペレット生産が可能であり、必要なら品質改善のための石灰石添加を行なう。このスタディでは、ベントナイト（1%）配合を考慮した。
- 2) 固体燃料で天然ガスを一部置き換えることにより、6.3.4 で説明した通り、エネルギー減少とともに昇温パターンの改善を行なう。
- 3) このスタディでは、コークスブリーズ使用（サイズ=6.35mm~9.51mm）を前提とする。多くのサイズがあり、シャフト炉操業に適正なサイズがあるからである。非常に細かいサイズのブリーズは燃焼前に炉外へ吹き飛ばされるし、大きなサイズのブリーズは、燃焼により周囲のペレット粒子を溶かしてしまう。高炉を持つ一貫製鉄所からブリーズの調達が可能である。ここでは、1 inch 以下のコークスは使われず、常にこのサイズを使用する顧客を探しているからである。コークスが外販される時には顧客のニーズに合うよう多種類のサイズに篩い分けられる。
- 4) 工場が運転される時は、各炉運転時間 6,078 時間で 62t/h/炉の 3 炉運転となる。この時、稼働率と電力原単位の関係からは、75 kWh/t-PP 以下と推定される。高い稼働率、生産率での実績はなかった。一方、75kWh/t-PP が公称能力でのデザイン値（図面 DIAGRAMA GENERAL DE FLUJO より）である。従って、このスタディでは 75 kWh/t-PP が使われた。
- 5) 耐火物の修理は下記を前提とする。
 - a) 小修理は 16 カ月毎とする。羽口レベルより上部のレンガの 3 分の 1 を取り替える。（過去の実績より、1 炉代は 16 月と推定した。）
 - b) 全体の耐火物の取り替えは 8 年毎。

表-125 に原単位をのせる。

表-125 Unit consumption

Concentration	965	kg/t-PP ¹
Bentonite	10	kg/t-PP
Natural gas	15	Nm ³ /t-PP
Coke breeze	6	kg/t-PP
Electric power	75	kWh/t-PP
Fire brick and heat resistance material	0.8	kg/t-PP

(6) 投資

アルゼンティンにおいて建設費用の単価について聴取した結果、及びシャフト炉に関する一般的見解から下記のことが計算された。

1) 機器の調整・修正 (予測していない事項)

年産 2,000,000t のシャフト炉を新規に建設する場合、US\$ 100,000,000 必要と仮定し、建設の修正にかかる費用は建設費の 6% と言われている。従ってこのコストは下記のように仮定した。

-----US\$ 6-million

2) 機器の入れ替え

a) シードスクリーンを振動タイプからローラースクリーンへ

スクリーン重量-----7 t/スクリーン

スクリーン台数-----4

入れ替え費用 (関連機器の改造、設置、船賃含む)

-----US\$ 1.9-million

b) インデックスフィーダーの最新式の物への入れ替え

シャフト炉に関連するエンジニアリング会社からの聴取結果から下記のように推定した。

入れ替え費用 (エンジニアリングフィー及び PLC 制御導入費用込み)

-----US\$ 1.6-million

c) 製品スクリーンの入れ替え
 スクリーン重量-----15 t/スクリーン
 スクリーン台数-----2
 置き換え費用（設置及び船賃込み）
 -----US\$ 0.5-million

d) 電気回路のリレーから PLC への変更
 HIPARSA がエンジニアリング会社へ依頼したスタディ結果から
 -----US\$ 0.9-million

3) 新設

a) ベルトウェイアー
 生ペレット生産量を計量するため、No.10 ベルトコンベアに取付ける。
 台数-----4
 -----US\$ 0.3-million

b) 乾燥精鉍添加（表-126）

①投入ホッパーへの近接傾斜

②投入ホッパー

③投入ホッパーから貯蔵ビンへの短距離コンベア

水平距離----- 43.5m

場程----- 11.7m

モーター----- 6kW

能力----- 100t/h

④貯蔵ビン

⑤デイビンへの長距離コンベア

水平距離----- 178.1m

場程----- 40m

モーター----- 22kW

能力----- 100t/h

⑥デイビン

-----US\$ 2.1-million

表-126 Investment cost for dry conc. addition

	Steel structure and machine weight (t)	Reinforced concrete (m ³)	Investment cost
①		14	10,000
②	6	74	20,000
③	39	20	350,000
④	46	295	350,000
⑤	138		1,300,000
⑥	25		80,000
		Total	2,110,000

c) コークス添加 (表-127)

①投入ホッパーへの近接傾斜

②投入ホッパー

③投入ホッパーから貯蔵ビンへの短距離コンベア

水平距離----- 15m

場程----- 2m

モーター----- 1.5kW

能力----- 100t/h

④デイビン

-----US\$ 3.8-million

表-127 Investment cost for coke addition

(US \$)

	Steel structure and machine weight (t)	Reinforced concrete (m ³)	Investment cost
①		14	10,000
②	6		20,000
③	15	25	230,000
④	20		120,000
		Total	380,000

9.1.4 HBIプラント

プンタコロラダの既設のペレットプラントに近接して、ガスベースの熱間固形鉄（以下 HBI）プラントを新設する。

HBI プラントの能力は、既設の各プラントの再活性化案に対応して 750 kilo-t/year とする。天然ガスを還元剤として約 1,100 kilo-t/year のペレットから 750 kilo-t/year の HBI を生産し、第 10 章に述べるように主として国内及びブラジルの電炉及び高炉メーカーに出荷する。

HBI プラントは、ペレットプラントから直接、あるいはペレット貯蔵ヤードを経由し、酸化ペレットをペレットビンに搬送するコンベアによって、既設のスタッピングコンベヤーのターミナル部で結ばれる。一方、HBI 搬送コンベアは、既設のリクレイミングコンベアのターミナル部につながまれる。

HBI プラントの配置を図-64 に示す。

(1) HBI プラントの概要

1) 生産能力

750 kilo-t/year (62,500 t/month、100 t/h)

稼動時間 7,500 h/year

2) 鉄鉱石

酸化ペレット 100%、使用量約 1,100 kilo-t/year

(ペレットの予想仕様を表-128 に示す)

3) 還元剤

天然ガス (高位発熱量 9,700 kcal/Nm³)

使用量 約 222 million Nm³/年

(天然ガスの仕様を表-129 に示す)

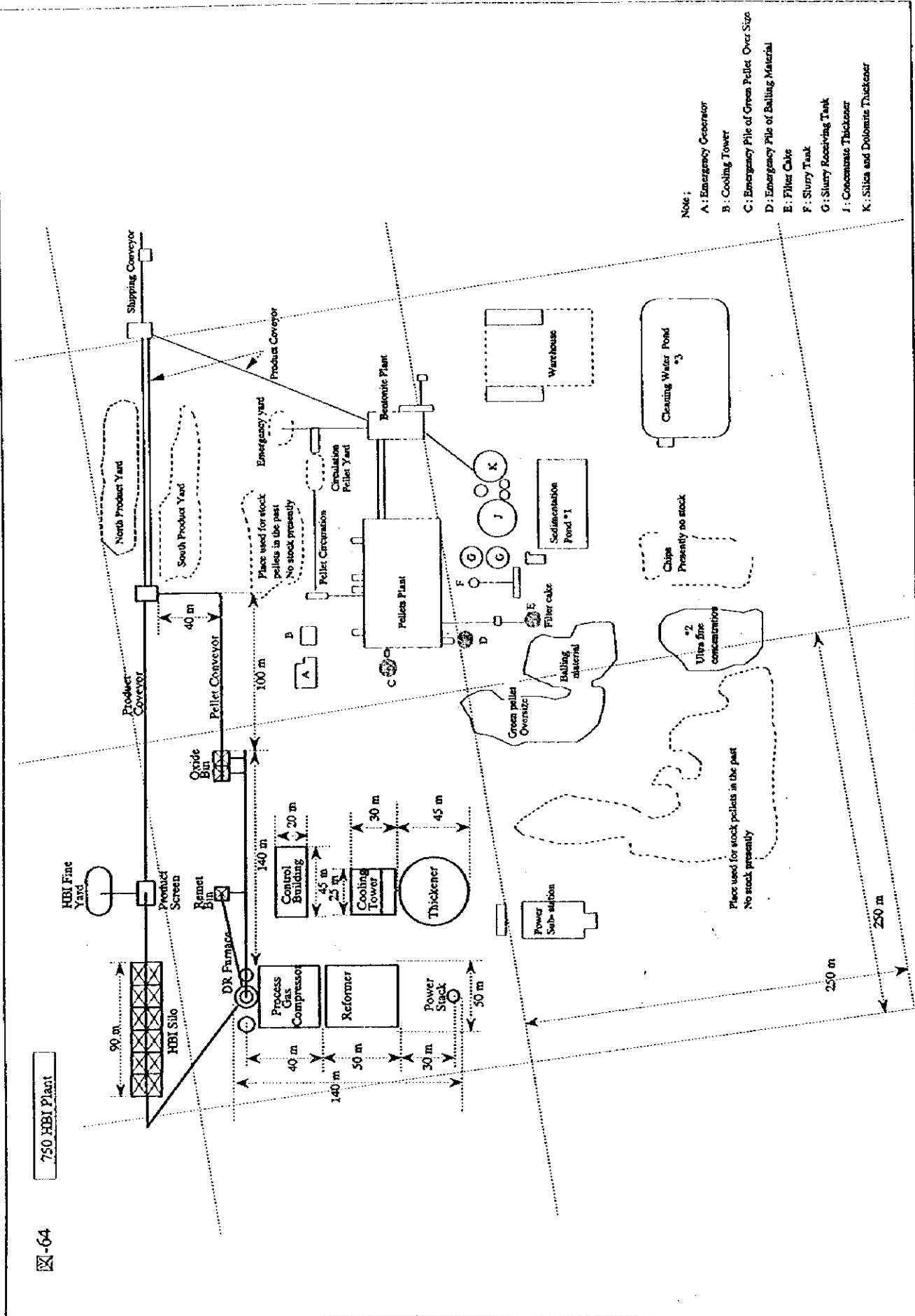
4) 成品

熱間固形鉄 (HBI)

(HBI の予想仕様を表-128 に示す)

750 HBI Plant

750 HBI Plant



Note:

- A: Emergency Generator
- B: Cooling Tower
- C: Emergency Pile of Green Pellet Over Size
- D: Emergency Pile of Balling Material
- E: Filter Cake
- F: Slurry Tank
- G: Slurry Receiving Tank
- J: Concentrate Thickener
- K: Silica and Dolomite Thickener

表-128 Expected Specification of Iron ore/Concentrate/Pellet/HBI

	Item	unit	Iron ore	Concentrate	Pellet	HBI
Chemical analysis	T.Fe	%	53.2~56.4	69.5	67.2	91.5
	FeO	%	27	30	0.14	8.0
	SiO ₂	%	5.15~6.75	1.3	1.8	2.4
	Al ₂ O ₃	%	4.35~5.35	1.3	1.4	2.0
	P	%	1.37~1.49	0.047	0.045	0.061
	S	%	0.36~0.52	0.08	0.08	0.11
	CaO	%	2.91~3.63	0.3	0.3	0.37
	MgO	%	n.d.	0.1	0.1	0.16
	M.Fe	%	—	—	—	85.1
	Metallization	%	—	—	—	92~95
	C	%	—	—	—	1.3
Physical properties	Size distribution				(9-16 mm)	
		%			85	
		mm				30x60x90
	C.C.S Ave.	kg	—	—	250	—
	< 80 kg	%	—	—	5	—
	Tumbler	%	—	—	94 (6mm)	—
	<0.6mm	%	—	—	3	—
	Aprt. density	t/m ³	—	—	2.1	5.5
Metallurgical properties	Linder (760°C)					
	Fine (<6.0mm)	%	—	—	3	—
	C.S.	kg	—	—	—	—
	Metallization	%	—	—	92	—
	Static bed reduction with load (815°C)					
	Tumble (6.8mm)	%	—	—	—	—
	Clustering	%	—	—	30	—
	Metallization	%	—	—	92	—
	Static bed reduction without road					
	Reducibility	%	—	—	95	—
	Metallization	%	—	—	92	—
	C.S. after R	kg	—	—	50	—

表-129 Specification of Utilities

Natural gas			Coke			Water		
Item	Unit	Spec.	Item	Unit	Spec.	Item	Unit	Spec.
Composition	%		Coke analysis	%		PH value		n.d.
CH ₄		89.80-90.16	Ash		14	Total hardness	mg/l	128 - 170
		Ave.90.02	VM		0.6	Calcium hardness	mg/l	n.d.
C ₂ H ₆		4.71-4.89	FC		85	Total alkalinity	mg/l	124 - 147
		Ave.4.81	Moisture	%	8 - 10	Suspended solids	mg/l	n.d.
C ₃ H ₈		1.87-2.01	Size analysis			Dissolved solids	mg/l	n.d.
		Ave.1.91	6 - 9 mm	%	80 - 90	Sulfate	mg/l	66 - 94
C ₄ and higher		1.11-1.29				Total Fe	mg/l	< 0.1
		Ave.1.20				Dissolved Fe	mg/l	n.d.
CO ₂		0.13-0.20				Silica	mg/l	n.d.
		Ave.0.17	Ash analysis	%		Chloride	mg/l	35 - 50
N ₂		1.80-1.96	Fe		12.9			
		Ave.1.90	SiO ₂		43.4	Temperature	°C	n.d.
O ₂		0	Al ₂ O ₃		23.9	Pressure	kg/cm ²	n.d.
H ₂		0	CaO		6.4			
Calorific value	Kcal/Nm ³	9,658-9,731	MgO		1.4			
Hh		Ave.9,692	P		0.3			
Calorific value	Kcal/Nm ³	8,809-8,875	S		0.7			
Hl		Ave.8,843	Mn		0.3			
Pressure	kg/cm ²	5.5	Others					
			Calorific value	Kcal/kg	6800-7000			

(2) 主要機器

新設する HBI プラントのバッテリーリミットは既設スタッキングコンベアターミナル部におけるペレット受け入れコンベアから既設リクレーミングコンベアターミナル部における HBI 払い出しコンベアまでである。

HBI プラントの主要構成機器は以下の通りである。

- 1) 酸化ペレットハンドリング機器
 - ・酸化ペレット搬送コンベア
 - ・ペレットピンとりメットピン
 - ・シャフト炉装入コンベヤー
- 2) 還元炉
- 3) ホットブリケッター及び関連設備
- 4) ガス変成炉
- 5) 水処理設備
- 6) 集塵設備
- 7) HBI ハンドリング設備
 - ・ HBI 搬送コンベア
 - ・ HBI 貯鉱サイロ
 - ・ HBI スクリーン及び篩下粉貯鉱ヤード
- 8) 中央制御室
 - 検査室及び修理工場は既設を共用する。

9.1.5 ユーティリティ

(1) 天然ガス

現在、天然ガスはサンタクルス州 (Santa Cruz) 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) シエラグランデでは、町への配管と、HIPARSA 社に行く配管がある。ペレットプラント用には、天然ガス供給幹線の分岐点から 47km の配管が施設されている。減圧するバルブステーションは、分岐点とペレット工場の入り口付近にあり、それぞれ 70kg/cm^2 から $20\text{--}40\text{kg/cm}^2$ の範囲で第 1 段減圧され、6 inch の配管で工場入り口まで行き、さらに 5.5kg/cm^2 まで第 2 段減圧され使用されている。

ペレットの生産量 $2,000\text{ kilo-t} \cdot \text{pellet/year}$ での天然ガス消費原単位は、デザインベースで $1.76\text{Nm}^3/\text{sec}$ である。配管サイズは 6 inch である。

HIPARSA 社の再活性時には、HBI とペレット工場の消費量を合わせた天然ガス消費量が $11.33\text{Nm}^3/\text{sec}$ になり、現在のデザインベースでのペレット用 $1.76\text{Nm}^3/\text{sec}$ の 6.5 倍が必要となる。従ってプラントを再活性化する場合、既設配管 6 inch では配管圧損により供給が不可である。

ゆえに、HBI を新設する場合には、US\$ 8,800,000 の 47km の既設配管、バルブユニットの更新のための初期投資が必要になる。その際、配管サイズは 6inch から 12inch になる。

(2) 工業用水

現在、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 $135,826\text{m}^3/\text{month}$ (52.40 liters/sec) である。もう一方の泉は、約 100 km 先の Los Berros 村からさらに 50km 先にある。供給量は $154,154\text{ m}^3/\text{month}$ (59.47 liters/sec) である。

また、HIPARSA 社の Mine 側には $30,000\text{m}^3$ の貯水タンクが 1 基あり、さらに配管等の改修工事等での給水停止を防止するために、自然の地形を利用した貯水池 (約 6ha, $350,000\text{m}^3$) がある。

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

しかし、再活性化後の全必要水量は 275 liters/sec になると考えられる。この点を考えた場合、今後、生産量の増産の可能性の確保、シエラグランデ

の町の潜在的な水の拡大需要要請等を考慮すると、今の水源に頼っているのは、とても賄える水量ではないことが明らかであり、HIPARSA 社の再活性化に際しては、むしろ他の水源確保に目を向けるべきであろう。

なお、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 (San Antonio de Oeste) の近くまで、リオネグロ (Rio Negro、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 4,000 liters/sec. であり、充分利用可能である。

(3) HBI プラントを新設した場合の需要

ペレット 1,100 kilo-t/year, HBI 750 kilo-t/year の生産時の場合、第 2 工業区では需要は 29.72MW となる。受電所は 32MW あり、問題ないとする。

第 1 工業区では従来の実績より 25.08MW であり、受電所の能力は 50MW であり、問題ない。

9.2 初期投資額の推定

HIPARSA 再活性化の初期投資額は、概略 US\$ 219.7-million となる。表-130 に示すが、この表では水及びガスの配管工事費用を含むが、環境影響調査費用は含まない。（環境影響調査費用は操業準備費用に計上する）

表-130-1 Initial Investment Cost (1)

Area	Item	Quantity	Unit Cost x 10 ³ us\$	Cost x 10 ⁶ us\$	Note	
Iron ore mine	Mining equipments	(1) Fan drilling jumbo	7	620 x 10 ³ US\$	4.3	HL 1000
		(2) L.H.D	9	400 x 10 ³ US\$	3.6	4.0 m ³
		(3) Track	10	420 x 10 ³ US\$	4.2	20 m ³
		(4) Face drilling jumbo	2	440 x 10 ³ US\$	0.9	
		(5) Scaler	3	220 x 10 ³ US\$	0.7	
		(6) ANFO charger	3	140 x 10 ³ US\$	0.4	
		(7) Multi-carrier	6	130 x 10 ³ US\$	0.8	
		(8) Others			0.3	
Total				15.2		
Conc. plant	Pre-conc. plant	Rectification			0.3	
		(1) Mill modification			1.5	
		(2) Rectification			0.8	
	Pipe line			0.1		
Total				2.7	Initial make up of chemical agent (0.16 m\$ is included in pre-ope.cost)	
Pellet plant	Conc. stock yard				2.1	
					0.4	
		Green pellet circuit			3.6	Roller Screen (2.5), Weigher etc (1.1)
		Index conveyer			1.6	
	Plant rectification			6.0		
Total				13.7		

表-130-2 Initial Investment Cost (2)

Area	Item	Quantity	Unit Cost	Cost x 10 ⁶ us\$	Note
HBI plant	750,000 tpy			105.0	
	C&F + SV			36.0	
	Civil / Erection			6.0	
	Others				
Total				147.0	FTK base
Natural gas line	Exist. 1.76Nm ³ /s → 11.33Nm ³ /s				
	Others	12" φ x 47 km	13 \$/in-m	7.3	Replace for exist. 6" φ pipe
Total				8.8	
Water line	Exist. 112 l/s → 275 l/s			26.9	
	Others	16" φ x 120 km	14 \$/in-m	5.4	
Total				32.3	
					Environmental assessment cost
					(0.16 m\$) is included in pre-ope.cost
G.Total				219.7	

9.2.1 鉍山

鉍山での主要投資項目は鉍山機器の更新である。

坑道掘進等の開発費用は操業コストに計上しているが、HBIプラントの操業を開始する前の3年間に発生する費用は操業準備費用に計上する。

9.2.2 選鉍工場

精鉍中のリンの含有量を低減するために、既設の選鉍プラントのプロセスを変更する必要がある。

選鉍プラントにおける初期投資は、主にこのプロセスの変更と機器の更新のためである。

9.2.3 ペレット工場

ペレットプラントの初期投資の主たる項目は、以下の通りである。

(1) 精鉍ヤードの新設

ドラムペレタイザーへのフィードの付着水分を低減するために、一旦ヤードに貯鉍して乾燥した精鉍をフィルターケーキに混合できるように精鉍ヤードを新設する。精鉍ヤードを新設することによって、精鉍不足に起因するペレットプラントの休止を防止することもできる。精鉍ヤードの貯鉍能力は、約50 kilo-tとする。

(2) 生ペレットスクリーンの改造及び生ペレット秤量器の新設

ペレット焼成炉の運転管理の指標を現状のドラムペレタイザーへのフィード量から生ペレットの生産量に変更するために生ペレット秤量器及び関連コントロールシステムを新設する。

インデックスコンベヤーは老朽化が激しいので更新するとともに、コントロールシステムを改造する。

併せて、焼成炉に装入される生ペレットの品質を改善するために既存の生ペレットスクリーンをローラスクリーンに置き換える。

(3) 小粒コークス添加装置新設

焼成炉において燃焼室からの投入熱量を低減し生ペレットの急速加熱を抑制するために、高炉用コークスの篩下(5~20mm)を生ペレットに混合して焼成炉に装入すべく、コークス添加装置を新設する。

(4) 熱風ダクトの改造

裏風による熱風ダクトの損傷を防止するためにダクトの改造を行なう。

9.2.4 HBIプラント

HBIプラントの投資額はフルターンキーベースで750 kilo-t/yearのプラント建設コストを見積もっている。酸化ペレット受け入れコンベアからHBI払い出しコンベアまでをバッテリーリミットとし、制御室も含んでいる。

この金額は2年間の操業における予備品と消耗品を含んでおり、エンジニアリング、機器材、教育訓練・指導、土木工事、建設、プロジェクト管理、コミショニングからなっている。

9.2.5 ユーティリティ

(1) 天然ガス供給ライン

所要天然ガス 11.33 Nm³/sec. を満足するために既存の6"φのラインを12"φのラインに置き換える。

(2) 用水供給ライン

所要用水 275 liters/sec. を満足するために、新たに16"φ×120 kmの用水供給ラインを新設する。

9.3 生産コストの推定

定格生産時の生産コストの推定を、表-131 に示す。
本表においては税金、償却、金利等の財務コストは含まれていない。

9.3.1 鉄鉱石

シエラグラnde南鉱床において、2.6 million-t/year の鉄鉱石を採掘する。従業員は 225 人で、3 直 3 交代での、年間 250 日稼働とする。坑道掘進等の開発費は、当初の 3 年間分を除き操業費に計上した。その方法は必要コストを全採掘可能鉄鉱石 63 million-t に均等に被せることとした。

すなわち、

全開発コスト---US\$ 164,220,000

うち HBI 生産開始前発生コスト--- US\$ 11,212,000

採掘可能鉄鉱石量---63,000,000 t

鉄鉱石トン当たりコスト--- $(164,220-11,212)/63,000=2.429$ US\$/t

定格生産量における鉄鉱石採掘コストは、US\$ 2.43 の坑道掘進等の開発費を含めて US\$ 5.88/t になる。

開発費算出ベースとなる採鉄計画を図-65 に表示する。

9.3.2 コンセントレート

約 2.6 million-t/year の鉄鉱石から、1.1 million-t/year の精鉄を生産する。従業員は 61 人で、4 直 3 交代で 7,500 h/year の稼働とする。

定格生産量での精鉄コストは US\$ 19.94/t になる。

9.3.3 ペレット

約 1,060 kilo-t/year の精鉄から、1,100 kilo-t/year のペレットを生産する。従業員は 80 人で、4 直 3 交代で 7,500 h/year の稼働とする。定格生産量におけるペレットのコストは US\$ 28.10/t となり、これはラテンアメリカの代表的な値に比べ、約 US\$ 6/t 高いものになっている。これは主に精鉄のコスト及び電力原単位によるものである。

9.3.4 HBI

約 1,100 kilo-t/year のペレットから、750 kilo-t/year の HBI を生産する。従業員は 85 人で、4 直 3 交代で 7,500 h/year の稼働とする。

定格生産量における HBI のコストは、US\$ 67.58/t となる。間接部門（アドミ部門、保全部門、検査部門）の人員費 US\$ 6.42/t を加えて、HBI 生産コストは US\$ 74/t になる。

表-131-1 Production Cost Estimation-1 (Mining Section) 2,600,000 t/year

Item	Unit	Price US\$	Unit Consump. per ton	Cost US\$/t	Note
Variable					
Electricity	kWh	0.033	14.81	0.49	
Water	m ³	0.21	0.15	0.03	
Consumable					
Blasting				0.32	ANFO etc.
Drilling				0.11	Drill rod, Drill bit, Drill coupling
Sub total				0.43	
Op.cost (main equip.)					
Mobile equipment				0.90	LHD, Track, Jumbo, ANFO charger etc
Other materials				0.29	
Stationary equipment				0.11	
Sub total				1.30	
Mining tax					(Excluding from the table)
Total VC				2.25	
Fixed					
Manning cost	225	12,982		1.12	Average per head cost 12,982 \$/y
Others				0.08	Lease fee, Insurance
Depreciation					(Excluding from the table)
Interests etc.					(Excluding from the table)
Total FC.				1.20	
Stope development cost		153,008,000		2.43	
Total				5.88	

表-131-2 Production Cost Estimation-2 (Concentration Section) 1,100,000 t/year

Item	Unit	Price US\$	Unit Consump. per ton	Cost US\$/t	Note
Raw Material					
Iron Ore	ton	5.88	2.364	13.90	
Variable					
Electricity	kWh	0.033	63.5	2.10	Preconc. 1.94, Conc.55.51, Pipe 6.20
Water	m ³	0.21	1.80	0.38	Preconc. 0.02, Conc. 1.10, Pipe 0.68
Consumable - 1					
Steel ball (150 kW)	kg	0.90	0.052	0.05	
Steel ball (1000 kW)	kg	0.90	0.555	0.50	
Steel rods	kg	0.80	0.670	0.54	
Total C-1					
Consumable - 2					
Chemicals	kg	0.29	2.05	0.59	Sodium Carbonate, Sodium Silicate
Lubricants	l	1.27	0.033	0.04	Tall Oil, Gas Oil, Sodium Hydro Oxide
Greese	l	19.46	0.003	0.06	Floculant, Sodium Sulfide
Total C-2					
Total VC.				4.25	
Fixed				0.79	Average per head cost 14,245 \$/y
Manning cost	61	14,245			
Spareparts				1.00	
Depreciation					(Excluding from the table)
Interest					(Excluding from the table)
Other Finance Cost					
Total FC.				1.79	
Total				19.94	

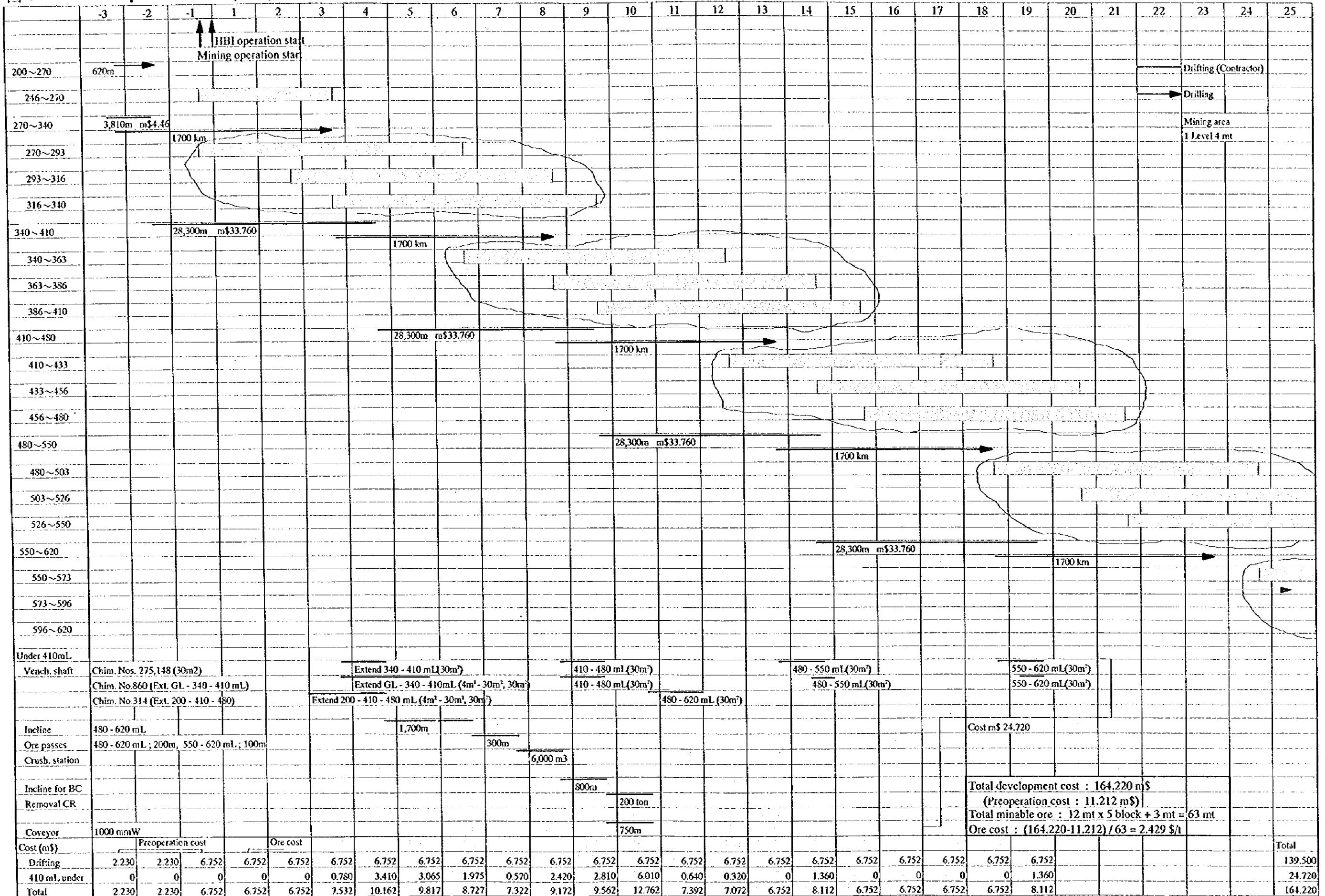
表-131-3 Production Cost Estimation-3 (Pelletizing Section) 1,100,000 t/year

Item	Unit	Price US\$	Unit Consump. per ton	Cost US\$/t	Note
Raw Material					
Mag. Concentrate	ton	19.94	0.965	19.24	
Limestone	ton				
Dolomite	ton				
Bentonite	kg	0.048	10	0.48	
Others					
Total R.M.				19.72	
Variable					
Electricity	kWh	0.033	73	2.41	
Natural Gas	Nm ³	0.0497	15	0.75	
Coke breze	kg	0.08	6	0.48	
Water	m ³	0.21	0.3	0.06	
Cosumable - 1					
Screen plate					
Filter cloth					
Total C - 1				1.00	
Other Cosumable				0.50	
Total VC.				5.20	
Fixed					
Manning cost	80	13,061.3		0.95	Average per head cost 13,061.3 \$/y
Maintenance				2.00	
Refractories				0.23	
Depreciation					(Excluding from the table)
Interests etc.					(Excluding from the table)
Other Finance Cost					
Total FC.				3.18	
Total				28.10	
Common	Mainte/Admin/Labo staff				

表-131-4 Production Cost Estimation-4 (HBI Section) 750,000 t/year

Item	Unit	Price US\$	Unit Consump. per ton	Cost US\$/t	Note
Raw Material Pellet	ton	28.10	1.45	40.75	
Remet					
Chips etc.					
Total RM.				40.75	
Variable					
Electricity	kWh	0.033	130	4.29	
Natural Gas	Nm ³	0.0497	295	14.66	
Coal	ton				
Water	m ³	0.21	0.5	0.11	
Consumable				2.30	Segment, Screen plate etc.
Total VC.				21.36	
Fixed					
Manning cost	85	13,006.0		1.47	Average per head cost 13,006.0 \$/y
Spareparts					
Refractories				4.0	
Depreciation					(Excluding from the table)
Interests etc.					(Excluding from the table)
Total FC.				5.47	
Total				67.58	
Common				6.42	
Mainte/Admin/Labo staff	305	15,793			(Excluding from the table)
Water line --- Depre.					(Excluding from the table)
--- Finance					(Excluding from the table)
Gas line --- Depre.					(Excluding from the table)
--- Finance					(Excluding from the table)
HBI Cost				74.00	

图-65 Mine development schedule (Final)



9.4 再活性化スケジュール

再活性化の概略スケジュールを図-66 に示す。

このスケジュールでは、HBI プラントの稼動開始年次を第1年次としている。HBI の生産は、HBI プラントの建設契約発効後 31 カ月目から始まる。

ペレットプラントの立ち上げ及びペレット貯蔵能力を勘案して、ペレットプラントの操業は HBI プラントの操業開始の 3 カ月前から始める。

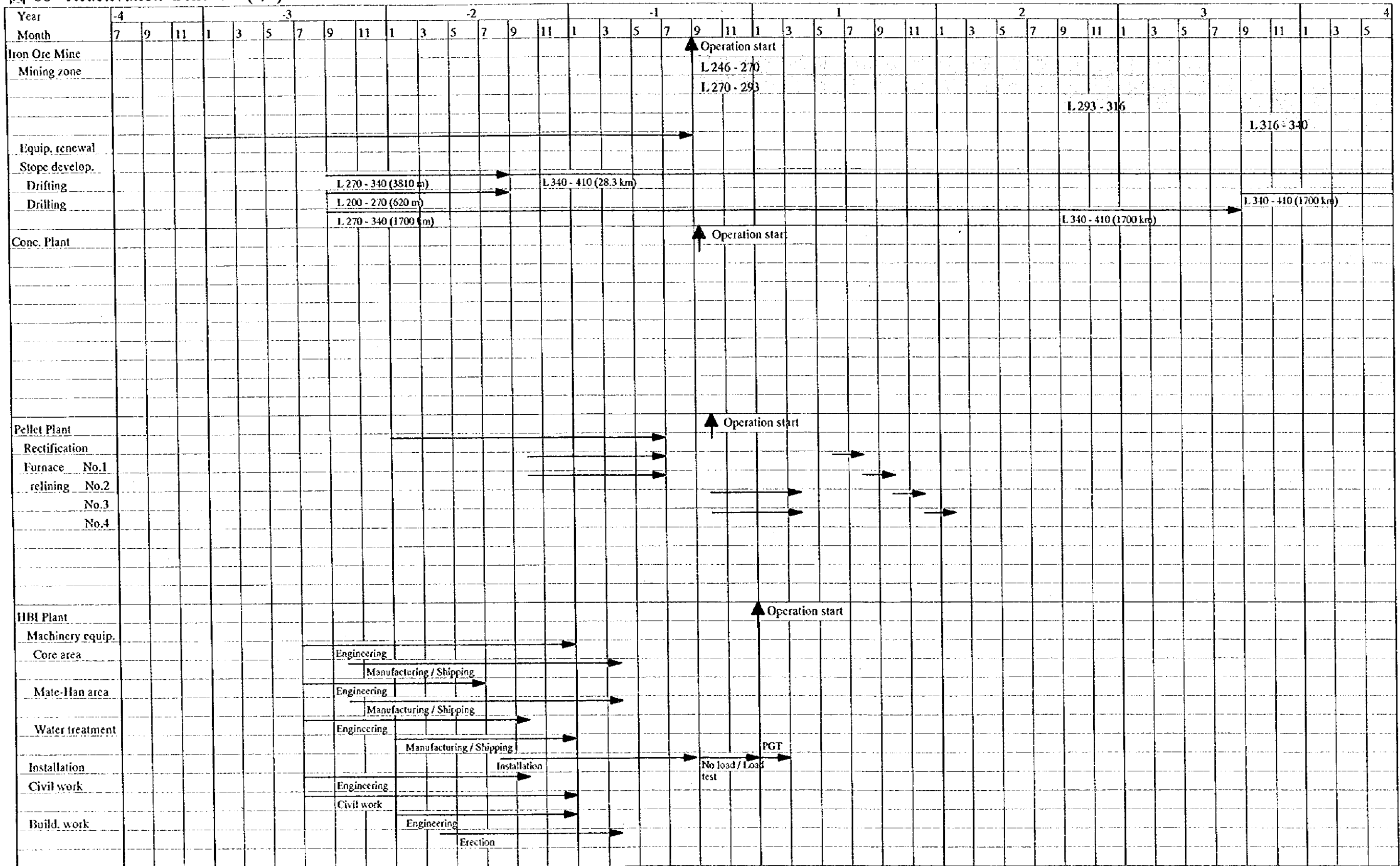
鉱山及び選鉱プラントの操業は、それぞれペレットプラント操業の 1 カ月前及び半月前から始める。それぞれのプラントは HBI プラント操業後 13 カ月後から定格生産量に達する。

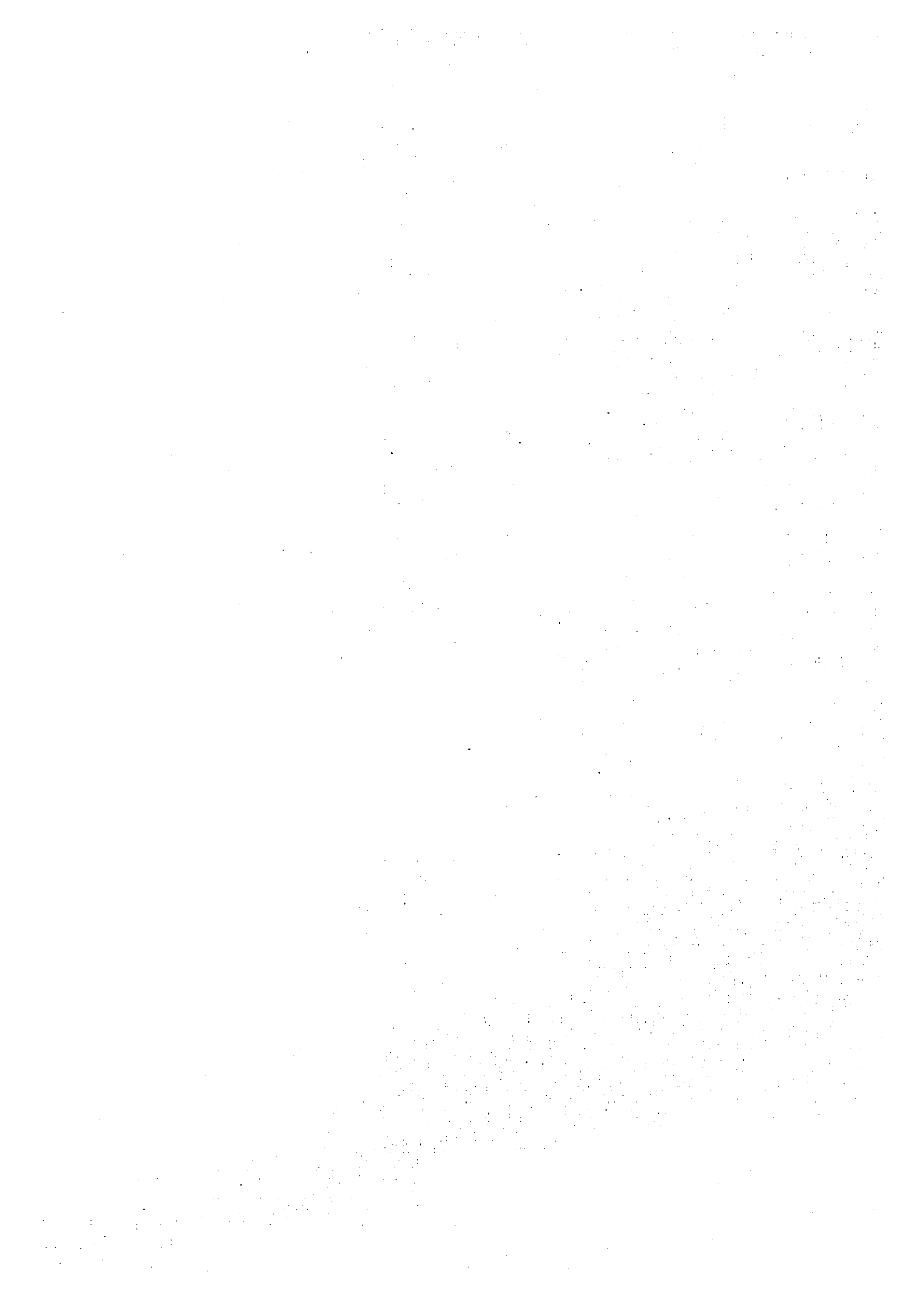
定常運転時の鉄鉱石、精鉱、ペレットの在庫量は、それぞれ約 90 kilo-t、50 killo-t、70 kilo-t である。

☒-66 Reactivation Schedule (1/2)

Year	-4			-3			-2			-1			1			2			3			4											
Month	7	9	11	1	3	5	7	9	11	1	3	5	7	9	11	1	3	5	7	9	11	1	3	5	7	9	11	1	3	5			
General	Spec.definition			Effective date			Mine development start			Mining operation start			Conc. operation start			Pellet operation start			HBI operation start			Training start			Rectification and modification			Fund and tender approval			HBI plant construction start		
Production (kt/m)																																	
Iron ore mine																																	
Yearly production																																	
Conc. plant																																	
Yearly production																																	
Pellet plant																																	
Yearly production																																	
HBI plant																																	
Yearly production																																	
Recruiting Schedule																																	
	Planning staff						Construction staff						Trainer/Core staff						<i>Note: Excluding of slope development contractor and system operation contractor</i>														
Iron ore mine	9					15				5			196	0	0																		
(Cumulative)	9					24				29			225	225	225																		
Conc. plant	3					5				3			45	5	0																		
(Cumulative)	3					8				11			56	61	61																		
Pellet plant	3					4				9 Trg at a plant			49	15	0																		
(Cumulative)	3					7				16			65	80	80																		
HBI plant	2					6				9 Trg at a plant			33	20	15																		
(Cumulative)	2					8				17			50	70	85																		
Labo.	0					3				6			10	11	0																		
(Cumulative)	0					3				9			19	30	30																		
Mecha. mainte	2					10				1			26	56	0																		
(Cumulative)	2					12				13			39	95	95																		
E/ I mainte.	1					7				5			22	56	0																		
(Cumulative)	1					8				13			35	18	53																		
Planning	4					18				0			7	0	0																		
(Cumulative)	4					22				22			29	29	29																		
Administration	3					20				2			35	17	13																		
(Cumulative)	3					23				25			60	77	90																		
Management	6					0				0			2	0	0																		
(Cumulative)	6					6				6			8	8	8																		
Total	33					88				40			425	180	28																		
(Cumulative)	33					121				161			586	693	756																		
Utility																																	
Water line																																	
Gas line																																	

☒-66 Reactivation Schedule (2/2)





9.4.1 原材料、ユーティリティの年間所要量

図-66 のスケジュールを基に算出した原材料及びユーティリティの年間所要量を、表-132 に示す。

表-132 Annual Requirement for Raw Materials and Utilities

Y c a r	Iron ore mine	Concept plant				Pellet plant				HBI				Total									
		Raw mate.	Utilities	Raw mate.	Utilities	Raw mate.	Utilities	Raw mate.	Utilities	Raw mate.	Utilities	Raw mate.	Utilities	Raw materials	Utilities								
		Elec. kWh	N.Gas Nm ³	Water m ³	Ore ton	Elec. kWh	N.Gas Nm ³	Water m ³	Conc. ton	Coke Kg	Bento. Kg	Elec. kWh	N.Gas Nm ³	Water m ³	Pellet ton	Conc. ton	Pellet ton	Coke kg	Bento. kg	Elec. kWh	N.Gas Nm ³	Water m ³	
-1	Production (kilo-t)	460																					
	Unit consump. (U/t)	14.81	—	0.15	2,364	63.5	—	1.80	0.97	6	10	73	15	0.3	1.45	130	295	—	—	—	—	—	—
	Yearly consump. (x10 ³ U/year)	6,813	—	69	378	10,160	—	288	98.0	606	1,010	7,373	1,515	30.3	0	378	98.0	0.0	606	1,010	24,346	1,515	387
	Unit cost (US\$/U)	0.033	0.0497	0.21	7,880	0.033	0.0497	0.21	23.59	0.08	0.048	0.033	0.0497	0.21				0.08	0.048	0.033	0.0497	0.21	
	Cost (x10 ³ US\$/year)	225	—	14.5	2,981	335	—	60.5	2,311	48.5	48.5	243	75	6.4	0			48.5	48.5	301.4	75.3	31.3	
	Production (kilo-t)	2,600																					
1	Unit consump. (U/t)	14.81	—	0.15	2,364	63.5	—	1.80	0.97	6	10	73	15	0.3	1.45	130	295	—	—	—	—	—	—
	Yearly consump. (x10 ³ U/year)	25,103	—	254	1,671	44,895	—	1,273	693.6	4,290	7,150	52,195	10,725	215	740	66,300	150,450	255	1,671	693.6	740	4,290	7,150
	Unit cost (us\$/U)	0.033	0.0497	0.21		0.033	0.0497	0.21		0.08	0.048	0.033	0.0497	0.21				0.08	0.048	0.033	0.0497	0.21	
	Cost (x10 ³ US\$/year)	828	—	53.4		1,482	—	267.2		343.2	343.2	1,722	533	45.0				343.2	343.2	6,220.3	8010.4	419.2	
	Production (kr)	2,600																					
2 & On	Unit consump. (U/t)	14.81	—	0.15	2,364	63.5	—	1.80	0.97	6	10	73	15	0.3	1.45	130	295	—	—	—	—	—	—
	Yearly consump. (x10 ³ U/year)	36,506	—	390	2,600	69,850	—	1,980	1,067	6,600	11,000	80,300	16,500	330	1,088	97,500	221,250	375	2,600	1,067	1,088	6,600	11,000
	Unit cost (us\$/U)	0.033	0.0497	0.21		0.033	0.0497	0.21		0.08	0.048	0.033	0.0497	0.21				0.08	0.048	0.033	0.0497	0.21	
	Cost (x10 ³ US\$/year)	1,271	—	81.9		2,305	—	415.8		528.0	528.0	2,630	820	69.3				528.0	528.0	3,218	10,996	78.8	
	Production (kilo-t)	2,600																					

A-132 Annual Requirement for Raw Materials and Utilities

Y c u r	Iron ore mine				Cone plant				Pellet plant				HBI				Total								
	Raw mate.	Utilities	Raw mate.	Utilities	Raw mate.	Utilities	Raw mate.	Utilities	Raw mate.	Utilities	Raw mate.	Utilities	Raw mate.	Utilities	Raw mate.	Utilities	Raw materials	Utilities							
	Elec. kWh	N ₂ Gas Nm ³	Water m ³	Ore ton	Elec. kWh	N ₂ Gas Nm ³	Water m ³	Conc. ton	Coke kg	Bento. kg	Water m ³	N ₂ Gas Nm ³	Water m ³	Pellet ton	Elec. kWh	N ₂ Gas Nm ³	Water m ³	Ore ton	Conc. ton	Coke kg	Bento. kg	Elec. kWh	N ₂ Gas Nm ³	Water m ³	
Production (kilo-t)	460		160					101						101											
Unit consump. (U/t)	14.81		0.15	2,364	63.5		1.80	0.97	6	10	23	15	0.3	1.45	130	295	0.5								
Yearly consump. (x10 ³ U/year)	6,813		69	378	10,160		288	94.0	666	1,010	7,373	1,515	30.3	0	0	0	0	378	98.0	0.0	606	1,010	24,346	1,515	387
Unit cost (US\$/U)	0.033	0.0497	0.21	7.840	0.030	0.0497	0.21	23.59	0.08	0.048	0.033	0.0497	0.21		0.033	0.0497	0.21			0.08	0.048	0.033	0.0497	0.21	
Cost (x10 ³ US\$/year)	225		14.5	2,981	335		60.5	2,211	48.5	48.5	243	75	6.4		0	0	0			48.5	48.5	803.4	75.3	81.3	
Production (kilo-t)	1,695		707					715						715											
Unit consump. (U/t)	14.81		0.15	2,364	63.5		1.80	0.97	6	10	73	15	0.3	1.45	130	295	0.5								
Yearly consump. (x10 ³ U/year)	25,103		25	1,671	46,895		1,273	693.6	4,290	7,150	52,195	10,725	215	740	66,300	150,450	255	1,671	693.6	740	4,290	7,150	188,492	161,175	1,996
Unit cost (us\$/U)	0.033	0.0497	0.21	7.840	0.033	0.0497	0.21	0.08	0.048	0.033	0.0497	0.21			0.033	0.0497	0.21			0.08	0.048	0.033	0.0497	0.21	
Cost (x10 ³ US\$/year)	828		53.4	13,061	1,482		267.2	3,432	343.2	343.2	1,722	533	45.0		2,188	7,477	53.0			343.2	343.2	6,220.3	8,010.4	419.2	
Production (kt)	2,600		1,100					1,100						1,100											
Unit consump. (U/t)	14.81		0.15	2,364	63.5		1.80	0.97	6	10	73	15	0.3	1.45	130	295	0.5								
Yearly consump. (x10 ³ U/year)	38,506		390	2,600	69,850		1,980	1,067	6,600	11,000	80,300	16,500	330	1,068	97,500	221,250	375	2,600	1,067	1,068	6,600	11,000	286,156	237,750	3,075
Unit cost (us\$/U)	0.033	0.0497	0.21	7.840	0.033	0.0497	0.21	0.08	0.048	0.033	0.0497	0.21			0.033	0.0497	0.21			0.08	0.048	0.033	0.0497	0.21	
Cost (x10 ³ US\$/year)	1,271		81.9	2,305	2,305		415.8	526.0	526.0	526.0	2,650	820	69.3		3,218	10,996	78.8			526.0	526.0	9,443.1	11,816.2	645.8	

9.4.2 要員

(1) 要員計画

組織及び要員配置を図-67 及び表-133 に示す。

総従業員数は鉾山の坑道掘進等の開発要員及び全社のシステムオペレーション要員を除いて756人である。

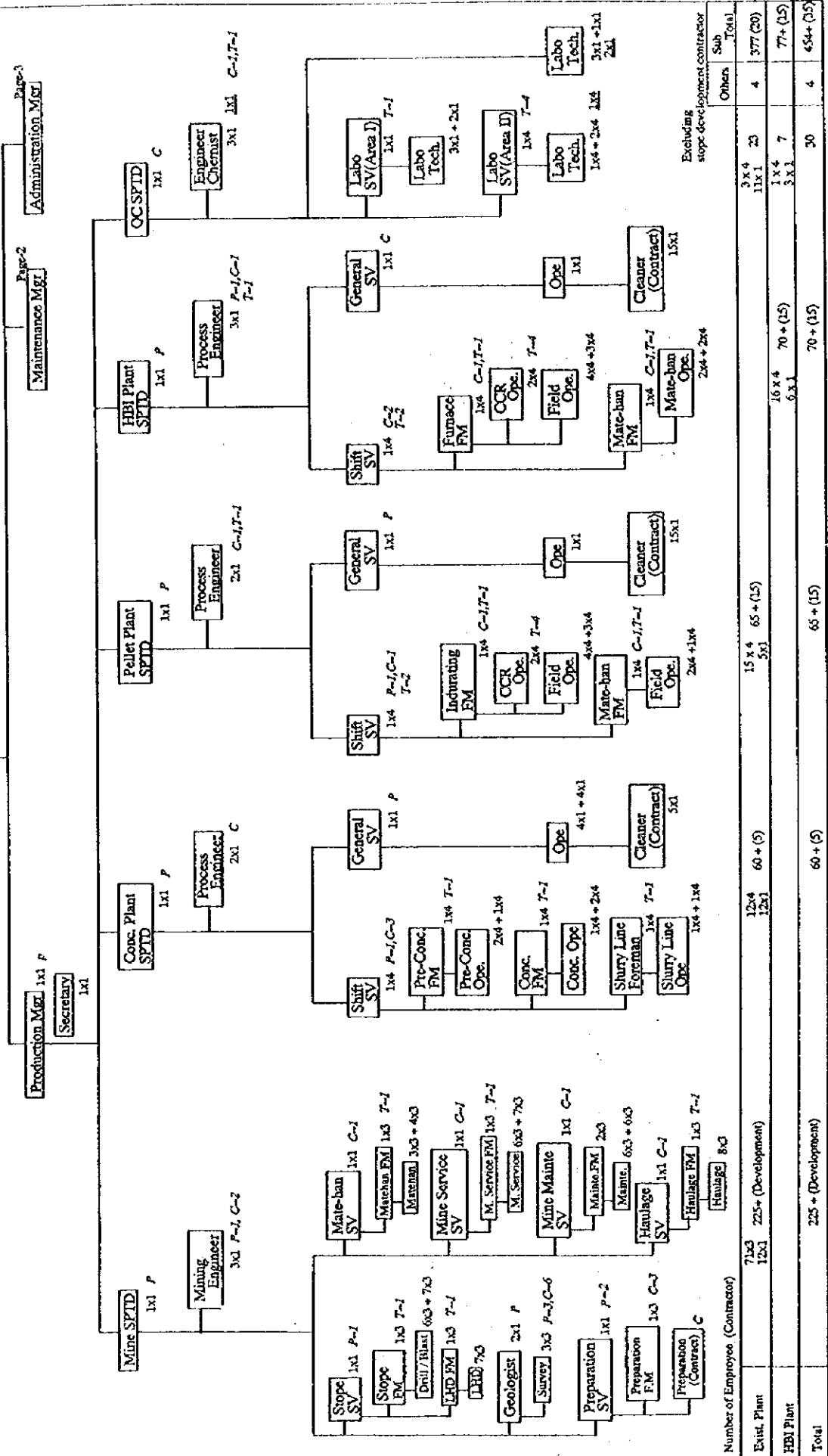
鉾山の坑道掘進等の開発要員、全社のシステムオペレーション及び工場、本事務所の清掃は外注業者が行なう。

また、鉾山を除いた保全業務は中央保全部門に集約する。

67 Organization chart 1/3

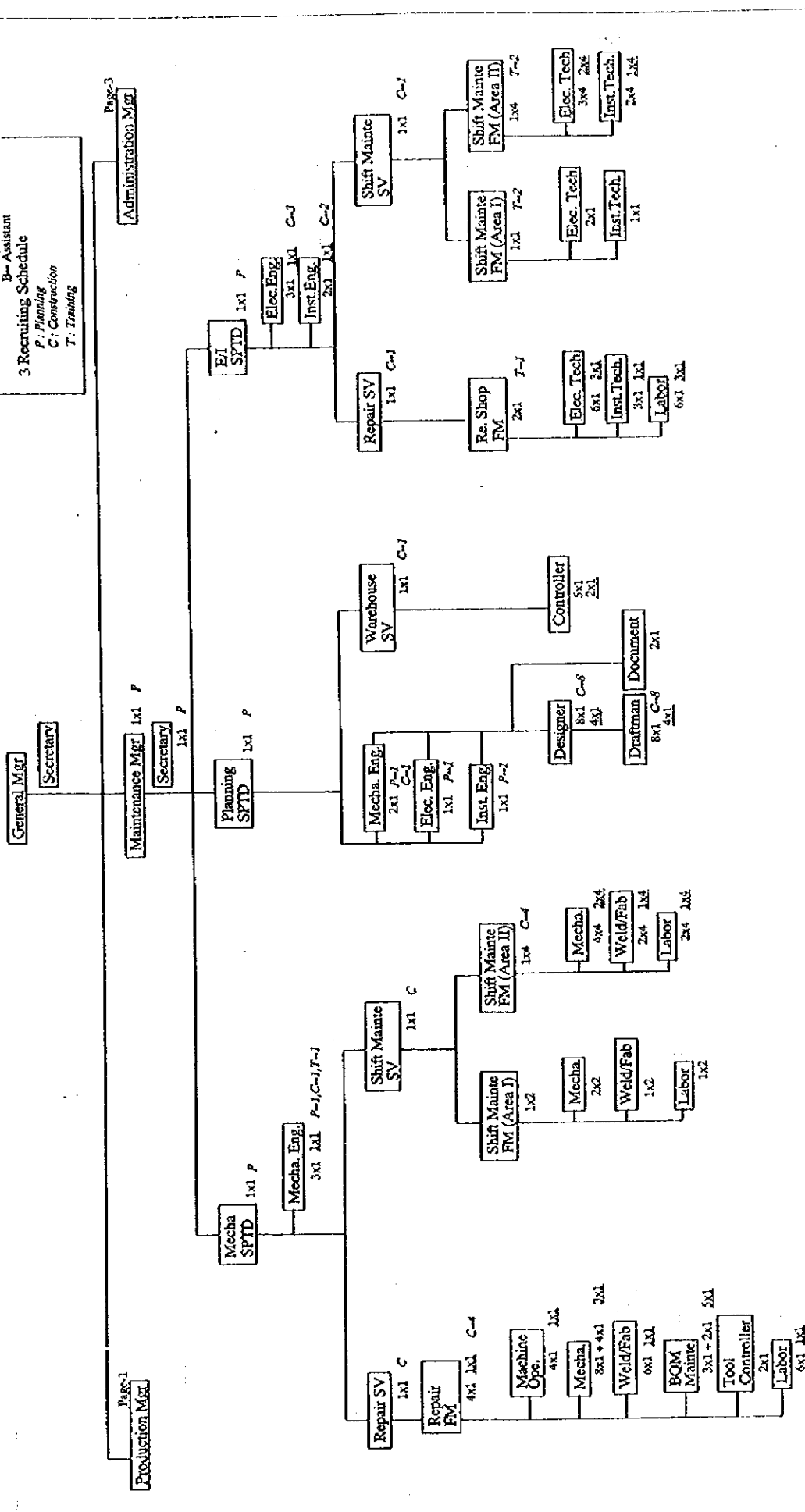
Note
 1 Number x Shift
 A/E: HBI staff (including total)
 2 Number
 A/S + B/S: A- Operator / Technician
 B- Assistant
 3 Recruiting Schedule
 P: Planning
 C: Construction
 T: Training

General Mgr 1x1 P
 Secretary 1x1 P



67 Organization chart 2/3

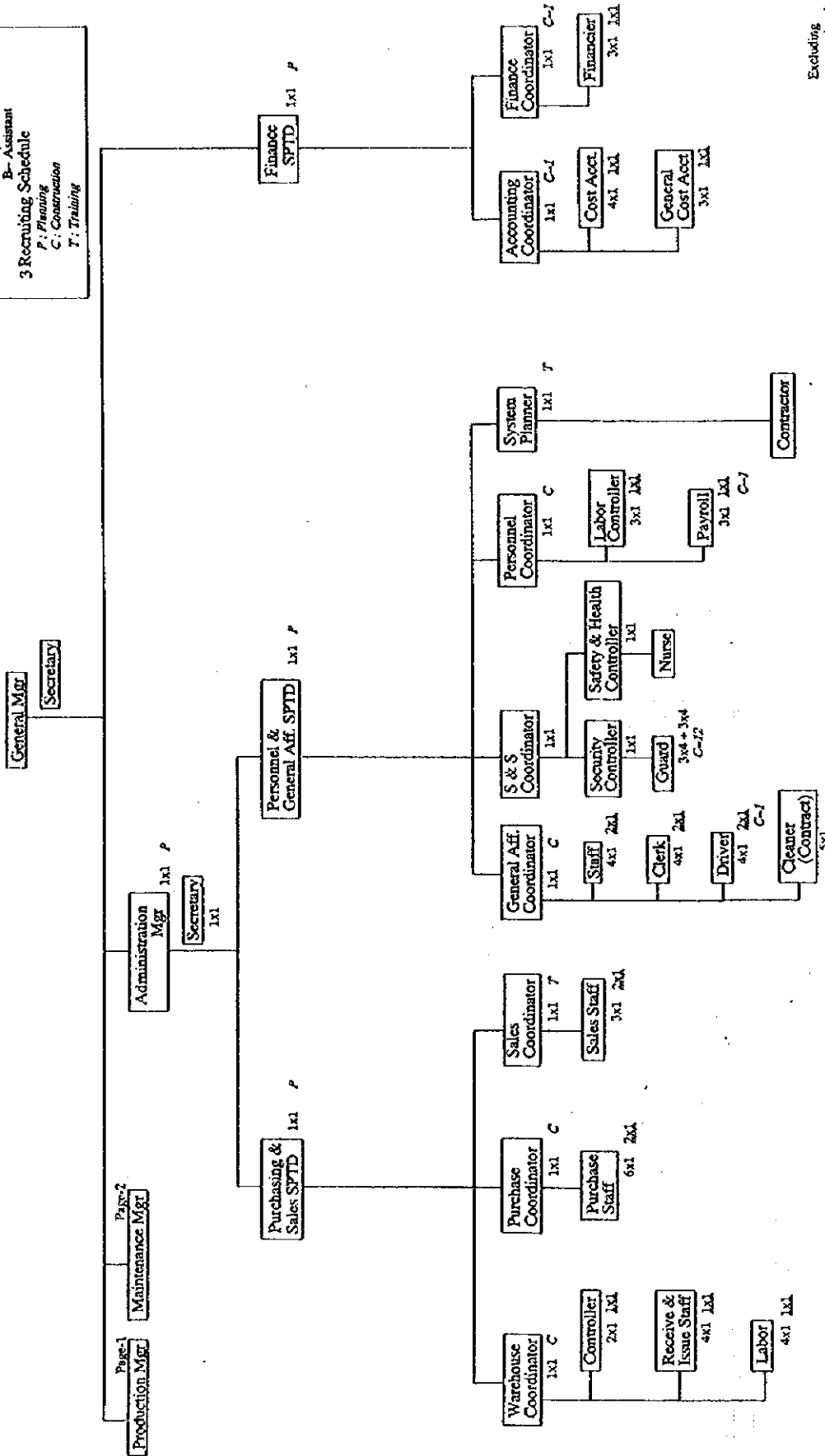
Note
 1 Number x Shift
 ΔSB : HBI staff (including total)
 2 Number
 A+S + B+S : A- Operator / Technician
 B- Assistant
 3 Recurring Schedule
 P: Planning
 C: Construction
 T: Training



	Sub	Total
Number of Employees (Contractor)	3 x 4	12
Exst. Plant	5x4 + 5x2 32 x 1	62
HBI Plant	4 x 4 15 x 1	29
Total	91	91
	19 x 1	19
	10 x 1	10
	3 x 4	12
	20 x 1	20
	2	2
	53	53
	2	2
	115	115
	60	60
	175	175

67 Organization chart 3/3

Note
 1 Number x Shift
 ASB : HBI staff (including total)
 2 Number
 AS + BS : A - Operator / Technician
 B - Assistant
 3 Recruiting Schedule
 P : Planning
 C : Construction
 T : Training



Number of Employee (Contractor)		Excluding - slope development contractor - system operation contractor	
	Sub Total	Others	Total
Extra Plant	16 x 1 16	2	67+ (5) 561+(25)
HBI Plant	7 x 1 7	18	155+(15)
Total	23	2	716+(40)

表-133 Manpower Allocation

	Senior Manager	Manager	Super Intendent	Engineer	Super visor	Foreman	Operator Tech'n	Assistant	Senior Secretary	Secretary (Contractor)	Cleaner (Contractor)	Driver	Total
General	1								1				2
Admin.dept.										1			2
Management	1												54
Personel &			1	1	3	6	19	16			5	4	
General Affairs sect.								15	4				23
Purchase &			1	1	3	3							
Sales sect.													13
Financial sect.			1	1	2	2	10						92
Admin.dept. Total	1	1	3	3	8	6	44	20	1	5		4	
Production dept.													
Management	1								1				2
Mining sect.			1	1	5	6	24	117	72				225
Concentration sect.			1	1	2	5	12	20	20		5		65
Pelletizing sect.			1	1	2	5	8	33	16		15		80
HBI sect.			1	1	3	5	8	33	20		15		85
Labo. sect.			1	1	3	5	10	11					30
Product. dept. Total	1	1	5	15	26	52	213	139	1	35			487
Maintenance dept.													
Management	1									1			2
Mecha. mainte.sect.			1	1	3	2	10	53	22				91
E/I mainte.sect.			1	1	5	2	7	32	6				53
Planning sect			1	1	4	9	15						29
Mainte. dept. Total	1	1	3	12	13	17	100	28	1				175
Grand Total	1	3	11	27	47	75	357	187	1	3	40	4	756

Note: Excluding of stop development contractor and system operation contractor.

(2) 雇用スケジュール

従業員雇用スケジュールを図-66 に示した。雇用スケジュールを検討するに当たって、従業員を大まかに計画要員、建設要員、コア要員、オペレーター/技能職、補助要員に分け、それぞれ最適なタイミングで雇用することとした。

ペレットプラント及びHBIプラントの核となる要員は、実際に稼動しているプラントで2~3カ月のトレーニングを受けることが望ましく、少なくとも、ペレットプラントのCCRオペレーター4人、焼成炉オペレーター4人とHBIプラントのCCR、還元炉、ガス変成炉のオペレーター各4人のトレーニングが望まれる。

(3) 年間人件費

年間人件費を表-134 に示す。人件費の単価は次の通り想定している。

- ①上級管理職：US\$ 100,000 /year
- ②管理職：US\$ 75,100 /year (カテゴリー" G")
- ③上級監督職：US\$ 48,000 /year (カテゴリー" J")
- ④エンジニア、監督職：US\$ 26,200 /year (カテゴリー" S1+S2+S3")
- ⑤リーダー：US\$ 19,500 /year
- ⑥運転要員、技能職：US\$ 12,800 /year (カテゴリー" I+C+OE")
- ⑦補助要員：US\$ 8,600 /year (カテゴリー" O+O/2+A")
- ⑧清掃員：US\$ 6,500 /year

*ここでのカテゴリーは、1998-7-31 JICA MOM に示されたものである

準備期間4年間の人件費はUS\$ 13-million で、定常運転年次のそれが、約 US\$ 11-million となる。

表-134 Annual Manpower Cost (1/3)

Year Month	-4				-3				-2				-1				1								
	7	12.1	Cost (k\$/year)	Num -ber	6.7	12.1	Cost (k\$/6M)	Num -ber	6.7	12.1	Cost (k\$/6M)	Num -ber	3.4	Cost (k\$/3M)	Num -ber	6.7	12.1	Cost (k\$/3M)	Num -ber	9.10	Cost (k\$/3M)	Num -ber	12.1	Cost (k\$/year)	
Production dept.																									
Mining sect.																									
SPTD	48.0	1	24.0	1	24.0	1	24.0	1	24.0	1	24.0	1	12.0	1	12.0	1	12.0	1	12.0	1	12.0	1	12.0	1	48.0
SV / Engineer	26.2	5	65.5	11	144.1	11	144.1	11	144.1	11	144.1	11	72.1	11	72.1	11	72.1	11	72.1	11	72.1	11	72.1	11	288.2
FM	19.5	0	0	0	29.3	3	29.3	3	29.3	3	29.3	3	39.0	8	39.0	8	39.0	8	39.0	8	39.0	8	39.0	8	468.0
Op. Tech.	12.8	3	38.4	3	19.5	9	57.6	9	57.6	9	57.6	9	28.8	9	28.8	117	374.4	117	374.4	117	374.4	117	374.4	117	1,497.6
Assist.	8.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	154.8	72	154.8	72	154.8	72	154.8	72	619.2
Cleaner/Contractor	6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	9	127.9	9	108.7	24	255.0	24	255.0	24	255.0	24	255.0	29	151.9	29	151.9	225	730.3	225	730.3	225	730.3	225	730.3	2,921.0
Concentration sect.																									
SPTD	48.0	1	24.0	1	24.0	1	24.0	1	24.0	1	24.0	1	12.0	1	12.0	1	12.0	1	12.0	1	12.0	1	12.0	1	48.0
SV / Engineer	26.2	2	26.2	7	91.7	7	91.7	7	91.7	7	91.7	7	45.9	7	45.9	7	45.9	7	45.9	7	45.9	7	45.9	7	183.4
FM	19.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	14.6	3	14.6	12	58.5	12	58.5	12	58.5	12	58.5	234.0
Op. Tech.	12.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	256.0
Assist.	8.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	172.0
Cleaner/Contractor	6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32.5
Total	3	50.2	3	50.2	8	115.7	8	115.7	8	115.7	8	115.7	11	72.5	11	72.5	60	223.4	60	223.4	60	223.4	60	223.4	925.9
Pelizing sect.																									
SPTD	48.0	1	24.0	1	24.0	1	24.0	1	24.0	1	24.0	1	12.0	1	12.0	1	12.0	1	12.0	1	12.0	1	12.0	1	48.0
SV / Engineer	26.2	2	26.2	4	52.4	4	52.4	4	52.4	4	52.4	4	45.9	7	45.9	7	45.9	7	45.9	7	45.9	7	45.9	7	183.4
FM	19.5	0	0	0	2	19.5	2	19.5	2	19.5	2	19.5	8	39.0	8	39.0	8	39.0	8	39.0	8	39.0	8	39.0	156.0
Op. Tech.	12.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	422.4
Assist.	8.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	137.6
Cleaner/Contractor	6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	97.5
Total	3	50.2	3	50.2	7	95.9	7	95.9	7	95.9	7	95.9	16	96.9	16	96.9	65	236.9	65	236.9	65	236.9	65	236.9	1,044.9
HBI sect.																									
SPTD	48.0	1	24.0	1	24.0	1	24.0	1	24.0	1	24.0	1	12.0	1	12.0	1	12.0	1	12.0	1	12.0	1	12.0	1	48.0
SV / Engineer	26.2	1	26.2	1	13.1	5	65.5	5	65.5	5	65.5	8	52.4	8	52.4	8	52.4	8	52.4	8	52.4	8	52.4	8	209.6
FM	19.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	19.5	4	19.5	4	19.5	4	19.5	4	19.5	4	19.5	156.0
Op. Tech.	12.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	12.8	4	12.8	4	12.8	4	12.8	4	12.8	4	12.8	422.4
Assist.	8.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	172.0
Cleaner/Contractor	6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	97.5
Total	2	50.2	2	37.1	8	109.0	8	109.0	8	109.0	8	109.0	17	96.7	17	96.7	50	209.0	50	209.0	50	209.0	50	209.0	1,105.5
Labo. sect.																									
SPTD	48.0	0	0	0	1	24.0	1	24.0	1	24.0	1	24.0	1	12.0	1	12.0	1	12.0	1	12.0	1	12.0	1	12.0	48.0
SV / Engineer	26.2	0	0	0	2	26.2	2	26.2	2	26.2	2	26.2	8	52.4	8	52.4	8	52.4	8	52.4	8	52.4	8	52.4	209.6
FM	19.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Op. Tech.	12.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128.0
Assist.	8.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94.6
Cleaner/Contractor	6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1	37.6	1	37.6	1	37.6	1	37.6	1	37.6	1	37.6	1	18.8	1	18.8	1	18.8	1	18.8	1	18.8	1	18.8	75.1
Production MGR	11.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.9	1	2.9	1	2.9	1	2.9	1	2.9	1	2.9	11.4
Secretary	18	316.1	18	283.8	51	663.3	51	663.3	51	663.3	51	663.3	84	0.503.9	84	0.503.9	421	1,517.5	421	1,517.5	421	1,517.5	421	1,517.5	6,564.0
Product. dept. TTL																									

表-134 Annual Manpower Cost (2/3)

Year Month	-4			-3			-2			-1			1			
	U.cost (k\$/year)	Num -ber	Cost (k\$/year)	U.cost (k\$/year)	Num -ber	Cost (k\$/year)	U.cost (k\$/year)	Num -ber	Cost (k\$/year)	U.cost (k\$/year)	Num -ber	Cost (k\$/year)	U.cost (k\$/year)	Num -ber	Cost (k\$/year)	
Maintenance dept.																
Mecha.mainte.sect.																
SPTD	48.0	1	24.0	1	24.0	1	24.0	1	24.0	1	24.0	1	12.0	1	12.0	
SV / Engineer	26.2	1	26.2	3	39.3	3	39.3	4	26.2	4	26.2	5	32.8	5	32.8	
FM	19.5	0	0	8	78.0	8	78.0	8	39.0	8	39.0	10	48.8	10	48.8	
Op. Tech.	12.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	80.0	53	169.6	
Assist.	8.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	47.3	22	189.2	
Cleaner(Contractor)	6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total	2	50.2	2	37.1	12	141.3	12	141.3	13	77.2	13	77.2	39	163.8	91	310.4
E/1 mainte.sect.																
SPTD	48.0	1	24.0	1	24.0	1	24.0	1	24.0	1	24.0	1	12.0	1	12.0	
SV / Engineer	26.2	0	0	7	91.7	7	91.7	7	45.9	7	45.9	7	45.9	7	45.9	
FM	19.5	0	0	0	0	0	0	0	5	24.4	5	24.4	7	34.1	7	34.1
Op. Tech.	12.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	64.0	32	102.4	
Assist.	8.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	12.9	6	12.9	
Cleaner(Contractor)	6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total	1	24.0	1	24.0	8	115.7	8	115.7	13	82.2	13	82.2	35	156.0	53	207.3
Planning sect.																
SPTD	48.0	1	24.0	1	24.0	1	24.0	1	24.0	1	24.0	1	12.0	1	12.0	
SV / Engineer	26.2	3	78.6	13	170.3	13	170.3	13	85.2	13	85.2	13	85.2	13	85.2	
FM	19.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Op. Tech.	12.8	0	0	8	51.2	8	51.2	8	25.6	8	25.6	15	48.0	15	48.0	
Assist.	8.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cleaner(Contractor)	6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total	4	102.6	4	63.3	22	245.5	22	245.5	22	122.8	22	122.8	29	145.2	29	145.2
Mainte.dept.MGR	75.1	1	37.6	1	37.6	1	37.6	1	18.8	1	18.8	1	18.8	1	18.8	
Secretary	11.4	1	5.7	1	5.7	1	5.7	1	2.9	1	2.9	1	2.9	1	2.9	
Mainte.dept.TTL	9	220.1	9	167.7	44	545.8	44	545.8	50	303.8	50	303.8	105	486.5	175	684.45

