# 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（国内炭である Rio Turbio 炭は、揮発分が高すぎる一方、固定炭素分は低すぎる）、シナリオ- 4 は不適格である。

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 |
| $Al_2O_3$ | | | |
| 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 | > 80% 9-16mm | 30 x 60 x 90 mm |
| | spherical | spherical | |
| Bulk density | 2.0 - 2.3 t/m³ | 2.0 - 2.3 t/m³ | 2.6 - 2.7 t/m³ |
| Aparent density | | | 5.5 t/m³ |
| Physical property | | | |
| CCS | ave. 250 kg | ave. 250 kg | - |
| | < 90 kg max 10% | < 90 kg max 10% | - |
| Tumbler str. | > 6.3mm min 92% | > 6.3mm min 92% | - |
| | < 0.5mm max 5.5% | < 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% | >6.3mm min 90% | - |
| | < 0.5mm max 4% | < 0.5mm max 4% | - |
| Linder (760℃) | - | < 3.3mm < 3.0% | - |
| | - | CSAR > 50kg | - |
| | - | Metallization > 92% | - |
| SBRT | - | Tumbl >6.3mm90% | - |
| with Load (815℃) | - | 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。

図-61 Conceptual process flow

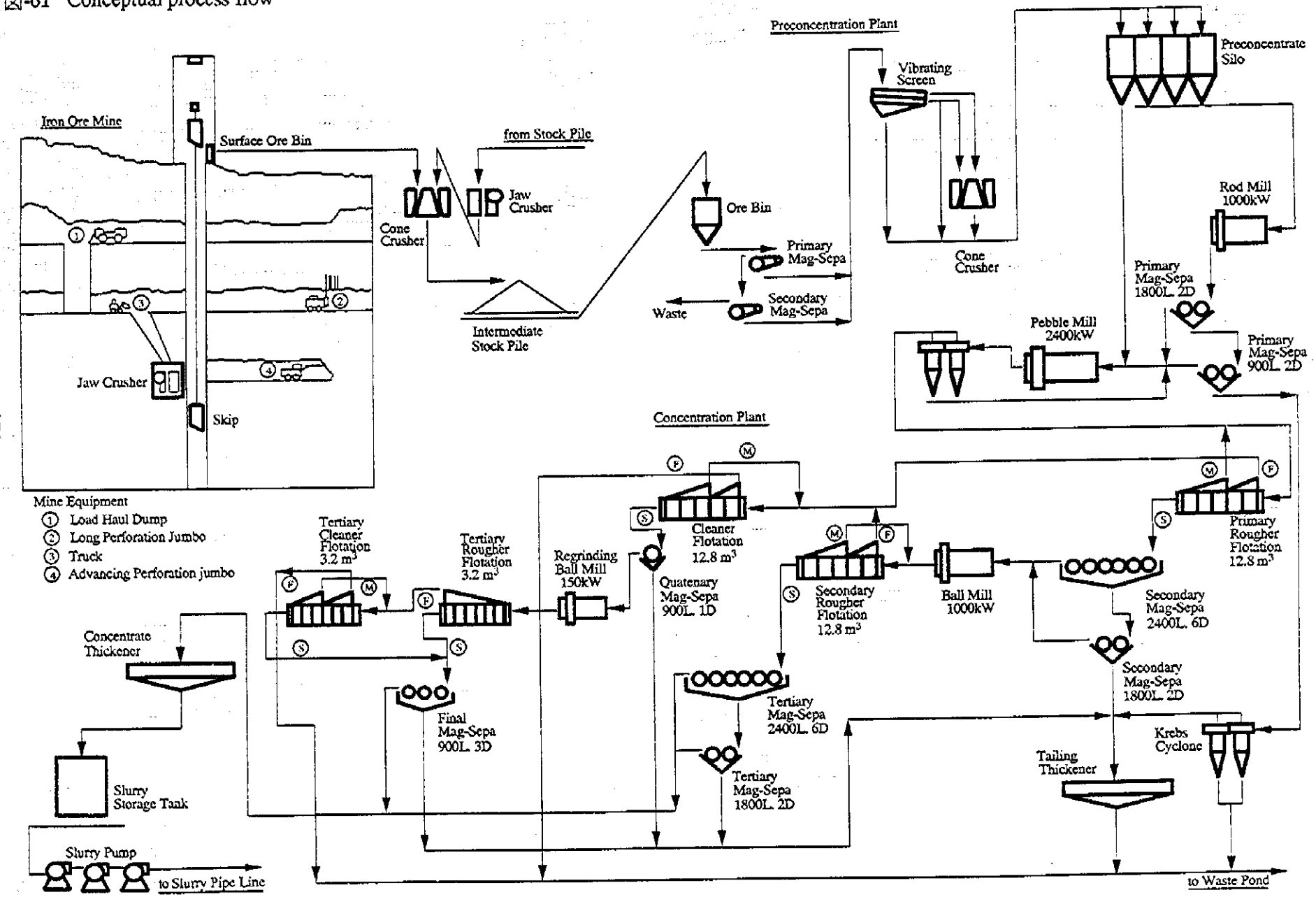
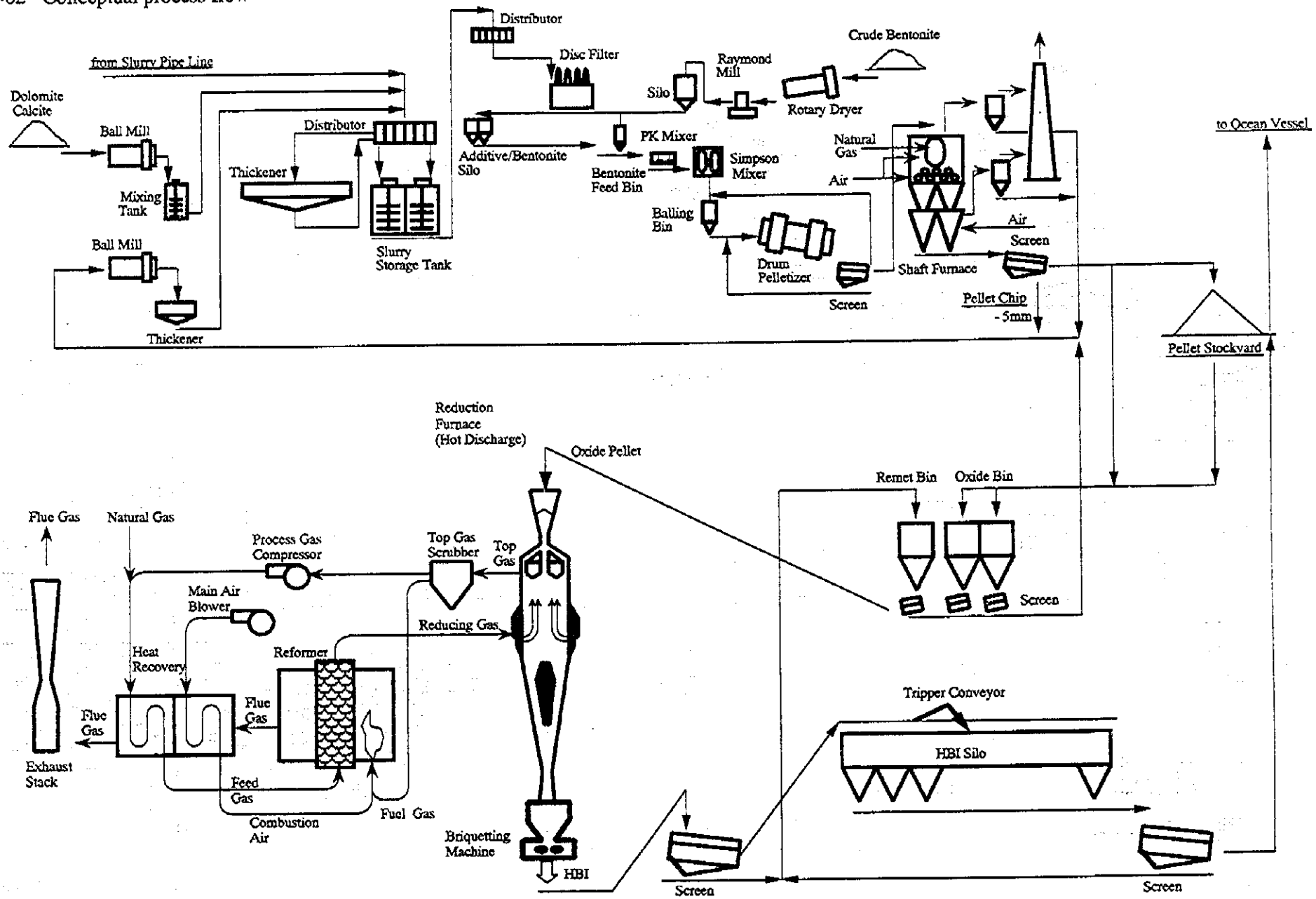


図-62 Conceptual process flow



## 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 | | | 285×10^6 $m^3$/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 の鉱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/アドバイザリーサービス、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。

天然ガス、及び水の供給ラインの増設にかかる投資については、第 2 次現地調査に委ねる。

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、及びメイ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 | Unit Consumption | Cost | Note |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | US$ | per ton | US$/t | |
| 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 | |
| | | | | | | |
| | Ope.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 | Manning cost | 292 | 12,000 | | 1.348 | |
| | 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 | Unit Consumption | Cost | Note |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | US$ | per ton | US$/t | |
| Raw Material | Iron Ore | ton | 6.724 | 2.364 | 15.90 | |
| Variable | 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 | Ope. Labor | 52 | 12,000 | | 0.57 | |
| | 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 | Unit Consumption | Cost | Note |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | US$ | per ton | US$/t | |
| 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 | Ope. 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

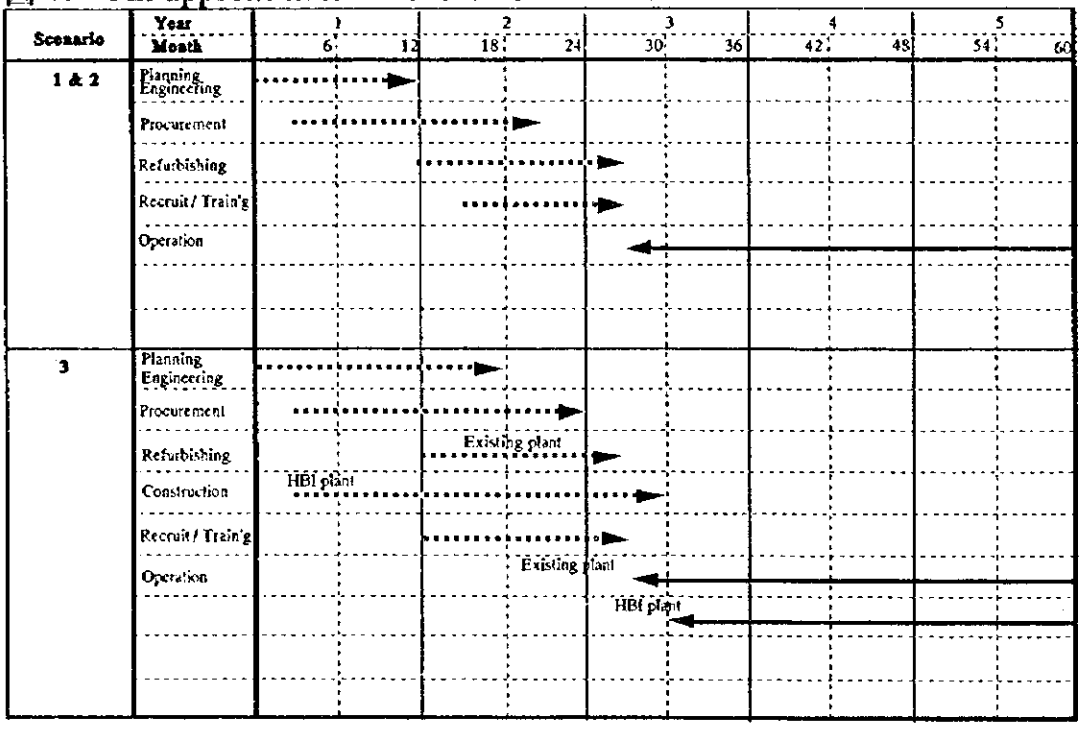
| Item | | Unit | Price US$ | Unit Consumption per ton | Cost US$/t | Note |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Raw Material | Pellet | ton | 31.38 | 1.45 | 45.50 | |
| | Remet | | | | | |
| | Chips etc. | | | | | |
| Total RM. | | | | | | |
| Variable | Electricity | kWh | 0.04 | 130 | 5.20 | |
| | Natural 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 | | | | | |
| Total VC. | | | | | 23.54 | |
| Fixed | Ope. Labor | 70 | 12,000 | | 1.12 | |
| | Mainte. Labor | | | | | pooled |
| | Contractors | 15 | 9,600 | | 0.20 | |
| | Spareparts | | | | | |
| | Refractories | | | | 4.0 | |
| | Depreciation | | | | | |
| | Interests etc. | | | | | |
| | Other Finance Cost | | | | | |
| Total FC. | | | | | 5.32 | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Total | | | | | 74.36 | |
| Common | Mainte/Admin/Labo staff | 85 | 12,000 | | 1.36 | 75.72 |

## 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



# 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

HIPARSA 社再活性化の４つのシナリオにおいて、以下のような項目について比較し、**表-121** に示した。ここで言う４つのシナリオとは下記シナリオ-1 からシナリオ-4 である。

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 | Iron ore mine | Iron ore mine | Iron ore mine |
| | Conc.plant | Conc.plant | Conc.plant | Conc.plant |
| | Pellet plant | Pellet plant | Pellet plant | |
| | | | Gas base HBI plant | Coal base HBI plant |
| Product | BF grade pellet | DR grade pellet | HBI | HBI |
| | 1,130 kilo-t/year | 1,100 kilo-t/yearear | 750 kilo-t/yearear | 870 kilo-t/year |
| Market | SIDERAL | SIDERAL | ACINDAR 300 kilo-t/yearear | ACINDAR 300 kilo-t/yearear |
| | | ACINDAR | Acerobrag 100 kilo-t/yearear | Acerobrag 100 kilo-t/yearear |
| | | SIDERCA | Brazil 200 kilo-t/yearear | Brazil 200 kilo-t/yearear |
| Iron ore | Pellet feed | Pellet feed | Pellet feed - pellet | Pellet feed |
| | - Available | - Available | - Available | - Available |
| Reductants | (not necessary) | (not necessary) | Natural gas | Coal |
| | | | - Available | - 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、一方で既設の竪型炉、及びその関連設備が不要となる。

主要設備に関しては、いずれのシナリオについても特別に困難を伴う問題はないが、用水の供給能力の増強は必要である。また、S-4 においては天然ガスの供給能力の増強が必要となる。

(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。SIDERAR 社が顧客として期待されるが鉄鉱石、ペレット等の有力サプライヤーである CVRD 社が SIDERAR 社の株主であること等を考えると、1,130 kilo-t/year の高炉用ペレットを全量売り切ることは困難と思われる。

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に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

---2 次調査以降の検討課題

(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。この点から観ると S-3 が最も好ましい。

(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

再活性化プログラムは民営化のための国際見積もりのような準備作業に要する期間によって大きく影響されるが、建設が始まって以降についてはかなり正確に推定できる。

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。

このスケジュールにおいて S-1、 S-2 と S-3 の間で大きな差がないのは、クリティカルパスとなるのが主要機器の納期にあるためである。

## 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 creatibity | ○ | ○ | ◎ | ○ |
| Total evaluation | × | ○ | ◎ | × |

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

S-2 と S-3 の間で投資回収期間に大きな差はないが、これは S-3 の販売価格を低めに見ており、さらに調査を要する反面、S-2 の販売価格は '98 年の実際の市場価格を採っており、調査の進展により S-3 の優位性は拡大する。そのうえ、S-3 を採用することによりシエラグランデ地域に、より多くの職場を提供することができる。

以上の検討結果から、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。

しかしながら、この結論は精鉱のリン含有量が経済的に許容レベルまで下げられるという前提に基づくものである。

# 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,<br>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<br>Drifting : 500,000 t/year<br>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、これら車輌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 contral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砕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-Enginer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、及び車輌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、シエラグランデ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砕と、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。逆型の閉回路粉砕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砕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段階の粉砕は第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次粉砕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、ボールミルは開回路としてある。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砕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が問題である。プラントテストを含めて、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ザ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ザを必要とするかどうかも、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、再粉砕と磁選のみであった。ここでも再粉砕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

現在廃滓シッ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。**図-30** から**図-32** に過去の実績及びラボテストとの対比を示した。

### 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ディ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。

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。

表-124 Chemical composition concentrate and pellets

| | T.Fe | FeO | SiO2 | Al2O3 | CaO | P | S | V | Na20 | K2O | CO2 | Igloss | C.W | TiO2 | 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 | | | | | | |
| Concentarate*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 |
| Fiered 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 |
| Fiered 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 calcilated 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.

(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

62×6077.8×3=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は可能である。そこでは、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) 乾燥精鉱添加（**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鉱ヤードを経由して、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、既設のスタッキ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ぎ込まれる。

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/ $Nm^3$）
使用量　約 222 million $Nm^3$/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）

図-64 750 HBI Plant

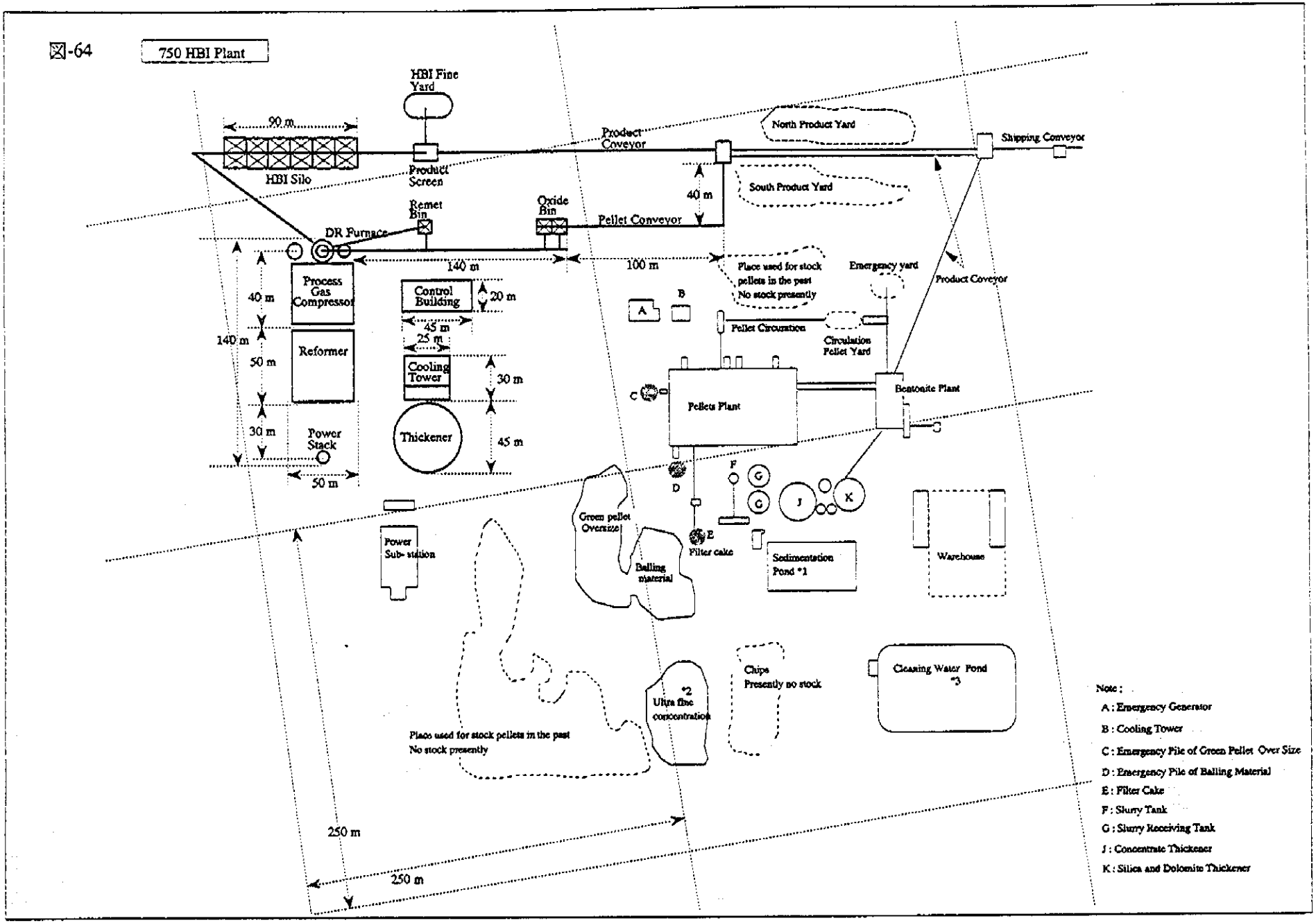


表-128 Expected Specification of Iron ore/Concentrate/Pellet/HBI

| 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 |
| | $Al_2O_3$ | % | 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℃) | | | | | |
| | Fine (<6.0mm) | % | — | — | 3 | — |
| | C.S. | kg | — | — | — | — |
| | Metallization | % | — | — | 92 | — |
| | Static bed reduction | | | | | |
| | with load (815℃) | | | | | |
| | 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. |
| $C_2H_6$ | | 4.71-4.89 | FC | | 85 | Total alkalinity | mg/l | 124 - 147 |
| | | Ave.4.81 | Moisture | % | 8 - 10 | Suspended solids | mg/l | n.d. |
| $C_3H_8$ | | 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 | ℃ | n.d. |
| $O_2$ | | 0 | $Al_2O_3$ | | 23.9 | Pressure | kg/cm² | n.d. |
| $H_2$ | | 0 | CaO | | 6.4 | | | |
| Calorific value | Kcal/Nm³ | 9,658-9,731 | MgO | | 1.4 | | | |
| Hh | | Ave.9,692 | P | | 0.3 | | | |
| Calorific value | Kcal/Nm³ | 8,809-8,875 | S | | 0.7 | | | |
| Hl | | Ave.8,843 | Mn | | 0.3 | | | |
| Pressure | kg/cm² | 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イ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
・ペレットビンとリメットビン
・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 20-40kg/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 kilo-t・pellet/year での天然ガス消費原単位は、デザインベースで 1.76Nm$^3$/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 11.33Nm$^3$/sec.になり、現在のデザインベースでのペレット用 1.76Nm$^3$/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 135,826m$^3$/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 m$^3$/month (59.47 liters/sec.)である。

また、HIPARSA 社の Mine 側には 30,000m$^3$ 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, 350,000m$^3$) 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ては、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、問題ないと考える。

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 | Cost x $10^6$ us$ | Note |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Iron ore mine | Mining equipments | (1) Fan drilling jumbo | 7 | 620 x10^3US$ | 4.3 | HL 1000 |
| | | (2) L.H.D | 9 | 400 x10^3US$ | 3.6 | 4.0 $m^3$ |
| | | (3) Track | 10 | 420 x10^3US$ | 4.2 | 20 $m^3$ |
| | | (4) Face drilling jumbo | 2 | 440 x10^3US$ | 0.9 | |
| | | (5) Scaler | 3 | 220 x10^3US$ | 0.7 | |
| | | (6) ANFO charger | 3 | 140 x10^3US$ | 0.4 | |
| | | (7) Multi-carrier | 6 | 130 x10^3US$ | 0.8 | |
| | | (8) Others | | | 0.3 | |
| Total | | | | | 15.2 | |
| Conc. plant | Pre-conc. plant | Rectification | | | 0.3 | |
| | Conc. plant | (1) Mill modification | | | 1.5 | |
| | | (2) Rectification | | | 0.8 | |
| | Pipe line | Rectification | | | 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 | |
| | Coke addition system | | | | 0.4 | |
| | Green pellet circuit | | | | 3.6 | Roller Screen (2.5), Weigher etc (1.1) |
| | Index conveyor | | | | 1.6 | |
| | Plant rectification | | | | 6.0 | |
| Total | | | | | 13.7 | |

表-130-2 Initial Investment Cost (2)

| Area | Item | | Quantity | Unit Cost | Cost | Note |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | x $10^6$ us$ | |
| HBI plant | 750,000 tpy | C&F + SV | | | 105.0 | |
| | | Civil / Erection | | | 36.0 | |
| | | Others | | | 6.0 | |
| | | | | | | |
| Total | | | | | 147.0 | FTK base |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Natural gas line | Exist. 1.76Nm³/s →11.33Nm³/s | | 12" $\phi$ x 47 km | 13 $/in-m | 7.3 | Replace for exist. 6" $\phi$ pipe |
| | Others | | | | 1.5 | |
| Total | | | | | 8.8 | |
| Water line | Exist. 112 l/s → 275 l/s | | 16" $\phi$ x120 km | 14 $/in-m | 26.9 | |
| | Others | | | | 5.4 | |
| Total | | | | | 32.3 | |
| | | | | | | |
| | | | | | | Enviromental assessment cost |
| | | | | | | (0.16 m$) is included in pre-ope.cost |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| **G.Total** | | | | | **219.7** | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

### 9.2.1 鉱山

鉱山での主要投資項目は鉱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 選鉱工場

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

選鉱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) 精鉱ヤードの新設

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、一旦ヤードに貯鉱して乾燥した精鉱をフィルターケーキに混合できるように精鉱ヤードを新設する。精鉱ヤードを新設することによって、精鉱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。精鉱ヤードの貯鉱能力は、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ー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、コミッ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 $Nm^3$/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。

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

| Item | | Unit | Price | Unit Consump. | Cost | Note |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | US$ | per ton | US$/t | |
| 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 | |
| | Ope.cost (main equip.) | | | | | |
| | Movile 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 | Unit Consump. | Cost | Note |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | US$ | per ton | US$/t | |
| 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 | | | | | Sodium Carbonate, Sodium Silicate |
| | Chemicals | kg | 0.29 | 2.05 | 0.59 | Tall Oil, Gas Oil, Sodium Hydro Oxide |
| | Lubricants | l | 1.27 | 0.033 | 0.04 | Floculanto,Sodium Sulfide |
| | Greese | l | 19.46 | 0.003 | 0.06 | |
| | Total C-2 | | | | | |
| | | | | | | |
| Total VC. | | | | | 4.25 | |
| Fixed | Manning cost | 61 | 14,245 | | 0.79 | Average per head cost 14,245 $/y |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | 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 | Unit Consump. | Cost | Note |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | US$ | per ton | US$/t | |
| 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 breeze | 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 | Unit Consump. | Cost | Note |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | US$ | per ton | US$/t | |
| 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 | Mainte/Admin/Labo staff | 305 | 15,793 | | 6.42 | |
| | 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 | |

### 9.3.1 鉄鉱石

シエラグランデ南鉱床において、 2.6 million-t/year の鉱石を採掘する。従業員は 225 人で、3 直 3 交代での、年間 250 日稼動とする。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

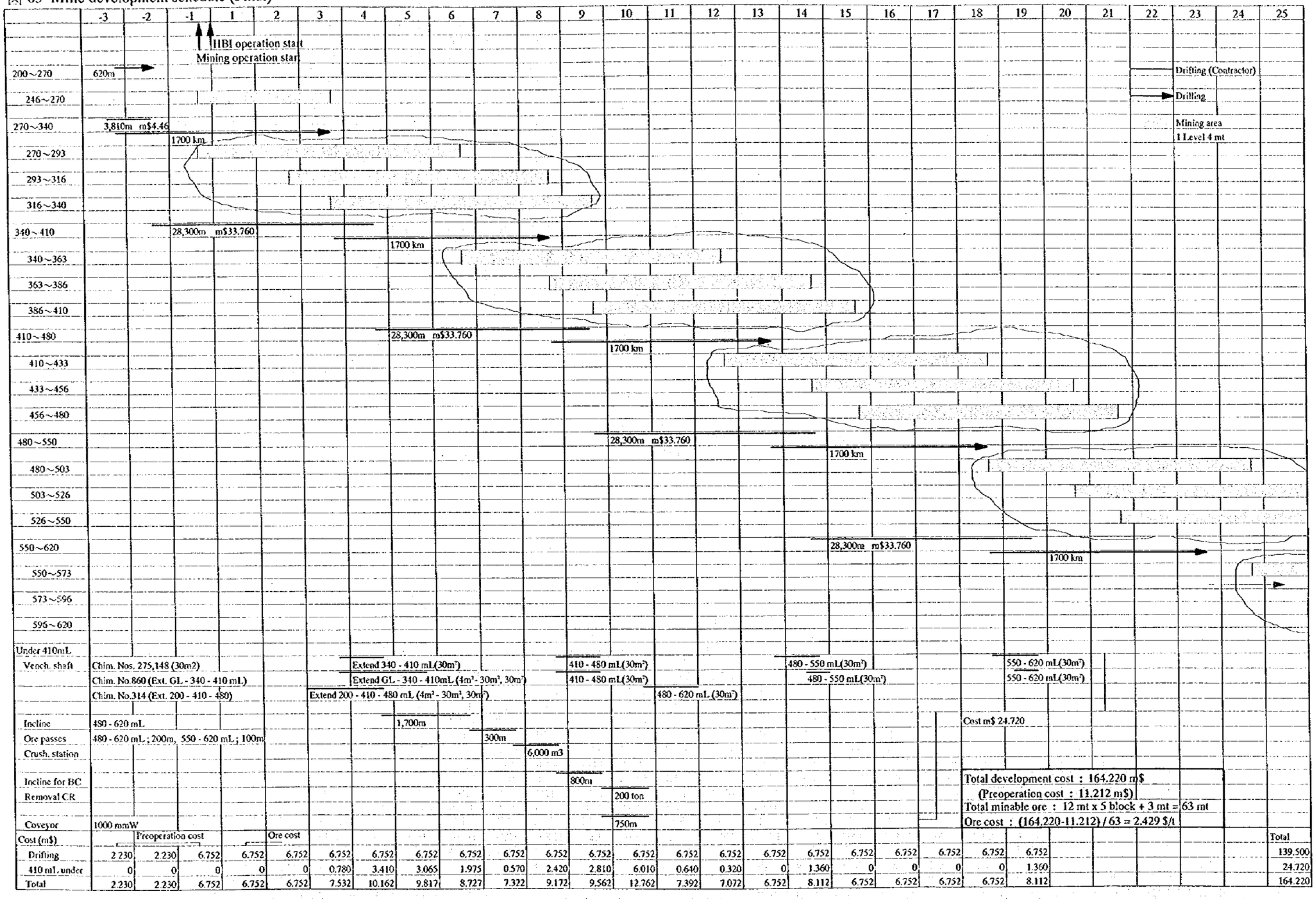
採掘可能鉱石量---63,000,000 t

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鉱計画を**図-65** に表示する。

図-65 Mine development schedule (Final)




| Cost (m$) | Preoperation cost | | | | Ore cost | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Drifting | 2.230 | 2.230 | 6.752 | 6.752 | 6.752 | 6.752 | 6.752 | 6.752 | 6.752 | 6.752 | 6.752 | 6.752 | 6.752 | 6.752 | 6.752 | 6.752 | 6.752 | 6.752 | 6.752 | 6.752 | 6.752 | 6.752 | | | | | | | | 139.500 |
| 410 mL under | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.780 | 3.410 | 3.065 | 1.975 | 0.570 | 2.420 | 2.810 | 6.010 | 0.640 | 0.320 | 0 | 1.360 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.360 | | | | | | | | 24.720 |
| Total | 2.230 | 2.230 | 6.752 | 6.752 | 6.752 | 7.532 | 10.162 | 9.817 | 8.727 | 7.322 | 9.172 | 9.562 | 12.762 | 7.392 | 7.072 | 6.752 | 8.112 | 6.752 | 6.752 | 6.752 | 6.752 | 8.112 | | | | | | | | 164.220 |

### 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 の精鉱を生産する。従業員は 61 人で、4 直 3 交代で 7,500 h/year の稼動とする。

定格生産量での精鉱コストは US$ 19.94 /t になる。

### 9.3.3 ペレット

約 1,060 kilo-t/year の精鉱から、 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 の稼動とする。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。これは主に精鉱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 の稼動とする。

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）の人件費 US$ 6.42 /t を加えて、HBI 生産コストは US$ 74 /t になる。

## 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。

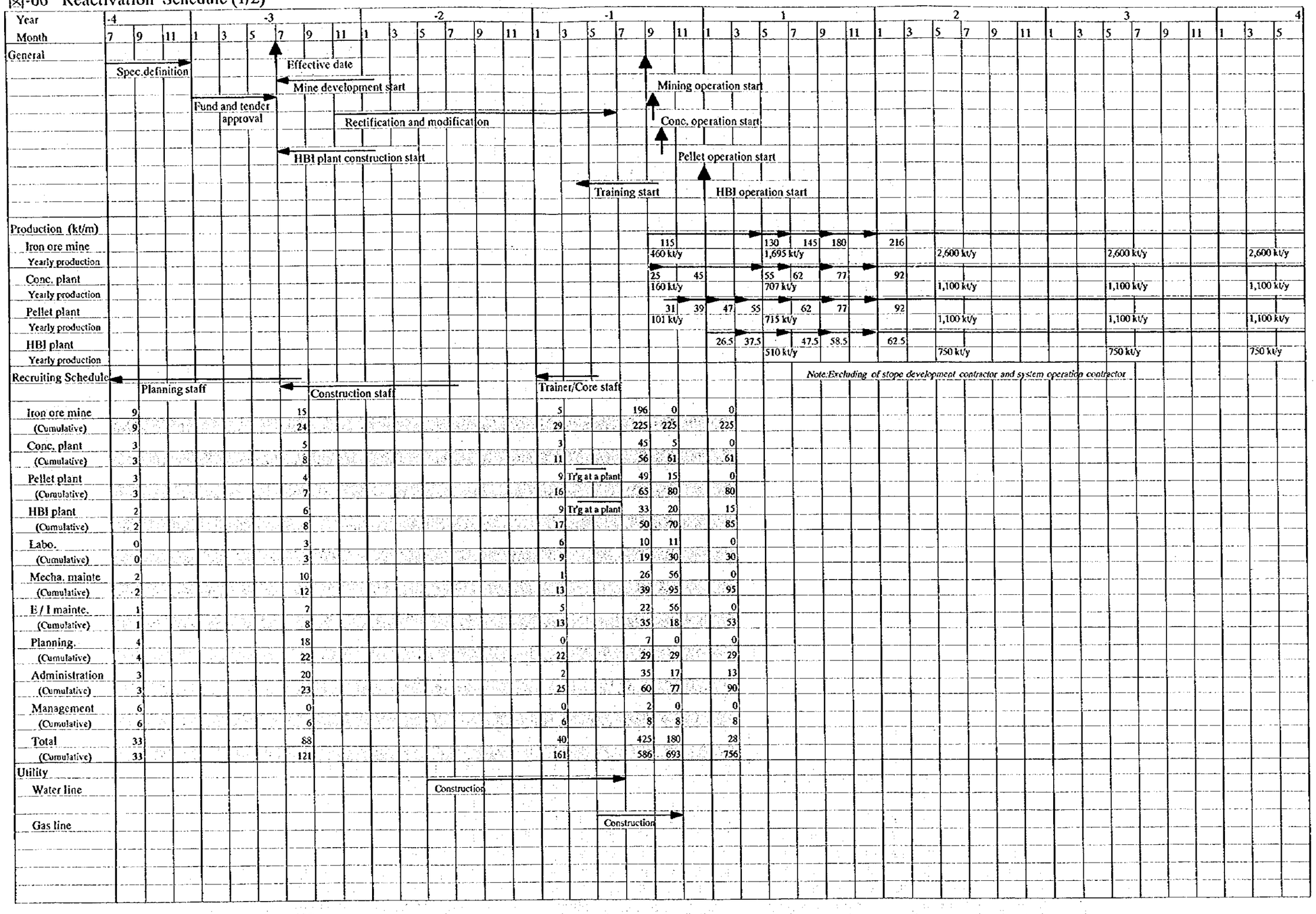
このスケジュールでは、HBI プラントの稼動開始年次を第 1 年次としている。HBI の生産は、HBI プラントの建設契約発効後 31 カ月目から始まる。

ペレットプラントの立ち上げ及びペレット貯鉱能力を勘案して、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。

## 図-66 Reactivation Schedule (1/2)



## 図-66 Reactivation Schedule (1/2)

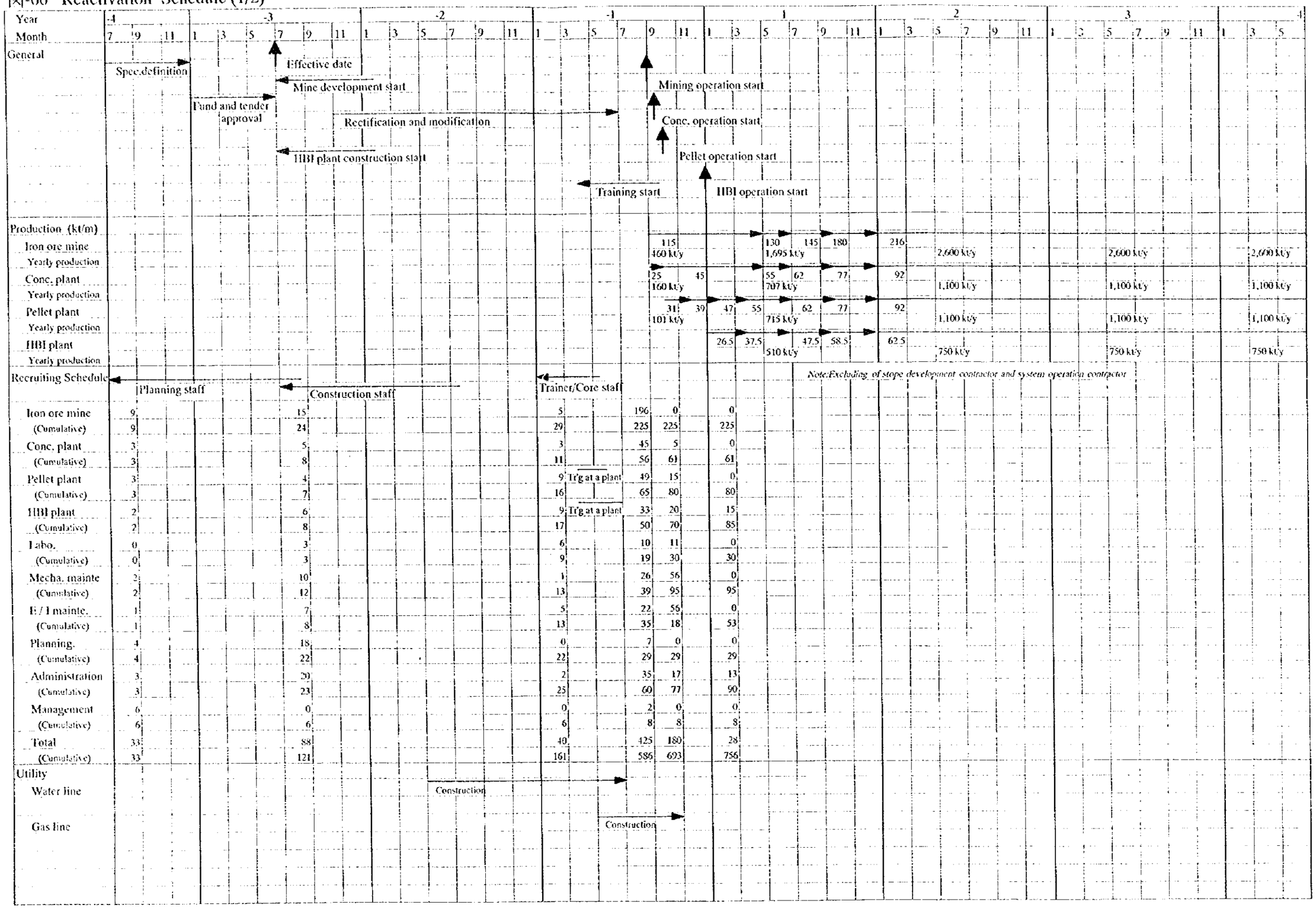
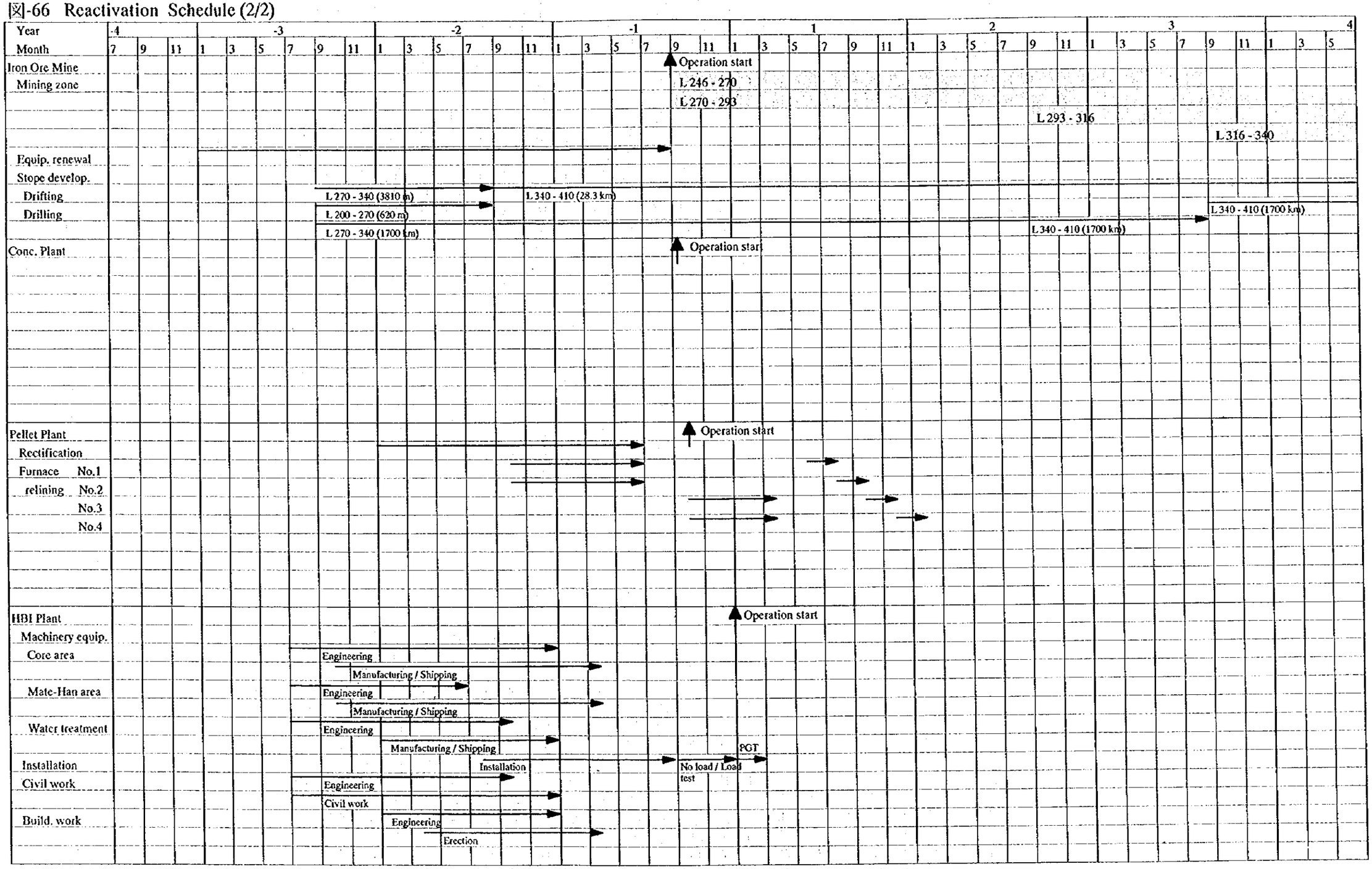
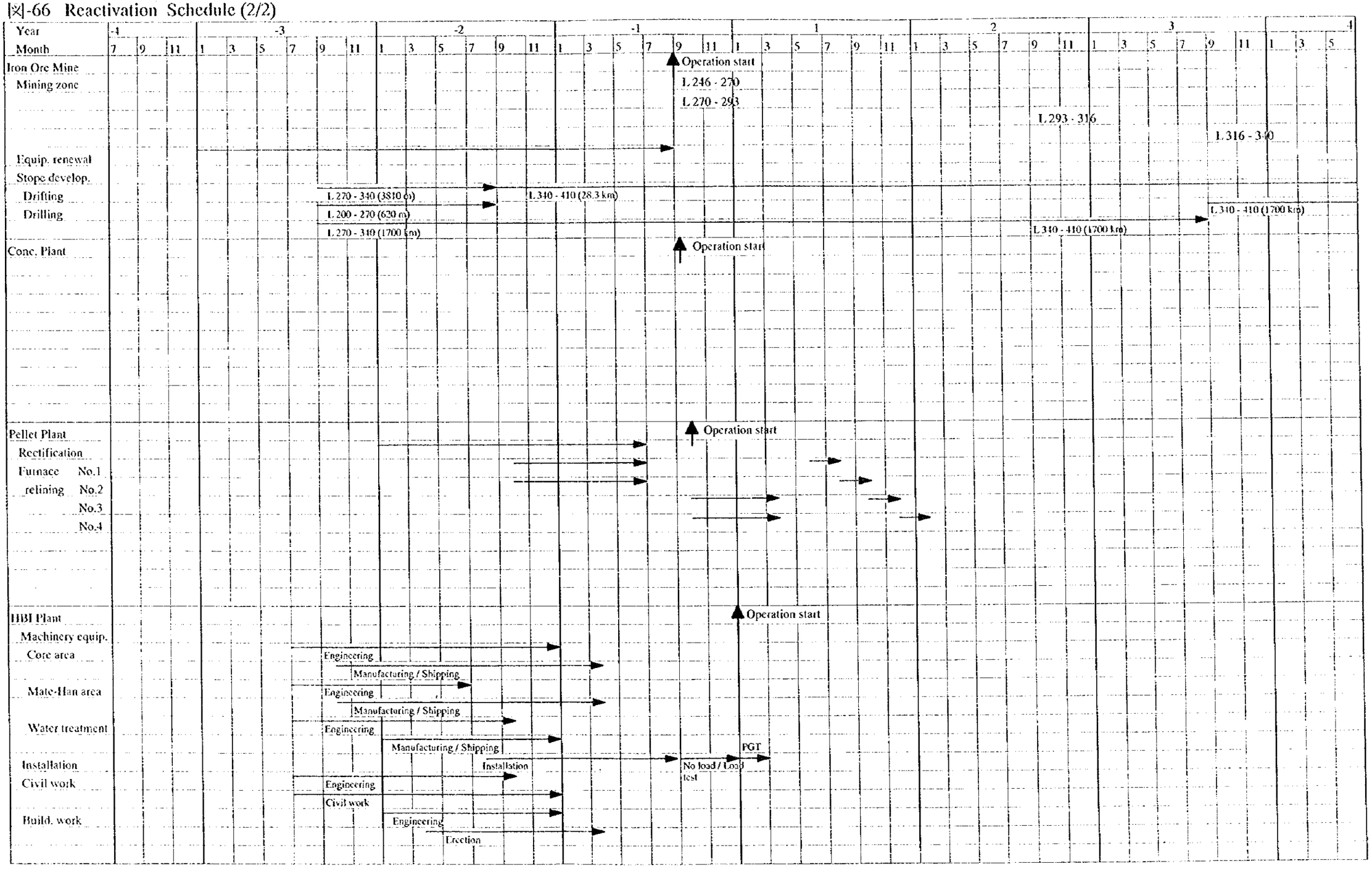


図-66 Reactivation Schedule (2/2)



## 図-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

| Year | | Iron ore mine | | | | Conc.plant | | | | Pellet plant | | | | | | HBI | | | | Total | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Raw mate. | Utilities | | | Raw mate. | Utilities | | | Raw mate. | | | Utilities | | | Raw mate. | Utilities | | | Raw materials | | | | | Utilities | | |
| | | | Elec. | N.Gas | Water | Ore | Elec. | N.Gas | Water | Conc. | Coke | Bento. | Elec. | N.Gas | Water | Pellet | Elec. | N.Gas | Water | Ore | Conc. | Pellet | Coke | Bento. | Elec. | N.Gas | Water |
| | | | kWh | Nm³ | m³ | ton | kWh | Nm³ | m³ | ton | kg | kg | kWh | Nm³ | m³ | ton | kWh | Nm³ | m³ | ton | ton | ton | kg | kg | kWh | Nm³ | m³ |
| -1 | Production (kilo-t) | 460 | | | | [illegible] | | | | [illegible] | | | | | | [illegible] | | | | | | | | | | | |
| | 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) | | 6,813 | — | 69 | 378 | 10,160 | — | 288 | 98.0 | 606 | 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$/U) | | 0.033 | 0.0497 | 0.21 | 7.880 | 0.033 | 0.0497 | 0.21 | 23.59 | 0.08 | 0.048 | 0.033 | 0.0497 | 0.21 | | 0.033 | 0.0497 | 0.21 | | | | 0.08 | 0.048 | 0.033 | 0.0497 | 0.21 |
| | Cost (x10^3 US$/year) | | 225 | — | 14.5 | 2,981 | 335 | — | 60.5 | 2,311 | 48.5 | 48.5 | 243 | 75 | 6.4 | | 0 | 0 | 0 | | | | 48.5 | 48.5 | 803.4 | 75.3 | 81.3 |
| 1 | Production (kilo-t) | 1,693 | | | | [illegible] | | | | [illegible] | | | | | | [illegible] | | | | | | | | | | | |
| | 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 | — | 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 | 188,492 | 161,175 | 1,996 |
| | Unit cost (us$/U) | | 0.033 | 0.0497 | 0.21 | | 0.033 | 0.0497 | 0.21 | | 0.08 | 0.048 | 0.033 | 0.0497 | 0.21 | | 0.033 | 0.0497 | 0.21 | | | | 0.08 | 0.048 | 0.033 | 0.0497 | 0.21 |
| | Cost (x10^3 US$/year) | | 828 | — | 53.4 | | 1,482 | — | 267.2 | | 343.2 | 343.2 | 1,722 | 533 | 45.0 | | 2,188 | 7,477 | 53.6 | | | | 343.2 | 343.2 | 6,220.3 | 8,010.4 | 419.2 |
| 2 & On | Production (kt) | 2,600 | | | | [illegible] | | | | [illegible] | | | | | | [illegible] | | | | | | | | | | | |
| | 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 | 1,088 | 97,500 | 221,250 | 375 | 2,600 | 1,067 | 1,088 | 6,600 | 11,000 | 286,156 | 237,750 | 3,075 |
| | Unit cost (us$/U) | | 0.033 | 0.0497 | 0.21 | | 0.033 | 0.0497 | 0.21 | | 0.08 | 0.048 | 0.033 | 0.0497 | 0.21 | | 0.033 | 0.0497 | 0.21 | | | | 0.08 | 0.048 | 0.033 | 0.0497 | 0.21 |
| | Cost (x10^3 US$/year) | | 1,271 | — | 81.9 | | 2,305 | — | 415.8 | | 528.0 | 528.0 | 2,650 | 820 | 69.3 | | 3,218 | 10,996 | 78.8 | | | | 528.0 | 528.0 | 9,443.1 | 11,816.2 | 645.8 |

表-132 Annual Requirement for Raw Materials and Utilities

| Year | | Iron ore mine | | | | Conc.plant | | | | Pellet plant | | | | | | HBI | | | | Total | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Raw mate. | Utilities | | | Raw mate. | Utilities | | | Raw mate. | | | Utilities | | | Raw mate. | Utilities | | | Raw materials | | | | | Utilities | | |
| | | | Elec. | N.Gas | Water | Ore | Elec. | N.Gas | Water | Conc. | Coke | Bento. | Elec. | N.Gas | Water | Pellet | Elec. | N.Gas | Water | Ore | Conc. | Pellet | Coke | Bento. | Elec. | N.Gas | Water |
| | | | kWh | Nm³ | m³ | ton | kWh | Nm³ | m³ | ton | kg | kg | kWh | Nm³ | m³ | ton | kWh | Nm³ | m³ | ton | ton | ton | kg | kg | kWh | Nm³ | m³ |
| -1 | Production (kilo-t) | 460 | | | | 160 | | | | 101 | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | |
| | 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) | | 6,813 | — | 69 | 378 | 10,160 | — | 288 | 98.0 | 606 | 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 (usS/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 | | 0.033 | 0.0497 | 0.21 | | | | 0.08 | 0.048 | 0.033 | 0.0497 | 0.21 |
| | Cost (x10^3 US$/year) | | 225 | — | 14.5 | 2,981 | 335 | — | 60.5 | 2,311 | 48.5 | 48.5 | 243 | 75 | 6.4 | | 0 | 0 | 0 | | | | 48.5 | 48.5 | 803.4 | 75.3 | 81.3 |
| 1 | Production (kilo-t) | 1,695 | | | | 707 | | | | 715 | | | | | | 510 | | | | | | | | | | | | |
| | Unit consump. (U/t) | | 14.81 | — | 0.15 | 2.364 | 63.5 | — | 1.80 | 0.97 | 6 | 10 | 73 | 15 | 0.3 | 1.45 | 130 | 295 | 0.5 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | Yearly consump. (x10^3 U/year) | | 25,103 | — | 254 | 1,671 | 44,895 | — | 1,273 | 693.6 | 4,290 | 7,150 | 52,195 | 10,725 | 215 | 740 | 66,300 | 150,450 | 255 | 1,671 | 693.6 | 740 | 4,290 | 7,150 | 188,492 | 161,175 | 1,996 |
| | Unit cost (usS/U) | | 0.033 | 0.0497 | 0.21 | | 0.033 | 0.0497 | 0.21 | | 0.08 | 0.048 | 0.033 | 0.0497 | 0.21 | | 0.033 | 0.0497 | 0.21 | | | | 0.08 | 0.048 | 0.033 | 0.0497 | 0.21 |
| | Cost (x10^3 US$/year) | | 828 | — | 53.4 | | 1,482 | — | 267.2 | | 343.2 | 343.2 | 1,722 | 533 | 45.0 | | 2,188 | 7,477 | 53.6 | | | | 343.2 | 343.2 | 6,220.3 | 8,010.4 | 419.2 |
| 2 & On | Production (kt) | 2,600 | | | | 1,100 | | | | 1,100 | | | | | | 750 | | | | | | | | | | | | |
| | 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 | 1,088 | 97,500 | 221,250 | 375 | 2,600 | 1,067 | 1,088 | 6,600 | 11,000 | 286,156 | 237,750 | 3,075 |
| | Unit cost (usS/U) | | 0.033 | 0.0497 | 0.21 | | 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 | — | 415.8 | | 528.0 | 528.0 | 2,650 | 820 | 69.3 | | 3,218 | 10,996 | 78.8 | | | | 528.0 | 528.0 | 9,443.1 | 11,816.2 | 645.8 |

### 9.4.2 要員

#### (1) 要員計画

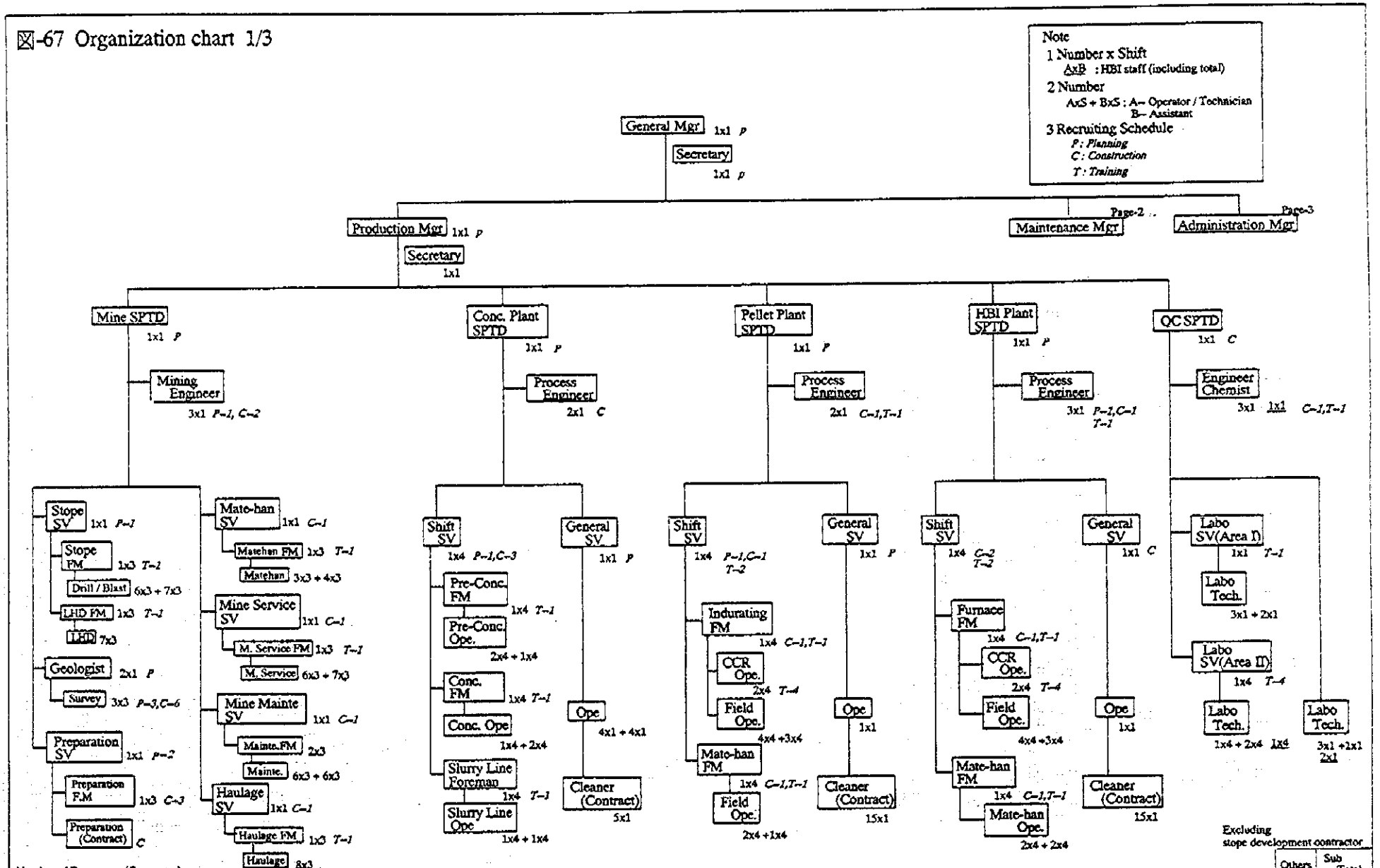
組織及び要員配置を**図-67** 及び**表-133** に示す。

総従業員数は鉱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。

鉱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、鉱山を除いた保全業務は中央保全部門に集約する。

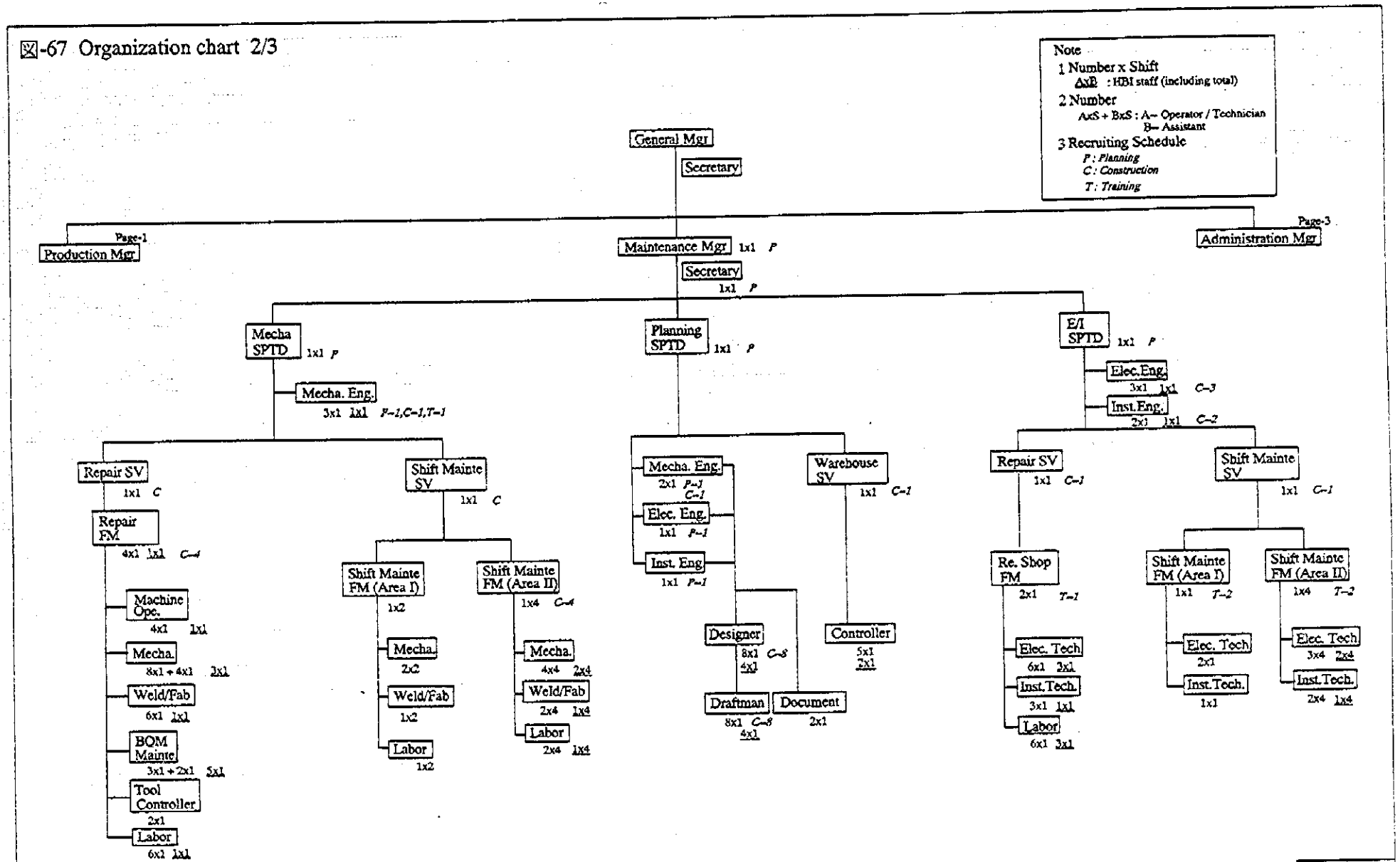
## 図-67 Organization chart 1/3



Excluding stope development contractor

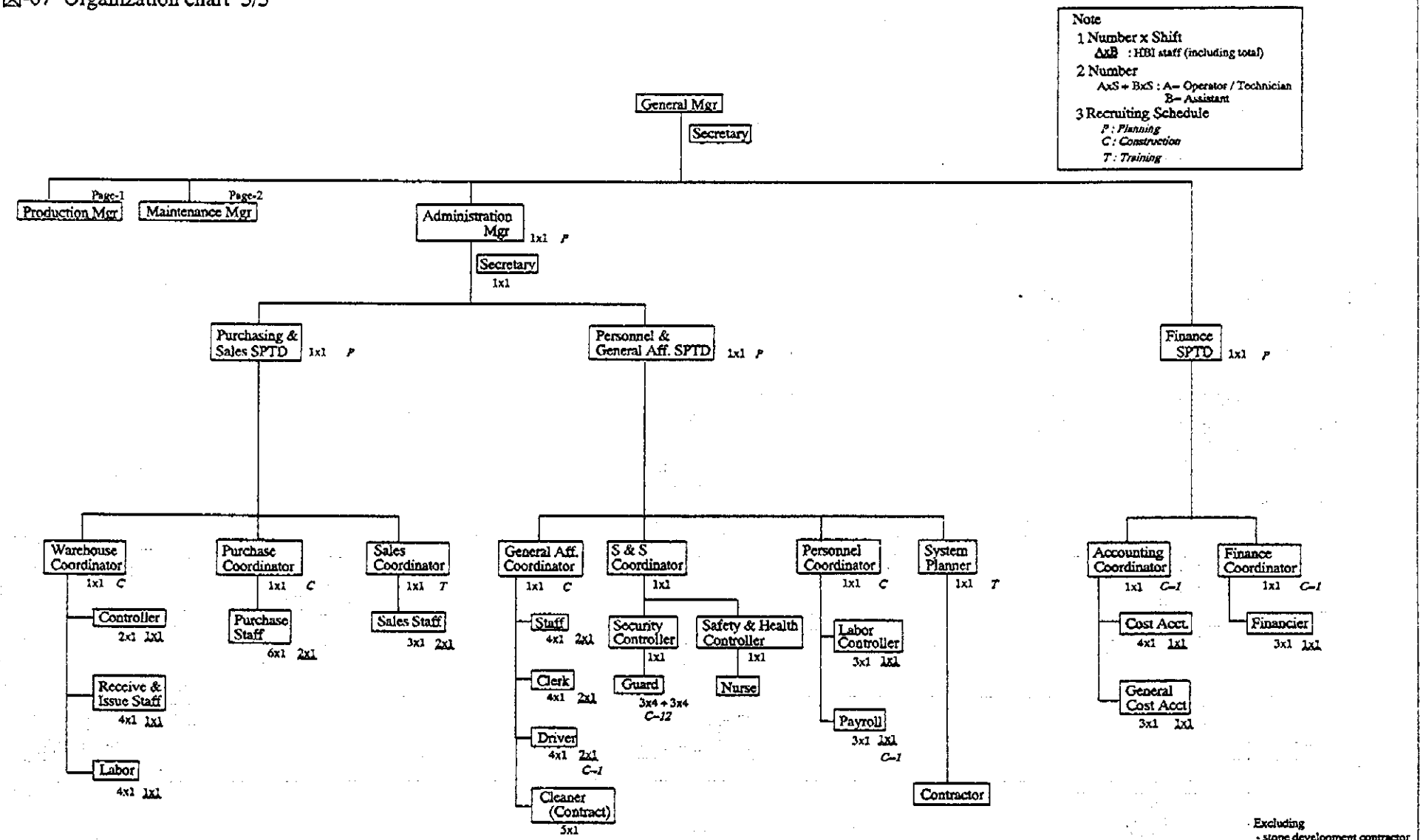
| Number of Emproyee (Contractor) | | | | | | | | | | | Others | Sub Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Exist. Plant | 71x3<br>12x1 | 225+ (Development) | 12x4<br>12x1 | 60 + (5) | 15 x 4<br>5x1 | 65 + (15) | | | 3 x 4<br>11x 1 | 23 | 4 | 377 (20) |
| HBI Plant | | | | | | | 16 x 4<br>6 x 1 | 70 + (15) | 1 x 4<br>3 x 1 | 7 | | 77+ (15) |
| Total | | 225 + (Development) | | 60 + (5) | | 65 + (15) | | 70 + (15) | | 30 | 4 | 454+ (35) |

## 図-67 Organization chart 2/3



| Number of Empoyee (Contractor) | | | | Others | Sub Total |
|---|---|---|---|---|---|
| Exist. Plant | 5x4 + 5x2<br>32 x 1 62 | 19 x 1 19 | 3 x 4<br>20 x 1 32 | 2 | 115 |
| HBI Plant | 4 x 4<br>13 x 1 29 | 10 x 1 10 | 3 x 4<br>9 x 1 21 | | 60 |
| Total | 91 | 29 | 53 | 2 | 175 |

図-67 Organization chart 3/3



Excluding
- stope development contractor
- system operation contractor

Number of Empoyee (Contractor)

| | | | | | | | Others | Sub Total | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Exist. Plant | 16 x 1 | 16 | 6 x 4<br>17x 1 | 41 + (5) | 10 x 1 | 10 | 2 | 67+ (5) | 561+(25) |
| HBI Plant | 7 x 1 | 7 | 8 x 1 | 8 | 3 x 1 | 3 | | 18 | 155+ (15) |
| Total | | 23 | | 49 + ( ) | | 13 | 2 | 85+ (5) | 716+(40) |

表-133 Manpower Allocation

| | Senior Manager | Manager | Super Intendent | Engineer | Super visor | Foreman | Operator Tech'n | Assistant | Senior Secretary | Secretary | Cleaner (Contractor) | Driver | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| General | 1 | | | | | | | | 1 | | | | 2 |
| Admin.dept. | | | | | | | | | | | | | |
| Management | | 1 | | | | | | | | 1 | | | 2 |
| Personel & | | | 1 | | 3 | 6 | 19 | 16 | | | 5 | 4 | 54 |
| General Affairs sect. | | | | | | | | | | | | | |
| Purchase & | | | 1 | | 3 | | 15 | 4 | | | | | 23 |
| Sales sect. | | | | | | | | | | | | | |
| Financial sect. | | | 1 | | 2 | | 10 | | | | | | 13 |
| Admin.dept. Total | | 1 | 3 | | 8 | 6 | 44 | 20 | | 1 | 5 | 4 | 92 |
| Production dept. | | | | | | | | | | | | | |
| Management | | 1 | | | | | | | | 1 | | | 2 |
| Mining sect. | | | 1 | 5 | 6 | 24 | 117 | 72 | | | | | 225 |
| Concentration sect. | | | 1 | 2 | 5 | 12 | 20 | 20 | | | 5 | | 65 |
| Pelletizing sect. | | | 1 | 2 | 5 | 8 | 33 | 16 | | | 15 | | 80 |
| HBI sect. | | | 1 | 3 | 5 | 8 | 33 | 20 | | | 15 | | 85 |
| Labo. sect. | | | 1 | 3 | 5 | | 10 | 11 | | | | | 30 |
| Product. dept. Total | | 1 | 5 | 15 | 26 | 52 | 213 | 139 | | 1 | 35 | | 487 |
| Maintenance dept. | | | | | | | | | | | | | |
| Management | | 1 | | | | | | | | 1 | | | 2 |
| Mecha. mainte.sect. | | | 1 | 3 | 2 | 10 | 53 | 22 | | | | | 91 |
| E/I mainte.sect. | | | 1 | 5 | 2 | 7 | 32 | 6 | | | | | 53 |
| Planning sect | | | 1 | 4 | 9 | | 15 | | | | | | 29 |
| Mainte. dept. Total | | 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 stope 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、コアー要員、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 | | -4 | | -3 | | | | -2 | | | | -1 | | | | | | | | 1 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Month | | 7 | 12 | 1 | 6 | 7 | 12 | 1 | 6 | 7 | 12 | 1 | 3 | 4 | 6 | 7 | 9 | 10 | 12 | 1 | 12 |
| | U.cost (k$/year) | Num -ber | Cost (k$/year) | Num -ber | Cost (k$/6M) | Num -ber | Cost (k$/6M) | Num -ber | Cost (k$/6M) | Num -ber | Cost (k$/6M) | Num -ber | Cost (k$/3M) | Num -ber | Cost (k$/3M) | Num -ber | Cost (k$/3M) | Num -ber | Cost (k$/3M) | Num -ber | 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 | 48.0 |
| SV / Engineer | 26.2 | 5 | 65.5 | 5 | 65.5 | 11 | 144.1 | 11 | 144.1 | 11 | 144.1 | 11 | 72.1 | 11 | 72.1 | 11 | 72.1 | 11 | 72.1 | 11 | 288.2 |
| FM | 19.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 29.3 | 3 | 29.3 | 3 | 29.3 | 8 | 39.0 | 8 | 39.0 | 24 | 117.0 | 24 | 117.0 | 24 | 468.0 |
| Ope. Tech. | 12.8 | 3 | 38.4 | 3 | 19 | 9 | 57.6 | 9 | 57.6 | 9 | 57.6 | 9 | 28.8 | 9 | 28.8 | 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 | 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 |
| Total | | 9 | 127.9 | 9 | 108.7 | 24 | 255.0 | 24 | 255.0 | 24 | 255.0 | 29 | 151.9 | 29 | 151.9 | 225 | 730.3 | 225 | 730.3 | 225 | 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 | 48.0 |
| SV / Engineer | 26.2 | 2 | 26.2 | 2 | 26.2 | 7 | 91.7 | 7 | 91.7 | 7 | 91.7 | 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 | 3 | 14.6 | 3 | 14.6 | 12 | 58.5 | 12 | 58.5 | 12 | 234.0 |
| Ope. Tech. | 12.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 64.0 | 20 | 64.0 | 20 | 256.0 |
| Assist. | 8.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 43.0 | 20 | 43.0 | 20 | 172.0 |
| Cleaner(Contractor | 6.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 5 | 8.1 | 5 | 32.5 |
| Total | | 3 | 50.2 | 3 | 50.2 | 8 | 115.7 | 8 | 115.7 | 8 | 115.7 | 11 | 72.5 | 11 | 72.5 | 60 | 223.4 | 65 | 231.5 | 65 | 925.9 |
| Pelletizing 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 | 48.0 |
| SV / Engineer | 26.2 | 2 | 26.2 | 2 | 26.2 | 4 | 52.4 | 4 | 52.4 | 4 | 52.4 | 7 | 45.9 | 7 | 45.9 | 7 | 45.9 | 7 | 45.9 | 7 | 183.4 |
| FM | 19.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 19.5 | 2 | 19.5 | 2 | 19.5 | 8 | 39.0 | 8 | 39.0 | 8 | 39.0 | 8 | 39.0 | 8 | 156.0 |
| Ope. Tech. | 12.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 33 | 105.6 | 33 | 105.6 | 33 | 422.4 |
| Assist. | 8.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 16 | 34.4 | 16 | 34.4 | 16 | 137.6 |
| Cleaner(Contractor | 6.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 24.4 | 15 | 97.5 |
| Total | | 3 | 50.2 | 3 | 50.2 | 7 | 95.9 | 7 | 95.9 | 7 | 95.9 | 16 | 96.9 | 16 | 96.9 | 65 | 236.9 | 80 | 261.2 | 80 | 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 | 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 | 209.6 |
| FM | 19.5 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 2 | 19.5 | 2 | 19.5 | 2 | 19.5 | 4 | 19.5 | 4 | 19.5 | 8 | 39.0 | 8 | 39.0 | 8 | 156.0 |
| Ope. Tech. | 12.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 12.8 | 4 | 12.8 | 33 | 105.6 | 33 | 105.6 | 33 | 422.4 |
| Assist. | 8.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 20 | 43.0 | 20 | 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 | 15 | 97.5 |
| Total | | 2 | 50.2 | 2 | 37.1 | 8 | 109.0 | 8 | 109.0 | 8 | 109.0 | 17 | 96.7 | 17 | 96.7 | 50 | 209.0 | 70 | 252.0 | 85 | 1,105.5 |
| Labo. sect. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SPTD | 48.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 24.0 | 1 | 24.0 | 1 | 24.0 | 1 | 12.0 | 1 | 12.0 | 1 | 12.0 | 1 | 12.0 | 1 | 48.0 |
| SV / Engineer | 26.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 26.2 | 2 | 26.2 | 2 | 26.2 | 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 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 |
| Ope. Tech. | 12.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 10 | 32.0 | 10 | 32.0 | 10 | 128.0 |
| Assist. | 8.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 11 | 23.7 | 11 | 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 |
| Total | | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 50.2 | 3 | 50.2 | 3 | 50.2 | 9 | 64.4 | 9 | 64.4 | 19 | 96.4 | 30 | 120.1 | 30 | 480.2 |
| Production MGR | 75.1 | 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 | 75.1 |
| Secretary | 11.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2.9 | 1 | 2.9 | 1 | 2.9 | 1 | 2.9 | 1 | 11.4 |
| Product. dept.TTL | | 18 | 316.1 | 18 | 283.8 | 51 | 663.3 | 51 | 663.3 | 51 | 663.3 | 84 | 0,503.9 | 84 | 0,503.9 | 421 | 1,517.5 | 472 | 1,616.6 | 487 | 6,564.0 |

表-134 Annual Manpower Cost (2/3)

| Year | | -4 | | -3 | | | | -2 | | | | -1 | | | | | | | | 1 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Month | | 7 | 12 | 1 | 6 | 7 | 12 | 1 | 6 | 7 | 12 | 1 | 3 | 4 | 6 | 7 | 9 | 10 | 12 | 1 | 12 |
| | U.cost (k$/year) | Num -ber | Cost (k$/year) | Num -ber | Cost (k$/year) | Num -ber | Cost (k$/year) | Num -ber | Cost (k$/year) | Num -ber | Cost (k$/year) | Num -ber | Cost (k$/year) | Num -ber | Cost (k$/year) | Num -ber | Cost (k$/year) | Num -ber | Cost (k$/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 | 1 | 12.0 | 1 | 12.0 | 1 | 48.0 |
| SV / Engineer | 26.2 | 1 | 26.2 | 1 | 13 | 3 | 39.3 | 3 | 39.3 | 3 | 39.3 | 4 | 26.2 | 4 | 26.2 | 5 | 32.8 | 5 | 32.8 | 5 | 131.0 |
| FM | 19.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 78.0 | 8 | 78.0 | 8 | 78.0 | 8 | 39.0 | 8 | 39.0 | 8 | 39.0 | 10 | 48.8 | 10 | 195.0 |
| Ope. Tech. | 12.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 25 | 80.0 | 53 | 169.6 | 53 | 678.4 |
| Assist. | 8.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 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 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | | 2 | 50.2 | 2 | 37.1 | 12 | 141.3 | 12 | 141.3 | 12 | 141.3 | 13 | 77.2 | 13 | 77.2 | 39 | 163.8 | 91 | 310.4 | 91 | 1,241.6 |
| E/I 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 | 1 | 12.0 | 1 | 12.0 | 1 | 48.0 |
| SV / Engineer | 26.2 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 7 | 91.7 | 7 | 91.7 | 7 | 91.7 | 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 | 0.0 | 5 | 24.4 | 5 | 24.4 | 7 | 34.1 | 7 | 34.1 | 7 | 136.5 |
| Ope. Tech. | 12.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 20 | 64.0 | 32 | 102.4 | 32 | 409.6 |
| Assist. | 8.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 12.9 | 6 | 51.6 |
| 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 |
| Total | | 1 | 24.0 | 1 | 24.0 | 8 | 115.7 | 8 | 115.7 | 8 | 115.7 | 13 | 82.2 | 13 | 82.2 | 35 | 156.0 | 53 | 207.3 | 53 | 0,829.1 |
| 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 | 1 | 12.0 | 1 | 12.0 | 1 | 48.0 |
| SV / Engineer | 26.2 | 3 | 78.6 | 3 | 39.3 | 13 | 170.3 | 13 | 170.3 | 13 | 170.3 | 13 | 85.2 | 13 | 85.2 | 13 | 85.2 | 13 | 85.2 | 13 | 340.6 |
| 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 | 0.0 |
| Ope. Tech. | 12.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 51.2 | 8 | 51.2 | 8 | 51.2 | 8 | 25.6 | 8 | 25.6 | 15 | 48.0 | 15 | 48.0 | 15 | 192.0 |
| 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 |
| 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 |
| Total | | 4 | 102.6 | 4 | 63.3 | 22 | 245.5 | 22 | 245.5 | 22 | 245.5 | 22 | 122.8 | 22 | 122.8 | 29 | 145.2 | 29 | 145.2 | 29 | 580.6 |
| Mainte.dept.MGR | 75.1 | 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 | 75.1 |
| Secretary | 11.4 | 1 | 5.7 | 1 | 5.7 | 1 | 5.7 | 1 | 5.7 | 1 | 5.7 | 1 | 2.9 | 1 | 2.9 | 1 | 2.9 | 1 | 2.9 | 1 | 11.4 |
| Mainte. dept. TTL | | 9 | 220.1 | 9 | 167.7 | 44 | 545.8 | 44 | 545.75 | 44 | 545.8 | 50 | 303.8 | 50 | 303.8 | 105 | 486.5 | 175 | 684.45 | 175 | 2,737.8 |

表-134 Annual Manpower Cost (3/3)

| Year | | -4 | | -3 | | | | -2 | | | | -1 | | | | | | | | 1 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Month | | 7 | 12 | 1 | 6 | 7 | 12 | 1 | 6 | 7 | 12 | 1 | 3 | 4 | 6 | 7 | 9 | 10 | 12 | 1 | 12 |
| | U.cost (k$/y) | Num -ber | Cost (k$/y) | Num -ber | Cost (k$/y) | Num -ber | Cost (k$/y) | Num -ber | Cost (k$/y) | Num -ber | Cost (k$/y) | Num -ber | Cost (k$/y) | Num -ber | Cost (k$/y) | Num -ber | Cost (k$/y) | Num -ber | Cost (k$/y) | Num -ber | Cost (k$/y) |
| Administration dept. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pers.&Gen.af. 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 | 48.0 |
| SV / Engineer | 26.2 | 0 | 0 | 2 | 26.2 | 2 | 26.2 | 2 | 26.2 | 2 | 26.2 | 3 | 19.65 | 3 | 19.65 | 3 | 19.65 | 3 | 19.7 | 3 | 78.6 |
| FM | 19.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 6 | 29.3 | 6 | 29.3 | 6 | 117.0 |
| Ope. Tech. | 12.8 | 0 | 0 | 13 | 83.2 | 13 | 83.2 | 13 | 83.2 | 13 | 83.2 | 13 | 41.6 | 13 | 41.6 | 19 | 60.8 | 19 | 60.8 | 19 | 243.2 |
| Assist. | 8.6 | 0 | 0 | 1 | 4.3 | 1 | 4.3 | 1 | 4.3 | 1 | 4.3 | 1 | 2.2 | 1 | 2.2 | 1 | 2.15 | 10 | 21.5 | 20 | 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 |
| Total | | 1 | 24.0 | 17 | 137.7 | 17 | 137.7 | 17 | 137.7 | 17 | 137.7 | 18 | 75.4 | 18 | 75.4 | 30 | 123.9 | 39 | 143.2 | 49 | 658.8 |
| P'chase.& Sales 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 | 48.0 |
| SV / Engineer | 26.2 | 0 | 0 | 2 | 26.2 | 2 | 26.2 | 2 | 26.2 | 2 | 26.2 | 3 | 19.7 | 3 | 19.7 | 3 | 19.7 | 3 | 19.7 | 3 | 78.6 |
| 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 | 0.0 |
| Ope. Tech. | 12.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 8 | 25.6 | 15 | 48.0 | 15 | 192.0 |
| Assist. | 8.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 4 | 34.4 |
| 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 |
| Total | | 1 | 24.0 | 3 | 50.2 | 3 | 50.2 | 3 | 50.2 | 3 | 50.2 | 4 | 31.7 | 4 | 31.65 | 12 | 57.3 | 19 | 79.7 | 23 | 353.0 |
| Financial 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 | 48.0 |
| SV / Engineer | 26.2 | 0 | 0 | 2 | 26.2 | 2 | 26.2 | 2 | 26.2 | 2 | 26.2 | 2 | 13.1 | 2 | 13.1 | 2 | 13.1 | 2 | 13.1 | 2 | 52.4 |
| FM | 19.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 |
| Ope. Tech. | 12.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 10 | 32.0 | 10 | 32.0 | 10 | 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 |
| 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 |
| Total | | 1 | 24.0 | 3 | 50.2 | 3 | 50.2 | 3 | 50.2 | 3 | 50.2 | 3 | 25.1 | 3 | 25.1 | 13 | 57.1 | 13 | 57.1 | 13 | 228.4 |
| Admin.dept.MGR | 75.1 | 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 | 75.1 |
| Secretary | 11.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 1 | 2.9 | 1 | 2.9 | 1 | 11.4 |
| Cleaner(Contractor) | 6.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 5 | 8.1 | 5 | 8.1 | 5 | 32.5 |
| Admin. dept. TTL | | 4 | 109.6 | 24 | 275.7 | 24 | 275.7 | 24 | 275.7 | 24 | 275.65 | 26 | 150.9 | 26 | 150.9 | 62 | 268.0 | 78 | 309.7 | 92 | 1,359.2 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| General Manager | 100.0 | 1 | 50.0 | 1 | 50.0 | 1 | 50.0 | 1 | 50.0 | 1 | 50.0 | 1 | 25.0 | 1 | 25.0 | 1 | 25.0 | 1 | 25.0 | 1 | 100.0 |
| Senior secretary | 16.3 | 1 | 8.2 | 1 | 8.2 | 1 | 8.2 | 1 | 8.2 | 1 | 8.2 | 1 | 4.1 | 1 | 4.1 | 1 | 4.1 | 1 | 4.1 | 1 | 16.3 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Grand Total | | 33 | 703.8 | 53 | 785.2 | 121 | 1,542.9 | 121 | 1,542.9 | 121 | 1,542.9 | 162 | 0,987.7 | 162 | 0,987.7 | 590 | 2,301.0 | 727 | 2,639.9 | 756 | 10,777.3 |
| Areawise average | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mining | | | | | | | | | | | | | | | | | | 225 | 2,921.0 | | 12,982.2 |
| Conc.plant | | | | | | | | | | | | | | | | | | 65 | 925.9 | | 14,244.6 |
| Pellet plant | | | | | | | | | | | | | | | | | | 80 | 1,044.9 | | 13,061.3 |
| HBI plant | | | | | | | | | | | | | | | | | | 85 | 1,105.5 | | 13,005.9 |
| Labo. | | | | | | | | | | | | | | | | | | 30 | 480.2 | | |
| Maintenance | | | | | | | | | | | | | | | | | | 179 | 2,774.7 | | |
| Administration | | | | | | | | | | | | | | | | | | 92 | 1,359.2 | | |
| GM/Prod.manage. | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 | 202.8 | | |
| Common total | | | | | | | | | | | | | | | | | Common | 305 | 4,816.9 | | 15,793.1 |