

第6章 石灰石

(注：本章で使用される地質学用語は章末の Table 6 - 4 に説明する。)

6.1 概要

Pariahuanca 鉱床は、パラモンガ工場の北部に位置し、Fortaleza 川沿いに海拔4,190mの Conococha 峠まで約130km 登り、峠より Santa 川に沿って北西に約100km 海拔2,800m まで下った右岸側にある (Figure 6 - 1 参照)。石灰岩鉱床は中生代下部白亜紀の Albian グループに属する Pariahuanca 層である (Figure 6 - 2 地質図参照)。この地層は、主に灰色～暗灰色石灰岩より成り、上位は泥質岩層が発達し、ドロストン、ノジュールなども介在している。またアンモナイト、腕足貝など古生物の化石も含まれている。地層の走向 $N20^{\circ} \sim 40^{\circ} W$ 、傾斜 $15^{\circ} \sim 80^{\circ} S$ で、下盤は Carhuaz 層の泥岩、赤色砂岩と整合の関係にある。Carhuaz 層は砂岩、頁岩、泥岩の互層で、下部に薄い石灰岩、ドロストンおよび石こうをはさんでいる。石灰岩鉱床の露頭は二層確認できるが、同一地層の連続と推定され、東端の露頭は背斜構造が明瞭である。

6.2 鉱山の自然的条件と埋蔵量

アンデス山脈は Santa 川をはさんで東西に分かれているが、開発対象地点は西経 $77^{\circ} 35'$ 、南緯 $9^{\circ} 20'$ の東側山麓 (海拔2,800~3,300m) 地帯にあり、ペルーアンデスの最高峰ワスカラン (6,746m) の南24km に位置する。地形は、比較的緩傾斜面の山岳地帯であるが、石灰岩の露頭部は走向方向に細長く、一部30~50mの高さの岩壁を成している。

植生は、降雨量が少ないためか広葉樹林はみられず、背丈の低い有刺木とサボテン、多肉植物の類が多い。緑の立木は川岸や用水路付近にみられ、集落の周辺にはユーカリの並木がある。気温は冬季に $5 \sim 10^{\circ}C$ まで下がるが、日中は $25 \sim 30^{\circ}C$ まで上がる。

鉱床付近には、下部に畑、民家 (1軒)、車道、送電線、用水路、石灰釜などがある。用水路は石灰岩を掘削して設けられているので、開発前に保護対策が必要である。

埋蔵鉱量は、鉱床露頭部付近に流紋岩酸性白土 (Tarica quarry 跡)、凝灰岩、泥岩、砂岩などがあるが、石灰岩の境界を把握していないので、鉱量を算定することができなかった。下部鉱床は1ブロック50~100万t ぐらいと推定されるが、上部鉱床はかなりまとまっている。開発する場合には、事前に現地精査を行なって鉱量を確認する必要がある。

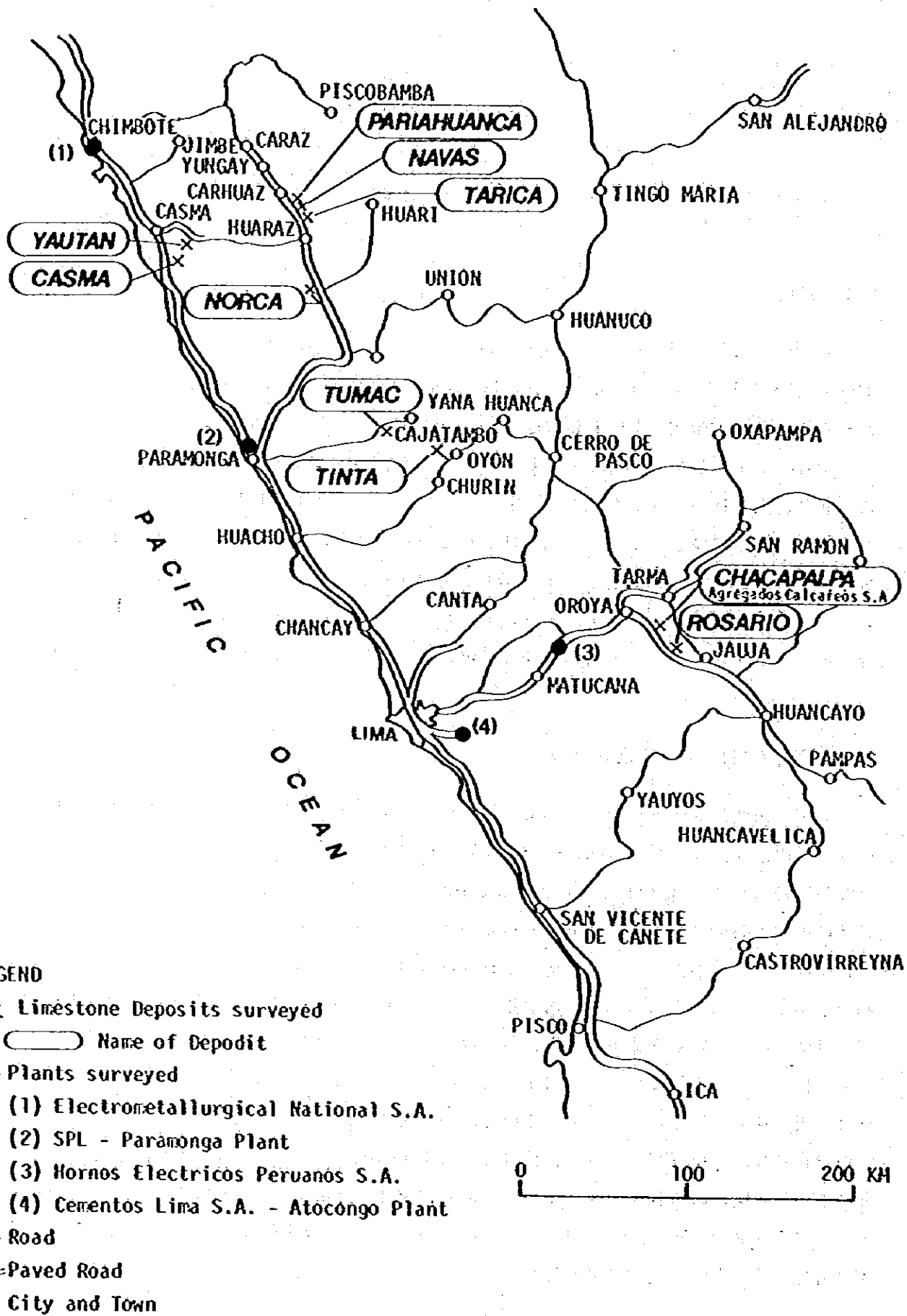
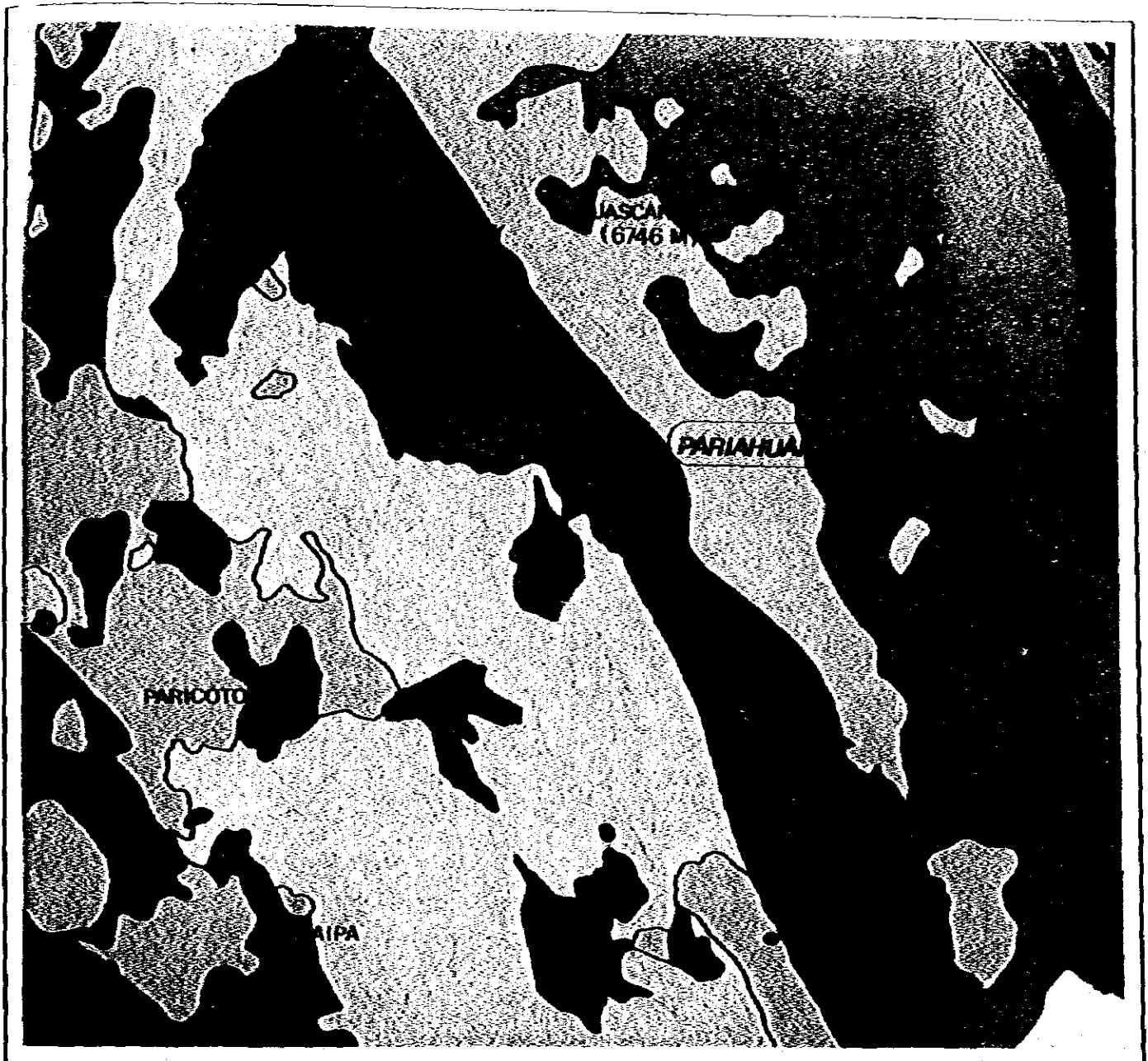
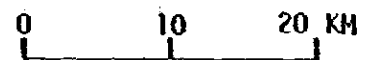


Figure 6-1 Location Map of the Surveyed Limestone Deposits and Plants



LEGEND

- Town
- ▲ Mountain



Geological Classification

Age	Mark & Color	Formation or Rock
Quaternary	Q	Gracial deposit
Tertiary	KTi-a	Adamellite, Granite
	Ts-i	Ignimbrite
	KTi-t	Tonalite, Granodiorite
	KTi-vca	Calpuy form. Andesite Pyroclastic
	KTi-g	Gabbro, Diorite
Cretaceous	Ki-c	Casma form
	Ki-a	Pariahuanca form
	Ki-saca	Carhuaz form
	Ki-chim	Chimu form
Jurassic	Js-ch	Chicama form

Figure 6-2 Geological Map of Pariahuanca Area

6.3 石灰石の品質

Pariahuanca 鉱床は、上部と下部に二層の露頭があり、ほぼ同じ走向で断続している。下部鉱床は三つのブロックに分かれ、西面が岩壁になっている。サンプルは、同地区を Figure 6-3 鉱床位置図のように4つに区分して採取し、下部鉱床を PA、PD、上部鉱床を PB、PCとして分析した。Table 6-1 にその分析結果を示す。本層は全般的に灰色～暗灰色の非晶質石灰岩から成り、火成岩の進入や結晶化したものは確認されなかった。下部鉱床の岩質は、鉱体の中間および上部に白色～白桃色の泥質岩を介在しているが、サンプル PA 8ヶ (PA 2を除く) の平均 SiO_2 は 1.01% と比較的良質である。泥質石灰岩は SiO_2 10% Al_2O_3 3% であるが、白色で軟質であるため選別が容易と思われる。下部石灰岩の PA、PD の岩質は SiO_2 1.0~1.5%、 R_2O_3 0.6%、 MgO 0.4~0.6% の範囲にある。上部石灰岩 PB、PC は、表土も少なく、稜線部に 100~150m の層厚で数 100m にわたって分布している。岩質は全般的にばらつきが多く、西側に暗灰色石灰岩、中央部にメタリックで茶褐色を呈するもの、東側に白桃色軟質石灰岩が広くみられる。これはトラバーチンのような二次生成物と思われる。メタリックな石灰岩は、 Fe_2O_3 6%、 MgO 16% 含むドロストーンである。暗灰色の石灰岩礫を含む白桃色泥質状石灰岩は、成分、熱特性共に良好である。また、一部には茶褐色で異岩石のノジュール (SiO_2 37.9%、 Fe_2O_3 30.9%、 CaO 14.3%) が付着して全体の品位をばらつかせている。サンプルの分析結果では、Pariahuanca 石灰岩の平均品位は、不純物が 3%、 CaO 53% ぐらいになると推定される。熱特性は、1,300°C 2 時間の焼成テストで、サンプルのほとんどが合格している。

PA、PB、PC、PD を除く採取石灰岩の分析結果を Table 6-2 に示す。

6.4 採鉱計画

開発計画を具体化するには、精密な地質調査、試採調査、鉱量計算を行なって、開採方法を充分検討する。採掘場所は、当初より下部、上部両鉱床を対象とし、切羽を複数化することによって、可採鉱量の増大と成分調整を図る。(Figure 6-4、6-5 石灰石採取概念図参照)

破砕プラントは、PA 鉱体の下部か、PA~PD の中間斜面を利用し、精鉱 (70~30 μm)、粉鉱 (-30 μm) の貯鉱場は下部平坦地 (耕地) に設ける。

採鉱法は、ベンチカット方式とし、クローラードリルによるさく岩発破を行なう。ベンチ高さは 8m を基準とし、残壁角度を平均 60° とする。切羽運搬はホイールローダーによるロードアンドキャリー工法を採用し、200m 以上の遠距離運搬にはダンプトラックを使用する。破砕プラントは、一次スカルピン、ジョークラッシャー、二次スクリーン (網目 70 μm 、30 μm 二床式) とし、70 μm 以上はリサイクルしてクラッシャーに戻す。精鉱サイズは 70~30 μm として、塊鉱歩留りを 50% とした。30 μm 以下の粉鉱は、廃石として処理する。精鉱は、一時ストックして、採鉱

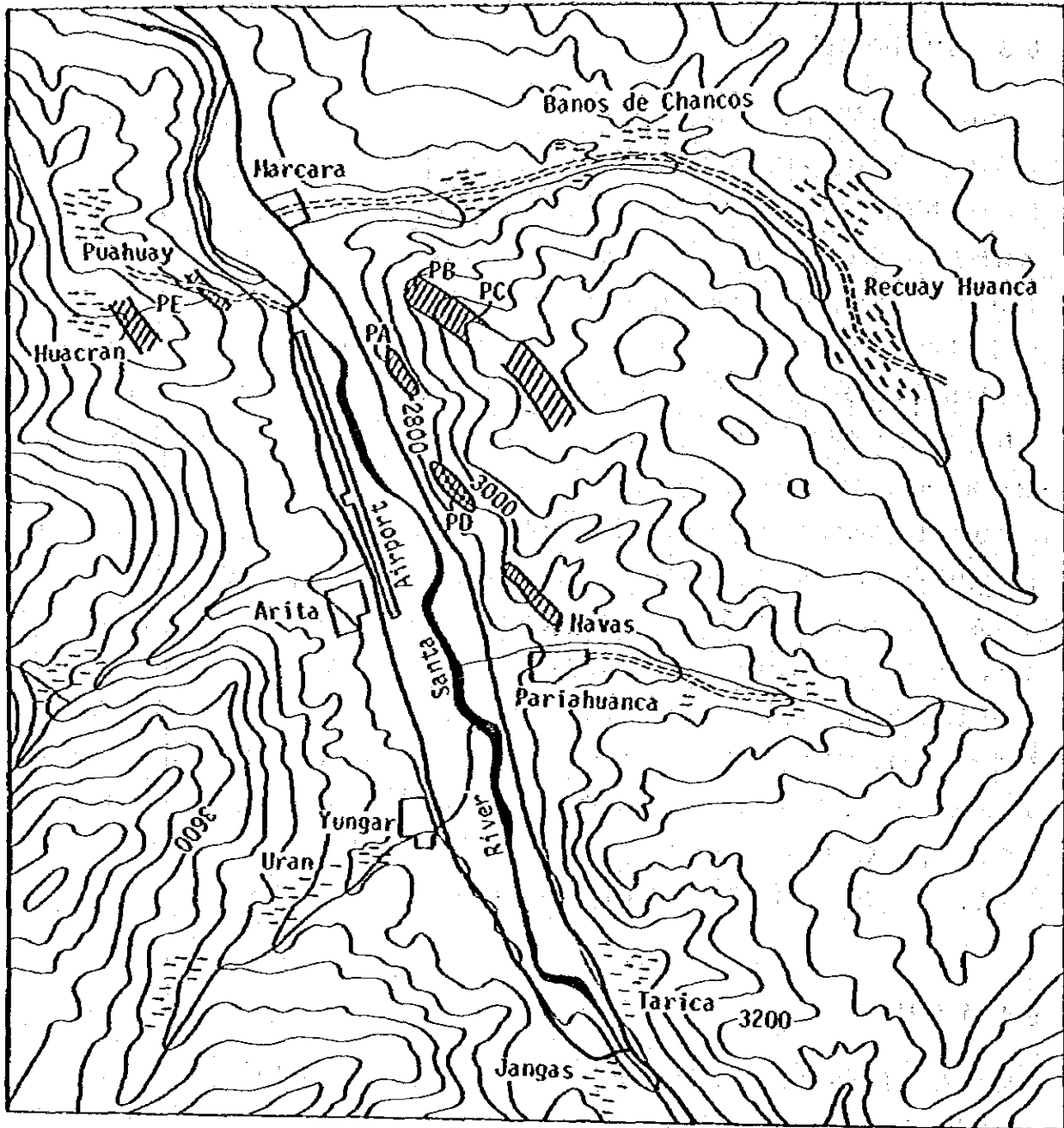


Figure 6-3 Topography of Pariahuanca Area

LEGEND







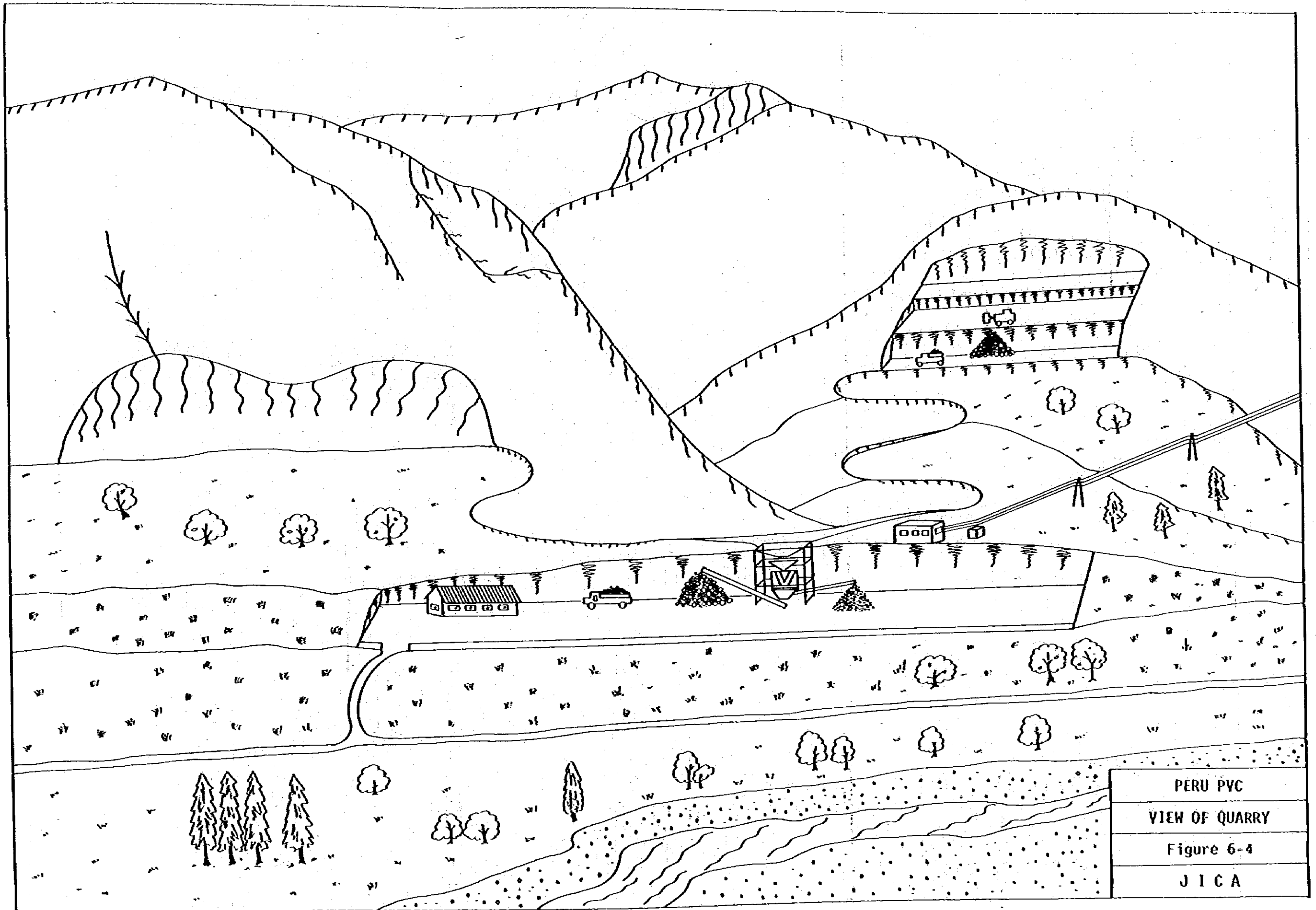
- | | |
|---|---|
|  Limestone deposit |  Town |
| PA-PE Location of sampling |  Village |
|  Asphalt road |  River |
|  Sand road | |

Table 6-1 Analysis of Limestone Samples taken from Pariahuanca Deposits (PA, PB, PC, PD) Unit: %

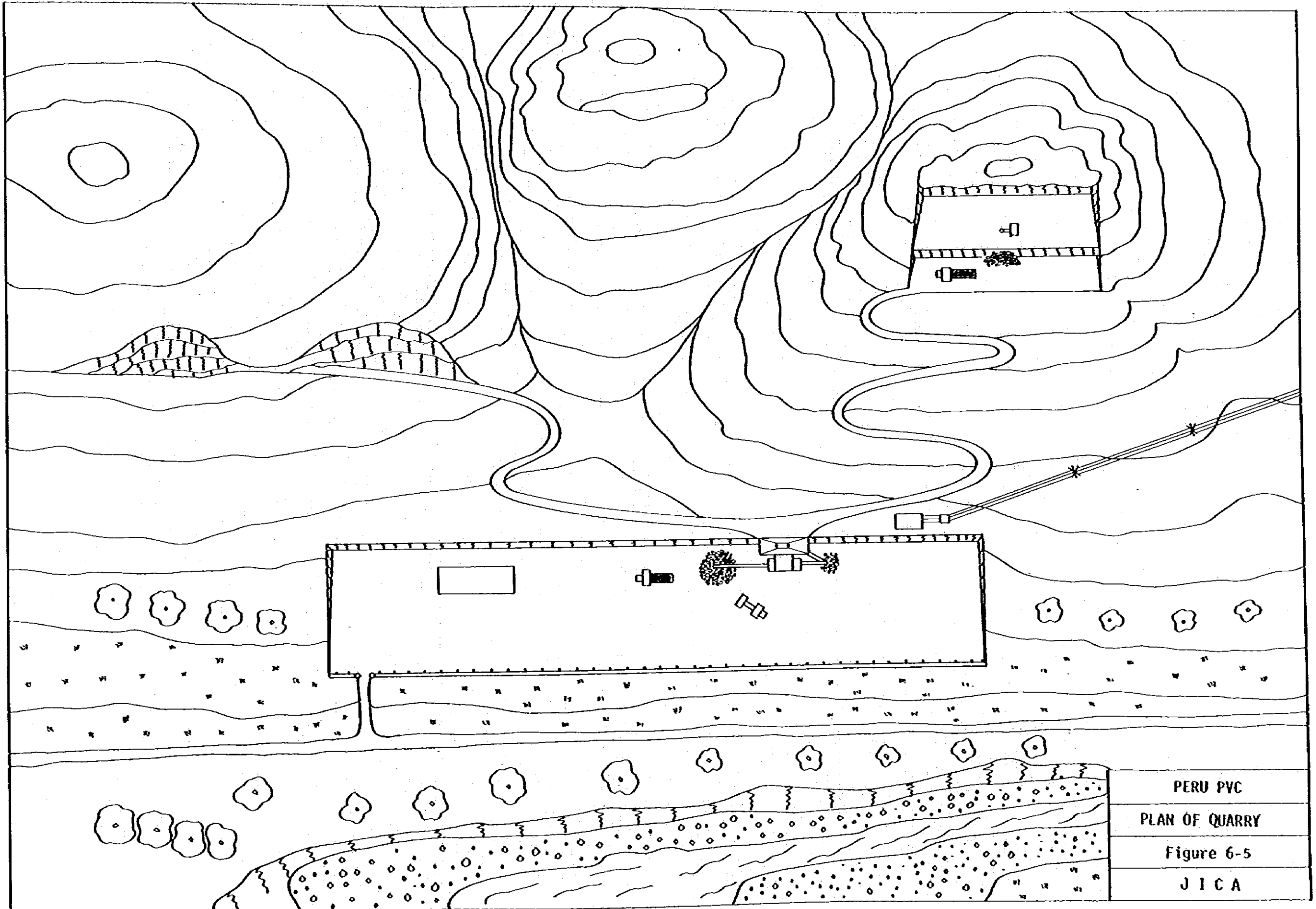
Sample No.	Sample Description	Ig-loss	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅	SO ₃	Total	Thermal properties
PA-1	Pariahuanca limestone	42.41	2.10	0.25	0.36	54.06	0.36	0.018	0.03	99.59	Fair
3	Grey brown vein	43.38	0.87	0.19	0.26	54.68	0.30	0.009	0.06	99.75	Good
4	"	42.99	1.05	1.41	0.27	53.39	0.53	0.009	0.05	99.70	Good
5	"	43.00	1.54	0.28	0.34	53.90	0.41	0.032	0.09	99.59	Good
6	"	43.99	0.26	0.18	0.06	55.08	0.28	0.011	0.03	99.89	Good
7	Grey brown white vein	43.42	0.63	0.22	0.17	54.91	0.24	0.009	0.06	99.66	Good
8	"	43.49	0.94	0.16	0.28	54.28	0.45	0.009	0.07	99.68	Good
9	"	43.67	0.72	0.49	0.21	53.90	0.65	0.021	0.07	99.73	Good
Average	-	43.29	1.01	0.40	0.24	54.28	0.40	0.015	0.06	99.70	-
PA-2	Muddy limestone	37.81	10.12	1.32	3.04	46.34	0.65	0.116	0.10	99.45	Poor
PB-1	Grey brown spots	42.81	1.71	0.15	0.23	54.41	0.32	0.015	0.06	99.71	Fair
2	"	43.16	1.26	0.17	0.31	54.62	0.22	0.008	0.03	99.78	Good
3	Grey calcite vein	42.92	1.25	0.39	0.55	54.49	0.16	0.009	0.02	99.79	Good
6	Grey brown vein	41.76	2.12	1.65	0.52	52.65	1.07	0.014	0.04	99.82	Good
7	Grey calcite vein & brown spots	42.76	1.66	0.44	0.38	54.23	0.18	0.011	0.02	99.68	Fair
8	Limestone: pink-white	43.18	0.96	0.14	0.38	54.71	0.12	0.060	0.26	99.81	Good
Average	-	42.77	1.49	0.49	0.40	54.19	0.35	0.021	0.72	99.76	-
PB4	Dolostone	45.07	0.48	6.17	0.66	31.54	15.81	0.013	0.02	99.76	Good
5	Nodule	15.41	37.92	30.88	0.56	14.38	0.32	0.057	0.03	99.56	Good
PC-1	White with black pebbles	42.87	1.70	0.24	0.36	54.34	0.14	0.011	0.03	99.69	Good
2	Grey calcite vein	43.24	1.04	0.13	0.50	54.30	0.40	0.014	0.06	99.68	Good
3	Black & white	43.25	1.38	0.18	0.20	54.38	0.31	0.011	0.02	99.73	Good
4	Grey white brown	43.39	1.49	0.18	0.19	54.20	0.20	0.019	0.02	99.69	Good
5	"	43.77	0.36	0.05	0.08	55.26	0.04	0.014	0.01	99.58	Good
Average	-	43.30	1.19	0.14	0.27	54.50	0.22	0.014	0.03	99.66	-
PD-1	Calcite	43.06	1.40	0.56	0.45	53.11	1.11	0.009	0.03	99.23	Poor
2	Limestone	42.99	1.75	0.21	0.45	54.01	0.33	0.022	0.06	99.82	Good
3	Grey calcite vein	43.08	1.22	0.28	0.25	54.32	0.49	0.023	0.01	99.67	Good
4	Blue-gray	43.19	1.40	0.15	0.17	54.46	0.36	0.027	0.07	99.83	Good
Average	-	43.08	1.44	0.30	0.33	53.98	0.57	0.020	0.04	99.76	-

Table 6-2 Analysis of Limestone Samples taken from Pariahuanca Deposits (PE) and the other deposits

Sample No.	Sample Description	Ig-loss	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅	SO ₃	Total	Thermal properties
PE-1	Grey calcite vein	42.73	1.82	0.34	0.78	53.56	0.24	0.030	0.04	99.54	Good
2	Black & brown	43.48	1.24	0.36	0.15	54.21	0.26	0.030	0.04	99.77	Good
3	Light gray	43.15	1.40	0.31	0.31	54.18	0.24	0.011	0.04	99.64	Good
Navas Quarry	Grey	43.42	0.79	0.30	0.20	54.44	0.44	0.016	0.08	99.69	Good
Huaraz Roadside	Dark grey	60.13	4.09	1.19	1.20	49.84	1.33	0.036	1.76	99.58	Good
Tarica Quarry	Acid clay	7.76	72.19	0.57	18.40	0.01	0.24	0.210	0.17	99.55	SiO ₂ Glass
Parco	Dolomitic limestone	43.52	2.00	0.30	0.13	49.51	4.15	0.007	0.01	99.63	Good
1	Chacopalpa Travertin	43.67	0.40	0.03	0.15	54.87	0.12	0.005	0.56	99.81	Good
2	"	43.98	0.74	0.08	0.08	54.46	0.20	0.007	0.22	99.77	Good
Average	"	43.83	0.57	0.06	0.12	54.67	0.16	0.006	0.34	99.76	-
Rosario	Travertin	43.29	0.15	0.01	0.03	54.38	0.10	0.003	1.79	99.75	Fair
1	Matucana Travertin	43.88	0.10	0.02	0.03	55.22	0.18	0.007	0.42	99.86	Poor
2	"	43.83	0.65	0.05	0.11	54.57	0.45	0.032	0.09	99.78	Fair
3	"	43.59	0.11	0.02	0.07	55.28	0.20	0.009	0.41	99.69	Poor
4	"	43.81	0.09	0.02	0.03	55.36	0.12	0.007	0.41	99.85	Poor
5	"	43.77	0.04	0.01	0.02	55.31	0.18	0.009	0.46	99.80	Poor
Average	"	43.78	0.20	0.05	0.05	55.15	0.23	0.013	0.36	99.80	-
Matucana	Quick lime	11.33	0.01	0.01	0.06	85.45	0.24	0.014	2.52	99.63	Good
1	Timbote Limestone	42.83	1.16	0.40	0.54	54.15	0.51	0.016	0.01	99.62	Fair
2	Gray	43.19	0.72	0.79	0.20	54.42	0.32	0.014	0.01	99.66	Good
3	Quick lime	5.12	2.24	0.56	0.74	90.16	0.51	0.025	0.23	99.59	Good
4	Quick lime	4.36	4.13	0.83	0.96	88.73	0.59	0.032	0.04	99.67	Good



PERU PVC
VIEW OF QUARRY
Figure 6-4
J I C A



PERU PVC
 PLAN OF QUARRY
 Figure 6-5
 JICA

用ホイールローダーでダンプトラックに積込んでパラモンガ工場へ運搬する。

上記の Table 6-3 は採掘および破碎機械の仕様を示す。

Table 6-3 Specification of Mining and Crushing Equipment

機械名称	台数	仕様
クローラードリル	1	ロッド長3m、ビットゲージ60m/m ϕ
ポータブルコンプレッサー	1	17m ³ /min
ブルドゼー	1	20t級・リッパ付
ホイールローダー	1	バケット容量 3.1m ³
ダンプトラック	13	11t車
ハンドハンマー	1	ビットゲージ30m/m ϕ
振動フィダー	1	篩目70m/m (スカルピン)
クラッシャー	1	新鋼ダイナージョーD-900 220kw
スクリーン	1	篩目70m/m、30m/m 2床式
ベルトコンベヤー	4	巾 600m/m 20m \times 2、20t/h \times 2

6.5 輸送方法と道路状況

パラモンガ工場と開発予定地の運搬距離は約230km、高度差最高4,200mあり、ほぼ全線がアスファルトで舗装されている。Tarica～Pariahuancaの間が砂利道になっているが、大型トラックの通行は充分可能である。運行時間は、平均50km/hで走行すると片道約4.5時間、積込・休憩時間を含めて一往復約10時間である。運搬車は、1台16t積(11t車)として、200t/dを運搬するのに11台のダンプトラックが必要である。

6.6 環境問題と対策

鉱害を規制する法律は特にないと理解しているが、鉱物を採行する場合に予想される問題については、以下のように対処する。

- (1) 鉱業権を取得する。
- (2) 鉱山予定地に近接して存在する民家(1戸)は移転する。
- (3) 鉱山予定地に存在する用水路および送電線は保護措置を講ずる。
- (4) 落石、飛石、粉塵、騒音および発塵振動に対する適切な措置を講ずる。
- (5) 表土堆積場を設置する。
- (6) 降雨時の汚濁水対策を講ずる。

Table 6-4 Geological Terms

地 向 斜 (Geosyncline)	造山運動によって地殻が湾曲して沈降する。
中 生 代 (ジュラ紀・白堊紀) Mesozoic [Jurassic,] [Cretaceous]	地質時代は、プレカンブリア (前古生代)、古生代、中生代、新生代に分けられる。 さらに、中生代は三畳紀、ジュラ紀、白堊紀(136~65百万年)に区分される。
白 堊 紀 層 (Cretaceous)	堆積の年代順に区分して、模式的に発達する地方名をつけている。 下部より Oyon 層、Chimu 層、Santa 層、Carhuaz 層、Parrat 層、Pariahuanca 層、Chulec 層、Pariatambo 層、Jumasha 層などに区分されている。Pariahuanca 層~下部 Jumasha 層を Albian group と呼んでいる。
Casma	地名：パラモンガより北西約 175km の市
枕状溶岩	Pillow lava : 丸味をおびた団塊 (玄武岩質) の集合からなる溶岩
チャート	Chert : 珪質の化学的堆積物
火山砕屑岩	Pyroclastic rock : 火山砕屑物が固結した岩石
サブダクション	海洋プレートが大陸プレートの下にもぐり込む運動 (アンデス造山運動の起因)
新生代第三紀 (Cainozoic Tertiary)	新生代は第三紀 (65~2百万年)、第四紀(200万年~現代)に分けられている。
トーナライト	Tonalite : 灰曹長石~中性長石・黒雲母を主成分とする深成岩、閃緑岩の一種
接触交代鉱床	Contact metasomatic deposit 接触交代作用に伴い、マグマから供給される物質による交代作用によって生じた鉱床。母岩が石灰岩、ドロストンのときスカルンや金属鉱床ができ易い。
Yautan, Pariahuanca Ticapampa, Tumas Tinta, Chacapalpa	付表、調査鉱床および工場地図を参照
トラバーチン	Travertin : ち密、しま状構造を持つ化学的沈澱による石灰岩、湧泉の沈澱物、石筍、鐘乳石、オニックスなど
ドロストン	Dolostone: MgCO ₃ を主成分 (90%以上) とする堆積岩であるが、dolomitic limestone が多い
ノジュール	Nodul : 堆積物中に膠結物質の分離濃集により生じた団塊状あるいは結核体、石灰岩の場合鉄物質の沈澱・堆積作用が多い。
流 紋 岩	Rhyolite : 酸柱火山岩で Liparite と同種
酸柱白土	Acid clay : 流紋岩、凝灰岩などが風化して、クリストパライト・モンモリロナイドなどの粘土鉱物を含む。
凝 灰 岩	Tuff : 火山灰が固結した火砕岩
ベンチカット	Bench cut : 鉱体を階段状にカットしながら採掘する。
切 羽	Face : 岩石を破砕して採掘している面
ロードアンドキャリー 工法	Load and Carry 工法 ホイローダー単体による積込自走運搬方式

第7章 設備建設予定地

7.1 概要

本計画の設備建設予定地は、石灰石採鉱、精鉱地区と、カーバイド、PVC製造地区の二つに分けられる。石灰石採鉱、精鉱地区は標高3,500m前後のアンデス山脈にある Pariahuanca であるが、これについては第6章で詳述した。したがって本章ではカーバイド、PVC製造設備建設予定地である、SPLパラモンガ工場サイトについて記述する。

7.2 設備建設予定地の自然条件

1975年～1980年5年間の記録より自然条件は下記の通りであるが、熱帯地域にあるにもかかわらず、南極寒流の影響で温暖であり、また雨や風も少なく気象条件は大変恵まれている。

(1) 温度

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
最高℃	32	32	27	27	25	24	24	20	22	22	23	27
最低℃	18	18	17	19	19	17	17	12	14	14	19	17
平均℃	26	26	25	25	25	22	20	18	19	19	20	24

(2) 湿度

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
最大%	95	95	95	100	100	100	92	94	99	99	99	95
最小%	60	57	61	64	60	59	69	71	72	58	62	60
平均%	79	82	80	80	82	80	82	90	90	88	96	80

(3) 風速

最大 6 m/sec

(4) 風向

南西

(5) 雨

最大 10mm/h

ペルー共和国海岸（太平洋）地域には雨がほとんど降らない。したがって河川流域以外は砂漠である。

(6) 地震

ペルー共和国は地殻構造上日本と同じ地震国である。最近の大きな地震は1977年7月7日に起き、パラモンガ工場でも、PVCパイプや煉瓦壁などが、倒れる被害があった。
最大地震規模 マグニチュード6～7

(7) 雷、台風

ペルー共和国海岸地域には発生しない。

(8) 洪水

海岸地域は(5)に記述したごとく雨がほとんど降らないので洪水はないが、今年はエルニーニョ現象の影響で異常現象が起き、アマゾン地方に大雨が降り、太平洋側の河川流域に洪水が起きた。

7.3 現地調査

SPLパラモンガ工場の所在するパラモンガ市は、ペルー共和国首都リマ市北方200kmにある。建設予定地はパラモンガ工場既設PVCプラントの北部に隣接した空地である。このサイトはほとんど平坦であり、特別な整地作業は不要である。広さは東西700m南北400mある。したがって採火の出る電気炉、石灰炉と引火性、着火性のあるアセチレン、VCMを製造する設備との安全距離を取った配置が可能である。また、この地区は昔河川敷であったので表面は玉石混りの砂礫層であるが、下層も同じと思われる。しかしパラモンガ工場のデータによると、地耐力は10t/㎡なので、大きな建物、重量機器の基礎はボーリング調査をして杭打ちの可否を決定する必要がある。

7.4 ユーティリティ

(1) 用水

用水はパラモンガ市北部を流れるRio-Fortaleza支流から工場の西南西約3kmの場所に取水堰を設け、ここより地下に直径36インチ(900mm)パイプを埋設して工場まで導水している。取水量は25,000ガロン/分(5,677t/h)で、清澄装置で薬注除濁して各プラントに配水している。PVCプラントには、直径8インチ(200mm)パイプで2,000ガロン/分(450t/h)送水されている。水温は22℃である

用水は上記河川水のほかに井戸水もあるが、水質が悪く一部に使用されているだけである。河川水の水質はTable 7-1に示す。

用水単価は河川水が0.097 US\$ / 1,000 m³、飲料水が0.019 US\$ / m³である。現プラント用水(河川水)はクーリングタワーを設置し循環使用している。能力は2,500ガロン/

分(560 l/h)である。新プラントも同様にクーリングタワーを新設し循環使用する。クーリングタワーの能力は1,800 m³/hである。したがって常時は循環量1,800 m³/hのメークアップ水43 m³/hのみ必要であり、量は充分である。このメークアップ水は飲水装置で処理したものを使用する。また、非常用にはクーリングタワーを通さないバイパス配管を施工する。

Table 7-1 Analysis of River Water

P.H	7.4
Total Hardness (as CaCO ₃)	194 PPM
Ca Hardness (as CaCO ₃)	155 PPM
Mg Hardness (as CaCO ₃)	40 PPM
Alkalinity (as CaCO ₃)	65 PPM
SO ₄	112.8 PPM
Chlorides (as-cl)	47.9 PPM
Total Solid	438 PPM
Turbidity	50 degree max
KMnO ₄ Consumption	10 PPM max
SiO ₂	10 PPM
SiO ₂ Colloidal	Trace

(2) 電力

1) 受電設備

第3章で述べたように、パラモンガ工場は、工場の北西300mの所に Hidrandina 社の送電線より直接分岐した42,000 KWの受電能力をもったサブステーションがある。新プラントは約20,000 KWの電力を必要とするから、既設設備では不足するので新しく一系統受電設備を設置する。受電設備は遮断器と138,000 V/13,800 Vの変圧器を既設サブステーション内に設置する。ここよりサイトまで高さ25mの鉄塔で2km配線する。サイトでは各プラント毎に受配電、変電設備を設置し各機器に配線する。

2) 電力料金

電力料金の算定方法は、基本電力量の単価と基本電力量オーバー分の単価とが決まっており、それぞれの単価×量の和に25%の税率を乗じた合計がその月の使用電力料金となる。なお、パラモンガ工場の1983年6月現在の平均電力料金は約0.035 US\$ / KWhである。

(3) 蒸気

パラモンガ工場には現在ボイラーが5基設置されており、設備能力は740,000 lb/h

(333 t/h)、圧力450 psi(32kg/cd)である。また現 PVC設備にはボイラー室より直径6インチ(150mm)パイプで配管されており、14,000 lb/h(6.3 t/h)程度使用されている。

新プラントの蒸気必要量も10 t/h程度なので、現在の配管を延長するだけで十分間に合う。

(4) 不活性ガス (N₂ガス)

現 PVC設備には不活性ガス製造設備はなく、N₂ポンペを数本用意しているだけである。新プラントにはカーバイド粉砕、貯蔵工程があり、この工程は不活性ガス (N₂ガス) 気流中に行なわねばならない。また、C₂H₂、VCM設備も系内の空気置換に使用する頻度が多いので、新プラントにはPSI方式のN₂ガス製造設備を設置する。

(5) 計装用空気

パラモンガ工場では特別な計装用空気設備を持たず、一般用空気を使用している。これでは計器の保守上好ましくないので、新プラントではオイルレス圧縮機と乾燥機をもった計装用空気設備を設置する。

(6) 一般用空気

現在の設備は余裕がないので、新プラント用としては新設する。

(7) ブライン

現 PVCプラントは直冷式のフロン冷凍設備があるが、新プラントではVCM製造設備で数ヶ所ブライン冷却を必要とするので、60日本冷凍トン(1日本冷凍トン=3,320 Kcal/h)のブライン冷凍設備 (R-22使用) を2基設置する。

7.5 インフラストラクチャーとタウンシップ

(1) パラモンガ市 (Figure 7-1 Paramonga City Map 参照)

1) 人口

約30,000人

2) 学校

市立小学校 (6年制)、男子校、女学校各1校 生徒各2,000人

市立中学校 (5年制)、男女共学 1校 生徒1,500人

私立小中併設校、男女共学 2校 生徒、1,000人、400人

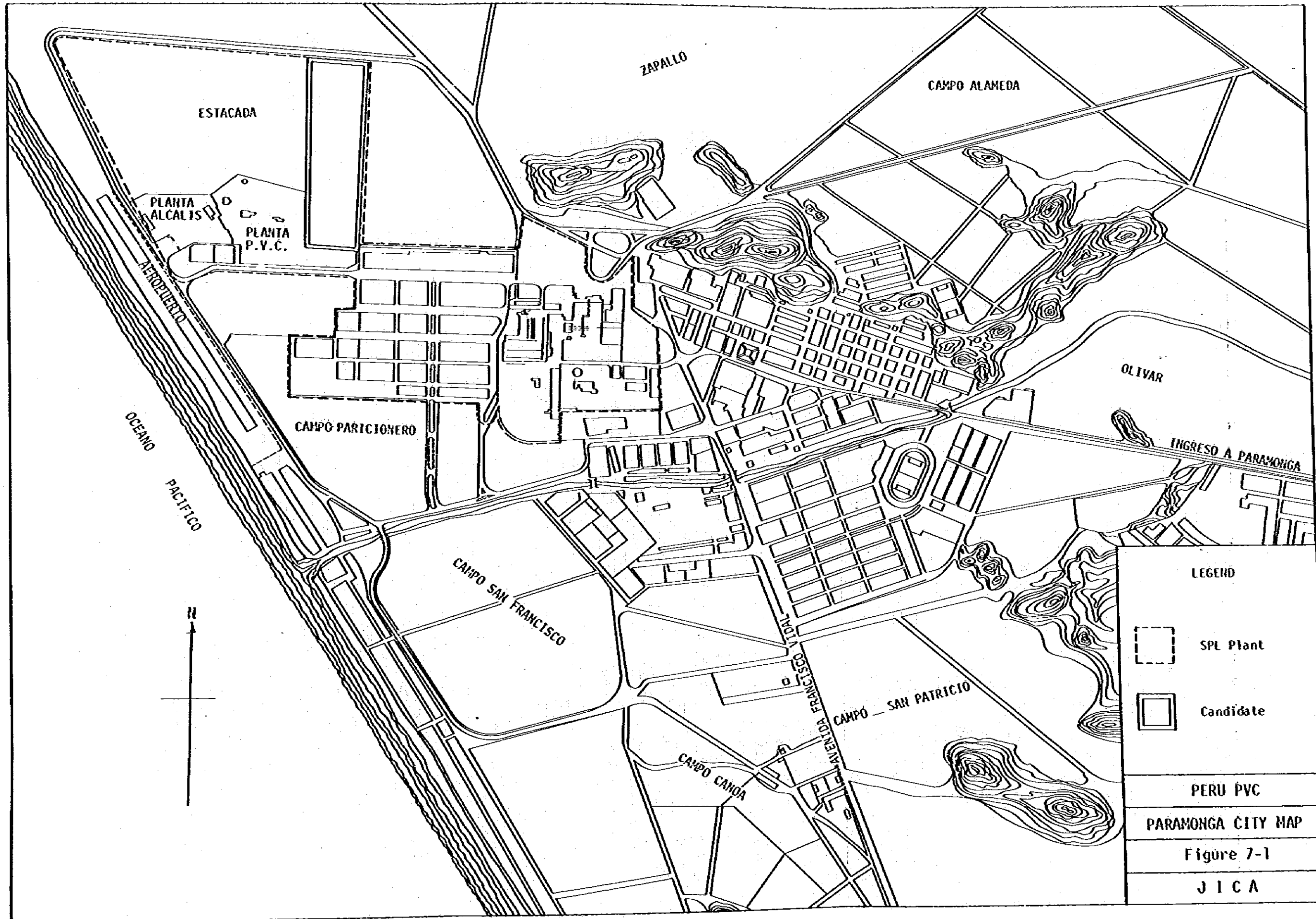
3) 病院

総合病院 1院

ベッド数 90床

医師12名 (外科2名、内科、小児科、産婦人科)

その他に歯科医1名と心臓専門医が週1回来院する。



LEGEND

SPL Plant
 Candidate

PERU PVC
 PARAMONGA CITY MAP
 Figure 7-1
 J I C A

開業医 数院

4) マーケット

スーパーマーケットが大小3ヶ所あり、日用品雑貨、生鮮食料品を売っている。生鮮品売場には衛生状態の悪い場所がある。

5) ホテル

パラモンガ市にはホテルがない。約10km南、車で15分の Barranca 市に150名収容できるホテル1軒と他に小さな宿が1軒がある。

6) レストラン

日系人(二、三世)経営の中華料理店他に数軒ある。

7) 銀行

Banco de Credito 外1行がある。

8) その他のタウンシップ

教会、市民ホール、映画館、水道局、警察など一通りの設備がある。

9) 交通

ペルー共和国には鉄道がごく一部の区間しかないので、交通はもっぱら自動車である。太平洋岸には Pan American Highway があり、パラモンガ市から沿岸都市へは、このハイウェイを利用する。近隣の Barranca 市へは中央ターミナルよりバスが発着しており、朝夕は発着回数が多い。またタクシーも中央ターミナルにタクシー乗場があるが、これは6人乗りの相乗りタクシーである。

(2) 通信機関

パラモンガ市には郵便局があり、手紙、電話などの通信設備はある。ただし電話の市外通話は時間がかかり、とくに海外には2時間位かかる。また、テレックスは、パラモンガ工場にある。

(3) 道路

先に述べたように Pan American Highway が市内を通過しており、また市内の道路も幅員が20m~30mと広く建設機材の搬入には問題がない。建設機材はリマ市から陸送されるが、海岸線を通るハイウェイバイパスを通ると、距離は近いが20km程砂山の断崖を通るので危険である。また原料コークスは Chimbote 市から陸送されるが、途中高さ6mのトンネルがある。

(4) 港湾

パラモンガ市の南にリマ市郊外の Callao 港と北に Chimbote 港と2つの国際外航船の入港できる港がある。距離はいずれもパラモンガ市より200~220kmある。建設用の機械・材料は Callao 港より陸揚げされ、コークスは Chimbote 港より陸揚げされる。

(5) 近隣都市

			人口
北	Chimbote	220 km	500,000 人
	Casma	170 km	15,000 人
	パラモンガ		30,000 人
	Barranca	10 km	40,000 人
	Huacho	50 km	50,000 人
南	リマ	200 km	5,000,000 人

第8章 製造工程および設備

8.1 概要

本章では石灰石の受入れから PVCの袋詰までの工程について、製造工程および設備の概念設計を説明する。工程は無機部門と有機部門とに二分される。無機部門は石灰石の受入れ、生石灰の製造、カーバイドの製造およびカーバイドの粉砕が主な工程である。有機部門はアセチレン発生、VCMの製造およびPVCの製造が主な工程である。アセチレン発生において副生する消石灰の回収、焼成、再利用の可能性および工程などは8.2(5)においてケーススタディとして記述する。

Figure 8-1 に採鉱部門を含めた主工程および主要機器を示す。

8.2 生石灰とカーバイド

(I) 概要

本項では、カルシウムカーバイド製造に必要な炭素材の乾燥設備、生石灰製造設備、カルシウムカーバイド製造用電気炉設備、カーバイド冷却破砕貯蔵設備の概要と製造上の問題点、環境上の問題点と対策について説明する。その他に、SPLより質問のあった下記の項目について(5)項で説明する。

- a) アセチレン発生工程で生成する消石灰のブリケット化による電炉への回収利用の可能性
- b) 高純度結晶性石灰石の利用可能性
- c) 電気炉による電圧変動が他設備の操業に与える影響とその対策

(2) プロセススキーム

概念設計は以下のごとく行なう。

- 1) Figure 8-1 に生石灰、カルシウムカーバイドの製造工程図を示す。各工程の内容については(3)のプロセスの技術説明の項で詳述する。
- 2) 現地調査の結果に基づき、各設備（生石灰製造、コークス乾燥およびカーバイド製造）の設計基準と原単位とを Table 8-1、8-2、8-3 に示す。
- 3) この工程における主要設備である石灰炉と電気炉との概略内面図を Figure 8-2 と 8-3 に示す。

Table 8 - 1 Design Parameters and Unit Consumptions of Lime Kiln

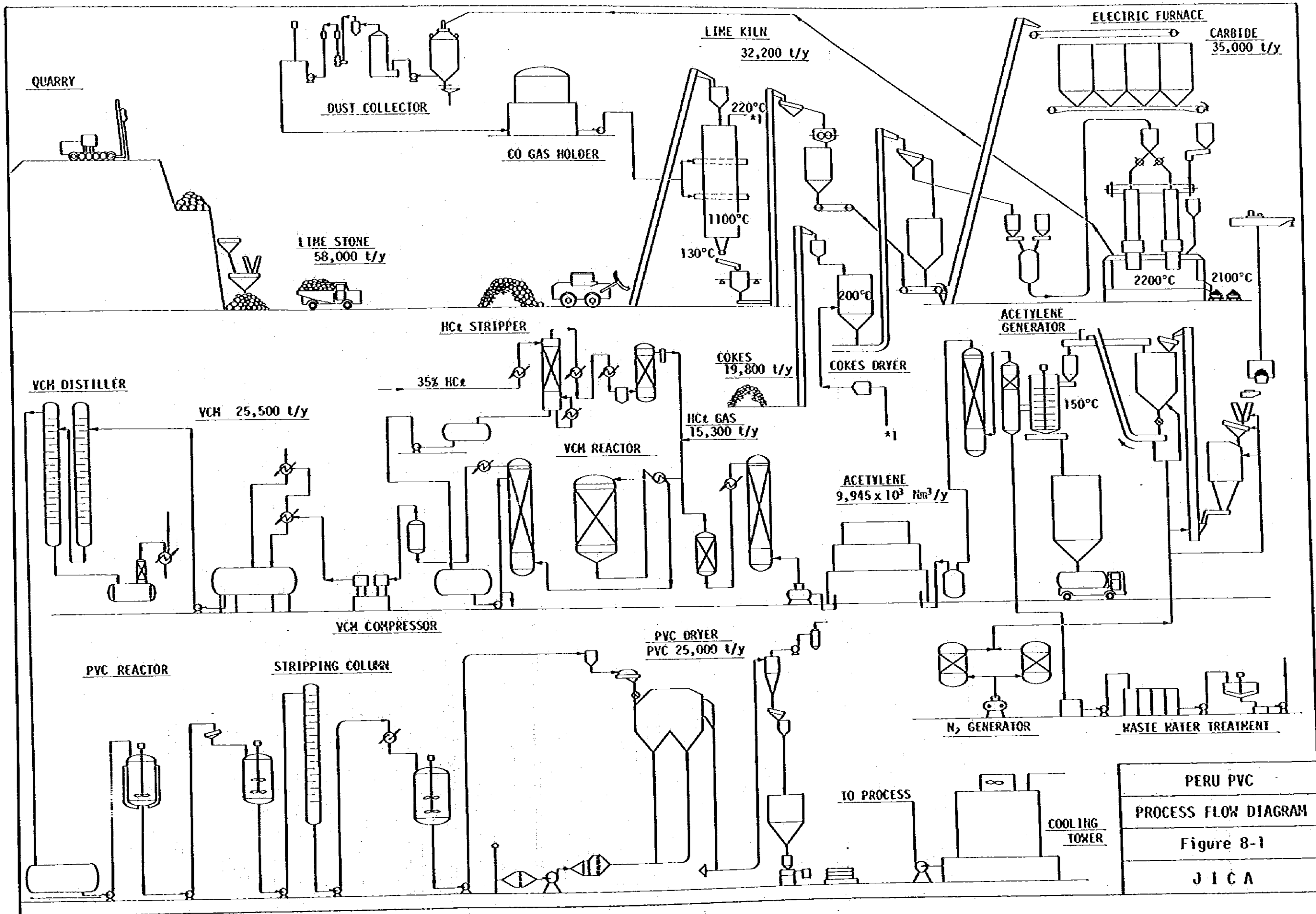
	スペックおよび原単位
使用石灰石品位	CaCO ₃ > 97%、SiO ₂ < 1.5%、R ₂ O ₃ < 1.5%
使用石灰石サイズ	30~70 μ m
石灰石品位	Total CaO > 91%、(未焼成 CaCO ₃ < 5%) SiO ₂ < 2.9%、R ₂ O ₃ < 2.9%
石灰石サイズ	6~70 μ m
石灰石使用量	1.8 t / t - CaO (167 t/d)
生石灰製造量	93 t/d
燃料原単位	105 × 10 ⁴ Kcal/t - CaO
動力原単位	70 KWh/t - CaO
工業用水原単位	11 m ³ / t - CaO
N 原単位	55 N m ³ / 1回 (停炉時)
圧縮空気原単位	18 N m ³ / t - CaO

Table 8 - 2 Design Parameters and Unit Consumptions of Coke Dryer

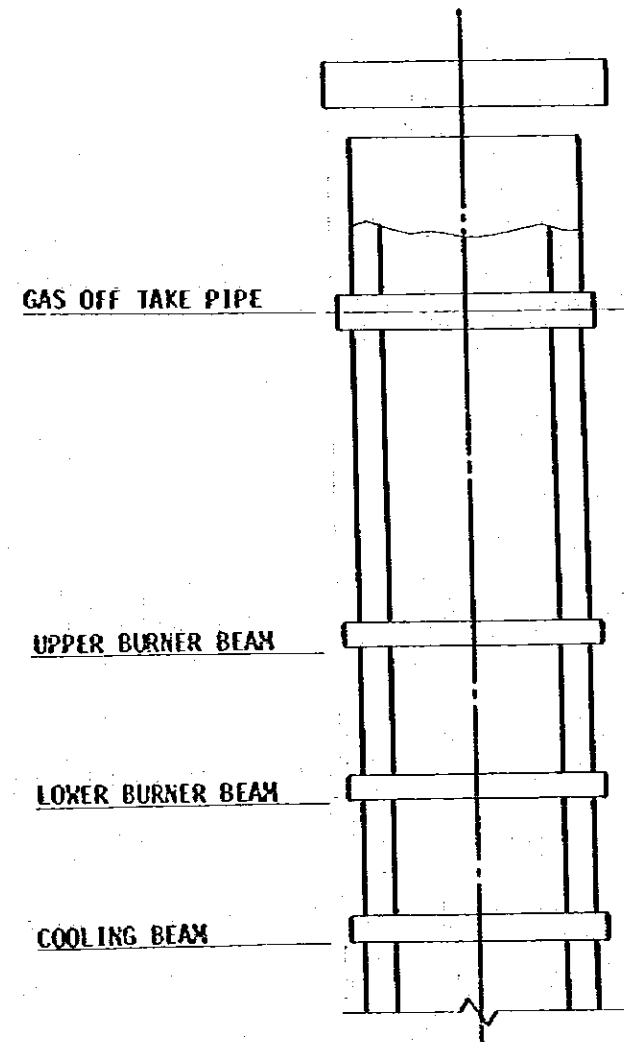
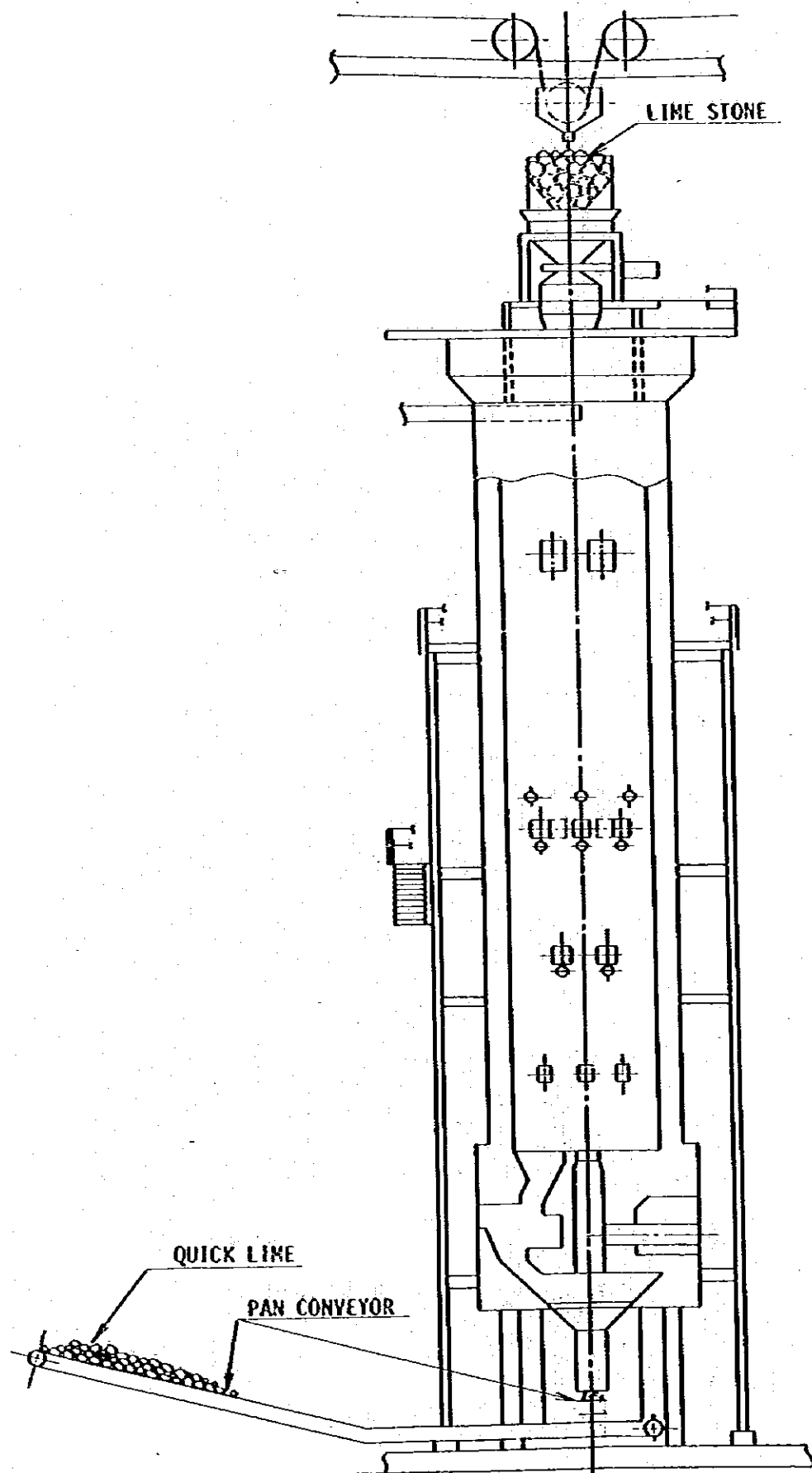
乾燥炭必要量	58 t/d
乾燥時間	18時間 (75%稼働)
炭材水分量(乾燥前)	10%
炭材水分量(乾燥後)	1.5%
熱風温度(入口)	200 °C
熱風温度(出口)	100 °C
熱ガス必要熱量	485 × 10 ³ Kcal/時間 (150 × 10 ³ Kcal/t - 乾燥コークス)
熱効 率	40%
動 力	28 KWh/t - 乾燥コークス

Table 8 - 3 Design Parameters and Unit Consumptions of Electric Furnace

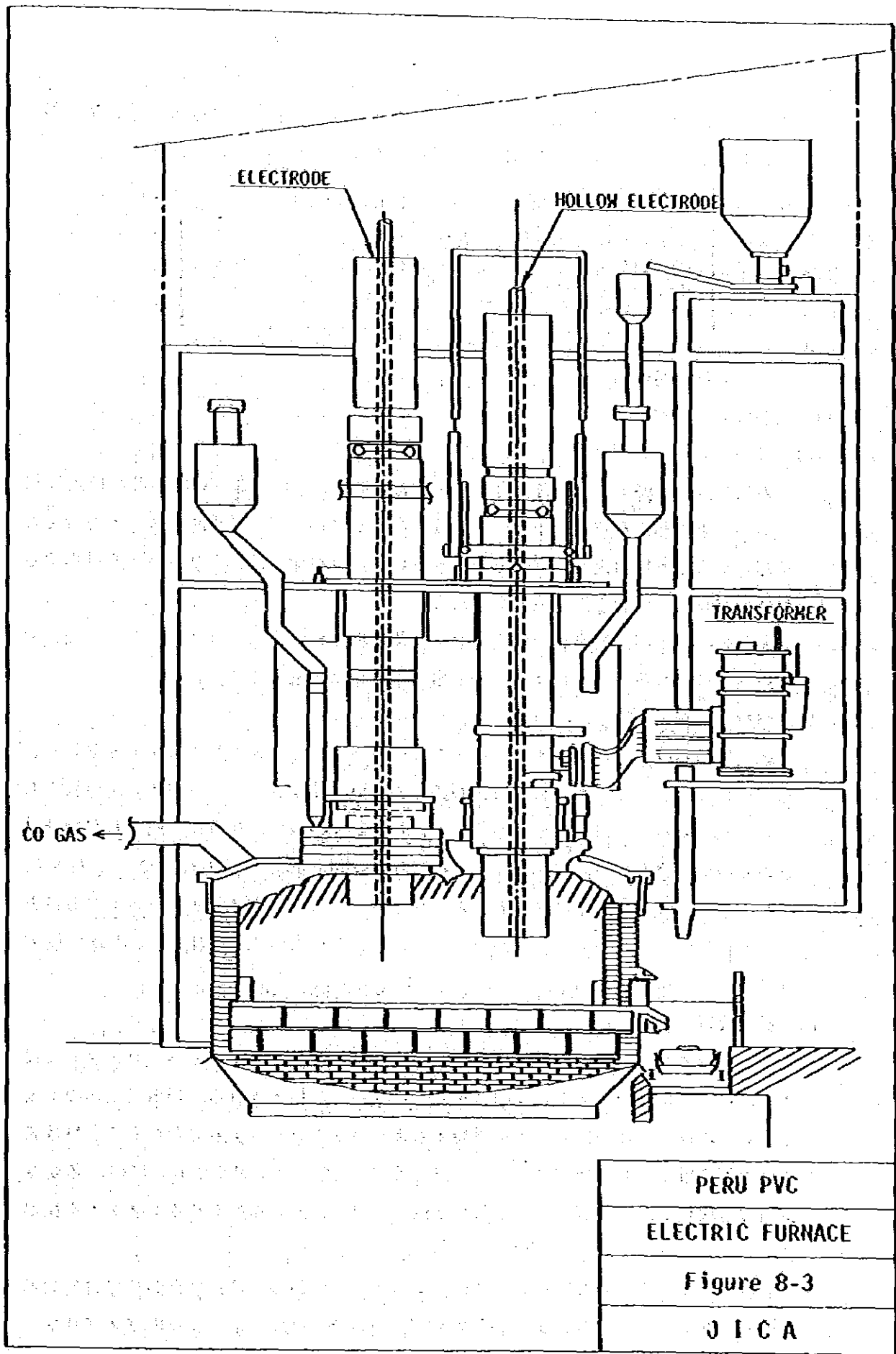
カーバイド生産量	101 t/d (稼働率95%)
カーバイド品質	295 t / kg
操業原単位 (t - CaC ₂ 当り)	
電 力	3,200 KWh
生石灰	0.92 t
炭素材	0.565 t
電極ペースト	0.020 t
電極ケース	0.0013 t
丸鉄棒	0.0015 t
COガス発生量	420 N m ³ (2,700 Kcal/N m ³)
ユーティリティ	
動 力 (製造、破砕)	(106 kWh/t - CaC ₂)
冷却水	150 m ³ / h (35.7 t / t - CaC ₂)
圧縮空気	446 N m ³ / h (106 N m ³ / t - CaC ₂)
窒素ガス	380 N m ³ / h (90 N m ³ / t - CaC ₂)



PERU PVC
 PROCESS FLOW DIAGRAM
 Figure 8-1
 JICA



PERU PVC
LIME KILN
Figure 8-2
J I C A



4) 主要機器

PVC25,000 t/yの製造に必要なカルシウムカーバイドは35,000 t/yである。上記2)の設計条件から主要設備の能力は以下の通りとする。

Table 8-4 Capacity of Inorganic Plants

石灰炉 (生石灰)	32,200 t/y、93 t/d	1基
炭素材乾燥機 (炭材)	19,800 t/y、580 t/d	1基
電気炉 (カーバイド)	35,000 t/y、101 t/d (15 MW)	1基

(3) プロセスの技術説明

1) 生石灰製造工程

a) 設備

石灰炉設備は93 t/dの設備能力を有する竪型炉で、炉頂上部への原料計量投入設備と竪型炉上方部より原料の予熱帯、焼成帯ならびに燃焼用空気予熱システムを備えた冷却帯からなる総耐火レンガ張りの炉を用いる。竪型炉の頂部より排ガスを排出するためのブローア設備と集塵設備を備える。

また炉の最下部に精品計量排出装置より抜き出された生石灰はクラッシャー設備で破砕撈分後、貯蔵サイロにコンベアで搬送する設備を設ける。

b) 原料石灰石

生石灰の品位はカルシウムカーバイド製造の原単位に影響をおよぼすのみならず、電気炉の安定操業に与える影響はきわめて大きい。カルシウムカーバイド用原料として適する石灰石は組織が緻密かつ堅牢で、石灰炉での焼成冷却過程で崩壊しない非晶質のものが要求される。第6章で述べた通り Pariahuancaの石灰石はほぼこれを満足し、SiO₂は1.5%以下になるものと予想される。石灰石のサイズが小さくなるほど早く焼けるが、炉内のドラフトが悪くなるため、石灰石のサイズは100 t/dの規模では30~70 μ mが適切である。

c) 操業管理

30~70 μ mにサイジングした石灰石はそのまま計量ホッパーにショベルローダーで投入し、石灰炉頂部のガスシール構造をしたホッパーに投入される。炉内最上部の必要原料レベルは、常に一定レベルを維持するようコントロールする必要がある。焼成帯には上下2段のガス燃焼用バーナー装置を設置しCOガスを燃焼する。燃焼に必要な空気は石灰炉下部冷却帯で予熱された空気を使用し、熱効率を高めるシステムを採用する。

燃焼管理は燃焼帯の温度を一定に保持するよう、原料の供給量に合わせて自動調節装置でコントロールする。また、排ガス中のCO₂とCOの変動により焼ガスブロー

の風量をコントロールする。供給熱量決定に際しては、生石灰中の未焼成成分をチェックすることにより適宜調整する必要がある。

d) 補助用燃料

石灰炉の燃料としてカーバイド電炉の副生電炉ガス（COガス）を利用するように設計したので、電炉のスタートアップ時または操業トラブルにより電炉ガスが利用できない場合には、補助用燃料が必要となる。補助用燃料としてはコークスを石灰石と混合して投入する方法が一番安価な方法である。この要求に合致するコークスの品位は、カーバイド用コークスとほぼ同一のもので十分であるが、そのサイズは石灰石サイズと同一範囲に入るものが効果的である。

e) 小サイズ生石灰の処理

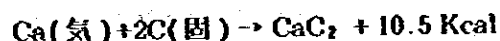
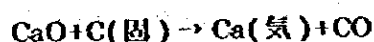
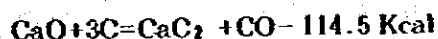
石灰炉で焼成された生石灰は冷却過程および破砕、選別過程で6 μ 以下の小サイズ品（粉）が10～15%発生することが予想される。この粉を回収し、コークスドライヤー工程から発生する3 μ 下の粉コークスと適宜混合し、カーバイド電気炉の中空電極設備に送り利用するものとする。

2) 炭素材乾燥工程

炭素材中の水分はカーバイド電気炉内で蒸発し、一方では原料中のCaOを風化し、他方では水性ガス反応を起して炭素損失をもたらす、電力原単位を悪化させるので、炭素材は極力乾燥して使用する必要がある。輸入コークスは通常10%以上の水分を含んでいるが、ペルー、パラモンガ地方は年間を通じて降雨はほとんどないため、屋外貯蔵により含有水分を10%前後に維持できるものとする。これを1.5%以下に乾燥する設備を設置する。通常、操業時の乾燥熱源は石灰炉より排出される約200℃の廃熱風を除塵後直接乾燥炉に導き乾燥するものとする。このため乾燥設備は石灰炉と近接して設置する。もし石灰炉が故障で、所定の温度、風量が得られない場合に備えて、補助設備として重油燃焼設備を設置する。乾燥した塊原料は通常の送原ルートでカーバイド電炉に送るが、乾燥後筛分けられる約10%余りの粉コークス（ $\leq 3\mu$ ）は中空電極用原料として全量使用する。

3) カルシウムカーバイド製造工程

電気炉中で生石灰、炭素材の混合物を1800℃以上に加熱反応させると、下記反応式により熔融カーバイドとCOガスが生成する。



副生するCOガスを全量回収利用するため、電気炉は密閉式のものを採用する。電気炉へ供給される原料は電気炉の炉上に設置されたタンク設備より、生石灰と炭素材を適

当な配合に計量し、電気炉内に直結している9個の供給タンクに分配供給する。この供給タンク内の原料は電気炉の反応が進むに従い連続的に自重で落下する供給方式となっており、電気炉内のCOガスをシールする働きをするので、常時レベル管理を行なう事が重要である。

電気炉の内側は全て耐火レンガ、カーボンなどでライニングされており、上方部より3本のSoderberg式電極とその周囲に原料シュートを配置し、炉の上は電気的に絶縁した水冷式炉蓋で完全にカバーされた構造をしており、内部に発生した副生COガスが洩れないよう気密構造となっている。したがって操業時の炉内圧調整は ± 0 mmAqを基本に管理し、副生COガスの外部への洩れ、内部への酸素の浸入を防止する必要がある。炉内で発生した副生COガスの温度は通常500~800℃位で、ダスト含有量が80~100 g/N m^3 である。この粗ガスは炉蓋の1ヶ所よりガス清浄設備にブローを用いて吸引され、ガス中のダストを完全に除去した後、COガスホルダー経由で石灰炉に送る。発生ガスが多く使用のバランスが取れない場合には、ボイラー用燃料として利用可能である。さらに余剰となった場合は、電気炉近くに設置する非常用煙突より燃焼し放出する。

ガスを清浄する方式には乾式(Bag Filter)、湿式(VenturiまたはTeisen Washerによる水洗)の両方式があるが、湿式洗浄方式は洗浄排水の無公害化处理、発生スラリー処理の点で乾式法が優れているため、乾式(Bag Filter)方式を採用する方が良い。

密閉式カーバイド用原料は順調な操業を行なうため、生石灰、炭素材共にそれぞれ6 m^3 と3 m^3 の箱で箱分けて使用する必要がある。この時発生する10~15%の粉原料は中空電極設備を利用して全量使用する。

電気炉の炉底三箇所にタップホールを設置し、40~50分間隔で計画的にタッピングする。タッピングされた溶融カーバイドの温度は2,000~2,100℃あり、鑄鉄製の取鍋に流し取り、冷却場に移送し、そこで12~13時間冷却し固化させる必要がある。冷却固化したカーバイドの表面温度はまだ200℃位あるが、そのままクレーン設備により破砕工程に移送する。ここで粗砕後、粉砕工程、磁選工程を経て粒度3 m^3 以下のアセチレン発生原料として、計量後貯蔵タンクに移送する。この工程内は99.9%以上のN $_2$ ガスで常時シールし、粉砕したカーバイドの風化を防止する。

電気炉の操業負荷はSPL購入電力の調査結果より、昼夜間の単価差がほとんどみられないので、24時間平均負荷で操業を行なうことで設備の設計を行なった。電気炉設備の概要Table 8-5に示す。

(4) 環境問題と対策

1) 石灰炉設備

日本の大気汚染防止法によるばい塵の規制値は0.30 g/N m^3 (O $_2$ 15%) である。通常石灰炉の排ガスはサイクロンを通して全量炭素材乾燥設備に送られ、その後集塵され放

出される。水質、騒音上の問題は特にない。

2) 炭素材乾燥設備

日本の大気汚染防止法によるばい塵規制値は0.20 g/N m以下である。乾燥機からの排ガスはバッグフィルター式集塵設備で除塵される。水質、騒音上の問題は特にない。

Table 8-5 Electric Furnace Facilities

トランス容量 電機負荷	18 MVA × 1基 (最高) 15 MW (平均) 13.5 MW
電極設備 (中空設備)	直径 1,000mm × 3本 (直径5インチ × 3本)
炉体設備 (非回転式)	外径 7.6m 炉高 3.6m 炉蓋 鉄製水冷構造
原料設備 (中空設備含む)	1 式
タッピング設備	タッピングトランス設備 1式 鋳鉄製取鋼設備 1式 台車、軌條移動設備 1式
製品冷却設備	冷却室 1棟 冷却台 1式 クレーン(2.5t) 設備 1式
製品破砕設備	1 式
集塵設備	1 式
カーバイド貯蔵設備	1 式
電極ケース製作設備	1 式
口話用粘土練機	1 式

3) カーバイド電気炉設備

密閉式電気炉であるので炉上での排煙はほとんどない。カーバイドのクランプ時に発生する白煙 (Tap fume) はバッグフィルター設備で集塵する。捕集した粉塵 (4~5 t/d) は当面工場周辺の空地に廃棄する。集塵ダストは、珪カル肥料あるいはセメント原料として使用可能である。炉燃時に発生する産廃物は特に問題となる重金属は含まれていないので、工場周辺空地に廃棄するものとする。電気炉からの副生 CO ガスの処理系統でガス洩れが発生した場合、人体に与える影響が大きいので、必要箇所にはセンサーおよび周囲の人に警告する装置を設置するほか、保安対策も実施する。工場排水、騒音上の問題は特にない。

(5) その他

1) アセチレン発生滓 (消石灰) 再利用の検討

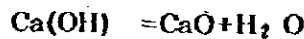
アセチレン発生後の消石灰を煅焼しブリケット化して、カーバイド電気炉に再利用してコスト低減出来ないか、また技術的にどの程度まで配合使用は可能かについて検討した。使用炭素材配合を輸入冶金用コークス70%、石油コークス30%の配合条件で使用し、

ペルー産石灰石の SiO₂ 含有量を 1.5% とした場合、原料中の SiO₂ 分は 65% がアセチレン発生液中に移行するので、生石灰ブリケット中の SiO₂ 分は 3.3% となり、石灰石を使用した場合 (2.7%) より高いので望ましくない。(ブリケット/生石灰を 20/80 と設定した) しかし、純度の高い石灰源を消石灰に混合することにより、回収生石灰中 SiO₂ 含有率が 2.7% 以下になり、かつ、石灰炉経由の生石灰より安価に得られるならば、回収使用は可能となる。

以下に、今後の可能性検討のための資料として消石灰の回収について述べる。

a) ブリケット製造工程

乾式アセチレン発生機より排出する 水 6~7% を含んだ Ca(OH)₂ である。これを重油燃焼式ロータリーキルンに供給し、約 900℃ に加熱焼成して、下記反応式により CaO を製造する。



しかる後、製団機にてペレット化し、篩分後電気炉の生石灰原料として混合使用するものとする。ブリケットの混合可能量はその機械的強度からして最高 20% である。

b) 関連設備を Table 8-6 に示す。

Table 8-6 Slaked Lime Briquetting Facilities

1) 原料供給設備
2) ロータリーキルン設備
3) 重油燃焼設備
4) 集塵設備
5) ブリケットマシン設備(800kg/h)
6) ブリケット輸送設備
設備費合計 992 × 10 ³ US\$

c) 原単位関係

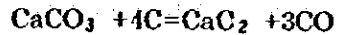
Table 8-7 Inputs for Briquetting Operation

動力	80 KWh/t-ブリケット
燃料(重油)	100kg/t-ブリケット
操業人員	1工/直

2) 高純度結晶質石灰石の使用についての検討

カルシウムカーバイド用石灰石はその化学成分のみでなく、加熱時の機械的性質が重要である。焼成過程で崩壊する原料は石灰炉内の通風を悪くし、品質が安定しないこと、能力が出ないこと、また粉碎された石灰が飛散して損失となるので、石灰炉で使用することはできない。

このような石灰石は石灰炉で煅焼しないで、電気炉に直接投入し、カルシウムカーバイドを製造することは可能である。しかし、この方法では



の反応が進行し、CaOとして使用する場合に比して炭素質材料が33%多く必要となり、炉内でのCOガスの発生量が極めて多量となり、電気炉のCaC₂生産能力は著しく低下する。また電力消費量も1,100 kwh/t-CaC₂増加するので、本計画ではこの方法は採用しないこととする。

3) 電気炉による電圧変動が他の設備に与える影響

カーバイド電気炉は抵抗式なので操業中の電圧変動は小さい。電圧の大幅な変動が生ずるのは、停電後に電気炉の送電を開始する時である。

この対策としては、以下のような設備的および電気炉操業面の手段が必要であり、概念設計にも盛り込んである。

a) 瞬時電圧降下による停電防止装置の設置

本装置をアルカリプラントの電源側に取付けることにより、電圧が80%に急降した場合500ミリ秒以内ならばトリップ防止可能である。

また、数ミリ秒以内であれば50%までの電圧降下が発生してもトリップ防止可能である。

b) モーター関係への遅延リレーの取付け

電圧が65%に降下しても500ミリ秒以内ならばトリップ防止可能である。

c) 操業面の対策

i) トランスタップ変更器の中で入電時電圧降下が一番少ない中間タップ位置で必ずスタートする。

ii) カーバイド電気炉送電直前に電極を150~200 mm捲上げた後、すみやかに送電する。

d) トランス仕様

磁束密度を高目に設計する（費用は若干上昇する）。

8.3 アセチレン、VCM、PVC

(1) 概要

本項では a) 前の工程 (8.2) で製造されたカルシウムカーバイドを原料とするアセチレンの製造、 b) このアセチレンと、既設食塩電解、塩酸合成設備で製造される塩酸からのVCMの製造、および c) PVCの製造の各工程について説明する。

(2) 既存設備の状況および評価

1) 食塩電解、塩酸合成

第3章で述べた通り、SPLはパラモンガ工場に食塩電解、塩酸合成設備を所有し、檢

入 EDC を出発原料として PVC を生産している (PVC 生産能力 7,000 t/y)。Figure 8-4 は既存プラントの能力と原料/製品バランスを示す。

SPL の既設食塩電解・塩酸合成設備は、カ性ソーダ 42,000 t/y、塩素 37,275 t/y の能力を有する。カ性ソーダ 40,000 t/y の生産に対し、塩素または塩酸は約 12,000~17,500 t/y を自家使用して、約 20,000~25,000 t/y を海に廃棄している。したがって、本計画の VCM 用原料の塩酸はこの余剰塩酸で十分まかないうる。

2) エチレンおよび EDC

モラシスからのアルコールを原料にエチレンを製造し、また EDC を製造していたが、1981 年 11 月に停止し、以後 EDC は輸入している。

EDC プラントに塩酸ストリッパー設備 HCl 14 t/d (4,900 t/y) 1 基があるが 2 年近く停止しており、老朽化が著しいので、この設備は本計画の VCM 用への使用は不可能である。

3) VCM

EDC を約 10,000 t/y 輸入し、VCM プラント (EDC クラッカー) で VCM 約 6,500 t/y を製造し、副生塩酸 (HCl 約 3,800 t/y) を海に廃棄している。

4) PVC

重合缶 (15 m³ グラスライニング (GL) × 3 基)、乾燥機 (ロータリー式 × 1 基)、他の設備により、懸濁重合/ストレートおよび酢ビコポリマー三品種で 6,000~7,000 t/y 製造している。VCM、冷却水、スチーム、動力の原単位が大きく、また、重合缶の生産性はかなり小さい。PVC 設備 (重合、脱水、乾燥、袋詰、他) はまだ使用可能であるが、能力が本計画 PVC 25,000 t/y の 1/3 であり、これを使用した場合の設備費減少は小さく、操業上のデメリット (工場が 2 つに分かれ、原料、副原料、ユーティリティ、要員が多要) を考え、既設を使用しないで新設することにする。

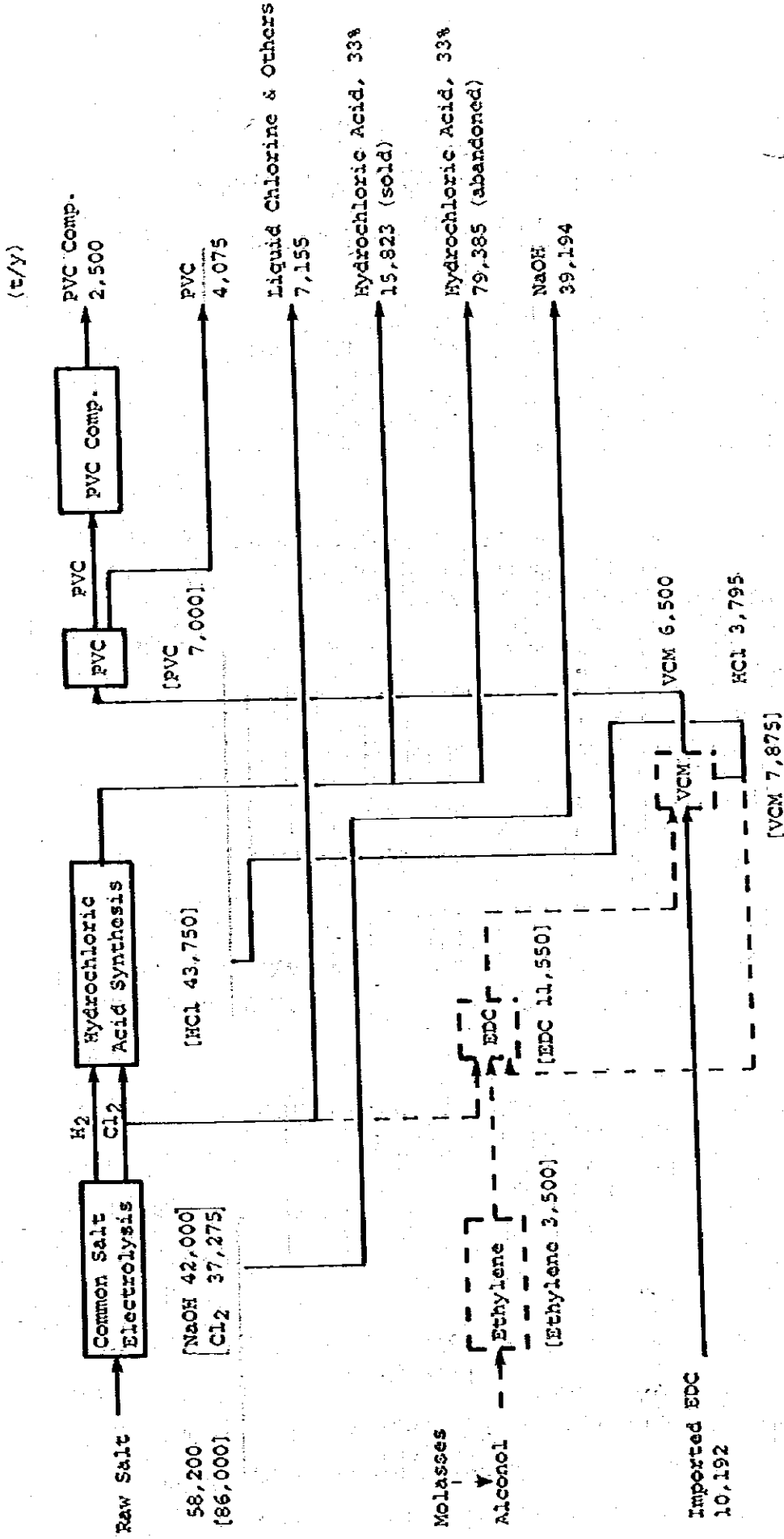
(3) プロセススキーム

本項では VCM、PVC 製造の概念設計について述べる。

1) Figure 8-1 にカーバイド粉砕よりアセチレン発生、VCM 合成、PVC 製造までの工程図を示す。

2) 基本設計

各設備の生産能力および操業原単位を Table 8-8、8-9 および 8-10 に示す。



Quantity t/y: Actual Figures for 1982

NOTES: Operating Idle

[]: Plant Capacity

Figure 8-4 Capacity and Material Balance of Existing Plant

Table 8-8 Production Capacity and Unit Consumptions
of Acetylene Generating Plant

生産能力 (25,500 t/y) (390 m³/t - VCM) = 9,945 k m³/y
 操業原価単位 (C₂H₂ k m³当り)

CaC ₂	3.5 t	96.3%
NaOH	15 kg	97%品、H ₂ S除去用
酢酸	1.3 kg	99%品、晒液PH調節用
晒液	55 kg	塩素8%換算、PH ₃ 除去用
動力	175 KWh	
用水	40 t	30°C
N ₂	55 m ³	スチームトレス 暖房用

Table 8-9 Production Capacity and Unit Consumptions
of VCM Manufacturing Facilities

所要生産量 (25,000) (1.02) = 25,500 t/y
 操業原単位 (VCM t当り)

C ₂ H ₂	390 m ³	
HCl	0.60 t	100% HCl
枝煤	1.0 kg	
硫酸	2.5 kg	98%硫酸
シリカゲル	0.2 kg	
冷却水	250 t	25°C
スチーム	1.3 t	
動力	350 KWh	7 kg / cdG
N ₂	20 m ³	
計装空気	47 m ³	7 kg / cdG
操用空気	16 m ³	7 kg / cdG
冷凍	38 JRT	ブライン 5~0°C
結水	0.5 t	

Table 8-10 Production Capacity and Unit Consumptions
of PVC Manufacturing Facilities

所要生産量 25,000 t/y
 操業原単位 (PVC t当り)

VCM	1.02 t	
結水	3.5 t	
枝煤	0.35 t	
分散剤	0.75 t	
冷却水	100 t	25°C
スチーム	1.5 t	7 kg / cdG
動力	200 KWh	
計装空気	48 m ³	7 kg / cdG
操用空気	8 m ³	7 kg / cdG

3) 主要機器の概要

a) アセチレン発生機器

アセチレン発生の主要機器を Table 8-11 に示す。アセチレン発生機の概略立断面図を Figure 8-5 に示す。

Table 8-11 Specifications of Acetylene Generator

カーバイド粉砕設備	10 t/h × 1 系列
C ₂ H ₂ 発生機	750 m ³ /h × 2 基
C ₂ H ₂ ガスホルダー	1,500 m ³ × 1 基
C ₂ H ₂ 清浄設備	1,500 m ³ /h × 1 系列
廃水処理設備	70 m ³ /h × 1 系列

b) VCM

VCM の関係機器を Table 8-12 に示す。

Table 8-12 Specifications of VCM Facilities

HCl 放散塔	30 t/d × 2 基
VCM 反応缶	5 基
触媒製造設備	150 kg/d × 1 系統
VCM 圧縮機	450 m ³ /h × 10 kg/cm ² G × 4 基
VCM 蒸留塔	4 t/h (2 塔式) × 1 系列
VCM 回収ガスホルダー	1,500 m ³ × 1 基

c) PVC

PVC 関係機器を Table 8-13 に示す。

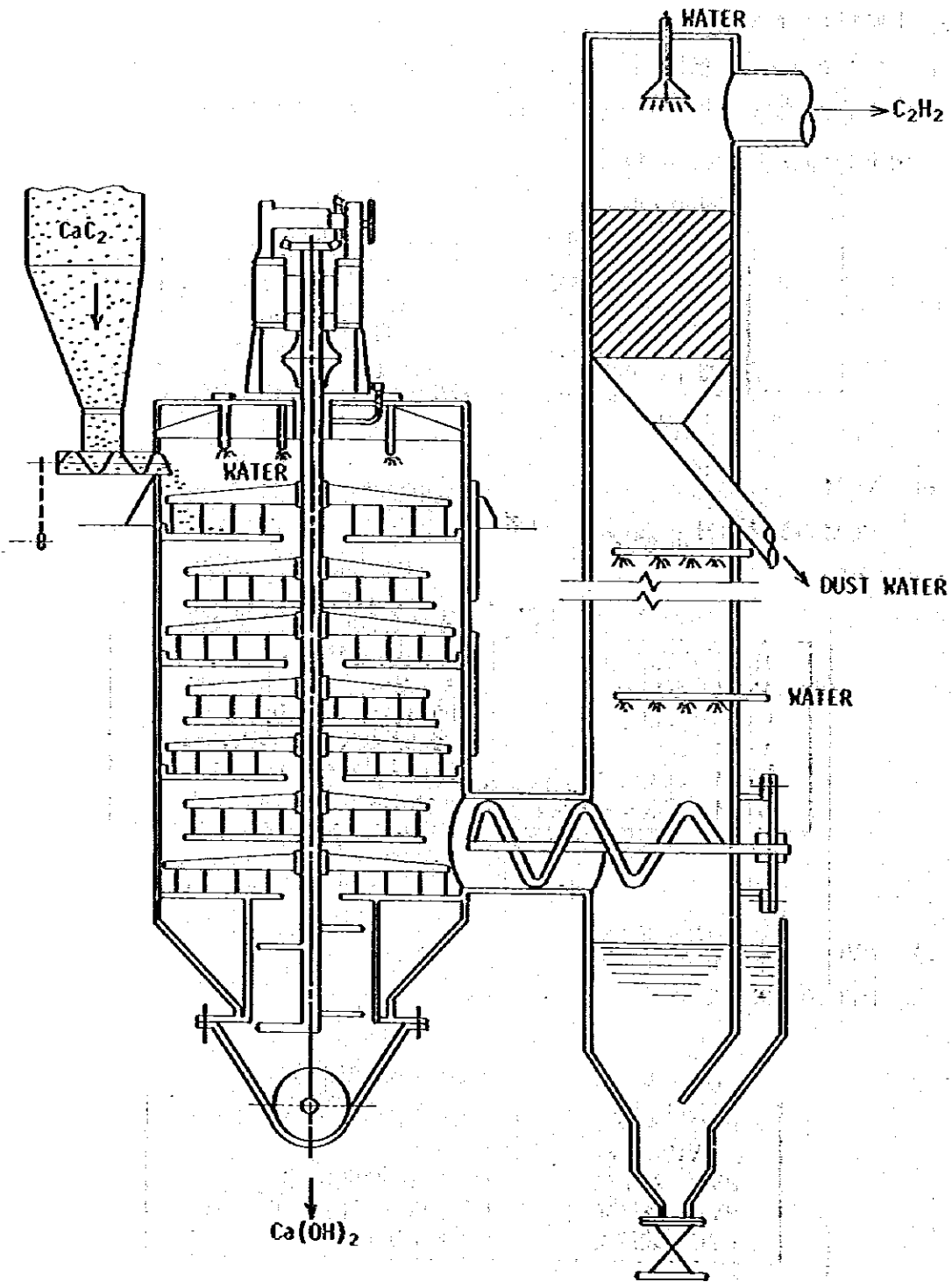
Table 8-13 Specifications of PVC Facilities

PVC 重合缶	50 m ³ GL, 11 kg/cm ² G × 3 基
脱 VCM 設備	4 t/h × 1 基
PVC 脱水機	2 t/h 遠心分離型 × 3 基
PVC 乾燥機	4 t/h 横型一般プロ × 1 基
PVC 袋詰機	3 t/h × 4 基

4) プロセスの技術説明

1) C₂H₂ 発生

カルシウムカーバイドは 3 mm 以下に粉砕されて C₂H₂ 発生機にフィードされ、水と反応して C₂H₂ ガスを発生し、消石灰を副生する。反応は発熱反応で、反応温度を 110 ~ 120°C に保持するために、反応理論量の 3 倍の水を発生機に注入する。C₂H₂ ガスは



PERU PVC
ACETYLENE GENERATOR
Figure 8-5
JICA

発生機を出た後、除塵のために水洗し、 H_2S を除去するためにカ性ソーダ溶液で洗浄し、ガスホルダーへ送って貯蔵する。ガスホルダーでの貯蔵後、3塔シリーズの C_2H_2 清浄設備で精製される。1塔目はPH除去のため曝液で洗浄し、2塔目が残曝液除去のためカ性ソーダ溶液で洗浄し、3塔目が残カ性ソーダ除去のために水洗する。消石灰は粉末状で発生機から抜出し、廃棄する。発生 C_2H_2 ガスの除塵廃水、脱硫廃液の $NaSH$ 、 $Ca(SH)_2$ の処理のため、廃水処理設備を設ける。またプロセスからの C_2H_2 れを全て監視するために、自動検知分析計を設置する。

2) VCM合成

C_2H_2 発生工程からの C_2H_2 ガスは、VCM反応での副生物生成および装置の腐食を防止するために完全に脱水する。既設塩酸合成設備からの33~35%塩酸は、放散塔(塩酸ストリッパー)で、 HCl ガスと20%塩酸に分離する。放散塔塔頂からの HCl ガスは水およびブラインクーラーで冷却後、硫酸塔で脱水する。このプロセスには腐食防止のため樹脂含浸カーボンを使用する。

脱水 C_2H_2 ガスと脱水 HCl ガスをほぼ等モル比(HCl が少し過剰)に混合し、VCM反応缶にフィードする。ガスの混合比は自動調節器で正確にコントロールし、副生物の生成および未反応物を最小にする。反応缶は殻煤を充填した多管式チューブで、反応熱除去のためチューブの外側に冷却水を通す。殻煤として金属塩(塩化水銀系)を吸着した活性炭を使用する。また、工業化はされていないが研究段階にある貴金属系殻煤も使用される可能性がある。この場合、設備は同一のものが使用できる。反応温度は自動温度調節システムでコントロールし、殻煤の活性を運転期間中一定に維持する。

反応缶から出たVCMガスには未反応 HCl 、 C_2H_2 および副生物が含まれる。水銀系殻煤を使用した場合、反応ガスは微量の水銀を含むので最初に水銀除去のため、活性炭槽を通し、つぎに未反応 HCl を除去するために20%塩酸と水で処理する。回収 HCl は HCl 合成プロセスに戻す。 HCl を除去したVCMガスはモレキュラーシーブを充した脱水設備に通し、圧縮、冷却して粗VCM液になる。粗VCM中の C_2H_2 や他の副生物は2段式蒸留で除去する。蒸留塔は高圧で運転され、装置はコンパクトである。第1塔では不凝縮ガス(C_2H_2)が塔頂コンデンサーから分離されて反応缶に戻され、 C_2H_2 を除去したVCM液は塔底から第2塔に送られ、高沸点物が除去される。蒸留塔には泡鐘塔を使用する。運転上の主要調節点、フィード量、温度、圧力、選流比などは全て自動調節され、安定で効率的な運転がなされる。粗VCMおよび精製VCMは水冷ジャケット付きタンクに貯蔵し精製VCMはPVC重合工程に送る。

3) PVC重合

重合缶に純水および分散剤、殻煤、他の添加物を仕込み、マンホールを閉める。それからVCMを計量して仕込み、ジャケットに熱水を通して、設定重合温度まで昇温する。

設定重合温度になると発熱反応であるので、ジャケットの熱水を冷却水に切替えて正確に温度コントロールを行なう。圧力が一定値に下がったら重合を停止し、未反応モノマーを重合缶圧力および真空ポンプによりセパレーターを通して回収 VCM ガスホルダーにパージする。回収ガスホルダーの VCM は、VCM 合成系の VCM ガス精製工程に戻して脱水、冷却、液化し、重合に再使用する。

重合缶からのスラリーは VCM ストリッピング塔にフィードし、スラリー中の残モノマーを効率的に追出す。残モノマーを追出したスラリーはスラリートンクに送り、遠心分離機で脱水し、流動乾燥機で水分 0.1~0.5% まで乾燥する。乾燥した製品はスクリーンに送り粗粒子を分離し、製品サイロに送り、パッカー（袋詰機）で袋詰する。

(5) 環境問題と対策

環境問題と対策について、工程毎に述べる。

1) C_2H_2 発生

C_2H_2 ガスの除塵冷却塔、脱硫塔から出る除塵廃水、脱硫廃液中の $NaSH$ 、 $Ca(SH)_2$ を廃水処理設備（曝気槽、シクナー、他）で、ハイポ化（ $\rightarrow Na_2S_2O_3$ 、 CaS_2O_3 ）し、中和して排出する。沈降物はフィルタープレスで絞り、埋立て処理する。また、 C_2H_2 発生機から出る消石灰も埋立て処理する。

2) VCM 合成

水銀系炭煤を使った場合は、VCM 反応缶からの VCM ガス中の微量の Hg を除去するために活性炭槽を通し、完全に Hg を除去する。反応から抜出す炭煤および活性炭槽から抜出す炭煤は、再生利用可能な場合は水銀を再生する。再生処理できない場合は、これをコンクリートで固化して安全な場所に保管する。

HCl ガス脱水塔から出る廃硫酸はアルカリで中和処理して排出する。

3) PVC 重合

PVC 重合スラリー中の残 VCM は、VCM ストリッピング塔で脱モノ・回収し、PVC 製品中の残 VCM を 10 ppm 以下にすると共に、重合～スラリー～脱水～乾燥工程から大気への VCM 排出を最小限にする。

8.4 マテリアル、ユーティリティーおよび燃料のバランス

(1) マテリアルバランス

ここでは主な物質のバランスについて述べる。使用量の少ない補助原料は、8.1および8.2に記述してある。また、有機部門で使用される化学反応のための水はユーティリティーバランスに含めた。したがって、主原料として本工場で使用される物質は炭素材および塩酸である。

石灰石、カーバイド、アセチレンおよびVCMは本工場において生産されるが、原則として全量が本工場内にて使用され、系外に出ることはない。未利用のまま工場外に排出される物質の名称と処理方法は、6.6、8.2(4)および8.3(5)に述べてある。また、電気炉より発生する一酸化炭素ガスは8.3(2)にしるすごとく、石灰炉および炭素材乾燥機の燃料として使用し、若干の余剰分は燃焼させる。

Figure 8-6にマテリアルバランスを示す。

(2) ユーティリティーおよび燃料のバランス

電気炉で使用する電力はカーバイドの主原料の一つと考えることもできるが、ここではユーティリティーとして扱う。ユーティリティーおよび燃料のバランスをTable 8-14に示す。

各工程で必要とされるユーティリティーおよび燃料のバランスは第6章、第8章の2および3項にしるされたものを算出してまとめた。共通部門は電力および用水について実負荷を80%として計算した。

8.5 関連設備

(1) 採鉱関係付帯設備

採鉱サイトに必要な付帯設備としては、休憩所、重機修理場、火薬庫、倉庫（部品、燃料用）、小型トラック、ゾープ、工具類、用水設備などがある。この用途に面積約200㎡の建物が必要と考えられる。

(2) 電極ケース製作設備

カーバイド電炉操業に必要な電極は連続的に消耗する。本カーバイド電炉では2.6本/2日のケースが消費されるので、この消費割合で新しいケースを製作し取付ける必要がある。

ケース製作に必要な機器をTable 8-15に示す。

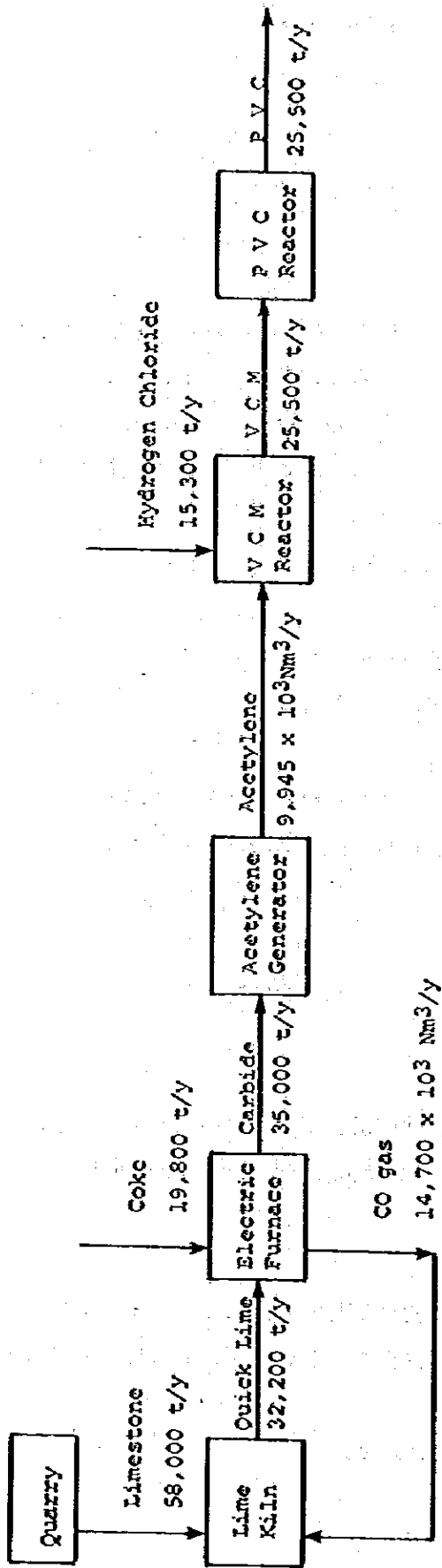


Figure 8-6 Overall Material Balance

Table 8-14 Utility and Fuel Balance (25,000 ton PVC)

(Unit: per year)

	Electricity (10 ³ kWh)	Fuel (10 ⁶ Kcal)	Steam (ton)	DMW (ton)	CW (10 ³ ton)	Notes
Quarry	122	-	-	-	-	Limestone 58,000 ton
Limestone Kiln	2,254	33,810	-	-	8	Quick Lime 32,200 ton
Coke Dryer	554	2,970	-	-	-	Coke 19,800 ton
Electric Furnace	115,710	-39,690	-	-	30	Carbide 35,000 ton
Acetylene Generator	1,740	-	-	-	398	Acetylene 9,945x10 ³ Nm ³
VCM Reactor	8,925	-	33,150	12,750	153	VCM 25,500 ton
PVC Reactor	5,000	-	37,500	87,500	60	PVC 25,000 ton
Common	5,120	-	-	-	9	Compressors, Cooling Tower, Officer, etc.
Plant Total	139,425	-2,910	70,650	100,250	658	

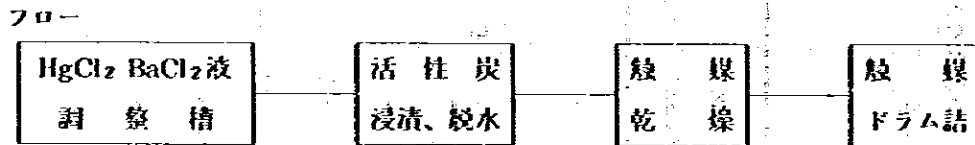
Table 8-15 Facilities for Manufacture Electrode Case

1) 鉄板切断機	3.2 ㎜厚用	1台
2) 打抜プレスマシン	3.2 ㎜厚用	1台
3) 折曲機	1.2 m長さ	1台
4) 曲げロール機	2.0 m幅	1台
5) シーム溶接機	1.2 m アーム長さ	1台
6) 溶接機	2.3 ㎜ 厚さ	1台

(3) VCM合成触媒製造設備

VCM反応缶に充填する触媒として、活性炭に昇汞および塩化バリウムを吸着させたものを使用する。この触媒の製造設備の概略を述べる。

1) フロー



2) 主要機器を Table 8-16に示す。

Table 8-16 Catalyst Manufacturing Facility

調整槽	1 m ² × 1 基
吸着槽	100 ℓ × 3 基
棚式乾燥機	1 基
局排ブロー	1 基 20 m ³ /分 × 25 mm Aq.
触媒ホッパー	1 基 500 ℓ

(4) 排水、排ガス処理設備

アセチレン、VCM、PVC工程における排水、排ガス処理設備は次の通りである。

Table 8-17 Waste Water Treatment Facilities for Acetylene Generator, VCM and PVC Plants

1) アセチレン排水処理設備 除塵排水 (30 t/h)、晒液排液 (15 t/h)、脱塩排液 (1 t/h) などの処理のため、曝気槽、シクナー、中和槽、フィルタープレスなどが必要
2) VCM排水処理設備 硫酸 (8 t/month) の中和設備
3) PVC排水処理設備 重合、脱水および乾燥工程から発生する排水 (13 t/h) 中のスラリー沈殿処理装置

(5) 検査設備

原料、中間製品、製品の検査を行なうため、次のような設備が必要とされる。

Table 8-18 Facilities for Laboratory Testing

1) 検査室 (面積約 200㎡)		
2) 無機関係検査設備		
粉砕機：中型、小型、微粉		各1台
乾燥機：熱風循環、定温乾燥		各1台
二分器：30号、20号、10号、6号		各1台
フルイ：板フルイ、網フルイ		各1台
立方器：JIS型		2台
電気炉：箱型、管状		各2台
分光光度計：波長範囲 195~850nm		1台
3) 有機関係検査設備		
ガスクロマトグラフ	2台、アセチレン用およびVCM用	
化学分析機器	1式、排水などの分析用	
ギヤ-老化試験機	1台	
抗張力試験機	1台	

(6) メンテナンスショップ

メンテナンスショップ用機器として必要なものを Table 8-19に示す。

Table 8-19 Maintenance Shop Supply

1) 旋盤	1,800mm (長さ)	1台
2) 清切旋盤	標準型	1台
3) ボール盤	大、中、小	各1台
4) シェーパ-	標準型	1台
5) 高速切断機	450mmφ	1台
6) 自動ネジ切盤	標準型	1台
7) ベンディング・ローラマシン	標準型	1台
8) プラズマ切断溶接機	標準型	1台

8.6 プロットプラン

第7章で述べたごとく、本計画における工場は既設工場隣接空地に、無機部門の工場と有機部門の工場との間に安全距離を取った配置を行なうものとする。

Figure 8-7にプロットプランを、Figure 8-8に部分的な立面図を示す。

8.7 工場管理および組織

(1) 概要

新設工場の管理および組織は、新設部分の性格を明確にするため、SPL社既存部門への編入や既存部門人員の利用を考慮せず、独立した工場として検討する。

(2) 工場組織

業務の性格より採鉱課、無機課、有機課、技術課、工務課および総務課の6つの課と、これらを抜括する工場長、副工場長各1名から構成されている。

Figure 8-9に各課に所属する係も含めた工場の組織図を示す。

(3) 各課の業務および人員配置計画

ここでは上記組織に基づいて策定された各課の業務内容と人員配置計画を述べる。

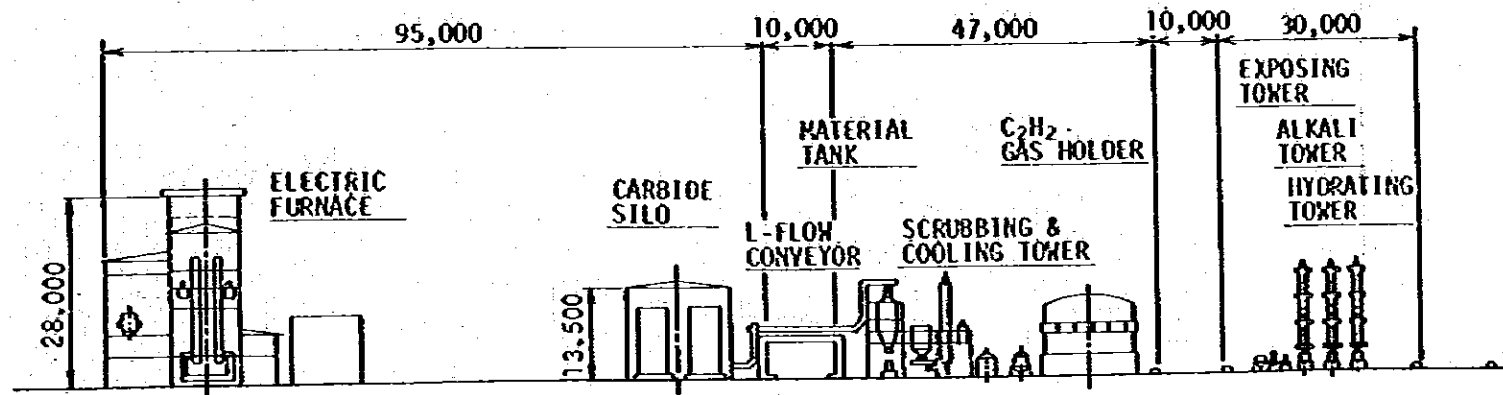
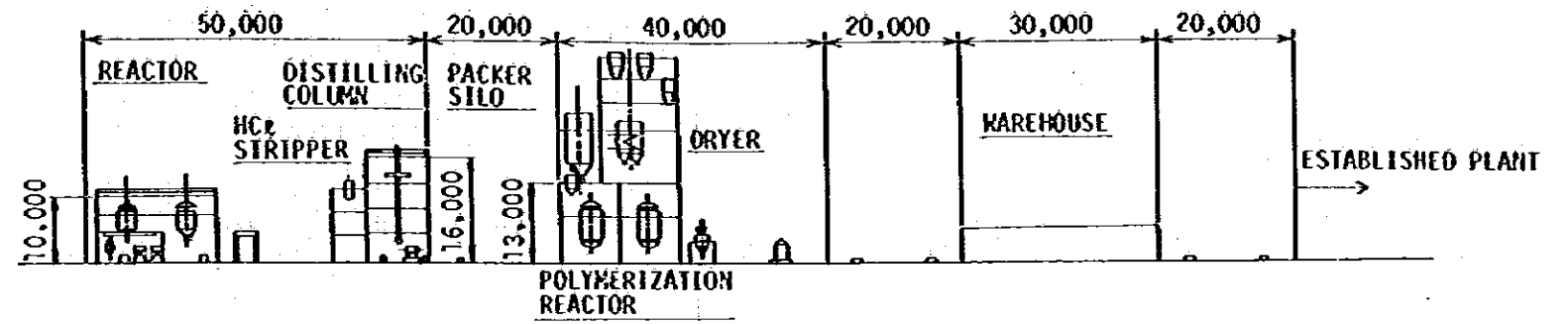
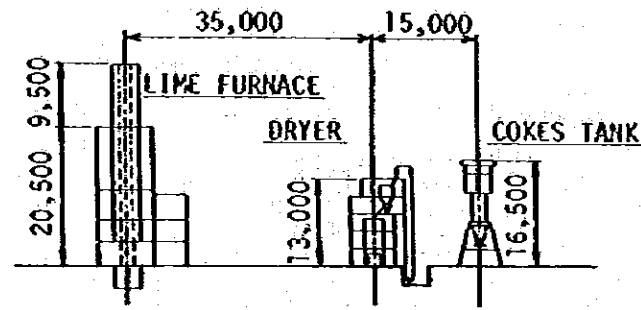
なお、シフト勤務体制を敷く課の所要人員策定に当っては、シフトは4直3交替とし、休暇委員は計上しないこととした。

工場全体の所要人員をTable 8-20に示す。

Table 8-20 Required Plant Personnel

Position	Daytime
Plant General Manager	1
Assistant General Manager	1
Secretary	1
Mining Dpt.	26
Inorganic Process Dept.	94
Organic Process Dept.	59
Technical Dept.	7
Maintenance Dept.	31
General Affairs Dept.	18
Quality Control Group	12
Total	250

SCALE 1/1000



PERU PVC
ELEVATION VIEW
Figure 8-8
JICA

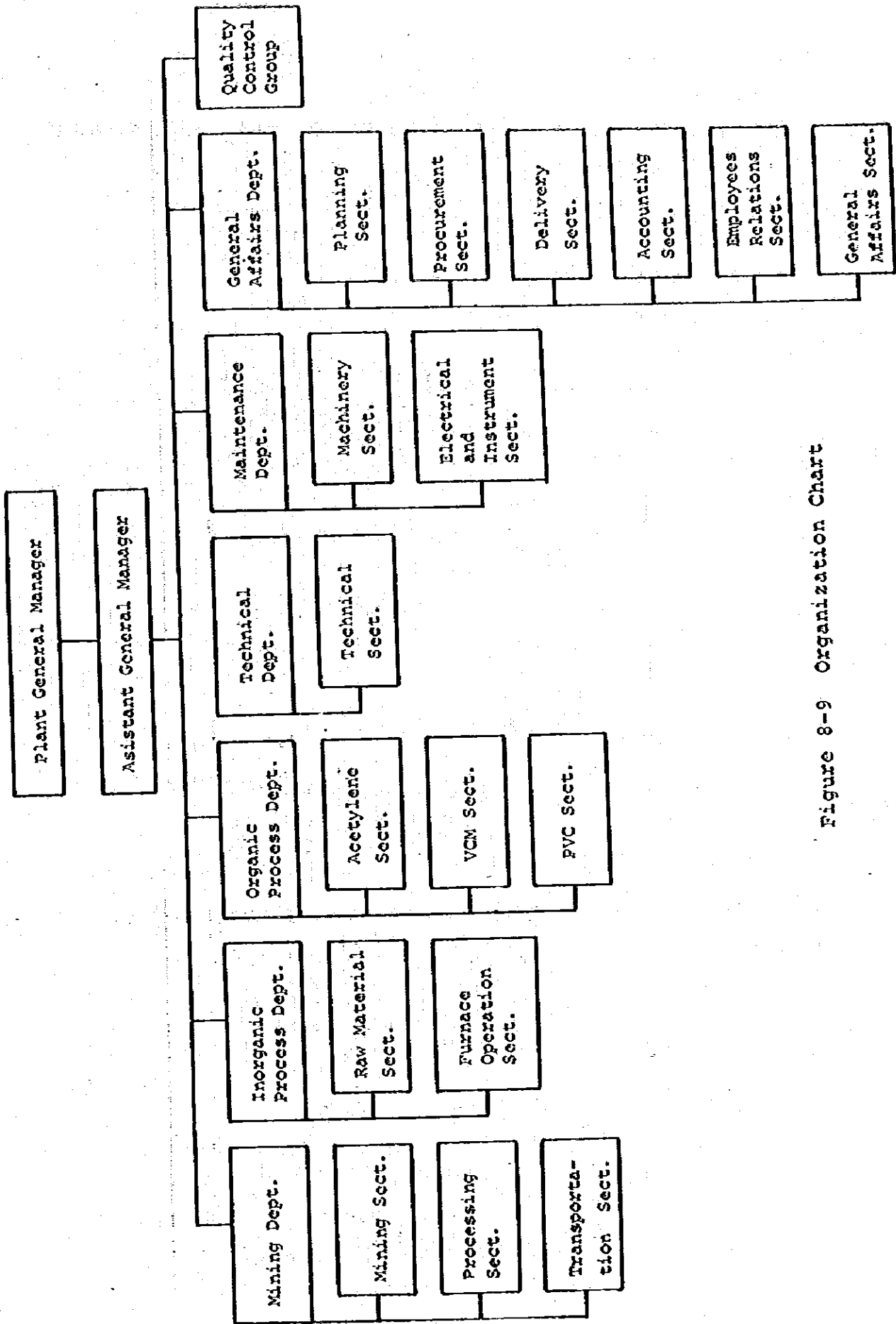


Figure 8-9 Organization Chart

以下に工場長、副工場長の業務と各課の業務について述べる。

1) 工場長、副工場長

工場の最高責任者として上記6課の主要業務を統括するとともに、工場の組織および人事の決定の任にあたる。

秘書を1名おくこととする。

2) 採鉱課

原石の採掘、精鉱および運搬を行なう。

職種別人員配置計画を Table 8-21 に示す。

Table 8-21 Manning Plan for Mining Dept.

	Daytime
Manager	1
Clerk	1
Mining	
Supervisor	1
Foreman	1
Worker	5
Maintenance Worker	2
Processing	
Supervisor	1
Foreman	1
Worker	1
Transportation	
Supervisor	1
Driver	11
Total	26

3) 無機課

石灰石の焼成による生石灰の生産および電炉によるカーバイドの生産を行なう。

職種別人員配置計画を Table 8-22 に示す。

Table 8 - 22 Manning Plan for Inorganic Process Dept.

	<u>Daytime</u>	<u>Shift</u>
Manager	1	
Clerk	1	
Technical Staff	1	
Raw Material		
Supervisor	1	
Coké dryer		1
Foreman		
Operator		2
Lime kiln		1
Foreman		
Operator		3
Furnace Operation		
Supervisor	1	
Operation	1	
Engineer		1
Foreman		7
Operator		1
Product Treatment		3
Operator		
Miscellaneous	1	
Foreman		
Operator	7	
Inspection		1
Total	14	80 (20 × 4)

4) 有機課

カーバイドからのアセチレン発生、VCMの合成およびPVCの生産を行なう。
職種別人員配置計画を Table 8 - 23に示す。

Table 8 - 23 Manning Plan for Organic Process Dept.

	<u>Daytime</u>	<u>Shift</u>
Manager	1	
Clerk	1	
Acetylene		
Generator		
Supervisor	1	
Foreman		1
Operator		4
VCM		
Supervisor	1	
Foreman		1
Operator		2
PVC		
Supervisor	1	
Foreman		1
Operator		3
Packaging Operator	6	
Total	11	48 (12 × 4)

5) 技術課

試験係、技術係、生産計画係の三つの係より構成されており、各係には係長をおく。

試験係は工場の製品、中間製品の検査を通じて品質管理を行なう。技術係は工場の運転に伴って生じた技術的問題を解決し処理の指示を与える。また、改造、増設などの工事に際しては、実施計画立案の中心となる。

技術課の人員配置を Table 8-24 に示す。

Table 8-24 Manning Plan for Technical Dept.

	<u>Daytime</u>
Manager	1
Technical	
Chief	1
Staff Geologist	1
Metallurgist	1
Chemist	3
Total	7

6) 工務課

機械係、電気計装係の2つの係より構成され、各係には係長をおく。機械係は、機械の保守・点検、溶接など工場内全般の保守・管理業務を行なう。電気計装係は計器・電気系統の保守・点検を行なう。

工務課の人員配置計画を Table 8-25 に示す。

Table 8-25 Manning Plan for Maintenance Dept.

	<u>Daytime</u>
Manager	1
Clerk	1
Machinery	
Chief	1
Engineer	2
Foreman	2
Technician	6
Worker	10
Electrical and Instrument	8
Total	31

7) 総務課

計画係、資材係、配送係、経理係、人事係、総務係の6つの係より構成される。

計画係は生産計画立案、実施状況の把握を行なう。資材係は原料、補助原料、機械部品などの購買業務を行なう。配送係は製品の出荷業務を、経理係は経理に関する業務を行なう。また人事係は人事、労務、給与計算に関する業務を行なう。そして総務係は総務

に関する業務を行なう。

Table 8-26に人員配置を示す。

Table 8-26 Manning Plan for General Affairs Dept.

	<u>Daytime</u>
Manager	1
Planning	
Chief	1
Clerk	1
Procurement	
Chief	1
Clerk	2
Delivery	
Chief	1
Clerk	2
Accounting	
Chief	1
Clerk	2
Employees Relations	
Chief	1
Clerk	2
General Affairs	
Chief	1
Clerk	2
Total	18

8) 品質管理グループ

このグループは原料や中間製品および最終製品の品質試験を行なう。また、環境汚染を防止するためにプラントからの流出物を監視する役割もある。万一品質に異常があった場合、本グループは直接工場次長に連絡し、規格に合わない製品の出荷を停止する権限を有する。

Table 8-27にその人員配置を示す。

Table 8-27 Manning Plan for Quality Control Group

	<u>Daytime</u>
Analysis	
Chief	1
Staff(Chemist)	1
Foreman	1
Operator	9
Total	12

なお、最後に参考のために本計画で使用する主要機器類を一覧表として Table 8-28 にまとめて示す。

Table 8-28 List of Main Equipment

<u>Name</u>	<u>Qty.</u>	<u>Specification</u>	<u>Material</u>
<u>Limestone Mining and Crushing</u>			
Crawler drill	1	CD-6 Type	SS
Portable compressor	1	17Nm ³ /min, 7kg/cm ² G	SC
Bulldozer	1	182PS.	SS
Wheel-loader	1	3.1m ³	SS
Dump truck	12	11-ton capacity	SS, SC
Pneumatic hammer	1	Bit gauge: 30mm	SS
Scalping unit	1	Mesh: 70mm	SS
Crusher	1	Jaw type, 130t/h	SC
Screen	1	Mesh: 70mm and 30mm	SS
Conveyor belt	4	Width: 600mm	SS
<u>Lime Kiln</u>			
Shovel loader	1	0.6m ³ , Tire type	SS
Skip hoist	1	14t/h, 32mH	SS
Lime kiln	1	4t/h, Vertical type	SS
Conveyor	2	6t/h	SS
Vibratory screen	1	6t/h	SS
Roll crusher	1	6t/h	SS
Quick lime tank	2	30tons	SS

<u>Name</u>	<u>Qty.</u>	<u>Specification</u>	<u>Material</u>
<u>Coke Dryer</u>			
Bucket elevator	1	6t/h	ss
Coke dryer	1	3t/h	ss
Vertical elevator	1	3t/h, 20mH	ss
Vibratory screen	1	3t/h	ss
Dry coke tank	2	50tons	ss
<u>Electric Furnace</u>			
Steel belt conveyor	1	50t/h, c-c8m	ss
Raw material tank	4	Quick lime 20m ³ x2. Coke 25m ³ x2	ss
Belt conveyor	2	10t/h	ss
Compound tank	1	6m ³	ss
Electromagnetic feeder	1	10t/h	ss
Circular pan conveyor	1	7m ϕ , 30t/h	ss
Charging bin	9	1.2m ϕ x 1.8mH, 2m ³	ss
Electric furnace	1	15,000kw. Carbide 4.5t/h	ss Brick carbon
Dust collector	1	inlet gas 2,200Nm ³ /h	ss
CO Gas holder	1	300m ³ Waterseal	ss
Trasformer	1	18,000KVA	ss
Pneumatic conveyer	1	1.0t/h	ss
Ladle	185	0.6t Charge	F.C
Ladle car	24	760mm Gauge	ss
Overhead crane	1	2.5t, Lift 10m, Span 12m	ss
Fine Powder Tank	2	Quick lime 4m ³ x 1, Coke 5m ³ x 1	ss ss

<u>Name</u>	<u>Qty.</u>	<u>Specification</u>	<u>Material</u>
<u>Carbide Crusher</u>			
Crushing bench	1	20m ²	ss
Apron conveyor	1	25t/h	ss
Jaw crusher	1	30t/h	ss
Bucket elevator	1	25t/h, 17mH	ss
Magnetic separator	1	20t/h	ss
Impeller breaker	1	20t/h	ss
Bucket elevator	1	20t/h	ss
Vibratory screen	2	10t/h	ss
Carbide Storage tank	8	200 tons x 8, 5.7m ϕ x 9mH	ss

<u>Name</u>	<u>Qty.</u>	<u>Specification</u>	<u>Material</u>
<u>Acetylene Generator</u>			
Flow conveyor	1	10t/h	ss
Pulverized carbide tank	1	15m ³ , 2500mm ϕ x 3500mmH	ss
Flow conveyor	2	6t/h, Ltype x 1	ss
Seal tank	2	3m ³ , 1500mm ϕ x 1700mmH	ss
Acetylene generator	2	750Nm ³ /h	ss
Scrubbing & cooling tower	2	1200mm ϕ x 13000mmH	ss
Desulphurizer	2	960mm ϕ x 6120mmH	ss
Water sealed safety bottle	2	packed tower, 1600mm ϕ x 1400mmH	ss
Acetylene gas holder	1	1,500m ³	ss
Slaked lime discharging device	2	5t/h, Screw feed back system	ss
Bucket elevator	1	8t/h, 20mH	ss
Slaked lime tank	4	100m ³ x4, 5500mm ϕ x 5000mmH	ss
Acetylene gas blower	2	Roots blower, 1300Nm ³ /h x 9000mmAg	ss
Gas washing tower	3	Packed tower, 800mm ϕ x 18000mmH	ss HRL
Cooler	2	20m ² , Vertical poly tube type	ss
Acetylene Dryer	2	Silica gel column, 1500mm ϕ x 3000mmH	ss
Waste water treatment system	1	50m ³ /h	ss concrete

<u>Name</u>	<u>Qty.</u>	<u>Specification</u>	<u>Material</u>
<u>VCM Production</u>			
HCl Stripping system	2	30t/day x 2	carbon
20 HCl Liq. tank	2	10m ³ , Horizontal	ss HRL
HCl Dryer	2	Packed tower, 1250mm ϕ x 5000mmH	ss GLL
Sulfuric acid tank	2	5m ³ , 1600mm ϕ x 2600mmL	ss PVCL
Mist separator	2	1000mm ϕ x 2000mmH	ss PVCL
Heat exchanger	1	20m ² , Poly tube type	ss
VCM Reactor	5	Multi-tube type, 2200mm ϕ x 3800mmH	ss
Dehydrochloric-acid tower	2	Packed tower, 1200mm ϕ x 10000mmH	ss HRL
22% HCl Tank	2	5m ³ , Horizontal	ss HRL
Water washing tower	1	Packed tower, 1200mm ϕ x 16000mmH	ss HRL
Water tank	1	5m ³ , Horizontal	ss HRL
VCM Gas Dryer	2	3m ³ , Silica gel column	ss
VCM Compressor	5	450Nm ³ /h x 10kg/cm ² G	FC
Water condensor	2	80m ² , Horizontal multi-tube	ss sus
Brine condensor	2	10m ² , Horizontal multi-tube	ss sus
Crude VCM Tank	1	50m ³ , Horizontal multi-tube	ss sus

<u>Name</u>	<u>Qty.</u>	<u>Specification</u>	<u>Material</u>
Distillation column	1	4t/h, cap tower	ss sus
Pure VCM Tank	1	30m ³ , Horizontal	sus
High boiler system	1	2m ³ , 2m ²	ss
Recovery VCM Gas holder	1	1500m ³ , water seal type	ss
<u>PVC Production</u>			
PVC Reactor	3	50m ³	sc GLL
Slurry Screen	1	4t/h	sus
Feed tank	1	50m ³ , Vertical	sus
Stripping column	1	4t/h, 1100mm ϕ x 15500 mmH	sus
Slurry tank	2	80m ³ , Vertical	ss HRL
Decanter	3	2t/h	sus
PVC Dryer	1	4t/h	sus
PVC Silo	2	150m ³	sus
Packer	4	1t/h	sus

<u>Name</u>	<u>Qty.</u>	<u>Specification</u>	<u>Material</u>
<u>Utility & Common Facilities</u>			
Cooling tower	1	1800m ³ /h, 32°C/25°C	SS slate
N ₂ Generator	1	550Nm ³ /h, 99.7%	SS
DMW System	1	18m ³ /h	SS
Refrigerator	2	60JRT	SS FC SC
Air compressor	2	300Nm ³ /h	FC
Diesel engine	1	1000KVA	FC SC

Note: SS Carbon steel
 SUS Stainless steel
 SC Cast steel
 FC Cast iron
 HRL Hard rubber lining
 GLL Glass lining
 PVCL PVC lining

第9章 建設工事

9.1 概要

本計画はペルー共和国のアンデス山脈に埋蔵する石灰石を採鉱精鉱することと、この石灰石を使用し、SPL社パラモンガ工場の余剰塩酸を利用して、現PVCプラントの北隣隣接地にカーバイド-アセチレン法PVC製造設備を建設するものである。

石灰石採鉱精鉱設備はパラモンガ市から北方約200kmのアンデス山中にある Pariahuanca 地区に設置しその他の設備はパラモンガ工場内に建設する。

各設備能力

石灰石精鉱設備	58,000 t / y
生石灰製造設備	32,200 t / y
カーバイド製造設備	35,000 t / y
VCM製造設備	25,500 t / y
PVC製造設備	25,000 t / y
付属ユーティリティー設備	一式

9.2 石灰石鉱山開発工事

鉱山開発にあたり、専門の鉱山開発会社による精密な地質調査、試錐調査、鉱量計算および開発工事計画の策定を行なう必要がある。

- (1) 石灰石鉱山開発予定地（6.2項参照）付近に走っている既設道路より採掘場に通ずる進入路を造る。
- (2) 採掘場 (bench) の造成、破砕プラント敷地（300m × 150m）の整地と、表土堆積物（200m × 100m）を設ける。複数の切羽を設けるのでその連絡路を造る必要がある。
- (3) 破砕プラント敷地内に、事務所、休憩所、備品倉庫などの関連設備を設置する。
- (4) その他に6.6項で述べたように、用水路、送電線の保護工事や鉱害対策工事が必要となる。

9.3 工場建設方法

本プラントの建設方法は、国際入札方式の一般的方法で施工するものとする。

プロセスオーナーはノウハウとベシックエンジニアリングを提供し、メインコントラクターがフルターンキーベースで詳細設計、機器調達、現地工事を行なうものとする。現地調査の結果によると、ペルー共和国では本プラントの機器はほとんど国産できない。また現地工事用資材も、セメント、骨材、汎用鋼材、汎用電線が調達できる程度である。したがって大部分の機器材料は輸入によるものとする。

また現地工事はペルー国内業者を起用することになるが、機器材料の入手の不確実性、熟練技術工確保の困難性、現地工事工程管理の困難性などの理由で、予定された工期より大幅に遅延することも予想される。したがって、建築用鉄骨、大管径配管材料はできる限り輸出国内でプレハブ化し、現地サイトでは組立てるだけにして現地工事の手間を省き、工事の質と工期の確実さを達成する。

9.4 機械類の搬入

メーカー工場で作製され組立てられたプラント機器は、入念な検査およびテストの後、ペルー共和国リマ市郊外の Callao 港まで海上輸送される。ここで輸入通関を行なった後、Pan American Highway を通り、建設予定地まで陸送される。サイトではあらかじめ指定され用意された場所に注意深く荷降ろしする。

9.5 土木建築工事

(1) 土木工事

第7章3項で記述したように、サイト地盤は詳細不明のためボーリング調査を実施し、その結果により重量物基礎は杭基礎工法とする。杭打ちは現場打ち鉄筋コンクリート杭とする。軽量物基礎は現地盤掘削の上直接基礎工法とする。

(2) 建築工事

パラモンガ地方は雨も降らず風も吹かないので、建物はカーバイド製造関連設備建屋および計器室のみ屋根、側壁付きの建物とするが、他の建物は極力、屋根、側壁を簡略化した構造とする。構造としては、カーバイド電気炉、石灰炉、アセチレン発生機、VCM反応缶、PVC重合缶など重量機器を設置する建屋架構は鉄筋コンクリート、あるいは重量鉄骨造とするが他は軽量型鋼造とする。

外力として水平震度0.2の地震を考慮するが、風速力は考慮する必要はない。また、屋

根、側壁はスレートぶき、ただし計器室は鉄筋コンクリート造レンガ積みとし、VCM、PVC計器室は二重ドア内圧保持方式とする。

9.6 プラント類の建設

機器の現場据付工事開始までに、関連する建物および機械基礎工事が完了している必要がある。また、同時に機器据付用の建設機械・車輛、工事材料、消耗品などが準備されていなければならない。本プラントのうち電気炉、石灰炉、ガスホルダー、大型貯槽などの鋼材は、あらかじめ輸出国で裁断曲げ加工穴開けなどプレハブ加工して輸入する。サイトでは溶接組立、レンガ積、保温、塗装などを行なうのみとする。

その他中小型機器塔槽類は完成品を輸入する。また、配管工事も大口径鉄管とステンレス管は輸入品となるが、これもできる限り輸出国でプレハブ加工して輸入する。小口径管は国産品があるが価格が高いため価格によっては輸入した方が安くなるものもある。電気、計装工事も主要機器は、輸入しなければならず、また配管工事用の電線、通信線は国産品があるが、これも価格により輸入品の方が安い場合もある。

現地工事期間中、熟練工、非熟練工あわせて多数の労働力を必要とするが、熟練工が少ない場合は、外国人を派遣する必要がある。また、現地の工員も宿泊設備が不足する場合は、サイト付近にキャンプ場を設置する必要がある。単一ユニット機器およびガスホルダーなどの現地組立工事が必要な機器は、メーカーから据付、試運転指導員を派遣してもらい、万全を期すことが必要である。

9.7 スケジュール

建設スケジュールは、メインコントラクター決定から生産開始までとする。

この期間に契約、基本設計、詳細設計、機器調達、土木建築、据付配管工事などがあり、工事完了後試運転を行ない最後に保証運転を実施し、保証事項達成をもって本プロジェクト完了とする。

建設スケジュールは Figure 9-1 に示すが、プラントの建設は契約から工事完了まで36ヶ月、これに試運転期間3ヶ月を含め計39ヶ月とする。このほか建設に平行して、工場運転委員の教育訓練、製造用原材料、薬品、予備品の購入を行なう。

42 (months)

36

30

24

18

12

6

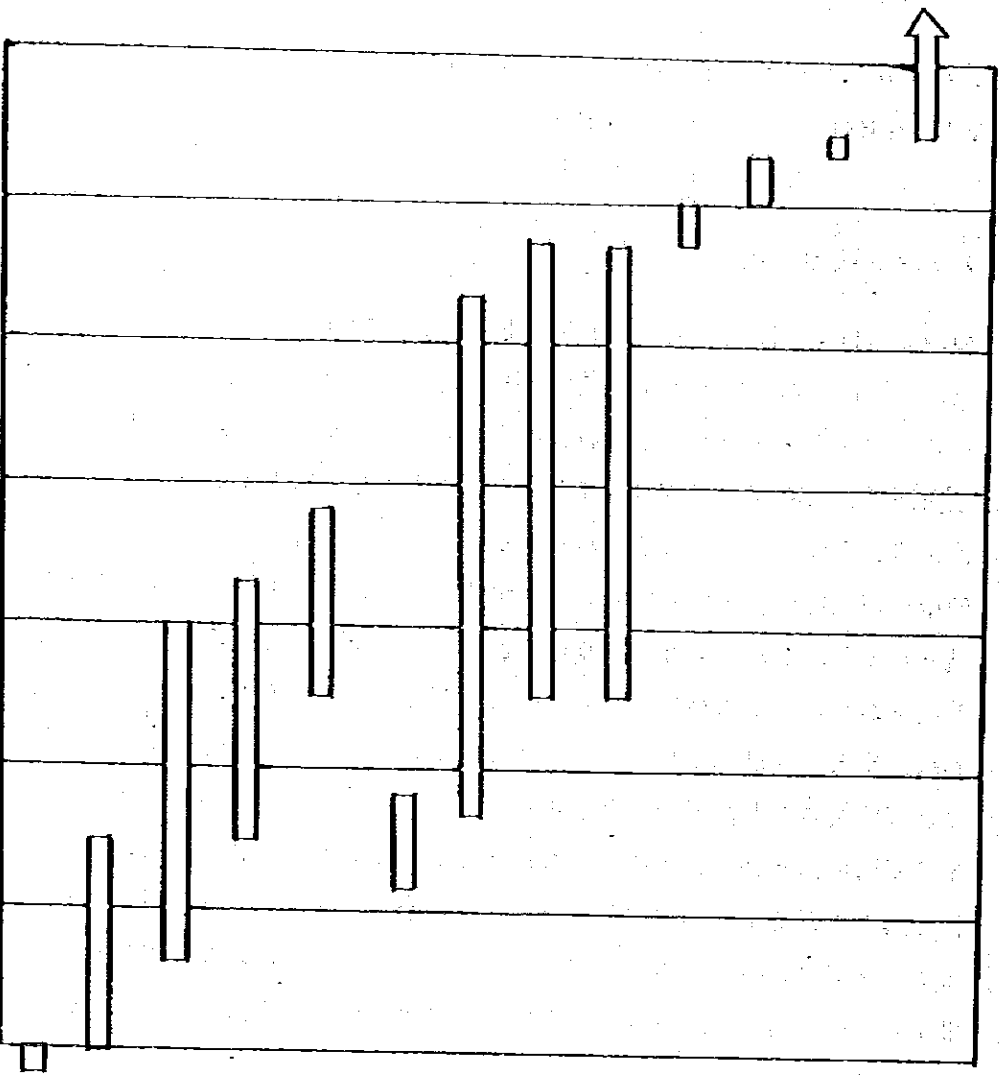


Figure 9-1 Estimated Plant Construction Schedule

Signing of Contract

Basic Engineering

Detailed Engineering

Procurement Manufacturing

Delivery

Site Preparation

Civil, Foundation, Building, & Structure work

Installation & Piping

Electricity & Instrumentation work

Adjustment & No Load Test

No Load Operation Trial

Load Operation Trial

Operation

9.8 管理

本プロジェクトを実施する事前業務として、次の業務がある。

(1) 入札仕様書の作成

本調査に基づき更に詳細な現地調査を実施し、現地状況に合った仕様書を作成する。

(2) 入札審査

入札仕様書により入札を行ない入札書類の評価書を作成する。

評価書に基づき、オーナーによってメインコントラクターが決定される。メインコントラクターは、前項のスケジュール表の通りに契約から保証運転完了まで実行するために、国内作業はもとより、現地工事についても有能な技術者および事務要員を配置して万全を期さなければならない。また必要に応じてプロセスオーナーの技術者立会を要請する必要がある。

第10章 所要総資金

10.1 概要

本計画の所要総資金と資金調達について本章で検討する。これらの検討のための前提条件を以下に示す。

- (1) 価格の基準 : 1983年の価格を基準とし、エスカレーションは見込まない。したがって、建設費に関しても1983年固定価格とする。
- (2) 通貨と換算率 : US \$ 単位で計算する。1 US \$ = 1536.65 Soles
1 US \$ = ¥242の換算率を使用する。
- (3) 工場建設方式 : フルターンキー契約とし、輸入機器の関税については各機器の関税率にしたがって計算する。

所要総資金は商業運転を開始するまでに投資される資金の総計である。上記前提条件に基づき、所要総資金の集計結果を Table 10-1 にまとめる。

Table 10-1 Total Capital Requirement
(Unit: 1,000 US\$)

	Foreign Currency Portion	Domestic Currency Portion		Total
		Domestic Works	Duty	
Construction Cost				
Construction of mine	1,918	1,499	1,257	4,674
Construction of plant				
Site preparation	0	579	0	579
Equipment and machinery	22,953	0	12,135	35,088
Inland transportation	0	82	0	82
Erection works	0	7,197	0	7,197
Civil works	2,235	3,372	992	6,599
Engineering fee	5,165	0	0	5,165
Contingency	1,756	0	0	1,756
Construction expenses	5,165	0	0	5,165
Sub-total	39,192	12,729	14,384	66,305
Pre-operating expense				
Initial working capital	278	1,510	96	1,914
Interest during construction	566	1,896	378	2,840
Without duty (const.)	3,170	0	0	3,170
With duty	4,013	0	0	4,013
Total capital requirement				
Without duty (const.)	43,206	16,165	474	59,845
With duty	44,019	16,165	14,858	75,072

10.2 鉱山開発費

石灰石鉱山開発費としては採鉱および破碎機購入費、その国内輸送費と据付費および土地の整地と石灰石輸送用取付道路、その他の費用として鉱山における建屋および土木建築費を計上する。(Table 10-2 参照)

Table 10-2 Quarry Development Cost (Unit: 1,000 US\$)

	Foreign Currency Portion	Domestic Currency Portion		Total
		Domestic Works	Duty	
Mining machinery	1,881		1,230	3,111
Inland transportation	0	17	0	17
Construction works	0	579	0	579
Land preparation	0	186	0	186
Access road (切)	0	653	0	653
Others (Civil & Buildings)	37	64	27	128
Total	1,918	1,499	1,257	4,674

注：①既設自動車道路から採鉱現場まで約1,000mの取付道路の造成
 ②外貨部分の内フレートコストは21.9万 US\$である。

10.3 プラント建設費

(1) 整地費用

工場建設予定地の整地に必要な費用である。

(2) プラント機器

製造設備および付帯設備に必要な機器類は、厚さ9mm以下のSS材、工事機械以外全て外貨立とする。プラント機器に関する費用を Table 10-3 にまとめる。

Table 10-3 Plant Equipment Cost

(Unit: 1,000 US\$)

	Foreign		Domestic	Total
	FOB	Freight Insurance	Duty	
Lime kiln sect.	1,179	238	704	2,121
Coke drying sect.	344	118	260	722
Electric furnace sect.	5,500	1,280	3,136	9,916
Carbide crushing sect.	679	184	523	1,386
Acetylene generation sect.	1,589	216	931	2,736
VCM sect.	3,335	208	2,133	5,676
PVC sect.	3,550	436	2,220	6,206
Utilities sect.	3,805	292	2,228	6,325
Total	19,981	2,972	12,135	35,088

(3) 国内輸送費

プラント建設に必要な輸送機器ならびに資材の国内輸送、すなわち Callao 港から工場建設予定地までの輸送費を国内輸送費として計上する。国内輸送費の合計は8.2万 US\$となる。

(4) プラント機器据付費

工場建設予定地に搬入した機器の据付・組立に要する費用および現地工事に要する機械および資材費をプラント機器据付費とする。プラント機器据付費の合計は719.7万 US\$となる。

(5) 土木建築工事費

工場敷地造成、工場建屋、構築物、基礎および間接部門建屋の建築に必要な費用を土木建築工事費とする。土木建築工事費は合計659.9万 US\$となる。

(6) 設計監督費

入札に必要な諸作業、工場の設計および建設の管理監督を実施するための費用であり、合計516.5万 US\$となる。

(7) 予備費

予備費としては、建設費からフレートと関税を除いた額の約5%に相当し、175.6万 US\$である。

(8) 建設経費

工事に伴って派生する一般経費および雑費を建設経費として計上する。その経費は516.5万 US\$である。

10.4 建設費のまとめ

総建設費を Table 10-4 にまとめる。

Table 10-4 Construction Cost

(Unit: 1,000 US\$)

	Foreign Currency Portion	Domestic Currency Portion		Total
		Domestic Works	Duty	
Mining				
Mining machinery	1,881	0	1,230	3,111
Inland transportation	0	17	0	17
Construction works	0	579	0	579
Land preparation	0	186	0	186
Access road	0	653	0	653
Others (Civil & Building)	37	64	27	128
Sub-total	1,918	1,499	1,257	4,674
Plant				
Land & site preparation	0	579	0	579
Equipment & machinery	22,953	0	12,135	35,088
Inland transportation	0	82	0	82
Erection works	0	7,197	0	7,197
Civil works	151	991	65	1,207
Building	2,084	2,381	927	5,392
Engineering fee	5,165	0	0	5,165
Contingency	1,756	0	0	1,756
Construction expenses	5,165	0	0	5,165
Sub-total	37,274	11,230	13,127	61,631
Total	39,192	12,729	14,384	66,305

10.5 土地購入費

鉄山用地の購入は必要とされるが、土地価格はほぼゼロである。また工場は既存の敷地内に建設予定されているゆえ購入費をゼロとする。

10.6 操業前費用

操業前費用は建設期間中に発生する下記費用とする。

(1) 委員訓練費

委員訓練費はペルー国内で訓練予定のフォアマン24名に支払われる給与と、海外訓練を受ける場合に支払われる海外生活費（50人／月）およびその渡航費とする。

(2) 管理費

商業運転が開始される3年前にマネージャーおよびスタッフが雇用されると想定し、また、運転開始前1年目にスーパーバイザーが雇用されるものとし、それぞれ支払われる給与と付随する間接費を計上し、管理費とする。

- ・マネージャー 3名
- ・スタッフ 5名
- ・スーパーバイザー 10名

(3) 試運転用原材料費

無負荷運転期間は2ヶ月とし、この間のユーティリティーは全負荷運転時の30%とする。負荷運転期間は1ヶ月とし、この間の使用原料（含補助原料）およびユーティリティーは、全負荷運転時のそれぞれ50%および100%とする。この間に得られた製品および中間製品は本運転開始時点の在庫とする。下に試運転用原材料をまとめる。

	Utilities	Raw Materials	Total
Raw Materials	0	240	240
Utilities	318	530	848
Total	318	770	1,088

(4) 諸権利類購入費

鉱山開発権利購入費は開発開始時に2,000 US \$である。一方、操業開始後は55 US \$ /yであり、この費用は運転費用項目に算入する。

(5) まとめ

操業前費用を Table 10-5 にまとめる。

Table 10-5 Pre-operating Expense (Unit: 1,000 US\$)

	- 3	Year - 2	- 1	Total
Training expense	0	0	329	329
Administration cost	121	121	253	495
Material for test run	0	0	1,088	1,088
License fee	0	0	2	2
Total	121	121	1,672	1,914

10.7 運転資金

運転資金とは、企業が日常の生産活動を支障なく続けるために必要な資金である。本調査では運転資金を以下に述べる原料、資材と材料、製品在庫、現金および売掛金の合計から、買掛金を差し引いた額と定義し算出した。本計画の運転開始時に必要となる初期運転資金を表10-6に示す。一方、運転開始後運転率の変化により売掛金および買掛金が増加する。したがって、売掛金から買掛金を引いた差額の変化を初期運転資金に加算し、運転開始後の運転資金とする。

Table 10-6 Initial Working Capital (Unit: 1,000 US\$)

	Period of Inventory	Inventory	Price	Total
Raw material Coke	3 month	4,950 t	187 US\$/t	926
Consumable Explosive	1 month	1,450 kg	2.58 US\$/kg	4
Fuel	10 days			4
Tools	-	20 kl	201 US\$/kl	10
Products*	1 month	0.5 month of operating cost		661
Operating cash	1 month of labor expense and plant overhead			180
Sub-total				1,785
Account receivable	1 month of PVC and slaked lime			1,863
Account payable	1 month of variable cost			-808
Total				2,840

Note * The Products manufactured during the test run is stocked as inventory which is equivalent to 0.5 month of production.

10.8 資金調達計画と建中金利

建中金利を計算するため、以下の条件を設定した。

(1) 資本金

所要総資金の40%は自己資本ににあたる払込み資本金でまかなうものとする。

(2) 長期借入金借入れ条件

所要総資金のうち自己資本でまかなえない60%を長期借入金とした。金利および元金の返済条件は次の通りとする。

金 利：年率11.0%および保証料2.5% 合計13.5%

元金返済：3年間据置の後、元金均等、返済期間10年

10回の条件で返済

10.9 投資スケジュール

建設期間中の所要総資金の投資スケジュールを Table 10-7 に示す。

Table 10-7 Disbursement Schedule (Unit: 1,000 US\$)

Year	- 3	- 2	- 1	Total
Without duty case				
Construction cost	5,550	27,219	19,152	51,921
Pre-operating expense	121	121	1,672	1,914
Initial working capital	0	0	2,840	2,840
Interest during const.	0	459	2,711	3,170
Total	5,671	27,799	26,375	59,845
With duty case				
Construction cost	5,550	37,621	23,131	66,305
Pre-operating expense	121	121	1,672	1,914
Initial working capital	0	0	2,840	2,840
Interest during const.	0	459	3,554	4,013
Total	5,671	38,209	31,200	75,072

第11章 運転費用

11.1 概要

運転費用は変動費および固定費から成り、変動費には原料費、副資材、用役費が含まれるものとする。また、固定費には、直接人件費、管理費、保険費、修繕費、固定資産税が含まれるものとする。なお、各工程で生成する中間製品は全て本プラント内で消費され、最終的には PVC として得られるので、各中間製品に要する費用は求めずプラント全体の運転に必要な費用を計算する。

11.2 石灰石鉱山操業費および輸送費

鉱山は第6章で述べたごとく、Pariahuancaを前提として、諸費用、輸送費などを算出する。精鉱58,000 t/yを生産するためには、粗鉱116,000 t/yを処理する必要がある。このために要する費用を採鉱 (Mining) と輸送 (Transportation) の2工程に分けて Table 11-1 に示す。なお、鉱業権は年間55 US \$ である。

Table 11-1 Cost of Consumables for Mining and Transportation

	Annual Consumption	Unit Price	Annual Cost ($\times 10^3$ US\$)	Cost per 1 ton of PVC (US\$)
Mining				
Fuel	58,000 l	0.201 \$ / l	12	0.48
Explosive	17,400 kg	2.58 \$ / kg	45	1.80
Transportation				
Fuel	664,000 l	0.201 \$ / l	133	5.32
Tire	320 Units	103.3 \$ / Unit	33	1.32
Total			223	8.92

石灰石は本来自家生産品なので、外部からの購入原料とはならないが、外部購入品との比較が可能となるよう、採鉱に関する諸費用を APPENDIX に付記する。

11.3 原料費

炭素材は当面、輸入コークを充当するものとする。

塩酸は自社内余剰品を使用するので、a)ゼロと評価する場合、およびb)101 US \$ /tと評価する場合の二つを考慮する。

Table 11-2 Raw Material Cost

	Annual Consumption (ton)	Price (US\$/t)	Annual Cost ($\times 10^3$ US\$)		Cost per 1 ton of PVC (US\$)
			A	B	
Coke	19,800	187	3,703	3,703	148.12
Hydrogen chloride	15,300	0	0	—	0
Hydrogen chloride	15,300	101	—	1,545	61.80
Total			3,703	—	148.12
Total			—	5,248	209.92

Note A : Hydrogen chloride priced zero
B : Hydrogen chloride priced at 101 US\$ per ton

11.4 補助原料費

(1) 無機部門

電極ペースト、電極ケース、補助燃料などの費用である。

(2) 有機部門

カ性ソーダ、酢酸、分散剤などの薬品類および般煤の費用である。Table 11-3 に鉱山部門を含む補助原料費をまとめる。

Table 11-3 Auxiliary Material Cost

	Annual ($\times 10^3$ US\$)	Cost per 1 ton of PVC (US\$)
Mining and transportation section	223	8.92
Inorganic section		
Electrode paste	868	34.72
Electrode case	42	1.63
Others	157	6.28
Sub-total	1,067	42.63
Organic section		
VCM catalyst	537	21.48
PVC catalyst	69	2.76
PVC dispersant	62	2.48
Others	93	3.72
Sub-total	761	30.44
Total	2,051	82.04

11.5 ユーティリティコスト

ユーティリティコストを Table 11-4 に示す。

Table 11-4 Utility Cost

	Annual Consumption	Unit Price (US\$/t)	Annual Cost ($\times 10^3$ US\$)	Cost per 1 ton of PVC (US\$)
Electricity ($\times 10^3$ kwh)	139,425	35	4,880	195.20
Steam (ton)	70,650	21	1,484	59.36
CW ($\times 10^3$ ton)	651	0.097	nil	nil
Total			6,364	254.56

11.6 労務費

工場の委員計画については第8章で詳述したが、工場の運転に必要な委員は、直接委員(198人) 間接委員 (52人) である。

人件費の内訳を Table 11-5 に示す。

Table 11-5 Labor Cost Breakdown

Grade (US\$/year, head)	Mining	I. O.	O	Tech	Maint.	G. A.	Q. C.	Total	
a) Director Manager (22,420)	1	1	1	1	1	3	3	8	Ge. Manager Ass. Manager Secretary
b) Professional (10,860)		2		3			3	8	Staff Chemist Geologist
c) Office clerk (6,920)	1	1	1		1	12		16	
d) Technics (13,240)	3	2	3	2	4	6		20	Supervisor Chief
e) W.Q. (8,130)	2	17	12	1	11			43	Foreman Technician
f) W.N.Q. (4,290)	19	71	42		14		9	155	Worker Operator
Total	26	94	59	7	31	21	12	250	

a)、b)、c)、d)は間接部門、e)、f)は直接部門

直接委員は製造部門の職長クラス以下とし、間接委員の person 費は次項に記載する管理費に含めるので、ここでは直接委員の person 費のみを計上する。また、この person 費には健康保険、厚生年金などの社会保険関連費用を含むものとし、これらの費用の合計は委員に支払われる給料の56%とする。給料は、基本給・時間外勤務手当などを含むものとする。

直接委員の年間 person 費を算出すると次の通りとなる。

			(1,000 US \$)
給	料	:	650
社会保険関連費用		:	364
合	計		1,014

11.7 管理費

(1) 間接委員 person 費

間接委員に対する person 費であり、前項同様56%の社会保険関連費用を含む。間接委員には、工場長以下管理部門すなわち、総務、商務、保全などの委員と、製造部門の係長以上の委員が含まれ、人員数は合計52名である。前項と同様に年間費用を算出する。

			(1,000 US \$)
給	料	:	412
社会保険関連費用		:	230
合	計		642

(2) 事務所およびその他の経費

事務用品、通信、旅費に充当される管理費を事務所経費とし、本工場内の娯楽施設、住居、クラブなどの維持費をその他の経費として、年間50万 US \$ を計上する。

(3) 管理費の総計

管理費をまとめると、以下の通りとなる。

			(1,000 US \$)
人	件	費	642
事務所およびその他の経費		:	500
合	計		1,142

11.8 修理保守費

運転中の摩耗、腐食、消耗などによる修理に必要な材料ならびに予備品など年間124万 US \$ を計上する。

11.9 保険

本工場の固定資産に対する損害保険であり、建設費の0.5%とする。したがって年間保険費用は33.2万 US \$となる。

11.10 運転費用のまとめ

運転費用を Table 11-6 にまとめる。

Table 11-6 Operating Cost Summary
(25,000 ton/year PVC)

	Annual Consumption	Unit Price (US\$/ [*])	Annual Cost (×10 ³ US\$)		Cost per 1 ton of PVC (US\$)
			A	B	
Variable Costs ([*])					
Coke(ton)	19,800	187	3,703	3,703	148.12
Hydrogen chloride(ton)	15,300	0	0	—	0
Hydrogen chloride(ton)	15,300	101	—	1,545	61.80
Auxiliary materials			2,051	2,051	82.01
Electricity(x 10 ³ kwh)	139,425	35	4,880	4,880	195.20
Steam(ton)	70,650	21	1,484	1,484	59.36
Sub-total			12,118	—	484.72
Sub-total			—	13,663	546.52
Fixed Costs					
Labor expense			1,014	1,014	40.56
Plant overhead			1,142	1,142	45.68
Maintenance			1,240	1,240	49.60
Insurance			332	332	13.28
Local tax			24	24	0.96
Sub-total			3,752	3,752	150.08
Total			15,870	—	634.80
Total			—	17,415	696.60

Note A : Hydrogen chloride priced zero
B : Hydrogen chloride priced at 101 US\$ per ton

11.11 再投資

鉱山、機械、VCM合成、塩酸および電気部門では、設備の入れ替えを行うことが必要なので下記のスケジュールに従って再投資を必要とする。

Table 11-7 Reinvestment

(Unit: 1,000 US\$)

Year	8	10	13	15	Total
Mining machinery	2,171	0	0	2,171	4,342
Plant equipment	0	2,406	2,597	0	5,003
Total	2,171	2,406	2,597	2,171	9,345

10 財務計算上の優遇策

1) 赤字の繰延べ

損益計算上欠損が出た場合、5年間の繰延べができる。

2) 再投資による税金の一部免除

再投資が行なわれた場合下記の式に基づき課税率が下げられる。

Net profit X	X	(Unit:%)
Industrial community, 27%	0.27 X	
Income tax, Y%	0.73 XY/100	(a)
Profit before reinvestment	$X - 0.27 X - 0.73 XY/100$	
Credit additional	0.146 XY/100	(b)
Credit reinvestment	$Y/100 X(X - 0.73 XY/100)$	(c)
Tax amount		
Tax	0.27 XY/100	(a)
Credit additional	0.146 XY/100	(b)
Credit reinvestment	$Y/100 X(X - 0.73 XY/100)$	(c)
Net tax	(a) - (b) - (c)	

Note: Maximum reinvestment is limited the value shown below,
 $X - 0.27 X - 0.73 X Y/100$

前記の式に基づきインダストリアルコミュニティ率と課税率を計算すると以下のごとくなる。

Profit Before Tax (1,000 US\$)	Without Reinvestment			With Reinvestment		
	Industrial Community	Income Tax	Total	Industrial Community	Income Tax	Total
Less than 107	27	30	48.90	27	2.19	29.19
From 107 to 1,074	27	40	56.20	27	5.84	32.81
From 1,076 to 2,148	27	50	63.50	27	10.95	37.95
More than 2,148	27	55	67.15	27	14.052	41.052

3) 輸入税の一部返還

売上高の16%が機器類に課税された輸入税の返還として戻される。ただし返還総額はプラントなどの建設のため輸入したインターナル税の合計額を上限とする。インターナル税は次ページの原則に基づき課税される。

1)	FOB		
	+ Freight		
	+ Insurance		
	CIF	=	Taxable value
2)	Duty		
3)	D.L.N' 22342	1%	of 1)
4)	Internal tax	16%	of 1) + 2) + 3)

12.3 所要総資金の年度別支出計画

第10章で述べた所要総資金は、以下のスケジュールで支出されるものとする。

Table 12-3 Disbursement Schedule of Total Capital Requirement
- Without Duty Case -

Year	(Unit: ¥)		
	- 3	- 2	- 1
Construction cost	10.7	52.4	36.9
Pre-operating expense	6.3	6.3	87.4
Working capital	0	0	100.0
Interest during construction	0	14.5	85.5

Note: (-) in year indicates construction period.

所要総資金の40%は自己資金とし、残りの60%は長期借入金にてまかなうものとする。

12.4 販売計画

製品の販売量と売上高を Table 12-4 にまとめる。

Table 12-4 Sales Volume and Revenue of PVC
(Unit: 1,000 US\$)

Year	(Unit: 1,000 US\$)		
	1	2	3~20
Sales Volume, t/y PVC	20,000	22,500	25,000
Slaked lime	7,200	8,100	9,000
Unit price, US\$/t PVC	1,100	1,100	1,100
Slaked lime	50	50	50
Revenue, 1,000 US\$/yr	22,360	25,155	27,950

(1) 生産計画

12.2(5)操業率で記述されたスケジュールにしたがって、PVCの生産が行なわれるものとする。

(2) 販売量

本計画の実施によって生産されるPVCは生産量の全量が国内で販売されるものとする。また副生する消石灰も、年間9,000t売れるものとする。

(3) 販売価格

市場調査の結果から判断し、PVCの価格は1,100 US\$/t、消石灰は50 US\$/tとする。

12.5 製造コスト

製造コストは運転費用と減価償却費および借入金金利の合計とする。計算結果は本章12.8(2)にまとめる。

12.6 財務分析手法

これまでに述べてきた検討結果および前提条件に基づき、次の財務諸表を作成して財務分析を行なう。

- (1) 損益計算書 (Profit & loss statement)
- (2) 現金流入分析表 (Cash flow analysis table)
- (3) バランスシート (Balance sheet)

なお本調査では、収益性の分析方法として Financial Internal Rate of Return(FIRR)を採用した。

1) FIRR on I(FIRR on Investment 投下資本内部利益率)

FIRR on Iとは、全投下資金を自己投資でまかなうと仮定した場合のIRRのことであり、借入金の融資条件、自己資本比率の変化などの影響を除外した計画本来の採算性を示す指標である。

2) FIRR on E(FIRR on Equity 自己資本内部利益率)

FIRR on Eとは投資金に対するIRRを示し、融資分を除いた資本金のみの採算性を示す指標である。内部収益率を求める式を次ページにまとめる。

Table 12-5 Equation of FIRR

$$\sum_{i=0}^N \frac{(CFE) \text{ of } i}{(1+R)^i} + \frac{S+W}{(1+R)^N} = 0$$

(CFE) represents cash flow element of each year.

<u>FIRR on I</u>	<u>FIRR on E</u>
(CFE) = - Investment	(CFE) = - Equity
+ Revenue	+ Revenue
- Operating Costs	- Operating Costs
- Income Tax	- Income Tax
+ Depreciation	- Repayment of Debt
	+ Depreciation

R : Rate of return

i : ith Year

N : Years from initial cash outlay to end of project

S : Salvage value

W : Working capital plus non-depreciable investment

12.7 ケーススタディー (機器輸入税の変化)

機器の輸入税が内部収益率に与える影響を調べる。

Table 12-6 Investment Cost and Total Capital Requirement
(Unit: 1,000 US\$)

	A	B
Import duties	0	14,384
Investment cost excluding duty	51,921	51,921
Sub-total	51,921	66,305
Pre-operating expence	1,914	1,914
Initial working capital	2,840	2,840
Interest during construction	3,170	4,013
Total capital requirement	59,845	75,072

Note: Import duties are calculated based on the information listed below:

- 1) FOB
+ Freight
+ Insurance
 CIF = Taxable value
- 2) Duty
- 3) D.L.N' 22342 (1% of 1)
- 4) Internal tax 16% Applied on the bases of 1) + 2) + 3)
- 5) D.L.N' 22448 (10% in marine freight)
- 6) Custom agents' commission and expenses: 10% of 2) + 3) + 4) + 5)
- 7) Import duty or duties referred to in this financial analysis mean total of 2) to 6).

(1) ケース

下記の2ケースを設定する。

ケースA：すべての輸入税の免除

ケースB：すべての輸入税を課税

両ケースの所要総資金を前ページの表にまとめる。

(2) ケーススタディーのまとめ

両ケースのFIRRを下表にまとめる。

Table 12-7 Financial Analysis Results (Case Study)

(Unit: %)

	A	B
FIRR on I (before tax)	16.8	14.1
FIRR on I (after tax)	11.9	10.3
FIRR on E (before tax)	19.7	14.7
FIRR on E (after tax)	15.5	11.5

一概に内部収益率の大きさのみでプロジェクトの可否を判断すべきではない。たとえば、FIRR on Iが低い値を示しても低利の資金を借入れる事によりFIRR on Eの値が良くなるなど、投資家にとり良いプロジェクトになり得る事もある。上記結果から判断し、輸入税の免除が必須の条件ではないが、免除される事が望ましいと考える。したがって、本財務分析は輸入税免除のケースをベースとして行なう。

12.8 財務分析結果

(1) 財務分析結果の要約

財務分析結果を Table 12-8 にまとめる。

Table 12-8 Summary of Calculation

	FIRR on I	FIRR on E
Total capital requirement		
Finance		
Equity	56,675	23,938
Debt	—	35,907
Total	56,675	59,845
Annual revenue		
Revenue, 1,000 US\$	27,950	27,950
Net production cost		
Annual, 1,000 US\$	21,026	25,706
Cost, US\$/ton PVC	811.04	1,028.24
Profit before tax		
Annual, 1,000 US\$	6,924	2,244
Profit, US\$/ton PVC	276.96	89.76
Taxes		
Annual, 1,000 US\$	2,842	921
US\$/ton PVC	113.68	36.84
Profit after tax		
Annual, 1,000 US\$	4,082	1,323
US\$/ton PVC	163.28	52.92
Cash flow		
Annual before tax, 1,000 US\$	12,080	4,126
after tax, 1,000 US\$	9,238	3,205
FIRR (before tax), %	16.8	19.7
FIRR (after tax), %	11.9	15.5
Payout period, year	6.5	5.4

注：年間売上高、年間製造コスト、税引前利益、税引後利益およびキャッシュフローは、運転開始後5年目のものである。また HCl コストはゼロで評価した。

(2) 製造コスト

製造コストは、運転費用、償却費用および借入金に対する支払利息の合計である。製造コストを Table 12-9 にまとめる。なお、本計画では変動費の全製造コストに占める割合が比較的大きいが、この理由は電力のコストが大きいことによる。また Table 12-10 に償却費の内訳をまとめる。

Table 12-9 Production Cost Summary

(Unit: 1,000 US\$)

Year	Operating Cost			Depreciation	Interest	Total	Unit * Cost
	Variable Cost	Fixed Cost	Total				
1	9,694	3,752	13,446	5,473	4,878	23,797	1,190
2	10,906	3,752	14,658	5,473	4,878	25,009	1,112
3	12,118	3,752	15,870	5,473	4,878	26,221	1,049
4	12,118	3,752	15,870	5,473	4,878	26,221	1,049
5	12,118	3,752	15,870	5,473	4,368	25,706	1,029
6	12,118	3,752	15,870	4,978	3,878	24,726	989
7	12,118	3,752	15,870	4,978	3,393	24,241	970
8	12,118	3,752	15,870	4,978	2,909	23,757	950
9	12,118	3,752	15,870	5,412	2,474	23,756	950
10	12,118	3,752	15,870	5,412	1,939	23,221	929
11	12,118	3,752	15,870	912	1,451	18,236	729
12	12,118	3,752	15,870	912	970	17,752	710
13	12,118	3,752	15,870	912	485	17,267	691
14	12,118	3,752	15,870	738	0	16,608	664
15	12,118	3,752	15,870	738	0	16,608	664
16	12,118	3,752	15,870	1,172	0	17,042	681
17	12,118	3,752	15,870	1,172	0	17,042	681
18	12,118	3,752	15,870	1,172	0	17,042	681
19	12,118	3,752	15,870	1,172	0	17,042	681
20	12,118	3,752	15,870	1,172	0	17,042	681

Note : * US\$ per ton of PVC

Table 12-10 Depreciation and Amortization

	Depreciable Cost (1,000 US\$)	Depreciation Method	Salvage Value	Depreciation (1,000 US\$)
Vehicle and quarry equipment	2,477	5 yr straight line	0	495
Machinery and equipment (Plant)	42,318	10 yr straight line	0	4,232
Buildings and civil works	7,126	30 yr straight line	0	238
Pre-operating expense and interest during construction	5,084	10 yr straight line	0	508
Vehicle and quarry equipment for reinvestment		5 yr straight line	0	
Machinery and equipment for reinvestment		10 yr straight line	0	

(3) 現金表

年度別資金繰りを Table 12-11 にまとめる。表から判断すると、本計画ではプロジェクト実施母体が現金の不足状態になることはなく、したがって、短期借入金の借入れも必要でない。

Table 12-11 Cash Flow

(Unit: 1,000 US\$)

Year	Increase working capital	Reinvestment	Profit after taxes	Repayment	Depreciation	Cash Flow
1	-132	0	-1,407	0	5,473	3,934
2	-132	0	176	0	5,473	5,517
3	0	0	1,586	0	5,473	7,059
4	0	0	1,092	-3,591	5,473	2,974
5	0	0	1,323	-3,591	5,473	3,205
6	0	0	1,901	-3,591	4,978	3,288
7	0	0	2,186	-3,591	4,978	3,573
8	0	-2,171	2,472	-3,591	4,978	1,688
9	0	0	2,502	-3,591	5,412	4,323
10	0	-2,406	2,788	-3,591	5,412	2,203
11	0	0	5,726	-3,591	912	3,047
12	0	0	6,012	-3,591	912	3,333
13	0	-2,597	6,297	-3,591	912	1,022
14	0	0	6,686	0	738	7,424
15	0	-2,171	6,686	0	738	5,253
16	0	0	6,430	0	1,172	7,602
17	0	0	6,430	0	1,172	7,602
18	0	0	6,430	0	1,172	7,602
19	0	0	6,430	0	1,172	7,602
20	0	0	6,430	0	1,172	13,861

(4) 収益性

本計画の収益性を Table 12-12 に示す。

Table 12-12 FIRR for Base Case

	FIRR on I	FIRR on E
Before tax, %	16.8	19.7
After tax, %	11.9	15.5
Payout period, year (After tax)	6.5	5.4

上表に示すごとく、収益性の指標である FIRR on I は税引前で 16.8%、税引後で 11.9% であり、この数値は本計画の収益性が余り高くないことを示している。また、資本金に対する収益性の指標である FIRR on E は税引後で 15.5% であり、この数値は本財務分析で採用した借入れ金利 (13.5%/年) を上回っている。

(5) 主要財務指標

各操業年度における主要財務指標を表12-13に示す。各指標は次の式より求めた。

- Profit after tax on equity

(Profit after tax/equity)

- Debt service coverage ratio

(Net income after tax+Depreciation+Interest)/(Repayment+Interest)

- Profit B.E.P. (Breakeven Point)-capacity utilization

$$\frac{f}{(r-v)}$$

f : Fixed Op. Cost+Depreciation+Interest

r : Sales Revenue at full capacity

v : Variable Op. Cost at full capacity

Table 12-13 Major Financial Index

(Unit: 1,000 US\$)

Year	Profit after tax on equity	Debt service coverage ratio	Breakeven point (Capacity utilization)
1	- 5.9 %	1.8	88.9
2	0.7	2.2	88.9
3	6.6	2.5	88.9
4	4.6	1.4	88.9
5	5.5	1.4	85.8
6	7.9	1.4	79.6
7	9.1	1.5	76.6
8	10.3	1.6	73.5
9	10.5	1.7	73.2
10	11.6	1.8	70.1
11	23.9	1.6	38.6
12	25.1	1.7	35.6
13	26.3	1.9	32.5
14	27.9	-	28.4
15	27.9	-	28.4
16	26.9	-	31.1
17	26.9	-	31.1
18	26.9	-	31.1
19	26.9	-	31.1
20	26.9	-	31.1

1) 利益率

資本金に対する利益率は、操業開始後5年目で5.5%、10年目で11.6%、15年目で27.9%を示しているが、この数値は余り大きいとはいえない。

2) 借入金返済能力

本計画の DSR は初年度で1.8、また長期借入金の返済が始まる4年目で1.4を示し、それ以降に関しても1.4を上回っており、全ての年度を通じて1.0以上の値を示している。したがって、十分な借入金返済能力があり、自己存立し得る財務状態にある。

3) 損益分岐点

損益分岐点は、初年度では88.9%と実際の操業率80%を上回っているが、その後は操業率が上がるが、損益分岐点は急速に低下し常、常に操業率以下の値を示している。

12.9 感度分析

基本ケースに対して次の要因につき数値を変化させて感度分析を行なった。

- 建設費の変化
- 販売価格の変化
- 運転費の変化
- 電力費の変化
- 金利の変化
- 資本金の変化
- 再投資による優遇策が適用されない場合
- 塩酸コストを101 US\$/t で評価する場合

Table 12-14 Changes in Inputs

	Base Case	+ 20	- 20
Construction cost, x 10 ³ US\$	51,921	62,805	41,537
Sales price			
PVC, US\$/t	1,100	1,320	880
Slaked lime, US\$/t	50	50	50
Operation cost, 1,000 US\$/y	15,870	19,044	12,969
Electricity cost, 1,000 US\$/y	4,880	5,856	3,094
Interest rate, %	13.5	11.0	5.0
Equity, %	40	50	20

次ページの Table 12-15 に感度分析結果をまとめた。

Table 12-15 Results of Sensitivity Analysis

(Unit: %)

FIRR on I(Before tax)			
	Base Case	+ 20	- 20
Construction cost	16.8	14.0	20.5
Sales price	16.8	24.2	7.7
Operation cost	16.8	11.9	21.1
Electricity	16.8	15.3	18.1
FIRR on I(After Tax)			
	Base Case	+ 20	- 20
Construction cost	11.9	9.9	14.6
Sales price	11.9	17.2	5.4
Operation cost	11.9	8.4	15.0
Electricity	11.9	10.9	12.9
FIRR on E(After Tax)			
	Base Case	+ 20	- 20
Construction cost	15.5	11.0	21.0
Sales price	15.5	26.2	minus
Operation cost	15.5	7.4	28.4
Electricity	15.5	13.7	17.6
Interest rate	15.5	17.2	21.4
(Condition,%/y)	(13.5)	(11.0)	(5.0)
Equity	15.5	14.5	19.1
(Condition,%)	(40)	(50)	(20)

(1) 建設費の変化

Table 12-15 および Figure 12-1、2、3 に示されているように、建設費の変化は本計画の内部収益率に大きな影響を与える。建設費が20%減少することにより、FIRR on I (税引前) は3.7%上昇し、FIRR on E (税引後) は5.5%増す。

(2) 販売価格の変化

PVC および消石灰の販売価格を±20%の範囲で変化させ、その収益性を与える影響を検討する。Table 12-15 および Figure 12-1、2、3 に示すごとく、製品価格の変動は非常に大きな影響を内部収益率に与える。たとえば PVC の価格が20%上がる場合、FIRR on I (税引前) は7.4%、FIRR on E (税引後) で10.7%も上昇する。

(3) 運転費用の変化

運転費用は原料、副原料、用役、労務、保守、オーバーヘッドなどから成るが、この運転費の変化は収益率に大きな変化を起こす。

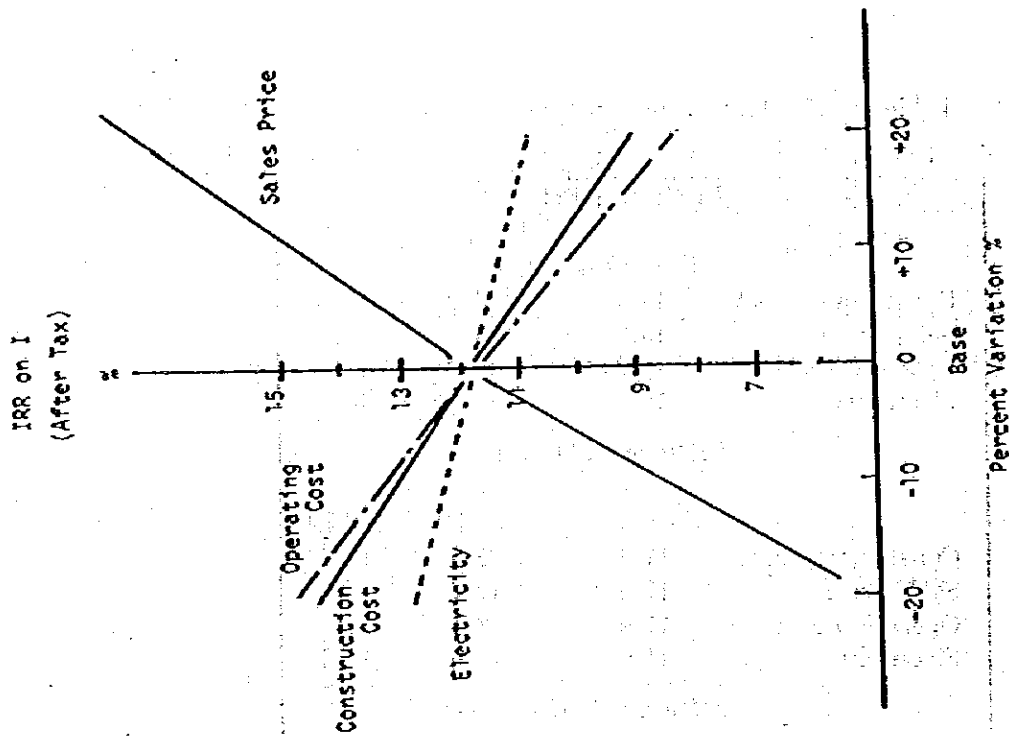


Figure 12-1 Summary of Sensitivity Analysis
(IRR on I Before Tax to Variation
of Financial Parameters)

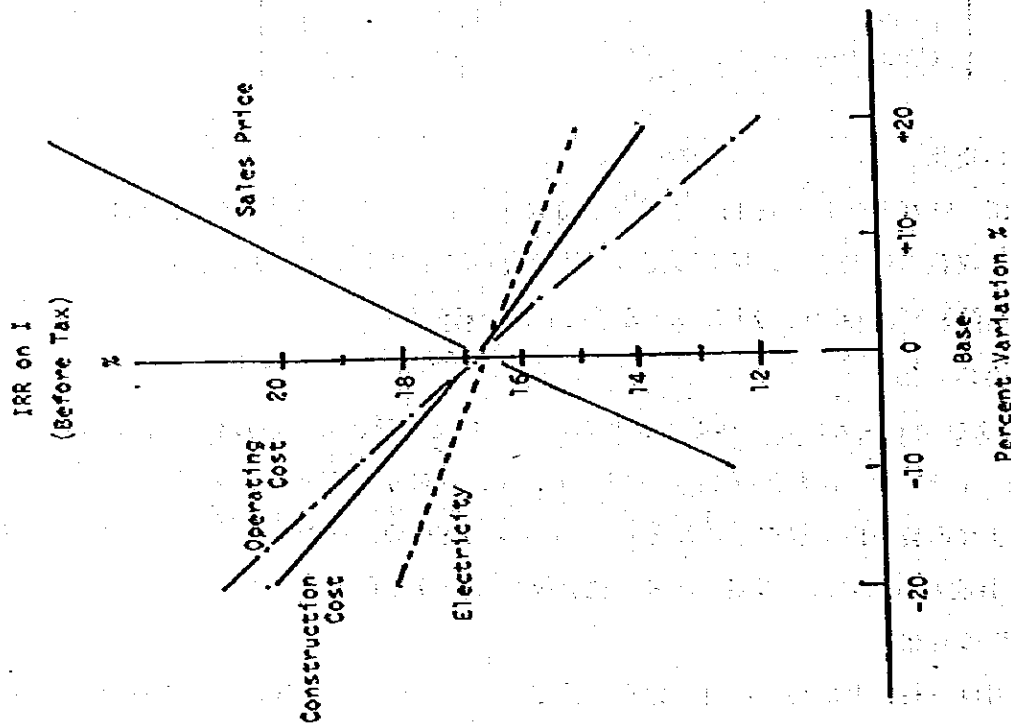
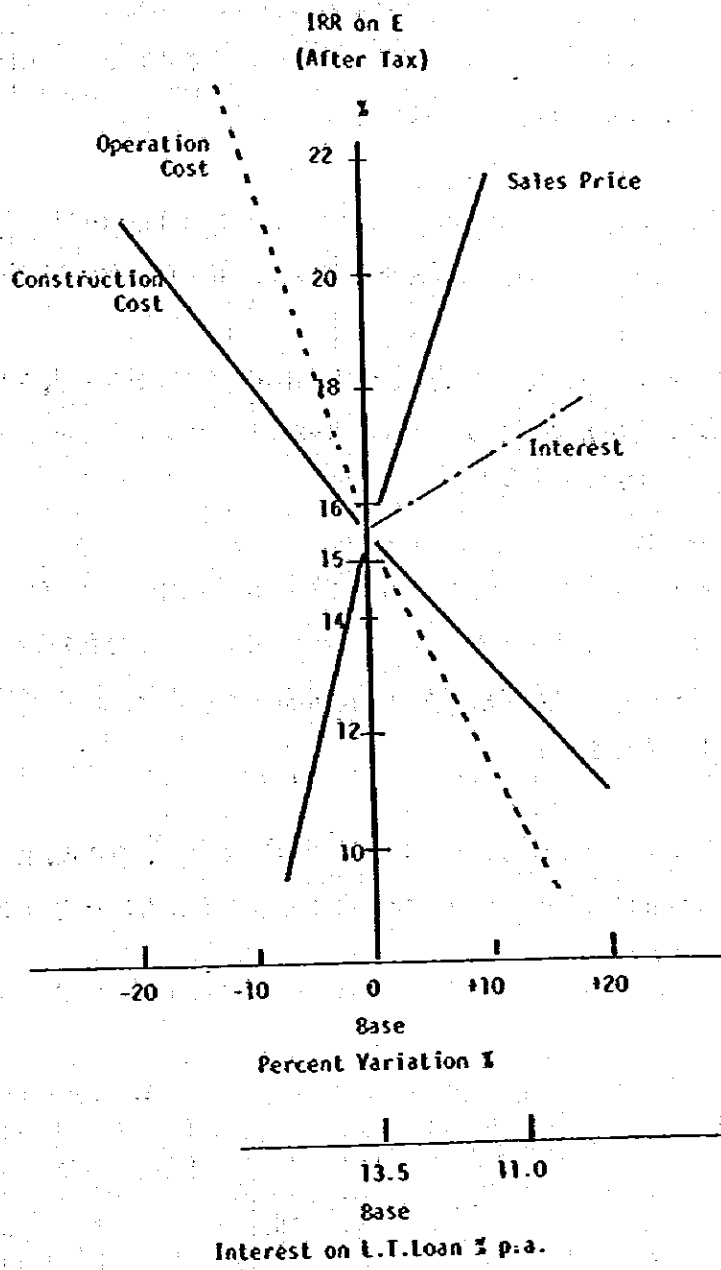


Figure 12-2 Summary of Sensitivity Analysis
(IRR on I After Tax to Variation
of Financial Parameters)



**Figure 12-3 Summary of Sensitivity Analysis
(IRR on E to Variation of Financial
Parameters)**

(4) 電力費の変化

運転費用の一要素である（運転費用の31%を占める）電力費用の変化がどの程度内部収益率に影響を与えるかを調べた。電力コストが20%増すことにより FIRR on I（税引前）は1.5%減り、FIRR on E（税引後）は1.8%低くなる。

(5) 金利の変化

金利の変化が FIRR on E に与える影響を Table 12-15 と Figure 12-3 にまとめる。金利の変化として、基本ケースの長期借入金金利の13.5%を11%および5%に変化させた場合を検討した。

Table 12-15 に示す通り、長期借入金金利は FIRR on E にかなり大きな影響を与える。したがって、本計画を投資家にとってより魅力のあるプロジェクトとするためには低金利の資金を借入れることが必要である。

(6) 自己資本比率の変化

自己資本比率を基本ケースの40%から20%に下げると FIRR on E（税引後）は15.5%から21.4%に上昇する。したがって、プロジェクト実施に当り金利13.5%程度の長期借入金を利用できるならば、自己資本比率を低下させることにより、投資家はより多額の利益を本プロジェクトから得られる。

(7) 税率の変化

再投資により税率を下げる優遇策を本計画に適用しないと FIRR on E（税引後）は基本ケースの15.5%から11.5%に下がり、投資家にとって本計画は魅力的でなくなる。なお、税率の変化を下にまとめる。

Profit Before Tax (1,000 US\$)	Without Reinvestment			With Reinvestment		
	Industrial Income Community	Tax	Total	Industrial Income Community	Tax	Total
Less than 107	27	30	48.90	27	2.19	29.19
From 107 to 1,074	27	40	56.20	27	5.84	32.84
From 1,076 to 2,148	27	50	63.50	27	10.95	37.95
More than 2,148	27	55	67.15	27	14.052	41.052

(8) 塩酸コスト

塩酸を101 US\$/t で評価した場合の内部収益率を下にまとめる。

	FIRR on I	FIRR on E
Before tax, %	14.5	15.3
After tax, %	10.3	11.9

塩酸コストを計上することにより、FIRR on I（税引前）は基本ケースの15.5%から14.5%に下がる。

12.10 考察

以上述べて来た分析に加え、さらに順次優遇策を適用した場合の評価を行なう。各ケースの内部収益率の計算結果とその前提を以下にまとめる。

(Unit: %)

	FIRR on I		FIRR on E	
	Before tax	After tax	Before tax	After tax
Case1	11.2	5.3	8.9	minus
Case2	13.2	6.3	12.8	5.7
Case3	13.2	6.3	12.8	6.2
Case4	14.1	7.1	14.5	8.1
Case5 (B)	14.1	10.3	14.7	11.5
Case6 (A)	16.8	11.9	19.7	15.5

Case1 : Duty include, hydrogen chloride cost 101 US\$/ton, without loss carry forward, without internal tax refund, without income tax reduction for reinvestment.

Case2 : Hydrogen chloride cost zero, all other conditions remain as Case1.

Case3 : 5year loss carry forward included, all other conditions remain as Case2.

Case4 : Internal tax refund included, all other conditions remain as Case3.

Case5 (B) : Income tax reduction by reinvestment included, all other conditions remain as Case1.

Case6 (A) : Exemption of duty and associated expenses included, all other conditions remain as Case 5.

上記のケース1は、いかなる優遇策も適用されないケースであり、内部収益率の値はかなり低い。

カ性ソーダの生産に伴って副生する塩酸は現在捨てられており、本計画ではこの塩酸を使用する。したがってケース2は、塩酸のコストをゼロとみなす場合である。このケースはケース1と比較してかなり内部収益率の値が改善される。さらに5年間の赤字の繰延べ、インターナショナル税（輸入税の一部）と再投資による税金の減額などの公的に認められた優遇策を適用すると、ケース5に示されるごとく収益性はかなり良くなる。さらに機器の輸入税が免除されるならば、ケース6に示すごとく FIRR on E（税引後）は15.5%に達する。しかし、金利と比較すると、15.5%は充分魅力ある値とは言えず、したがってもし低金利のローンが本計画に利用できるならば FIRR on E（税引後）はさらに高められ、本計画の財務性は大幅に良くなる。

第13章 経済分析

13.1 概要

本計画の財務評価については第12章にその詳細を述べたが、さらにペルー国家に与える経済的影響を分析することが本計画の性格を確認するうえできわめて重要であると考えらる。

本章では経済的費用便益、経済的内部収益率の算出、税収入および外貨収支効果などを分析する。なお、ナショナルパラメーターを用いて財務的費用および利益を経済的費用便益に換算し、経済的内部収益率を算出する。

本分析に用いたパラメーターを下表にまとめる。

Table 13-1 National Parameters

(as of 1982)

Foreign exchange premium	$\phi = 2.65$
Unskilled labor premium	$\lambda = 0.33$
Domestic skilled labor premium	$x = 0.69$
Social rate of discount	$i = 6.00\%$

13.2 経済的費用と便益

本計画の経済的費用と便益を算定するために、本計画が実施された場合の経済的影響を Table 13-2 にまとめる。

Table 13-2 Economic Cost and Benefit

Cost	Benefit
Investment cost	PVC production
Raw materials and utilities	Slaked lime production
Labor cost	Development of infrastructure
Other expenses for plant operation	Increased employment opportunities
	Utilization of HCl now disposed of
	Foreign currency saving

13.3 経済的便益

(1) 直接便益

本計画の直接便益は PVC と消石灰の経済的価値にある。100 万稼働時における経済的
直接便益を Table 13-3 にまとめる。

Table 13-3 Economic Value of Products

	Unit Price (US\$)	Production (t/y)	Benefit (1,000 US\$)
PVC	558	25,000	13,950
Slaked lime	50	9,000	450
Total			14,400

Note: PVC price is on CIF as of 1983

(2) 間接便益

1) 雇用機会の増大

本計画はプラント建設のみならず石灰石鉱山の開発とその運搬をも含むものであり、
他の単なる化学工業プロジェクトなどと比較するとその新規雇用機会は大きいものとな
る。運転開始後の要員だけでも 250 人分の雇用機会の増加が見込まれる。

2) 関連産業への波及効果

関連産業への波及効果としては、本プラントの建設に伴う鋼材など建設資材の需要増
とエンジニアリング・建設業の育成が期待できる。また本プラントの運転に伴い、副資
材の需要が増す。いったん需要が創出されれば引続き安定的に増し続ける。また本計画
は純国産資源である水力発電による電力が有効に使われる。なおペルー国では水力発電
開発余地が大きい。

3) その他の間接便益

現在、塩酸の一部は海に廃棄されており、本計画の実施によりこの塩酸を回収し利用
することができる。このように本計画は海へ塩酸を捨てることを止めさせ、結果として漁
業に好影響を与える。

また、本計画の実施により PVC の海外市場の需給動向に影響されることなく PVC の
供給および価格を安定させることになる。

13.4 経済的費用

本計画の経済的費用としては、以下の項目があげられる。

(1) 初期費用

初期費用は、鉱山の開発、鉱山およびパラモンガでのインフラストラクチャーの整備に要する費用および工場の建設費用、試運転費用などである。その金額は財務分析において行なった財務的内部収益率計算の際に算出した投資額、すなわち本計画の所要総資金から建中金利を差し引き、パラメーターを用いて経済費用に換算したものである。Table 13-4 に財務的所要資金をまとめ、Table 13-5 に経済的投資費用をまとめる。

(2) 労働資金とその他費用

生産費用としては要員費用と本計画で消費する原燃料費、副資材費、さらに設備の保守修繕費用などを計上する。これら費用をパラメーターを用いて経済費用に換算する。また税法に基づき課される税金、借入金に対する返済、金利および保険費用は、経済分析では該費費用なので、費用としては計上しない。

Table 13-6 に PVC の財務的生産コスト、Table 13-7 には Table 13-6 と対照させ経済的コストをまとめる。

13.5 経済的内部収益率 (EIRR) の算出

本計画の経済的便益、経済的費用を定量的に測定し、内部収益率を計算する。貯蓄、所得分配などの効果も定量的に考察し、社会経済評価を行ない本計画を分析することが望ましいが、これらの効果を十分に評価するのに必要な資料が不足しているため、ここでは経済的評価のみにとどめる。

Table 13-8 に本計画に関する経済的費用便益を定量化してまとめる。

基本ケースと参考ケースの経済的内部収益率はそれぞれ Table 13-9 の通りである。

ここに示した本計画の経済的内部収益率を評価するためには、上記の経済的内部収益率を、本計画を実施することによって排除される他の計画から期待され得る経済的内部収益率と比較検討する必要がある。各種国際機関のガイドラインでは、経済的内部収益率によるプロジェクト実施の判定基準 (カットオフレート) を 8%~15% 程度としている。本計画の経済的内部収益率は 12.0% を示しており、経済的に有意義なプロジェクトであると判断される。

Table 13-4 Financial Capital Requirement

	Foreign Currency Portion					Domestic Currency Portion					Total								
	-1		-2		Person'l	-3		-4		Duty									
	Mat'l	Person'l	Mat'l	Person'l		U.S.L.	S.D.L.	S.D.L.	S.D.L.										
Person'l	Mat'l	Person'l	Mat'l	Person'l	Mat'l	Duty	U.S.L.	S.D.L.	Mat'l	Duty	Total								
1. Land Acquisition	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0							
2. Land Preparation for Mining	-	-	-	-	31	62	93	0	0	0	0	186							
3. Access Road	-	-	-	-	255	270	198	-	12	21	11	653							
4. Civil & Buildings	-	-	30	-	0	0	0	10	7	10	6	128							
5. Mining Machinery	-	-	1,644	-	237	-	-	-	1,075	-	155	3,111							
6. Construction Work	-	-	-	-	0	0	0	90	108	130	85	379							
7. Inland Transportation	-	-	-	-	-	-	-	-	14	-	3	17							
A. Sub-Total	-	-	1,674	-	244	332	251	100	120	144	98	4,674							
8. Land & Site Preparation	-	-	-	-	97	192	290	0	0	0	0	579							
9. Civil Buildings	0	-	151	-	0	0	0	02	66	100	301	1,207							
10. Equipment & Machinery	0	-	1,833	-	431	0	0	370	97	960	642	5,392							
11. Erection Works	0	-	16,100	-	6,853	-	-	-	8,516	-	3,619	35,088							
12. Inland Transportation	-	-	-	-	0	0	0	595	481	730	1,443	7,197							
B. Sub-Total	-	-	17,804	-	7,304	192	290	1,047	644	1,856	3,149	49,545							
14. Engineering & Consultants Fee	2,410	-	1,210	-	1,545	-	-	-	-	-	-	5,165							
15. Contingencies - Physical	0	0	200	200	678	-	-	-	-	-	-	1,756							
16. Construction Expenses	1,722	1,722	2,400	1,745	1,721	-	-	-	-	-	-	5,165							
C. Sub-Total	2,410	1,722	1,410	1,745	9,947	524	541	1,147	764	1,940	3,247	12,086							
TOTAL (A+B+C)	2,410	1,722	21,958	1,745	353	524	541	2,147	764	1,940	10,402	66,303							
17. Pre-Operating Expenses	-	-	-	134	-	121	-	-	121	-	0	96							
18. Working Capital	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	1,896	378							
19. Interest during Construction	-	-	459	-	3,554	-	-	-	-	-	-	4,013							
GRAND TOTAL	2,410	1,722	1,410	22,427	1,879	14,211	353	645	541	0	1,147	885	1,940	10,402	2,361	2,300	5,993	4,456	75,072

Person'l: Personnel
 Mat'l: Material
 U.S.L.: Unskilled labor
 S.D.L.: Domestic skilled labor

Table 13-5 Economic Cost for Investment

	Foreign Currency Portion						Domestic Currency Portion						Total		
	-3		-2		-1		-3		-2		-1				
	Person'l	Mat'l	Person'l	Mat'l	Person'l	Mat'l	U.S.L.	S.D.L.	Mat'l	Duty	U.S.L.	S.D.L.		Mat'l	Duty
1. Land Acquisition	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
2. Land preparation for mining	-	-	-	-	-	-	4	16	35	0	-	0	0	0	55
3. Access Road	-	-	-	-	-	-	28	70	60	-	-	-	-	-	158
4. Civil & Buildings	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	1	4	4	0	53
5. Mining Machinery	-	-	-	-	-	-	237	-	-	0	0	-	-	-	1,682
6. Construction-Work	-	-	-	-	-	-	0	0	0	11	28	34	32	0	142
7. Inland Transportation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
A. Sub-Total	-	-	-	-	-	-	32	86	95	0	12	38	37	0	4,674
8. Land & Site Preparation	-	-	-	-	-	-	12	50	109	-	0	0	0	-	171
9. Civil	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	10	17	38	0	412
10. Buildings	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	46	25	17	0	2,807
11. Equipment & Machinery	-	-	-	-	-	-	451	-	-	0	0	31	242	0	22,953
12. Section Works	-	-	-	-	-	-	6,853	-	-	-	74	125	275	0	1,895
13. Inland Transportation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	0	31
B. Sub-Total	-	-	-	-	-	-	7,304	50	109	0	130	167	700	0	28,269
14. Engineering & Consultants Fee	2,410	-	1,210	-	1,545	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,165
15. Contingencies - Physical	0	0	200	678	200	678	-	-	-	-	-	-	-	-	1,756
16. Construction Expenses	-	1,722	-	1,722	-	1,722	-	-	-	-	-	-	-	-	5,165
C. Sub-Total	2,410	1,722	1,410	2,400	1,745	2,399	-	-	-	-	-	-	-	-	12,086
TOTAL (A+B+C)	2,410	1,722	1,410	21,958	1,745	9,947	44	524	204	0	142	198	732	0	42,650
17. Pre-Operating Expenses	-	-	-	-	-	-	-	32	-	0	-	121	-	0	779
18. Working Capital	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,281
19. Interest During Construction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
GRAND TOTAL	2,410	1,722	1,410	21,958	1,879	10,657	44	108	204	0	142	230	732	0	44,720

Person'l: Personnel
 Mat'l: Material
 U.S.L.: Unskilled labor
 S.D.L.: Domestic skilled labor

Table 13-6 Financial Operating Cost of PVC

	Annual Consumption	Unit Price	Annual Cost (x 10 ³ US\$)	Unit Cost per t of PVC (US\$/t)	Foreign Currency Portion		Domestic-Currency Portion			Total		
					Personnel	Material	U.S.-L.	S.D.L.	Material		Duty	Total
Variable Cost												
1. Raw Material												
Coke	17,000 t	187 US\$/t	3,703	148.12	-	2,220	-	-	1,483	1,483	3,703	
Hydrogen Chloride	15,300 t	0 US\$/t	0	0	-	-	-	0	-	0	0	
2. Utilities												
Electricity	139,425 x 10 ³ kWh	35 US\$/10 ³ kWh	4,880	195.20	-	-	-	4,880	-	4,880	4,880	
Steam	70,650 t	21 US\$/t	1,484	59.36	-	-	-	1,484	-	1,484	1,484	
Cooling Water			nil	nil	-	-	-	-	-	-	nil	
3. Auxiliary Materials												
			2,051	82.04	-	1,231	-	-	820	820	2,051	
Sub-Total			12,118	484.72	-	3,451	-	6,364	2,303	8,667	12,118	
Fixed Cost												
4. Direct Labor			1,014	40.56	-	-	665	349	-	1,014	1,014	
5. Plant Overhead			1,142	45.68	-	-	-	642	500	1,142	1,142	
6. Maintenance			1,240	49.60	-	806	-	-	434	434	1,240	
7. Insurance			327	13.08	-	-	-	-	327	327	327	
8. Tax			24	0.96	-	-	-	-	24	24	24	
Sub-Total			3,747	149.98	0	806	665	991	1,261	2,941	3,747	
GRAND TOTAL			15,065	634.60	0	4,257	665	991	7,623	2,327	11,608	15,065

Personnel: Personnel
 Mat'l: Material
 U.S.L.: Unskilled labor
 S.D.L.: Domestic skilled labor

Table 13-7 Economic Cost for Operation

	Foreign Currency Portion		Domestic Currency Portion			Total
	Personnel	Material	U.S.L.	S.D.L.	Material Duty Total	
Variable Cost						
1. Raw Material	-	2,220	-	-	0	2,220
Coke	-	-	-	-	0	0
Hydrogen Chloride	-	-	-	0	-	0
2. Utilities	-	-	-	-	-	-
Electricity	-	-	-	1,842	-	1,842
Steam	-	-	-	560	-	560
Cooling Water	-	-	-	-	-	nil
3. Auxiliary Materials	-	1,231	-	-	0	1,231
Sub-Total	-	3,451	-	2,402	0	5,853
Fixed Cost						
4. Direct Labor	-	-	83	91	-	174
5. Plant Overhead	-	-	-	167	-	167
6. Maintenance	-	806	-	-	-	806
7. Insurance	-	-	-	-	-	-
8. Tax	-	-	-	-	0	0
Sub-Total	0	806	83	258	0	1,147
GRAND TOTAL	0	4,257	83	258	0	7,353

Person'l: Personnel
 Mat'l : Material
 U.S.L. : Unskilled labor
 S.D.L. : Domestic skilled labor

Table 13- 8 Economic Benefit and Cost (Base Case)

Year	Benefit	Cost	Balance
-3	-	4,548	-4,548
-2	-	24,472	-24,472
-1	-	15,690	-15,690
1	11,520	6,182	5,338
2	12,960	6,768	6,192
3	14,400	7,353	7,047
4	14,400	7,353	7,047
5	14,400	7,353	7,047
6	14,400	7,353	7,047
7	14,400	7,353	7,047
8	14,400	8,524	5,876
9	14,400	7,353	7,047
10	14,400	8,743	5,657
11	14,400	7,353	7,047
12	14,400	7,353	7,047
13	14,400	8,854	5,546
14	14,400	7,353	7,047
15	14,400	8,524	5,876
16	14,400	7,353	7,047
17	14,400	7,353	7,047
18	14,400	7,353	7,047
19	14,400	7,353	7,047
20	14,400	7,353	7,047

Table 13- 9 Calculated EIRR

	(Unit: %)			
Base Case	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
12.0	17.5	5.2	9.6	15.4
Case1 :	Economic benefit		+20%	
Case2 :	Economic benefit		-20%	
Case3 :	Economic cost for investment		+20%	
Case4 :	Economic cost for investment		-20%	

13.6 インダストリアル・コミュニティと税収入

本計画の実施によりインダストリアル・コミュニティおよび事業税として20年間合計で約8,700万 US\$の税収が期待できる。この収入は労働者への再配分と国家による再投資財源となり、ペルー国経済に大いに貢献するものと考えられる。年度別のインダストリアル・コミュニティと税収を Table 13-10 にまとめる。

Table 13-10 Yearly Tax Income

		(Unit: 1,000 US\$)				
Year		1	2	3	4	5
Ind. Community & Tax Income		0	0	174	668	921
Local Tax		24	24	24	24	24
Year		6	7	8	9	10
Ind. Community & Tax Income		1,324	1,523	1,722	1,742	1,941
Local Tax		24	24	24	24	24
Year		11	12	13	14	15
Ind. Community & Tax Income		3,988	4,187	4,386	4,656	4,656
Local Tax		24	24	24	24	24
Year		16	17	18	19	20
Ind. Community & Tax Income		4,478	4,478	4,478	4,478	4,478
Local Tax		24	24	24	24	24
					Total : 86,646	

13.7 外貨収支への影響

本計画を実施した場合に予測されるペルー国の外貨収支への影響を検討する。

(i) 外貨の流出

本計画において建設期間中に発生する費用の中で、外貨で支払われる部分は借入金でまかなうものとするゆえ、外貨の流出は借入金の支払利息と債務返済および運転費用の一部である外貨部分の合計である。本計画実施全期間中の外貨の流出の合計は約186百万 US\$となる。

1) 建設期間中の外貨流出

本プラント建設中に必要な所要総資金の内の外貨部分を Table 13-11 にまとめる。建設中の外貨部分は約44百万 US\$であるが、この資金は長期借入金でまかなわれるとし、したがっていったん44百万 US\$は流入し、直ちに機器代金として流出して借入金が残ることになる。

Table 13-11 Breakdown of Foreign Currency Requirement
in Total Capital Requirement (Unit: 1,000 US\$)

Investment Cost	Pre-Operation Cost	Initial Working Capital	Interest	Total
39,192	278	566	3,530	43,566

Note : The case for without duty. Foreign currency portion is all
loaned by long-term loan with interest rate of 11 % p.a.
This premises is not same for financial analysis in CHAPTER 12.

2) 運転開始後の外貨流出

運転開始後に外貨で支払われる費用は、運転費用の一部と長期借入金の利息および債
務返済の合計であり、算出結果を Table 13-12 にまとめる。運転開始後20年間の流出外
貨の合計は約168百万 US\$ である。

Table 13-12 Foreign Currency Requirement During Operation Period
(Unit: 1,000 US\$)

Year	Interest	Repay ment	Coke	Auxiliary Material	Maine nance	Total
1	4,792	0	1,776	985	806	8,359
2	4,792	0	1,998	1,108	806	8,704
3	4,792	0	2,220	1,231	806	9,049
4	4,792	4,357	2,220	1,231	806	13,406
5	4,313	4,357	2,220	1,231	806	12,927
6	3,834	4,357	2,220	1,231	806	12,448
7	3,354	4,357	2,220	1,231	806	11,968
8	2,875	4,357	2,220	1,231	806	11,489
9	2,396	4,357	2,220	1,231	806	11,010
10	1,917	4,356	2,220	1,231	806	10,530
11	1,438	4,356	2,220	1,231	806	10,051
12	958	4,356	2,220	1,231	806	9,571
13	479	4,356	2,220	1,231	806	9,092
14	0	0	2,220	1,231	806	4,257
15	0	0	2,220	1,231	806	4,257
16	0	0	2,220	1,231	806	4,257
17	0	0	2,220	1,231	806	4,257
18	0	0	2,220	1,231	806	4,257
19	0	0	2,220	1,231	806	4,257
20	0	0	2,220	1,231	806	4,257
Total	40,732	43,566	43,734	24,251	16,120	168,403

3) 外貨の節約

生産されるPVCを全量国内で売る予定であり輸出は計画していない。現在ペルー国ではBDCを輸入し、年間7,000トンのPVCを生産しており、さらにほぼ同量のPVCを輸入している。もし本計画を実施しない場合7,000 t/yのPVC工場の運転を続ける予定であるので、外貨の節約はPVCの輸入代替部分とBDCの輸入コストとなる。外貨の節約はTable 13-13に示されるごとく約276百万US\$となる。

Table 13-13 Foreign Currency Saving

Year	Demand (t/y)	Existing plant (t/y)	Balance	New plant (t/y)	BDC Import (US\$/y)	Replacement (t/y)	Foreign Currency Saving (1,000 US\$/y)
1	21,220	7,000	14,220	25,000	2,548	14,220	7,345
2	22,830	7,000	15,830	25,000	2,548	15,890	8,867
3	24,690	7,000	17,690	25,000	2,548	17,690	9,871
4	27,000	7,000	20,000	25,000	2,548	20,000	11,160
5	29,000	7,000	22,000	25,000	2,548	22,000	12,276
6	31,000	7,000	24,000	25,000	2,548	24,000	13,392
7	34,000	7,000	27,000	25,000	2,548	25,000	13,950
8				25,000		25,000	13,950
9				25,000		25,000	13,950
10				25,000		25,000	13,950
11				25,000		25,000	13,950
12				25,000		25,000	13,950
13				25,000		25,000	13,950
14				25,000		25,000	13,950
15				25,000		25,000	13,950
16				25,000		25,000	13,950
17				25,000		25,000	13,950
18				25,000		25,000	13,950
19				25,000		25,000	13,950
20				25,000		25,000	13,950
Total					17,836		258,211
							276,047

4) 外貨バランス

本計画の実施により、20年間で108百万US\$が、外貨バランスとして残ることになる。

第14章 総合評価

14.1 概要

本調査の終了に当り本章で総合評価を行なう。本計画を財務的に成り立つものとするには輸入機器類の輸入税が免除されること、および有利な条件のファイナンスを利用することが重要な鍵となる。採用するプロセスは技術的に実証済であり、原料の供給、サイトの状況、インフラストラクチャーの整備状況、自然環境そしてSPLの技術レベルなど、いずれも本計画を具体的に実施するのを妨げる要因とはならない。またPVCの需要予測結果は、本計画の生産規模が妥当なことを裏付けている。さらに本計画の実施は何ら環境上の公害問題を引き起こさないし、ペルーにとって大きな社会・経済的効果をもたらすであろう。むしろ、現在海中に投棄している塩化水素を利用することにより、環境汚染を軽減することになる。

14.2 技術評価

本計画は技術面から十分成り立つものと判断される。Pariahuancaから必要な品質の石灰石が供給されるし、位置的にみてもハイウェイ沿いにあり石灰石を約200km離れたパラモンガに輸送するのにも便利である。もう一つの重要な原料であるコークスも、当面輸入により高品質のものが利用可能である。電力、スチーム、工業水いずれも問題なく利用できる上、採用される製造プロセスは既に商業化されている実績をもつものである。25,000 t/yという生産規模も経済的な生産を保証する範囲内にある。また設備建設予定地とその周辺の整備状況は全般的に良好であり、ほぼ現状のままプラントを建設することが可能である。またSPLは高い技術力を有しており、本計画実施の際には適切な技術移転が行なわれれば、設備を正確に運転操業することが十分可能であろう。以上のことにより、本計画は技術的には問題がないものと評価される。

14.3 市場評価

第4章の市場調査の中で詳しく論ぜられた通り、PVCの国内需要は1990年頃には年間25,000tを越えるほどの量が予測される。本調査では様々な角度から需要をながめたが、その結果上記の見解に達した。SPLはペルー唯一のPVC製造業者であり、同社の供給するPVCが価格と品質面において輸入品と十分競合できるならば、本計画が製造するPVCがペルーの全需要を満たすことが十分考えられる。また本計画はできる限り経済的に設計されかつ最高水準の製品を製造することを前提としている。

カーバイド、石灰窒素、生石灰、消石灰の需要は今のところほとんど期待できない。したがって本計画ではPVCのみを製造することとする。しかし、SPLの砂糖プラントで年間9,000tの消石灰を消費する可能性が示唆されており、今後の検討が必要である。

SPLが生産コストの低減に努力を続けると共に、ユーザーの要求する高品質の製品を供給するならば、市場面からみても十分成立しうる計画であると判断する。

14.4 財務評価

本計画の所要総資金は、輸入税を含んだ場合が75,072千US\$、免除された場合が59,845千US\$である。輸入税額が非常に大きいことが銘記されなければならない。輸入税込みの場合の標準ケースで税引き後の内部収益率(IRR)は10.3%であり、輸入税が免除された場合同一前提下で11.9%に上昇する。FIRR on Eの結果をみると利息分の影響が大きいことがわかる。つまり、できるだけ低金利のファイナンスを利用することが必要であることを意味している。このように上記の条件が満たされれば本計画は有望と判断される。

14.5 社会経済評価

本計画は12%の経済的內部収益率を示している。この値は必ずしも高いとはいえないものの、国家経済的観点からは十分評価される。また、本計画の実施はペルーの国際収支に良い結果をもたらすものと考えられる。本計画の実施期間を通じて108百万US\$の外貨収支の黒字が期待され、ペルーの抱えている多額の負債を軽減するのに大いに貢献する。また本計画は国産の無煙炭の開発を促し、安定した需要を生み出すであろうし、言うまでもなく雇用機会は増大する。さらに現在海中投棄している塩化水素を有効利用するわけであるから、環境汚染を減少させる効果もある。

14.6 総合評価

上記の通り本計画は、次章「提言」で述べるような条件が整えば技術・経済的に十分成り立つものである。アルコールや輸入 EDC を利用して PVC を製造する他の方法と比較すると、本計画のほうが有利であることがわかる。第13章で説明したように、現在行なっている輸入 EDC を用いる方法は、国際収支面からみれば明らかに不利である。さらにこの方法では塩化水素の海中への投棄量が増々ふえることになる。アルコール法は技術的には可能だが、SPL はかつてこの方法を検討したものの結局 EDC 法を採用したという経緯がある。またアルコール原料のモラシスの供給と値段は現状では不安定であり、安定した原料を使用する本計画のほうが好ましいと思われる。

結論として、本計画は SPL およびペルー国にとって様々な良い効果をもたらすものであり、実施に移すべき計画であると判断する。

