

第Ⅲ編 技術的諸問題の検討

第Ⅲ編 技術的諸問題の検討

第1章 ザンビアの肥料工業

1. 1 肥料生産工場

ザンビアには、ZIMCO メンバーの政府企業である Nitrogen Chemicals of Zambia Ltd. (NCZ) に同国唯一の肥料工場がある。工場はルサカの南方44kmのカフェ工場団地内に位置し、マアンバの石炭を原料とする二系列のアンモニア工場があり、その合計能力は96,000 TPYである。製品アンモニアは同工場内で硝酸、硝安、硫安および粒状化成肥料の製造に使用されている。

第一系列（第一工場）は1970年、第二系列（第二工場）は1982年の完成であるが、第二工場の技術的問題のため総合的稼働率は半分以下であり、ザンビアの窒素肥料と化学品需要の三分之一を供給できるにすぎない。第一工場は1986年に改修が完了し、第二工場は1988年末にフル生産に達すべく改修工事を実施している。工場はカフェに 392,000㎡の敷地を有し、従業員は約 1,120名である。

NCZ の各工場の稼働率の歴史的変化は次の如くまとめられている：

Historical Capacity Utilization of NCZ						Unit: %	
Plant	Ammonia		Ammonium Nitrate		Sulfuric Acid	Compound Fertilizer	
	Plant I 30,000	Plant II 66,000	Plant I 50,000	Plant II 70,000	60,000	Plant II 142,320	
Rated Capacity, TPY							
Year							
1971/2	63%	-	63%	-	-	-	
2/3	56	-	56	-	-	-	
4/5	100	-	100	-	-	-	
6/7	94	-	94	-	-	-	
8/9	94	-	94	-	-	-	
1980/1	70	-	70	-	-	-	
2/3	68	27%	68	27%	35%	32%	
4/5	40	35	40	35	35	43	
6/7	na	na	na	na	(40)	na	

1988年の改修工事完了後の NCZの総合的原料と製品のバランスは次のようになるものと推定される。

Production Balance Projection at NCZ				Unit: 1,000 TPY	
Inputs		Intermediates		Salable Products	
Coal, Maamba	191.7	Ammonia	96	Nitric Acid	7.7
Pyrite, Nampundwe	40	Nitric Acid	120	Sulfuric Acid	10
Lime, CSSL	8.5	Sulfuric Acid	60	Ammonium Nitrate	
DAP, Import	27.5	Ammonium Nitrate	140	- Fertilizer	85
TSP, Import	23.7	Ammonium Sulfate	50	- Explosives	24
SOP, Import	9.6	Compound		Compound	
MOP, Import	3.8	Fertilizer	142.32	Fertilizer	142.32
Conditioner, Import	1.5	Methanol	1.65	Methanol	1.65
Raw Water, Kafue River	21,600 TPD	Carbon Dioxide	1	Carbon Dioxid	1
Electricity, ZESCO	46 MW				

化成肥料は製品の硝安と硫安とともに、輸入品の磷酸肥料と加里肥料より製造されている。工場の生産能力、原料と用役消費量、工場完成時期および工場建設のコントラクターの詳細を表Ⅲ-1に示した。表Ⅲ-2には化成肥料の製品仕様、原料使用原単位量およびザンビア国内の化成肥料施用作物について纏めた。

NCZ の化成肥料工場の特徴は次の通りである：

- 工程は原理的に硝安融液をを使う転動ドラム粉体配合造粒である。
- 主要銘柄は“D” (10-20-10-11-0)および“R” (20-20-0-11-0)でありともにザンビアではメイズに使用される。
- 総ての化成肥料が全窒素の四分の一の硝酸態窒素を含み、肥料の取扱いには包装袋に『火災支援酸化剤』の注意書きが印刷されている。
- 総ての化成肥料は硫安、硫酸、過石および硫加に由来する高濃度の硫黄成分を含んでいる。

化成肥料工場の公称能力は 142,320 TPYであるが、小規模の増産工事により 170,000 TPY までの増産が可能であると考えられている。本調査計画の国産磷肥が、輸入代替品として NCZの化成肥料工場で肥料製造の原料として使用されることが望ましい。

NCZ の生産するすべての肥料は、Ministry of Cooperatives傘下の政府企業のNAMBOARDに売却され、ザンビア国内の販売および物流が行なわれる。国内の肥料は全て包装品で鉄道および道路輸送により NAMBOARD のザンビア国内の15ヶ所の倉庫に送られる。NAMBOARD は国産および輸入（商業的および二国間援助）肥料の独占調達を行ない、肥料価格差補償および肥料取扱原価補償の補助金を受けている。国内の末端物流と販売は Ministry of Cooperatives傘下のProvincial Cooperative Marketing Unit (CMU) に行なわれ、CMU はザンビア国内の18ヶ所に肥料倉庫を所有している。

NCZ の職員数は第二工場完成の1984年には 1,580名の現地職員と59名の外人技師数に達したが、世界銀行の支援する『ザンビア肥料工業再組織化計画』の下に現在では 1,120名に減少している。NCZ の最新の組織表と職員配置表を表Ⅲ-3に示す。

1. 2 肥料取締法と規格

ザンビアでは肥料取締と規格は『Agriculture (Fertilizers and Feed) Act - Chapter 351 of the Law of Zambia』および『The Agriculture (Fertilizers) Regulations - Subsidiary Legislation』に規定されており、ザンビアにおける肥料の定義、分析法、肥効成分の変動最大許容量ならびに肥料の品質管理および数量管理の基準などが規定されている。

ザンビアの肥料取締法の特徴は、肥効成分について酸化物ではなく元素標示であり、法的有効リン酸肥料として水溶性リン酸塩のみが認定されており、更に硝酸態窒素および硫加態加里肥料が規格上重視されていることである。しかしながら、肥料の商工業界の実態はザンビアにおいても国際的な慣行が広く受け入れられている。

肥料の規格については、商工業省 (MCI)傘下のザンビア基準局 (ZABS) には現在のところ規格はなく、近い将来に刊行予定の規格案にもない。ZABSは同国の工業規格刊行の目的で設立された機関で、1986年までに既に28件の規格を刊行しているが、現在までに肥料に関する規格策定の計画はない。ZABSの標準手続きによれば、新しい規格の設定には、最も早くても3年間の年月を要すると言われている。

ザンビアの肥料取締の慣例は NAMBOARD およびNCZ の肥料調達の入札仕様書にて理解することが出来る。ザンビアの関税表 (Customs and Excise Act - Chapter 662 of the Law of Zambia) には水溶性リン酸分を含まないグアノ、塩基性スラッグ、熔融リン肥その他の肥料の輸入関税率が規定されている。また、NCZ の肥料分析法では、工場の品質管理に、

くえん酸およびくえん酸塩可溶性磷酸の測定法が規定されている。ザンビアにおける肥料取締に関する資料を表Ⅲ-4に示す。

これらの資料の規定には、首尾一貫しない点や矛盾する点が認められるので、世界の各地での肥料製造技術および肥料使用技術の発展に鑑み、ザンビアの現在の肥料取締法などの見直しおよび改訂作業を行なうことも考慮されるべきであろう。

第2章 原料の供給

本調査計画の磷肥製品の製造には各種の原料が必要である。ザンビア国内のこれら原料の供給性について調査を行なった。製品の主代替案は、熔成磷肥（熔磷）および過磷灰（過石）肥料であり、また参考代替案として三重過磷灰（重過石）、磷酸二アンモニウム（二磷安）および硝酸化成肥料がある。原料と製品の組み合わせは次の如く纏められる。

Product Alternatives and Raw Materials	
Product Alternatives	Raw Materials
Fused Magnesium Phosphate Single Super Phosphate	Phosphate Concentrate and Serpentine Phosphate Concentrate and Sulfuric Acid
Triple Super Phosphate Diammonium Phosphate	Phosphate Concentrate and Sulfuric Acid Phosphate Concentrate, Sulfuric Acid and Ammonia
Nitric Phosphate	Phosphate Concentrate, Nitric Acid, Ammonia and Carbon Dioxide

ザンビアには現在のところ、商業的な磷精鉱と蛇紋岩の供給源はない。しかし、磷鉱石はチレンブエ鉱床にて採鉱・選鉱されるであろうし、蛇紋岩はムクシ鉱床で採鉱されるであろう。

硫酸はカフエのNCZ およびコッパーベルト州のZCCMで製造されている。アンモニア、硝酸、炭酸ガスはカフエのNCZ で製造されている。

ザンビアにおける1986年11月から12月の現地調査の際、チレンブエおよびムクシの一般調査を行なうとともに、日本での分析および評価試験のため代表鉱石サンプルを採取した。代表サンプル鉱石のリストは表Ⅲ-5に示した。その分析値と試験結果は本報告書の第Ⅲ編第3章に報告されている。純技術的観点からは、これらの試料の仕様は各種の磷酸肥料代替案の製造に十分な特性を有している。

2. 1 磷鉍石

ザンビアには、少くとも四ヶ所に火成性の磷鉍床の存在が MINEX、ZIMCO により確認されている。即ち、東部州のチレンブエとカルウェ、北部州のンコムバワおよび中央州のムンブワである。

MINEX は、ザンビアではこのうちチレンブエの磷鉍開発が最も有望であると結論し、1984/85年に詳細な調査を実施した。調査の結果は『ザンビア共和国磷鉍石開発計画調査報告書、1985年、国際協力事業団』に纏められている。

調査結果によれば、可採磷鉍石は11.5% P2O5 品位で、1.55 百万トンであり、浮選により30.0% P2O5 品位の磷精鉍を 40,000 TPY-湿基準の生産が可能である。磷鉍石埋蔵量は小さく限定されているため、15年間のプロジェクト・ライフで採掘は完了する。全投資額はUS\$ 12.8百万で、磷精鉍の鉍山渡し価格はUS\$ 77.0/Ton-乾基準と試算されている。財務的内部収益率は、資本金比率27%また金利4.0%/年の長期借入金比率73%の前提で、税前で 7.1%、税後で 5.9% (税率45%) の結果が得られている。経済的収益率は輸入磷精鉍価格をUS\$ 90.0/Tonと仮定すると12.8%と推定されている。チレンブエから 540kmの距離の道路運賃はUS\$ 59.8/Ton-乾基準とされている。これらの計画概要は最近のザンビアの経済事情により調整・修正され本調査計画に使用された。

原報告書に提案されているチレンブエの磷鉍石の採鉍・選鉍計画は図Ⅲ-1、表Ⅲ-6 および表Ⅲ-7 に各々纏められている。修正計画の概要は、第Ⅲ編第5章にて検討結果が纏められている。

2. 2 蛇紋岩

1986年に MINEX、ZIMCO はムロバ、ムクシの蛇紋岩資源の調査を実施した。調査結果は『Occasional Report on Muloba Serpentine, Mukushi District, Central Province, Zambia, MINEX, ZIMCO, September, 1986』に纏められている。鉍床はカピリ・ムボシの北東55kmのGreat North RoadとTAZARA鉄道の沿線に位置している。1974年に Zamanglo Exploration Ltd. がムロバ蛇紋岩鉍床をニッケル鉍床の物理探鉍の際、発見したものである。

同報告書によれば、鉍石の主要鉍物はアンティゴライト ($3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) とカルサイトが主体で、トルマリン、クリソタイト、セルポファイトを含む。結晶の平均の大き

さは直径 0.2mm、比重は 2.5である。

蛇紋岩資源は三つの丘を形成しており、その概要は次の通りである。

Serpentine Hill	Hill Size, Meter			Proved and Probable Reserve, MM, Ton	Average Analysis, MgO, %
	Height	Length	Width		
South High	22.5	250	100	0.640	32.8
Middle Low	13.0	250	140	0.293	19.1
North Low	4.0	100	80	0.071	31.0
Total/Average	-	-	-	1.004	27.0

このうち South High Hillが最も大規模でMgO 含量も高く、熔鑄資源として適している。本熔鑄計画の蛇紋岩の年間必要量は約 20,000 TPY であるので、South High Hill のみの資源で優に32年間の供給余力を有するものである。

蛇紋岩の開発所要資金と製造原価は、1991年時価でUS\$ 0.96百万と US\$ 20.34/ton—乾基準と推定されている。本調査計画の熔鑄計画が認可になった際には MINEX、ZEMCO が蛇紋岩採鉱計画を実現し、熔鑄計画に粉碎蛇紋岩を供給するものと仮定し、本調査の検討を行なった。ムクシよりカフエまでの蛇紋岩の道路/鉄道輸送コストは1991年時価で US\$ 25.89 /トン—乾基準と推定される。本蛇紋岩採鉱計画は20名の従業員を雇用することになる。

MINEX による蛇紋岩資源のマグネシア含有量分布と地質学地図を図Ⅲ-2に示し、またムロバ、ムクシの地形図を図Ⅲ-3に示した。

2. 3 硫酸とその他の原料

本調査計画の過石計画には年間約 20,000 TPY の硫酸が必要である。硫酸はザンビア国内でカフエのNCZ とキトウェ近辺のチャンピシとンカナの ZCCM で生産されている。ZCCM の硫酸は、現状では精錬排ガスおよびパイライト焙焼ガスを使用し、製造される目的生産物であり、酸化銅鉱石および尾鉱の金属溶解抽出用に使用されている。年間硫酸生産量は293,000 TPY と推定される。したがって、ZCCM は過石計画に供給する余剰硫酸は無いことになるが、ZCCM は現在銅精錬工場の近代化計画を検討しており、この計画が完成すると ZCCM には外部販売可能な余剰硫酸ができることになる。この余剰硫酸の総量、

供給可能時期および価格設定については現状では明確でない。

NCZ はカフエに、ルサカの西方50kmのナンブンディエ鉱山産出のパイライトを原料とする硫酸工場を所有している。設計能力は 60,000 TPY で工場は1983年に完成した。パイライトの供給は充分あると考えられるが、1986年の稼働率は、下流部門の硫酸工場の低稼働のため半分以下であった。NCZ の硫酸バランスは1988年完成予定の改修工事後は次の如くなるものと推定される。

Sulfuric Acid Balance at NCZ, 1989	
Design Capacity	60,000 TPY
Annual Production	60,000
Consumption	
- NCZ's Captive Uses	50,075
- Ammonium Sulfate (50,000 TPY)	(39,075)
- Direct Use for Compound Fertilizer (142,300 TPY)	(11,000)
Outside Sales	
- Alum Production in Kafue	7,000
Surplus	2,925

したがって、原則的には上記条件を仮定すると、本過石計画のための硫酸供給はザンビア国内では不十分である。しかしながら、実際的には、NCZ の硫酸製造の目的が、ザンビアの硫黄欠乏土壌への硫黄補給のための化成肥料への硫黄添加であることを考えると、現状の硫酸製造用硫酸を過石製造用に転用しても製品過石中に硫黄分が残り、ザンビアの土壌に施用されるので、ザンビア農業の硫黄バランスには同一結果をもたらすことになる。

NCZ における硫酸減産に伴う窒素供給の減少は、アンモニアあるいは硝酸による化成肥料への窒素補給または輸入窒素肥料による補給により充足することが可能となるので、ザンビア経済への同一硫黄供給レベルを保持しながら（硫酸中の硫黄と過石中の石膏）現状の輸入燐肥を代替する燐肥の製造が可能になる利点がある。

上記の議論より、NCZ は国家の経済的便益が実証され、また硫酸価格いかんによっては、現状の硫酸製造用の硫酸の一部を過石製造用に転用することに同意すると考えることができる。したがって、カフエのNCZ より充分な量の硫酸が供給されると仮定し、過石製造計画を調査することとした。

しかしながら、もしNCZ が現状で硫酸供給の立場にないのであれば、硫酸供給の代替案として ZCCM からの供給あるいはNCZ の現設硫酸工場の増産について検討することになる。

硫酸が、コッパーベルト州より供給される場合でも、ザンビア国内の過石原料と製品の物流より考えると、過石工場の最適立地はカフエと言うことになる。

NCZ の硫酸製造原価については、1986年 9月時点で次表のようになっている。

Production Cost of Sulfuric Acid at NCZ, ZK/Ton - 1986		
	Actual-1986	Estimate for Full Production
Capacity Utilization, %	42	100
Production Cost, ZK/Ton-1986		
- Variable Cost*	412	412
- Fixed Cost	438	184
- Financing and Administrative Overheads	94	39
Total Cost	944	635

Sales Realization	1,407	-
Sales to Chem. Engg. Supply Ltd. (Alum Production in Kafue)	1,130	-

* Pyrite is priced ZK420/Ton in 1986 and unit consumption is 0.90 TPT for sulfuric acid production.

その他の原料であるアンモニア、硝酸および炭酸ガスはザンビア国内ではカフエのNCZのみにて供給可能である。本計画への原料供給量については、第Ⅲ編第1章に示すごとく、充分なる供給余力がある。

第3章 製造試験

3.1 燐精鈳

MINEX との協議に基づき、1986年11月28日チレンブエにおいて代表燐鈳石試料 220kgを採取し日本に持ち帰り燐精鈳製造のための詳細分析を行ない、更に得られた燐精鈳を熔燐と過石の製造試験に供した。

鈳石の直径は約10cmで平均分析値は P205 18.6%であった。鈳石は80メッシュ網通過50%の粒度に粉碎し、苛性ソーダ、水硝子およびスウェーデンのKenoGard AB 製造の脂肪酸系陰イオン誘導体のLilaflof-BS 浮選助剤を使用し、浮選法にて濃縮し燐精鈳を得た。製造プロセスは粗浮選と精浮選の組み合わせで、P205濃度 33.69%の燐精鈳を、燐酸分回収率97.2%の収率で得ることが出来た。浮選は 1.0kgの鈳石を使用する囲分式操作法を用い、燐精鈳60kgを製造し種々の製造試験を行なった。

製造試験結果は表Ⅲ-8に纏めた。ザンビアにて採取した蛇紋岩、ドロマイト、珪砂の分析値および物性も同時に表Ⅲ-8に示した。

分析の結果によれば、得られた燐精鈳の P205 品位ならびに浮選回収率とも充分高いことが判明した。蛇紋岩のMgO とSiO₂分析値も高く熔燐製造原料として適した特性を有している。ドロマイトおよび珪砂の分析値も熔燐製造に適していることが実証されたが、蛇紋岩の方が熔燐製造用に経済的であるため、これらの原料について、これ以上の熔燐製造用原料としての評価試験は行わなかった。

燐精鈳の主要鈳石はX線回析および化学分析の結果弗素アパタイト [3Ca₃(PO₄)₂・CaF₂] と水酸化アパタイト [3Ca₃(PO₄)₂・Ca(OH)₂] であり、石英 (SiO₂) および角閃石 (2CaO・5MgO・8SiO₂・H₂O) が混在していることが実証された。

回収された燐精鈳の分析値は乾基準で 33.69% P205 および 46.18% CaOであり、燐肥の製造試験はこの燐精鈳を用いて行われたが、チレンブエの燐精鈳計画のプロジェクト・ライフを通じての設計上の余裕より、燐肥計画設備の概念設計にあたっての燐精鈳の基準分析値として 30.00% P205 および 41.11% CaOの数値を採用することとした。

3. 2 熔 成 磷 肥

ザンビアのチレンブェ燐鉱石より回収された燐精鉱およびムクシの蛇紋岩を使用して熔成燐肥（熔燐）の製造試験を行なった。日本では主に米国のフロリダ燐精鉱より熔燐が商業的に製造されているため、ザンビアのチレンブェ燐精鉱と米国フロリダの燐精鉱との対比試験を行なうよう試験設計がなされた。

粒度分布と弗素含量を除き、米国とザンビア産の燐精鉱の鉱物組成は類似している。ザンビア産燐精鉱は粒度が極めて小さいが、熔燐製造にあたって電気炉の電気放電法を調節工夫し、熔燐熔融物で原料粉状物を覆うことにより、ザンビア産燐精鉱でも粒状化工程なしに、熔燐製造用原料として使用可能であることを技術的に確認した。

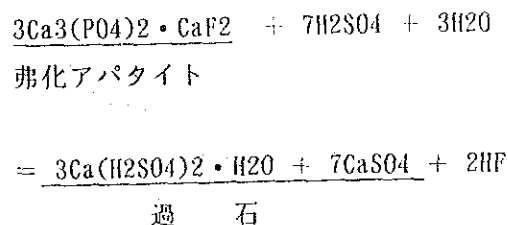
製造試験は、7kg容量の回分式小型電気試験炉で1,300℃の温度で50分間原料を熔融反応させ、熔融物を水槽中の水に投入し急冷させることにより硝子状の熔燐製品を得る方法で実施された。得られた製品の燐酸分のくえん酸可溶性は充分高い値を示した。ザンビア産製品と日本産製品の化学分析とX線回折試験の結果は両者の間に差異は認められなかった。

熔燐の製造試験の結果は表Ⅲ-9に纏められ、その結果より本調査の熔燐製造工場の概念設計が行なわれた。

チレンブェとフロリダ燐精鉱と、この燐精鉱より製造された熔燐のX線回折図を図Ⅲ-4に示した。両製品はともに均一組成の急冷硝子状態を示し、製品中の燐酸分のくえん酸溶解度も充分高いものと考察された。

3. 3 過 磷 酸 石 灰

過燐酸石灰（過石）は燐精鉱と硫酸原料の反応生成物であり、その生成反応は弗化アパタイトの場合は次式で示される。



ある種の火成性燐鉱は反応性が低く、高い燐酸分溶解性を示す過石を製造することが困難な場合があることは広く知られている。

過石の製造試験は、世界的に米国のフロリダ燐精鉱から過石が広く製造されていることに鑑み、チレンブエ燐精鉱とフロリダ燐精鉱の対比試験を行なうこととした。

予備試験の結果より、ザンビア燐精鉱が低反応性であることが確認されたので、原料は微粉碎して使用することとした：フロリダ燐精鉱の200メッシュ通過80%に対し、ザンビア燐精鉱は200メッシュ通過90%とした。製造試験は、100gの燐精鉱原料を使用する回分試験法で行ない、反応後28日間の熟成期間後の製品物性を最適化する反応条件を見出すこととした。主な製造試験要因は次の通りである：

- 燐精鉱の粒度分布
- 原料硫酸使用量
- 原料硫酸濃度
- 反応温度

製造試験結果は表Ⅲ-10に纏めたが、この試験結果を本調査計画の過石製造工場の概念設計の基礎として使用することとした。

製造試験の結果より、ザンビアのチレンブエ燐鉱石より回収された燐精鉱を使用しても、標準銘柄の過石製品が製造可能であることが確認された。

チレンブエ燐精鉱はフロリダ燐精鉱に比較し反応性が低いため、反応を完結させ、更に反応生成物を固化させるためには、高い反応温度とデンにおける長い滞留時間を必要とすることが留意されねばならない。

原料燐精鉱を微粉碎するか、少量の石灰石を反応の際に添加し発生する炭酸ガスの混合作用による反応促進を図ることが可能である。ザンビア産製品の物性はフロリダ産の標準製品とほぼ同一の仕様である。

第4章 工場建設地の選定と用役供給

4.1 代替候補地

ザンビアにおける1986年11月から12月までの現地調査の際、INDECOと協議して本計画の磷酸肥料工場建設予定候補地として四ヶ所を予備選定した。代替候補地選定の際に検討された主要因は原料と製品の輸送、工業用水や電力などの用役供給ならびにインフラストラクチャの整備状況と従業員の技能水準に関する現状と将来の展望である。

ザンビアにおける予備選定された代替候補地は次の通りである：

代替候補地	位置
(1) カフェ	NCZ の南西部
(2) カブエ	チマニマニ村
(3) ドラ	工業用地
(4) キトウェ	工業用地

現地調査の際に、工場製品代替案と工場用地選定の基本的条件については次の通り考慮した：

Product Alternatives	Process Plant	Raw Material, TPD		Utility Supply			Site Area m ²
		Phosphate Concentrate	Others	Electricity MW	Raw Water TPD	Fuel TPD	
(1) FMP	Electric Furnace	117	77 -Serpentine	8.0	1,000	10	50,000
(2) FMP	Open Hearth Furnace	117	77 -Serpentine	1.5	1,000	35	50,000
(3) SSP	Acidulation	117	71 -Sulfuric Acid	0.5	1,000	5	50,000
(4) TSP	Phos Acid	117	70 -Sulfuric Acid	0.5	1,000	5	50,000
(5) DAP	Phos Acid	117	105 -Sulfuric Acid, 16-NH ₃	0.5	1,000	5	50,000
(6) NP	Crystallization	117	45-NH ₃ , 145-HNO ₃ , 55-CO ₂	1.5	1,000	15	50,000

これらの代替候補地の地図を図Ⅲ-5に表示し、用地の一般説明を以下に記述する。

4.1.1 カフエ

カフエはルサカ南方44kmの Great North Road と ZR 鉄道の沿線に位置し、工場団地を有する。工場団地内には、既設の工場として NCZ (ザンビア唯一の肥料工場であり、また同国の最大級の工場規模を有する。工場面積 390,000㎡、1987年の従業員数は 1,120名)、Bata (Zambia) Bata Shoe Co., Ltd., Kafue Reinforced Plastics Ltd., Kafue Textiles of Zambia Ltd. および Chemical and Engineering Supply Ltd. などの工場がある。

本調査計画の工場候補地は、NCZ の現有地南西部に位置し、NCZ は用地の将来利用計画を持っていない。この用地は鉄道側線、道路、カフエ河からの原水採取 (3 km) および ZESCO の配電所、また工場団地内の発達した工業インフラストラクチャに近い点でも利点が認められる。硫酸の供給は、NCZ よりパイプラインで供給を受けることが可能であり、製品の過石は隣接するNCZ ヘベルトコンベヤーで運搬し、NCZ の化成肥料工場に供給できる利点もある。この用地の地耐力は 5.0 Ton/㎡と推定される。

4.1.2 カブエ

カブエはルサカ北方 138kmの Great North Road および ZR 鉄道の沿線で、ルサカとコッパーベルトの中間点に位置する。カブエはまた、ザンビアの地理的重心点でもある。カブエには ZCCM の亜鉛精錬工場、General Pharmaceutical Ltd., Kabwe Industrial Fabrics Ltd. その他の既設の工場が稼動している。

本計画工場用地としては、カブエの中心地より 5.0kmの ZR 鉄道沿線のチマニマニ村が適していると判断した。ZESCO のカブエ配電所までの距離は 3.0kmと接近しているが、この地域の用水供給能力は30,000 TPDと限定されている。

現在、イタリア政府との二国内援助協定によりムルングシ河に貯水ダムの建設計画が進行している。このカブエ地区の表層水資源開発計画によれば、この計画の第一期工事により1989年に 40,000 TPD の用水を供給することが出来るし、第二期工事では更に 40,000 TPD の供給が可能となる。カブエの1980年の人口は 140,000であった。

4.1.3 ンドラおよびキトウェ

ンドラとキトウェはコッパーベルト州の工業の中心地で、1980年の人口は、各々280,000と315,000名であった。両地には充分なる用役の供給余力と発達した輸送インフラストラクチュアもあり、ザンビア国内で最も高度の技術水準にある。用水はカフェ河より供給される。

ンドラおよびキトウェ地区のZCCMは、将来ZCCMの精錬工場の改修工事を実施するならば、本調査計画の過石工場計画に硫酸を供給できる可能性がある。

4.2 代替候補地の比較と選定

4.2.1 用地条件

燐肥工場用地として予備選定されたカフェ、カブエ、ンドラおよびキトウェの四候補地とともに、燐精鉱と蛇紋岩の供給地であるチレンブエおよびムクシの用地条件を調査し、最適工場用地の選定を行なうとともに本調査計画の概念設計の基礎とした。

調査項目は、用地の一般記述、土質条件、気象条件、労働力、原料と製品の物流施設に関するものを含めた。これらの基礎データの比較結果を総括し表Ⅲ-11に示した。

更に、電力供給条件と価格体系、原水条件と価格および各候補地への接近道路および鉄道側線の新增設に要する所要資金を求め、表Ⅲ-12に示した。

4.2.2 インフラストラクチュア

(1) 鉄道

ザンビアには二つの鉄道網がある： Zambia Railways Ltd. (ZR) および Tanzania - Zambia Railway Authority (TAZARA)である。

ZR はリビングストンの Victoria Fall Bridge を起点とし、チュマ、カフェ、ルサカ、カブエと北上し、カピリ・ムボシにて TAZARA と接続し、更に北上しコッパーベルト州のンドラ、キトウェ、チャンビシおよびチンゴラに及び全長 1,273km の路線を有している。

TAZARA はタンザニアの Dar-es-Salaam港を起点として、モロゴロ、イリング、マベヤを経由し、ザンビア国内に入りナコンド、マピカを経てカピリ・ムボンにおいて ZR と接続し、全長 1,859kmの路線を有する。

鉄道網はザンビアの最も重要な輸送インフラストラクチャであり、貨物および旅客輸送に広く活用されている。産業資材の鉄道運賃は道路運賃に比較して安価である。本調査計画の工場建設機器・資材輸送には Dar-es-Salaamからの TAZARA 鉄道が使用され、原料の蛇紋岩は TAZARA のルンセムファ駅で荷積みされ ZR で工場まで輸送される。更に製品の燐肥輸送にあたっては ZR および TAZARA 鉄道が広く使用されるものと考えられる。

鉄道貨車の重量制限は機器については 44 Ton、資材は 40 Ton また包装肥料については 36 Ton であり、貨物サイズの制限は高さ2.95mまた長さは11.3mである。

ZR と TAZARA の1987年 1月の運賃は次の通りである：

Distance, km	ZR			TAZARA
	Machinery	Minerals	Bagged Fertilizer	General
50	1.12	0.65	-	1.00
100	0.61	0.35	0.29	0.50
200	0.48	0.25	0.20	0.30
500	-	-	0.16	0.20
1,000	-	-	0.14	0.15
1,500	-	-	-	0.13

両鉄道の概略の営業状況を下に示し、また鉄道網のルートマップを図Ⅲ-6に示した。

Items	ZR	TAZARA
Total Length, km	1,273	1,859
Gauge, m	1,067	1,067
Passengers, Millions-1985	1.8	1.16
- Passenger-km, Million	434	-
Cargoes, Ton-Millions-1985	4.9	0.98
- Ton.km, Million	1,403	-
Locomotives	79	102
Passenger Coaches	88	100
Cargo Wagons	6,800	2,150

(2) 道路

ザンビアの1983年の道路全長は37,000kmであり、このうち5,708kmが舗装道路、また8,645kmが砂利敷き道路である。

1983年の全自動車数は125,000台であり、このうち政府機関所有が15,000台、また110,000台が民間所有である。

道路輸送量の成長率は鉄道輸送量の成長率より高い。ザンビアにおいて輸送料金は道路輸送の方が高いが、道路インフラストラクチャの整備と急速輸送の利点のため道路輸送の伸びが高い。

簡略化された道路網を図Ⅲ-7に示す。チレンブエの隣精鉱は同地域に鉄道網がないことより、唯一の輸送手段が道路網であることに留意する必要がある。ザンビアには道路輸送企業が長期契約で貨物輸送に従事しており、Contract Haulage Ltd., ZIMCOおよびManica Freight Services (Zambia) Ltd.などの専門企業がある。1987年時点の長期契約による大口輸送の運賃はZK 0.80 / Ton - kmと推定されるが、この単価は100km以上の長距離輸送の場合には鉄道輸送に比し著しく高いものである。鉄道と道路の運賃比較を図Ⅲ-8に、また両者の複合輸送モードの輸送距離を図Ⅲ-9に示した。

(3) 航空路

ザンビアの全飛行場数は18ヶ所あり、このうち国際空港はルサカ、ソドラおよびリビングストンの3ヶ所である。飛行便数、旅客数、空路貨物と郵便は1982年において42,700便、677,000名および15,900 TPYである。

航空路網と主要空港を図Ⅲ-10に示した。

(4) 電力供給

ザンビアの発電容量の99%以上はカフェ河とザンベジ河の水力発電に依存している。主要水力発電所は次の通りである：

Major Hydroelectric Power Plant in Zambia

Location	Capacity MW	Completion Year
Victoria Falls	108	1938, 68, 72
Kafue Gorge	900	1972, 77
Kariba North	600	1976
Sub-Total	1,608	

電力の内需のうち三分の二はコッパーベルト州の鉱山および精錬事業で消費されている。内需の過去10年間の増加率は 2.0%であるが、水力発電施設の増設については次の計画がある：

Major Hydroelectric Power Plant Expansion in Zambia

Location	Capacity MW	Completion Year
Kariba North	300	1994
Itezhi-tezhi	80	1996
Kafue Stage	450	1997
Sub-Total	830	

ザンビアの電力の発電と送電は ZESCOが統制しており、電力料金は固定費、従量料金とエネルギー料金の合計として計算されており、更にこの料金に政府の販売税が15%加算されることになる。

表Ⅲ-13には電力の財務的料金体系と Long run marginal cost とともにジンバブエに対する電力輸出価格と販売税金体系ならびに電力消費セクター別電力収入を総括した。

電力の価格体系については、ジンバブエへの輸出価格が最も低く、次にCPC/ZCCM向け工業用バラク料金、工業用、商業用および家庭用料金の順位となっている。

ジンバブエへの輸出料金は国内工業用料金に比し税前で36%、税後で32%である。電力の Long run marginal cost (1987年固定価格での1994年価格)は現状の料金体系より著しく高く、工業料金の税前の 5.2倍また税後の 4.5倍である。

これらの要素については、ザンビアの計画に関する財務および経済分析に反映されなければならない。ZESCOの主要発電および送電系を図Ⅲ-11に示した。本計画の熔燐製造に要する電力は8MWであり、現在のZESCOの余剰電力に比し僅少と考えられる。また、その価格は火力発電に依存する他の国々に比較し著しく低い。

(5) 原水供給

ザンビアにおける主要原水供給源はザンベジ河、カフエ河、ルアングワ河およびチャンベシ河である。本調査の燐肥工場計画の所要用水量の1,000 TPDはカブエを除くカフエ、ンドラおよびキトウェにおいてはその供給余力に比し極めて小さなものである。

カブエにおいても、ムルングシ河の貯水ダムが1989年に完成すれば、充分なる用水供給が可能である。カフエ河の代表的原水分析値を次に示す：

Raw Water Analysis at Kafue River	
Items	Analysis, ppm
Total Suspended Solid	255
Cl	13
SO ₄	20
BOD	40
Total Hardness	112
pH	7.65

4.2.3 環境基準

ザンビアにおける排水水質基準は1985年の地域カウンスルにより規定されており、その概要を表Ⅲ-14に示した。その主要環境基準は本計画調査に関するものとしては、公共排水系に排出される排水中の燐は45 ppm、また弗素は30 ppmとなっている。現状では大気への廃ガスの排出基準は存在しない。

米国、日本およびザンビアの工業廃水、廃ガスの排出基準の比較を表Ⅲ-15に纏めた。本調査計画の基本設計に着手する前に、これらの米国、日本および西欧工業国の環境基準を参照しながら、詳細な環境基準とそのアセスメントの調査を行なうことが必要である。

4.2.4 原料と製品の輸送コスト

本調査計画の工場立地として予備選定された四立地は各々特徴があるが、カフエが用水供給の点で現状では不利な点があるが、カフエ、ンドラとキトウェはほぼ同一の用役供給、インフラストラクチャ整備状況および技能水準にあると言える。

工場用地選定の最も重要な要因は、原料と製品の輸送コストである。熔燐製造にはチレンブエより約 40,000 TPY の燐精鉱とムクシより 20,000 TPY の蛇紋岩と 50,000 TPY の製品輸送が必要である。一方、過石の製造にはチレンブエより約 40,000 TPY の燐精鉱、カフエのNCZ より 20,000 TPY の硫酸とともに 57,000 TPY の製品をカフエのNCZ に輸送することが必要となる。

原料と製品の輸送コスト比較のため、製品の輸送先をザンビアの現状の燐肥消費に基づき仮定した。最大の需要地はモンゼ、チパタ、ルサカとカフエである。鉄道および道路輸送料金と荷積み・荷おろしおよび積み替え料金を仮定し、各工場用地候補地について原料と製品の年間輸送料金額を計算し、表Ⅲ-16に示すとともに以下に総括した：

Sites and Annual Transport Cost, ZK, MM-1987

	Kafue	Kabwe	Ndola	Kitwe
Fused Magnesium Phosphate				
- Phosphate Concentrate	18.1	21.1	26.9	28.2
- Serpentine	3.5	3.1	3.2	3.3
- Product	7.8	8.5	10.7	11.4
- Annual Transport Cost	29.4	32.7	40.8	42.9
- (Unit Transport Cost, ZK/Ton) (583.3)		(648.8)	(810.5)	(851.4)
Single Super Phosphate				
- Phosphate Concentrate	18.1	21.1	26.9	28.2
- Sulfuric Acid	0.2	1.1	1.7	1.8
- Product to NCZ	0.0	3.1	4.7	5.2
- Annual transport Cost	18.4	25.4	33.4	35.2
- (Unit Transport Cost, ZK/Ton) (321.1)		(443.8)	(583.4)	(614.6)

総合的な運賃額は、カフエが最低でキトウェが最高である。製品輸送先としては熔燐は最終需要地、また過石はNCZの化成肥料造粒工場と仮定した。しかしながら、この分析により製品輸送先は最終需要地であろうとNCZであろうが、いずれの場合も総合的な年間運賃はカフエが最低となることが判明した。製品のカフエよりの輸送先の加重平均地域への平均運賃は ZK 155.2 / Ton-1987となった。

したがって、原料と製品の運賃の最適化の点で、本調査計画の磷肥工場立地はカフエとすべきであると結論される。原料の磷精鉱はチレンブエよりカフエに道路輸送されるべきであり、カフエはチレンブエに最も近距離に位置し、同時にカフエはザンビアの磷酸肥料需要地の中心地へ最も近距離に位置している。用役供給、インフラストラクチュアおよび技能水準の点では、カフエの原水供給が窮屈である点を除きカフエ、ンドラおよびキトウエはほぼ同一条件にあると言える。カフエ立地はNCZの確立された肥料工場操業の点でも有利である。同地では本調査計画の磷肥工場の用役供給、工場保全と操業のみならず工場建設段階の計画監理および操業の支援・協力が得られる点でも有利である。

第5章 計画の概念設計

5.1 設計の基礎条件

本計画調査において、三つの独立個別工場計画の調査および分析が行なわれることになる。すなわち、チレンブエ立地の燐精鉍計画である上流計画一つと、カフェ立地の熔燐計画と過石計画の下流計画の二つである。

この他に、上流計画に小規模のムクシ立地の蛇紋岩計画があるが、計画の所要資金も少額であることから MINEXによる独立計画であるとして、カフェ立地の熔燐工場計画に対し原価で粉碎蛇紋岩を供給するものと仮定した。

原理的には、燐精鉍工場も1985年に MINEXにより計画調査が完了しており、MINEX は INDECOの本調査計画である下流燐肥工場計画に対し、財務的存立可能な価格で燐精鉍を供給するために、独立の計画を推進することになっており、本調査計画の二つの下流計画からは独立していると言える。

しかしながら、実際的には上流計画からの燐精鉍はザンビアにおいて下流計画が実現しない場合は販売先のない非取引対象商品となることになる。したがって、上流計画と下流計画は統合された一つの計画として財務・経済分析を行ない、投資収益率とともに資金繰りおよび費用と便益の比較が行なわれなければならない。燐精鉍の適正転移価格は上流計画と下流計画が同一の投資利益率を実現するものと定義されることになろう。したがって、この転移価格は、熔燐あるいは過石などの各下流計画に特有のものとなろう。

もし、燐精鉍の転移価格が高すぎて下流部門計画が財務的に存立しない場合には、輸入燐精鉍価格を使用して下流計画の調査を行なわなければならない。しかしながら、このような調査の手法には矛盾があるとも考えられる。何故なら、チレンブエの燐精鉍の調査目標は単なる輸入燐精鉍価格より、財務的ならび経済的に便益の高い国産燐精鉍の開発を目的としたはずである。販売先のない商品の市場価格は、本調査計画の原料として財務的経済的存立可能な価格を意味するとは限らない。

これらの諸計画の関連は図Ⅲ-12に明示した。

全計画はチレンブエにおいて、1991年7月1日にプロジェクト・ライフを15年間として35,181 TPY --乾基準の能力を有する燐精鉍の生産計画が開始されるとの前提により計画

が立案されている。しかしながら、カフェ立地の磷肥製造はチレンブエの可採磷鉍石の確認埋蔵量に限度があるためザンビアの現在の磷肥消費量の二分の一から三分の一の生産に止まることになる。

5. 2 磷精鉍計画

上流部門計画である磷鉍石採鉍・選鉍計画の調査と概念設計は1985年に完了している。この計画の簡略化されたプロセス構成は図Ⅲ-13に示した。本計画はチレンブエに立地し、332,400 TPYの磷鉍石を採掘・選鉍して30.00 % P2O5、41.11 % CaOの品位の磷精鉍を年間 35,181 TPY - 乾基準生産するものである。磷精鉍は12%の自由水分を含み、カフェまで 541kmの距離を長期運送契約に基づき道路輸送されるものとした。

本計画の操業には 117名の従業員を必要とし、その組織表と配員計画を表Ⅲ-17に示した。計画実施案は1989年 7月の工場建設契約締結、1991年 7月 1日の商業生産開始を前提としている。計画実施スケジュールを図Ⅲ-14に示した。本計画の概念設計の詳細については1985年完成の資源開発計画調査報告書を参照されたい。

5. 3 熔成磷肥計画

本工場計画はカフェ立地で、チレンブエからの 35,181 TPY - 乾基準の磷精鉍とムクシからの 19,103 TPY - 乾基準の蛇紋岩により最終製品である熔磷 50,400 TPY を製造するものである。

総合的物質・用役バランス、製品仕様と製品量は表Ⅲ-18に示した。プロセス・フロー図と工場配置図を図Ⅲ-15およびⅢ-16に示した。工程は、まず搬入された磷精鉍を乾燥し、粉碎蛇紋岩と一定比率で混合され電気炉にて完全に熔融・反応する。熔融物は高速水流中に落下し急冷粉碎された硝子状磷酸塩となる。湿製品は更に乾燥され包装の上、磷酸肥料単肥製品として出荷される。

製品の仕様はC-P2O5 20.11%、C-MgO 14.05%およびS-SiO2 26.16%を含み、製品中の磷酸塩のくえん酸可溶率は99%以上の数値を示している。原料磷精鉍中の弗素は弗化カルシウムとして、シックナー・スラリーの形で回収される。

プロセスの様式は図Ⅲ-17に示した。本工場計画の操業と保全のためには83名の従業員を必要とし、その組織表と配員表は表Ⅲ-19に示した。計画の実施スケジュールは1989年 7月の工場建設開始、1991年 7月 1日の商業生産開始を予定しており、その詳細を図Ⅲ-

18に示した。

5. 4 過磷酸石灰計画

本工場計画はカフェ立地で、チレンブエよりの燐精鉱 35,181 TPY - 乾基準とともに NCZ から供給される 19,850 TPY の硫酸を使用し、最終製品として 57,205 TPY の過石を製造するものである。

総合的物質および用役バランス、製品仕様および製品量は表Ⅲ-20に示した。プロセス・フロー図と工場配置図を図Ⅲ-19およびⅢ-20に示した。工程は、まず搬入された燐精鉱を乾燥および粉碎し、一定割合の硫酸と混合し、混合機および移動デンで分解反応と固化反応を完結させるものである。固化した反応物は高温状況で28日間以上熟成貯蔵される。熟成反応物は、更にカッターにて切削粉状としてカフェ立地のNCZの化成肥料造粒工場にベルトコンベヤーにて輸送される。

製品仕様は、Av-P205 17.20%、W-P205 15.15%で製品中の燐酸塩の可給態可溶率は96%以上である。燐精鉱中の弗素は弗化カルシウムとしてシックナー・スラリーの形で回収される。

プロセスの様式は図Ⅲ-21に示した。本工場計画は操業および保全のために74名の従業員を雇用することになる、その組織表および配員表は表Ⅲ-21に示した。計画実施のスケジュールは図Ⅲ-22に示したように、建設工事開始を1989年7月、また商業運転開始を1991年7月1日と予定している。

5. 5 統合計画

総合的計画の財務および経済分析・評価を行なうためには、統合計画を策定することが必要である。統合計画には二つあって、燐精鉱計画と熔燐工場計画の統合された計画および燐精鉱計画と過石工場計画の統合された計画である。

上流部門計画と下流部門計画の統合は、各単独計画の物質収支および実施計画を連結可能な型で立案策定してあるため、比較的単純作業で統合可能である。統合計画作成にあたっては従業員数、運転資金および製品販売経費についても加成性が成立すると仮定した。

燐精鉱のチレンブエからカフェまでの道路輸送費は燐精鉱原価要素のうちの用役と運賃原価として変動費に計上し、統合計画においては転移価格の変動費に計上することとした。

統合計画の範囲については図Ⅲ-12に示した。磷精鈦の適正転移価格については、上流部門と下流部門計画の税後の内部収益率が等しくなるような価格を逆算して求めることとした。

Table and Figure

for

Part III

TECHNICAL STUDY OF THE PROJECT

Table III-1 to Table III-21

and

Figure III-1 to Figure III-22

Table III-1 MAJOR FACILITIES OF NITROGEN CHEMICALS OF ZAMBIA LTD AT KAPOE

Construction Phase	Process Plant and Design Capacity, TPD (TPD)										Raw Materials and Utilities Plant				Completion Date	Contractors
	NH ₃	NA	SA	AN	AS	CF	MeOH	CO ₂	Coal TPD	Pyrite TPD	Water TPD	Electricity City MW	Steam TPH			
1. Plant I - Original	30,000 (95.3)	50,000 (172.4)	-	60,000 (205.5)	-	-	-	-	65,000 (stand-by)	-	6,000	13.0	27.0	May 27, 1970	Kobe Steel Ltd., Japan	
2. CO ₂ Plant	-	-	-	-	-	-	1,000 (3)	-	-	-	-	-	-	August, 1979	Ube Industries Ltd., Japan	
3. Plant II - Expansion	66,000 (220)	70,000 (212)	-	80,000 (242)	50,000 (151) CF "A"	142,320 (432) "C" 1,220 "D" 11,200 "R" 48,000 "V" 22,600 "X" 4,900 "Y" 54,400	1,650 (5)	-	191,700	-	12,000	40.0	44.0	October 20, 1982	Klockner Industrie -Anlagen GmbH, (Krupp-Koppers, Spie- Batignolles, Zublin, Indumont and C&P Chimie), Federal Republic of Germany	
4. SA Plant	-	-	60,000 (182)	-	-	-	-	-	-	40,000	3,600	3.0	-	September 28, 1983	Kobe Steel Ltd., Japan	
5. Rehabilitation of Plant I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	July 8, 1986	Kobe Steel Ltd., Japan	
6. Renovation of Plant II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(December 31, 1988)	Klockner Industrie -Anlagen GmbH, Federal Republic of Germany	
Total	96,000 (315.3)	120,000 (384.4)	60,000 (182)	140,000 (447.5)	50,000 (151)	142,320 (432)	1,650 (5)	1,000 (3)	191,700	40,000	21,600	46.0	71.0	-	-	

Notes: 1) Coal (C: 69.48, VM: 21.78, Ash: 17.18) from Maamba Collieries Ltd., Maamba is supplied by railways of ZR at NCZ.
2) Pyrite (S: 45%) from ZCCM, Nampundwe is supplied by truck on road at NCZ but occasionally by railways of ZR transshipped at Lusaka siding.

Table III-2 COMPOUND FERTILIZERS PRODUCTION AT NITROGEN CHEMICALS OF ZAMBIA LTD IN KAPUE

Product Code	Nutrient Analysis, %											Raw Material Consumption, kg/Ton											Major Crops
	T-N	AV-P ₂ O ₅	S-K ₂ O	T-S	S-B	Moisture	NH ₃	AN	SA	AS	DAP	TSP	SSP	MOP	SOP	Borax	Coating	Total					
"A"	G*	2.0	18.0	15.0	9.0	0.1	3	Wt 8	29	-	21	-	213	455	-	296	9	10	1,041	Tabacco			
	C*	2.1	18.0	15.2	12.0	0.1	-	NPK 6.6	10.0	-	4.4	-	99.0	80.5	-	152.4	-	-	352.9				
								SB -	-	-	5.1	-	4.3	59.2	-	51.6	1	-	121.4				
"C"	G*	6.0	18.0	12.0	9.0	0.1	3	Wt 6	87	-	126	-	275	288	50	178	9	10	1,029	Tabacco			
	C*	6.3	18.0	12.2	10.5	0.1	-	NPK 4.9	30.0	-	28.5	-	127.9	51.0	30.5	91.7	-	-	364.5	(Virginia, Surley), Cotton			
								SB -	-	-	30.9	-	5.5	37.4	-	31.2	1	-	106.0	(B Deficient Soil)			
"D"	G*	10.0	20.0	10.0	11.0	0.0	1	Wt -	145	32	237	15	408	-	-	197	-	10	1,044	Maize, Cotton			
	C*	10.3	19.7	10.2	11.2	0.0	-	NPK -	50.0	-	49.8	2.7/7.0	189.7	-	-	101.5	-	-	400.7	Potatoes, 111.7 Vegetables, Tabacco Seed Bed			
								SB -	-	10.4	58.1	0.5	8.2	-	-	34.5	-	-	111.7				
"R"	G*	20.0	20.0	0.0	11.9	0.0	1	Wt -	116	-	463	423	-	-	-	-	-	10	1,012	Maize			
	C*	21.4	19.7	0.0	12.6	0.0	-	NPK -	40.0	-	97.2	77.4/197.0	-	-	-	-	-	-	411.6	(Kafue Basin, K2O Sufficient Soil), Cotton, Irrigated Lucerne			
								SB -	-	-	113.4	12.7	-	-	-	-	-	-	126.1				
"V"	G*	4.0	18.0	15.0	9.0	0.1	3	Wt 6	58	-	76	-	259	331	63	222	9	10	1,034	Tabacco			
	C*	4.1	17.9	15.3	10.6	0.1	-	NPK 4.9	20.0	-	16.0	-	120.4	58.6	38.4	114.3	-	-	372.6	(Virginia, Turkish), Fruit (Orchards)			
								SB -	-	-	18.6	-	5.2	43.0	-	38.9	1	-	106.7				
"X"	G*	20.0	10.0	5.0	11.0	0.0	1	Wt -	261	-	427	153	59	-	-	99	-	10	1,009	Maize, Cotton			
	C*	20.8	9.9	5.1	12.8	0.0	-	NPK -	90.0	-	89.7	28.0/71.1	27.4	-	-	51.0	-	-	357.2				
								SB -	-	-	104.6	4.6	1.2	-	-	17.3	-	-	127.7				

Notes: 1) G* = Guaranteed, C* = Calculated analysis assuming no loss during production.

2) Assumed analysis of raw materials (N - P₂O₅ - K₂O - S - B) in percentage.

NH₃ = (82.2 - 0 - 0 - 0 - 0), TSP = (0 - 46.5 - 0 - 2.0 - 0)

AN = (34.5 - 0 - 0 - 0 - 0), SSP = (0 - 17.7 - 0 - 13.0 - 0)

SA = (0 - 0 - 0 - 32.6 - 0), MOP = (0 - 0 - 61.0 - 0 - 0)

AS = (21.0 - 0 - 0 - 24.5 - 0), SOP = (0 - 0 - 51.5 - 17.5 - 0)

DAP = (18.3 - 46.5 - 0 - 3.0 - 0), Borax = (0 - 0 - 0 - 11.3)

3) Compound fertilizer plant capacity is 142,320 TPD (24 TPH) or 576 TPD but 20 TPH or 480 TPD for "C". The dimension of major equipment: drum granulator (3.0mD x 6.0mL, 150 TPH, 75 kWh, 7RPM) and drum dryer (3.3mD x 25.0mL, 150 TPH, 160kWh, 3RPM). The plant was designed by Cdf Chimie, France.

4) Major product grades at NCZ are "D", "R" and "X", but "A" and "V" have never been produced up to 1987.

5) The standard method of NPK analysis at NCZ is Cdf Chimie Central Lab Methods (T-N, A-N, N-N, T-P₂O₅, S-P₂O₅, C-P₂O₅, W-P₂O₅, S-K₂O, Free Moisture) and AOAC Method-12th Edition, 1975 (T-N, A-N, N-N, T-P₂O₅, W-P₂O₅, S-P₂O₅, AV-P₂O₅ (pH = 7, SP Gr = 1.05), S-K₂O, T-S (0.3), Free Acidity.

6) The particle size is 95% (2/4 mmD) and 5% (1/2 mmD) and packaging in 50 kg net in PP woven and PE liner bag.

Table III-3 ORGANIZATION AND PERSONNEL AT NITROGEN CHEMICALS OF ZAMBIA LTD

Organization	Function	Personnel							Total
		Managing Director, General Manager	Manager	Supervisor	Foreman, Superintendent, Engineer	Clerk, Technician	Typist, Operator		
1. Top Management and Board	Development Policy, Integration with government	(2)	-	()	()	()	()	()	(12)
- Managing Director	Management of Rehabilitation Project and Operation	1	-	-	-	-	-	-	1
- Marketing	Marketing and Sales Strategies	-	-	-	-	-	-	-	4
- Auditing	Rehabilitation Contracting	-	-	-	-	-	-	-	6
- General Manager	Coordination of Plant Operation	1	-	-	-	-	-	-	1
- Management Committee	All Managers for Production Performance	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Administration	Development and Training	-	(1)	()	()	()	()	()	(194)
- Personnel and Organization	Management/General Accounting and Payroll	-	1	2	4	9	11	11	90
- Financial and Accounting	Product Sales and Raw Material Purchase	-	1	-	-	-	-	-	27
- Sales and Contracts Department	Computerisation	-	-	-	-	-	-	-	6
- Computer Science Department	Energy Control	-	-	-	-	-	-	-	6
- Energy Management	Coordination of Services	-	-	-	-	-	-	-	2
- Coordination of Services		-	-	-	-	-	-	-	65
3. Production	Gasification, Coal Handling, Utility	-	(1)	(9)	()	()	()	()	(584)
- Area I	Ammonia and Air Separation	-	-	1	4	8	36+	()	111
- Area II	NA and AN	-	-	1	14	28	76+	()	119
- Area III	SA, AS and NPK	-	-	1	18	16	64+	()	99
- Area IV/V	Storage, Packaging and Loading	-	-	1	12	16	64+	()	96
- Material Handling		-	-	1	-	-	-	()	150
- Development Works		-	1	4	-	-	4	()	9
4. Maintenance	Planning and Inspection, Tools Warehouse	-	(1)	(6)	(38)	(56)	(179)	()	(279)
- Mechanical	Mechanical Workshop and Maintenance	-	1	2	7	3	5	()	18
- Electrical	Electrical Workshop and Energy Distribution	-	-	1	16	20	110	()	147
- Instrument	Instrument Workshop and Maintenance	-	-	-	9	14	26	()	56
- Civil	Insulation, Painting, Plumber, Bricklayer	-	-	1	6	17	21	()	45
5. Chemical Laboratory	Process and Product Control, Environment and Hygiene	-	()	()	()	()	()	()	(50)
6. Total		2	4	-	-	-	-	-	1,120

Reference: Annual Wage and Salary, ZK/Man-Year
- Including social welfare and Fringe benefits

Notes: 1) Nitrogen Chemicals of Zambia Ltd. is a parastatal company and a direct subsidiary of ZIMCO since April 1, 1985. Organization and staffings are as of January 1, 1987, which are based upon the extensive organizational restructuring in 1986.

2) The table does not include the expatriates from the Operations Management Firm (OMF) under the World Bank financed project which will provide 423 man-months services from 1985 to 1989 as the Zambia-Fertilizer Industry Restructuring Project.

Table III-4 FERTILIZER CONTROL REGULATION IN ZAMBIA (1/3)

Regulation and Authority	Major Coverage	Specification																		
<p>1. The Agriculture (Fertilizers and Feed) Act ... Chapter 351 of the Law of Zambia, January 1, 1970, Zambia</p>	<p>The regulation and control of : Agricultural Fertilizers and Farm Feed on : Manufacture, Processing, Importation and Sales for: Minimum Standards of Effectiveness and Purity</p>	<p>Fertilizer : Improvement or maintenance of plant growth or soil productivity Fertilizer Control : Minister, Registering, Officer, Analyst, Inspector, Lab and Plant Sub-Standard Fertilizer : Detainment</p>																		
<p>2. The Agriculture (Fertilizers) Regulations ... Subsidiary Legislation, 1966, Zambia</p>	<p>The regulation on : Fertilizers for: Plant, Analyst and Lab, Search and Seizure, Sampling and Analysis, Limit of Variation</p>	<p>Sampling : One package/Ton-Bags and two samples/ Ton-Bulk Analysis and Statements : - Moisture (100°C, 3 hours) - T-N, A-N, A-N(+), N-N, U-N - W-P₂O₅ as P (Sample 100g/400ml H₂O, shaking for 0.5 hour) - T-K₂O as K in Chloride or Sulfate (Sample 10g/incinerated at 500°C, dissolved in diluted HCl) - T-S - T-B - Free Acid in Ammonium Sulfate Maximum Variation : - N : 1/10N, % (0.3/1.0%) - W-P₂O₅ as P: 1/20P, % (0.2/0.9%) - T-K₂O as K : 1/20K, % (0.6/1.7%) - Cl : 1/20 Cl, % - B : 1/5 B, % - S : No variation is allowed below minimum</p>																		
<p>3. Customs and Excise Act ... Chapter 662 of the Law of Zambia, July 1, 1955</p>	<p>Customs duty and surtax payable on fertilizer</p>	<p>Classification of Fertilizer:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Heading</th> <th>Fertilizer</th> <th>Duty Rate (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>31.01</td> <td>Guano and others</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>31.02</td> <td>SN,AN,CAN,AC,ASN, Urea, CMN, CCN and others</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>31.03</td> <td>Basic slag, Thermophos, Fused Phosphate, Al Ca Phosphate, SSP,DSP, TSP and others</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>31.04</td> <td>MOP, SOP, KMGs and others</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>31.05</td> <td>MAP and DAP</td> <td>30.0</td> </tr> </tbody> </table>	Heading	Fertilizer	Duty Rate (%)	31.01	Guano and others	0.0	31.02	SN,AN,CAN,AC,ASN, Urea, CMN, CCN and others	0.0	31.03	Basic slag, Thermophos, Fused Phosphate, Al Ca Phosphate, SSP,DSP, TSP and others	0.0	31.04	MOP, SOP, KMGs and others	0.0	31.05	MAP and DAP	30.0
Heading	Fertilizer	Duty Rate (%)																		
31.01	Guano and others	0.0																		
31.02	SN,AN,CAN,AC,ASN, Urea, CMN, CCN and others	0.0																		
31.03	Basic slag, Thermophos, Fused Phosphate, Al Ca Phosphate, SSP,DSP, TSP and others	0.0																		
31.04	MOP, SOP, KMGs and others	0.0																		
31.05	MAP and DAP	30.0																		

Table III-4 FERTILIZER CONTROL REGULATION IN ZAMBIA (2/3)

Regulation and Authority		Major Coverage	
4.	Zambia Bureau of Standards (ZABS) ... Ministry of Commerce and Industry (MCI), Lusaka, Zambia	Specification, Testing, Requirements, Codes, Unit, Symbols for Industrial and Agricultural Products (43 Items)	None standards so far published or studied for fertilizers at ZABS (December, 1986)
5.	Tender Document for Fertilizer ... National Agricultural Marketing Board of Zambia (NAMBOARD), Lusaka, Zambia - MF/PSB/125, March 17, 1986 - No. 2/86, April 7, 1986 - No. 3/86, May 30, 1986	Fertilizer Tender - Pricing (net weight) in US\$, CIF, Free on Rail; Kasama, Livingston, Lusaka, Mkushi or Mpika; Dar-es-Salaam, Beira or East London Liner Shipment Terms at 90 days usance basis (interest free) - Shipping Tolerance: ± 5% - Spare Bag: 2% - Bid Bond: 10% - SGS's Inspection - Agriculture Act - Size: (+)2.0mm 11% max (-)3.8mm 3% max	Fertilizer Specification: W- Fertilizer N P ₂ O ₅ K ₂ O S B Mo Zn Other Urea 46 - - - - - - - AN 34 - - - - - - - Mixture "C" 6* 18 12** 8-10 0.1 - - "D" 10* 20 10*** 10-12 - - - "R" 20* 20 0*** 10-12 - - - "V" 4* 18 15** 8-10 0.1 - - "X" 20 10 5*** 10-12 - - - Solubor - - - - - 20.5 - Sodium Molybdate - - - - - 39 - Zn Sulfate - - - - - 46 - Note: * A-N/T-N = 0.75, N-N/T-N = 0.25 ** K ₂ O(SO ₃)/K ₂ O = 0.75, K ₂ O (Cl)/K ₂ O = 0.25 *** K ₂ O(SO ₃)/K ₂ O = 1.00 Bag Specification: - Outer Bag: PP Woven Bag (50kg Net, 2.6 oz/sq. yd) - Liner : PE Bag (4 mil)
6.	Tender Document for Fertilizer ... Nitrogen Chemicals of Zambia Ltd. (NCZ), Kafue, Zambia NCZ/64/86, December 8, 1986	Pricing - FOB Unit Price - Ocean Freight to Dar-es-Salaam - Road Freight to Kafue - C&F, Dar-es-Salaam	Fertilizer Specification: Fertilizers N P ₂ O ₅ K ₂ O Moisture Analysis, (%) DAP 16-18 46-48 - - 1.0 95(1.4-3.3) MOP - - - 61 1.0 95(0.6-3.0) Bag Specification: - Outer Bag: PP Woven Bag (50kg Net, 0.56 x 1.04 120 g min) - Liners : PE (0.61 x 1.17m, 0.06mm - LDPE, 0.03mm - LDPE + LLDPE, 0.025mm - HDPE)

Table III-4 FERTILIZER CONTROL REGULATION IN ZAMBIA (3/3)

Regulation and Authority	Product Marketing	Major Coverage					
		Fertilizer Specification: Analysis, (%)					
		Fertilizer N	P ₂ O ₅ K ₂ O S	B	Moisture	Size mm	
7. Product Guide ... Nitrogen Chemicals of Zambia Ltd., (NCZ) Kafue, Zambia, March 14, 1985		AN	34.5	-	-	0.3	1-3
		AS	20.5	-	-	0.2	0.75(+)
		Compound Fertilizer					
		"C"	6	18	12	0.1	3.0
		"D"	10	20	10	-	1.0
		"R"	20	20	-	-	1.0
		"V"	4	18	15	0.1	3.0
		"X"	20	10	5	-	1.0
		Fertilizer Bag: 50 kg Net PP Woven/PE Liner					
			Analytical Method:				
		- N : T-N, A-N, N-N					
		- P ₂ O ₅ : T-P ₂ O ₅ , W-P ₂ O ₅ , Av-P ₂ O ₅ (pH 7, Sp Gr 1.05, Agitation at 65°C for 1.0 hour) S-P ₂ O ₅ (Joulje Citrate), C-P ₂ O ₅ (NF U 42 212)					
		- K ₂ O : W-K ₂ O (Water soluble at boiling temperature for 0.25 hour)					
		- S : Acid soluble sulfate					
		- Free Acidity : Acetone soluble as P ₂ O ₅					
		- Free Moisture: Vacuum drying or Karl Fisher titration					
8. Standard Analytical Method ... Nitrogen Chemicals of Zambia Ltd., (NCZ), Kafue Zambia	The fertilizer analytical method are adopted from						
	(1) CdF Chemie's Method, France (NFU) and						
9. Rapid Analytical Method ... Nitrogen Chemicals of Zambia Ltd., (NCZ), Kafue, Zambia	(2) Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 12th Edition, 1970, Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, The USA						
	The rapid analytical methods for plant control						
10. Process Design Study for the Beneficiation of Chilembwe Phosphate Ore ... Dr. Wilfred C. Lombe, School of Mines, University of Zambia (UNZA), September 1985	Analytical Methods:						
	- N : T-N, A-N, N-N						
	- P ₂ O ₅ : (H ₂ SO ₄ soluble and AgNO ₃ titration)						
	- K ₂ O : T-K ₂ O						
	Analytical Results :						
	- Av-P ₂ O ₅ : 1.3%						
	- F-P ₂ O ₅ : 3.5%						
	Not useful for direct application						
	Solubility of P ₂ O ₅ in Chilembwe Phosphate Concentrate						

Table III-5 REPRESENTATIVE MINERAL SAMPLES IN ZAMBIA

ZIMCO LIMITED
MINEX DEPARTMENT

ANNEX - 4

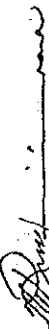
COLLECTION OF REPRESENTATIVE MINERAL SAMPLES IN ZAMBIA. DECEMBER 11, 1986

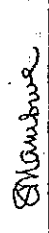
In connection with the Feasibility Study on the Establishment of Fused Magnesium Phosphate Fertilizer Plant in the Republic of Zambia, the JICA Study Team, INDECO (Counterpart Agency for the Study) and MINEX formed a collaboration group to take representative mineral samples which are required for the production tests as well as evaluation studies on phosphate fertilizers in Japan.

Based on the available information regarding the mineral reserves and on-the-spot geological observations, the following samples were taken and packaged to send to Japan as the representative samples for the study. The sampling was undertaken under direct supervision of the Group.

<u>Minerals</u>	<u>Sample Weight</u> Kg	<u>Sampling Point</u>	<u>Sampling Date</u>
Phosphate Ore, Chilembwe, Eastern Province			
1.	50.0	Ore Body -1 Trench Crossing Point	November 28, 1986
2.	180.0	Ore Body -2 South and Middle Trench	November 28, 1986
3.	20.0	Ore Body -4, Trench	November 27, 1986
Sub-Total	250.0		
Serpentine, Muloba, Mkushi, Central Province			
1.	20.0	Top Surface of South High Hill	December 01, 1986
Silica Sand, Kapiri Mposhi, Central Province			
1.	1	Quarrying at Kapiri Glass Product Ltd.	December 02, 1986
2.	1	Washed Silica Sand Fines in the Plant	December 02, 1986
Sub. Total	2	of Kapiri Glass Products Ltd.	
Dolomite, Lusaka, Lusaka Province			
1.	20.0	Quarrying at Crushed Stone Sales Ltd.	December 03, 1986
Total	292		

The above statements are noted and confirmed by the Group:


Tom G. Rukimirana,
Projects Officer, INDECO
-Counterpart Agency for the Study


Sandfor Mambwe,
Project Geologist
MINEX

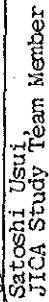

Satoshi Usui,
JICA Study Team Member

Table III-6 PHOSPHATE MINING AND CONCENTRATE PROJECT AT CHILEMBWE OF ZAMBIA (1/2)

Project Facility	Design Capacity		Annual Consumption			Personnel and Others		Investment Cost \$, MM
	Water TPD	Electricity MW	Fuel Oil Kl	Material and Consumable Consumption TBY	Staff Worker Total	Cost \$, MM		
1. Production								
- Mining Plant and Waste Dump		0.162	212.2	ANFO Dynamite Tire-Piece Others	5 + 25 + 30	= 0.075	2.315	
	Open Pit Mining							
	- Raw Ore (P ₂ O ₅ : 11.5%)			69				
	50 TPH x 8HPD x 260 DPY			17				
	= 104,000 TPY			26				
	- Waste Ore (P ₂ O ₅ : 3.0%)			-				
	= 218,400 TPY							
	- Cut-Off P ₂ O ₅ Grade							
	= 6.0%							
	- Waste Ore/Raw Ore							
	= 2.08							
	- Mine Out = 15.0 Years							
- Beneficiation Plant	720	2.830	32.4	Flotation Agent Water Glass Milli Ball Others	6 + 22 + 29	= 0.074	4.030	
	All Slime Single Plain							
	Flotation							
	- Phosphate Concentrate (P ₂ O ₅ : 30.0%, Dry)							
	5.05 TPH x 24 HPD x 290 DPY							
	= 35,181 TPY							
	- Tails (P ₂ O ₅ : 2.0%, Dry)							
	= 68,848 TPY							
	- P ₂ O ₅ Recovery = 88.4%							
- Tail Pond								0.180
	Rock Filled Embankment							
	- Tails (P ₂ O ₅ : 2.0%, Dry)							
	= 68,848 TPY							
	- Capacity (15.0 Years)							
	= 1,033,100 m ³ (Sp Gr=1.0)							
2. Utility Supply								
- Electric Power and Telephone								0.832
	ZESCO Electricity							
	- 33 KV, 0.9 MW, 40 km							
	- Power Factor = 0.8							
	- Load Factor = 0.8							
	- Diversity Factor = 1.1							
	Telephone - 50 sets							
- Water		0.202						0.465
	Mankwala Dam at Kasangazi River, - 4 th D, 855 TPD, 7.8 km							
3. Auxiliary								
- Maintenance	15				4 + 11 + 15	= 0.042	0.652	
	Building and Equipment							
	- 366 m ² Floor							
- Administration and Storage	20				11 + 32 + 43	= 0.103	0.110	
	Building and Equipment							
	- Office = 200 m ²							
	- Others = 840							
	Total = 1,040 m ²							
- Security								0.092

Table III-6 PHOSPHATE MINING AND CONCENTRATE PROJECT AT CHILEMBWE OF ZAMBIA (2/2)

Project Facility	Design Capacity			Annual Consumption			Personnel and Others		Investment Cost \$, MM
	Raw Water TPD	Electricity MW	Fuel Oil KI	Material Consumption TPY	Consumable Cost \$, MM	Staff	Market Total \$, MM		
4. Project Infrastructure									
- Road and Bridge	Mine Road - 5 mD x 35 km Water Dam Road - 3 mD x 4.5 km Bridge - 14 units	-	-	-	-	-	-	-	0.504
- Housing Colony	Housing (45) School Store Others Total	100	0.124	-	-	-	-	-	0.723
- Temporary	Electricity Generator, Camp, Storage, Fence (2,800 m)	-	-	-	-	-	-	-	0.051
Total		855	3.318	244.6	-	27 + 90 + 117 = 0.294	-	9.955	
Annual Cost, \$, MM		0.00	0.0499	0.1369	-	Maintenance = 0.146	0.465	1.192*	
Unit Cost		0.00	15,000	560	-	Overhead = 0.056	Personnel 2,513/Man-Year	33.88*	
Per Ton of Phosphate Concentrate		8.87	94.3	0.00695	-		Personnel 0.00333 Man-Year	33.88*	
- Consumption		0.00	1.42	3.89	-		8.36		
- Cost									

Notes: 1) This summarizing table is prepared by referring "A Pre-Feasibility Study for the Phosphate Development Project, The Republic of Zambia", 1985, Japan International Cooperation Agency, MPN, CR(3), 85-90.

2) Price estimates are as of September/November, 1984 and foreign currency exchange rates of US\$1.0 = ZK1.8 = Yen 245.0 are applied in the above study.

3) Total project cost is estimated as follows by adding other cost components:

- Project Facility \$9,955 MM
- Inventory \$0.780 MM
- Construction Management 0.153
- Test Run 0.114
- Engineering Fee 0.481
- Working Capital 0.086
- Training 0.111
- Interest during Construction 0.467
- Contingency 1.120
- Grand Total \$13,267 MM

4) Additional investment for vehicles and equipment of \$2,029 MM is required during 7th and 12th year after commercial production which will be considered as maintenance cost for financial cash flow. Sales of \$0.505 MM during test run period is neglected for project income.

5) Financing plan is assumed as Equity/Loan = \$1,500/\$9,767 MM (Interest: 4%, Repayment: 3+15 years). Therefore, the estimation of fixed cost is calculated as \$33.88/Ton of phosphate concentrate by applying a capital recovery factor (0.0899, i=0.04, N=15) on total financing of \$13,267 MM.

6) Operating cost for chemicals, utilities, consumables, personnel, maintenance and overhead is \$32.60/Ton of phosphate concentrate or annually \$1,147 MM.

Table III-7 SUMMARY OF PHOSPHATE MINING AND CONCENTRATE PROJECT
AT CHILEMBWE OF ZAMBIA (1/4)

1. Annual Operation

	Annual Quantities Ton	Price and Cost	
		Unit \$/Ton	Annual \$, MM
1) Production			
- Phosphate Concentrate (P ₂ O ₅ : 30.0%)	35,181	77.00	2.7089
2) Operating Cost			
(1) In-Puts			
- Raw Material and consumable			
- Raw Ore (P ₂ O ₅ : 11.5%)	104,000	0.00	0.0000
- Flotation Reagent	41.6	2,750	0.1142
- Chemicals	-	-	0.1049
- Explosives	-	-	0.0423
- Consumables	-	-	0.2037
		(13.220)	0.4651
- Utilities			
- Fuel Oil	244.5	560	0.1369
- Electricity	3,318,000 kWh	0.015	0.0498
- Raw Water	312,075	0.00	0.0000
		(5.307)	0.1867
- Sub-Total		(18.527)	0.6518
(2) Personnel	117	(8.354)	0.2939
(3) Maintenance	-	(4.141)	0.1457
(4) Overhead	-	(1.578)	0.0555
- Sub Total		32.60	1.1469
3) Gross Profit	-	44.399	1.5620

Note: (Per Ton of Phosphate Concentrate)

Table III-7 SUMMARY OF PHOSPHATE MINING AND CONCENTRATE PROJECT
AT CHILEMBWE OF ZAMBIA (2/4)

2. Investment Cost

1) Investment Cost

	Foreign Currency Portion	Local Currency Portion	Total
- Production, Utility and Auxiliary Facility	6.208	2.469	\$8.677 MM
- Project Infrastructure	0.097	1.181	1.278
- Inventory	0.756	0.024	0.780
- Management and Engineering Fees	0.481	0.153	0.634
- Training Fee	0.000	0.111	0.111
- Contingency	0.713	0.407	1.120
	(8.255)	(4.345)	12.600
- Working Capital and Test Run	0.072	0.128	0.200
- Interest during Construction	0.467	-	0.467
	8.794	4.473	13.267

2) Financing Plan

- Equity	26.38%	\$3.500 MM
- Long Term Loan (4%/Annum, (2+15) Years Repayment)	73.62	9.767
	100.00	13.267*

* Sales of \$0.505 MM during test run period is neglected.

3) Assumption

- Exclusion	Exploration, Lease Purchase, Mineral Tax
- Working Capital	Personnel charge for 3 months
- Construction Period	3 years (Rain season of November to March is considered)
- Import Equipment	30% for marine and inland transport and insurance on FOB price, Japan
- Tax	45%
- Depreciation	Accelerated (10 Years)
- Escalation	Zero
- Salvage Value	Zero
- Maintenance Cost	Zero (Annual consumable)
- Minimum Cash	Zero
- Overhead	Zero (Administration)
- Insurance	Zero
- Local Tax	Zero
- Sales and Administration	Zero
- Test run product sales	\$0.505 MM (No existing consumer to purchase in Zambia)

Table III-7 SUMMARY OF PHOSPHATE MINING AND CONCENTRATE PROJECT
AT CHILEMBWE OF ZAMBIA (3/4)

3. Unit Prices for Study

Material and Equipment			Personnel Annual Charge*		
Items	Unit	Unit Cost \$	Items	Number	Charge \$
Gasoline	m3	750	Mine Manager	1	7,200
Diesel Oil	m3	560	Engineer/ Superintendent	4	5,400
Lube Oil	m3	1,560-2,890	Surveyor/Geologist	2	4,320
Caustic Soda	Ton	500	Foreman/Chief	20	3,960
Water Glass	Ton	230	Driver/Mechanic	-	3,240
Flotation Reagent	Ton	2,750	Operator/Mechanic/ Electrician	53	2,400
Floculant	Ton	5,300	Technical Worker	-	2,100
Explosive	Ton	500	Office Worker	32	1,700
ANFO	Ton	460	Helper	5	1,500
Detonator	Piece	0.636	Minimum Wage	-	(382)
Sand	m3	12			
Crushed Stone	m3	17			
Concreat Block	Piece	0.34			
Wood	m3	417		117	Av. 2,513
Bit, 102 mmD	Piece	200			
Mill Ball	Ton	750			
Mill Liner	Ton	1,627			
Truck, 20 Ton	Ton	72,408			
Tire	Piece	1,172			
Haulage	Ton.km	0.097-200 km			
		0.099-400 km			
		0.100-540 km			
		0.099-600 km			
Electric Power	kWh	0.015			
(Including Sales Tax of 12.5%)					
Housing		1,379			
Road Construction	5 mW x m	13.5			
Electricity	1 mW x m	9.0			
Distribution					
Water Pipeline	4"D x m	32.1			
Bridge	Piece	2,300			

Notes: 1) US\$1.0 = ZK1.8 = Yen 245 as of observed in September/November, 1984.

2) * Personnel charge is including basic salary, social security and welfare, bonus and retirement allowance.
Overtime is (+) 66% and over-night stay is \$5/night.

Table III-7 SUMMARY OF PHOSPHATE MINING AND CONCENTRATE PROJECT
AT CHILEMBWE OF ZAMBIA 4/4)

4. Financial and Economic Analysis

	<u>Financial Analysis</u>	<u>Economic Analysis</u>
1) Benefits		
- Product Price	<u>\$77/Ton</u> 71 ... Product Cost (+) 6 ... Profit of 8% with sales which is derived from Zambian mining average operation of 6.5% in 1983	<u>\$90/Ton</u> ... Border price of South African phosphate concentrate (P ₂ O ₅ : 36.4%, \$40/Ton-FOB) plus railway transport cost (2,400 km, \$69.2/Ton) and analysis adjusted
- Social	None	None
2) Costs		
- Sunk Cost	None	None (Water Dam)
- Commodity Cost		
- Import	Marine and inland transport through Dar-es-Salaam and insurance cost of 30% on FOB prices. Import duty is exempted	A same as Financial Cost
- domestic	Current prices including state sales tax of 10%	Current prices excluding state sales tax of 9.09%
- Personnel Charge		
- Skilled	Current price	A same as Financial Cost
- Un-skilled		
- Operation	Current price	Excluding training fee from initial investment cost
- Construction	Current price	Minimum wage...\$1.27/Man·Day
- Power Line Wiring	Current price	Labor cost is adjust to substrate 5.0% on work costs
- Electricity	ZESCO Tariff ... \$0.015/kWh - Tariff D2 ... May 1,1983 - Power Factor 0.8 - Load Factor 0.8 - Diversity Factor 1.1 including state sales tax of 12.5%	Current prices excluding state sales tax of 11.1%
3) Foreign Currency Exchange Rate	Current float rate...ZK1.8/\$; September/November,1984	Correction for imbalance of export and import ...ZK1.9/\$ (R = 1.056 for 1983)
4) Return on Investment		
- IRROI		
- Before Tax	7.1%	12.8%
- After Tax	5.9	-
- IRROE		
- Before Tax	-	-
- After Tax	9.3	-
- Long Term Loan Interest Rate	4.0	4.0

Table III-8 ZAMBIAN RAW MATERIAL ANALYSIS SUMMARY

Items	Phosphate Ore, Chilembwe, Zambia	Phosphate Concentrate, Chilembwe, Zambia	Serpentine, Mkushi, Zambia	Dolomite, Lusaka, Zambia	Silica Sand, Kapiri Mposhi, Zambia	
Sampling Date	November 20, 1986	January 19, 1987 (Beneficiation)	December 01, 1986	December 03, 1986	December 02, 1986	
Present Ownership	MINEX/ZIMCO	-	MINEX/ZIMCO	CSSL/INDECO/ ZIMCO	Kapiri Glass Product Ltd./ INDECO/ZIMCO	
Chemical Analysis, %						
- P ₂ O ₅	18.60	33.69	-	-	-	
- SO ₃	-	0.23	-	-	-	
- CO ₂	-	0.04	-	-	-	
- F	0.92	1.89	-	-	-	
- Cl	-	0.03	-	-	-	
- CaO	29.95	46.18	0.02	32.56	0.03	
- MgO	1.82	0.41	38.45	20.27	0.03	
- FeO	-	0.32	-	-	-	
- Fe ₂ O ₃	1.66	0.57	5.36	0.45	0.21	
- Al ₂ O ₃	2.36	2.23	1.76	-	0.13	
- SiO ₂	38.63	12.49	41.44	0.26	98.38	
- Na ₂ O	-	0.21	-	1.16	-	
- K ₂ O	-	0.14	-	0.12	-	
- Cd, ppm	-	1.0 (-)	-	-	-	
- As	-	3.1	-	-	-	
- F/Cl Adjustment, %	-	(-) 0.803	-	-	-	
- NiO	-	-	0.19	-	-	
- Cr ₂ O ₃	-	-	0.03	-	-	
- Ignition Loss	2.21	0.54	11.96	44.79 (CO ₂)	0.23	
- Free Moisture	-	0.13	-	-	-	
Total	98.05	98.297	99.21	99.61	99.01	
Particle Size, %		Flotation Product/ FMP Test SSP Test FMP Test			(Block)	(Block)
(+) 6 Mesh	-	-	-	-	-	-
(+) 12	-	0.0	0.0	10.0	-	-
(+) 32	0.0	0.7	0.0	80.0	-	-
(+) 60	5.0	14.5	0.0	95.0	-	-
(+) 80	50.0	31.2	0.0	100.0	-	-
(+) 100	75.0	42.2	1.9	-	-	-
(+) 200	90.0	68.0	12.8	-	-	-
(-) 200	10.0	32.0	87.2	0.0	-	-
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Density, g/cm ³						
- True	3.03	3.08	3.08	2.57	2.84	-
- Bulk	1.80	1.80	1.54	1.6	1.6	-
Work Index, kWh/Ton	12.0	12.0	-	11.0	10.0	-
Angle of Repose, Degree	33.0	45.0	48.0	41.0	41.0	41.0

Notes:

- 1) Phosphate concentrate (60 kg) is prepared at Central Research Center of Nippon Mining Co., Ltd. in Toda-Shi, Saitama, Japan during January, 1987, with P₂O₅ recovery of 97.2% and 12% free moisture by flotation (one batch of 1.0 kg feed) and is dried by hot air prior analysis and testing. Principle minerals in phosphate concentrate are judged as mixture of fluorapatite and hydroxyapatite by X-ray diffraction analysis and chemical analysis.
- 2) Principle mineral in Serpentine is identified as antigorite by X-ray diffraction analysis and chemical analysis.

Table III-9 PRODUCTION TEST RESULTS OF FUSED MAGNESIUM PHOSPHATE

Items	Raw Materials				Product	
	Phosphate Concentrate		Serpentine		Fused Magnesium Phosphate (FMP)	
	Chilembwe, Zambia	Florida, USA	Mkushi, Zambia	Maizuru, Japan	Zambian	Japanese
1. Chemical Analysis, %						
P ₂ O ₅	33.69	34.18	-	-	20.28	20.30
F	1.89	3.77	-	-	0.72	1.41
CO ₂	0.04	-	-	-	-	-
CaO	46.18	48.55	0.02	0.36	29.09	30.20
MgO	0.41	0.31	38.45	38.67	18.79	15.80
Fe ₂ O ₃	0.89	0.79	5.36	8.19	-	-
Al ₂ O ₃	2.23	0.98	1.76	1.02	-	-
SiO ₂	12.49	4.26	41.44	38.93	26.53	23.50
Ignition Loss	0.59	5.41	11.96	11.01	-	-
Free Moisture	0.50	0.50	4.50	4.50	0.50	0.50
Unit Consumption, TPT	0.618	0.599	0.470	0.518	(-)11.000	(-)11.000
2. Fertilizer Nutrients, %						
T-P ₂ O ₅	33.69	34.18	-	-	20.28	20.30
C-P ₂ O ₅ (pH: 2, Sp Gr: 1.09)	6.05	13.16	-	-	20.11	20.20
F-P ₂ O ₅ (pH: 1.75, Sp Gr: 1.01)	7.14	15.03	-	-	20.03	19.83
C-P ₂ O ₅ (pH: 4, Sp Gr: 1.02)	2.00	7.61	-	-	20.09	20.15
Av-P ₂ O ₅ (pH: 7, Sp Gr: 1.09)	2.25	7.05	-	-	14.38	17.02
S-P ₂ O ₅ (pH: 9.6, Sp Gr: 1.08)	0.86	3.56	-	-	14.25	13.92
W-P ₂ O ₅ (pH: 7, Sp Gr: 1.00)	0.08	0.15	-	-	0.04	0.03
S-SiO ₂	-	-	-	-	26.19	23.20
C-MgO	-	-	-	-	18.70	15.50
Total Alkaline	-	-	-	-	54.07	53.50
3. Physical Property - Dry						
Bulk Density	1.80	1.57	1.60	1.60	1.46	1.47
Angle of Repose, Degree	35.0	33.0	41.0	41.0	36.0	36.0
Size Distribution, %						
(+) 12 Mesh	0.0	1.5	10.0	17.0	1.1	1.3
(+) 32	0.7	17.3	80.0	98.0	55.6	52.6
(+) 100	42.2	94.7	100.0	100.0	94.9	92.7
(+) 200	68.0	97.6	100.0	100.0	96.9	95.4
(-) 200	32.0	2.4	0.0	0.0	3.1	4.6

Notes:

- 1) Zambian FMP was produced at Hinode Kagaku Kogyo KK, Maizuru, Japan using Chilembwe phosphate concentrate and Mkushi serpentine on February 10, 1987 at experimental electric furnace (one batch of 7.0 kg). Stamping of experimental furnace by magnesia makes a higher analysis of MgO in product than commercial continuous operation product.
- 2) Japanese FMP was produced at Hinode Kagaku Kogyo KK, Maizuru, Japan using Florida phosphate rock and Maizuru serpentine on February 10, 1987 at commercial open hearth furnace using oil coke as fuel (design capacity of 80,000 TPY).
- 3) Fluorine losses during FMP production are 36.7% for Zambian and 37.0% for Japanese, respectively.

Table III-10 PRODUCTION TEST RESULTS OF SINGLE SUPER PHOSPHATE

Items	Raw Materials				Product	
	Phosphate Concentrate		Sulfuric Acid		Single Super Phosphate (SSP)	
	Chilembwe, Zambia	Florida, USA	Ube, Japan	Ube, Japan	Zambian	Japanese
1. Chemical Analysis, %						
P ₂ O ₅	33.69	30.39	-	-	19.12	19.16
F	1.89	3.72	-	-	0.65	1.76
CO ₂	0.04	2.71	-	-	-	-
CaO	46.18	44.73	-	-	26.12	28.33
MgO	0.41	0.31	-	-	0.25	0.18
Fe ₂ O ₃	0.89	1.79	-	-	0.47	1.19
Al ₂ O ₃	2.23	0.95	-	-	1.24	0.62
SiO ₂	12.49	4.76	-	-	6.99	2.87
Ignition Loss	0.59	1.97	-	-	-	-
Sulfuric Acid Consumption						
- Stoichiometric, H ₂ SO ₄	100	100	65.34	61.90	-	-
- Experimental, H ₂ SO ₄	100	100	60.06	55.72	-	-
Consumption, TPT	0.580	0.600	0.367 (72% H ₂ SO ₄)	0.356 (70% H ₂ SO ₄)	(-)1.000	(-)1.000
2. Fertilizer Nutrients, %						
T-P ₂ O ₅	33.69	30.39	-	-	19.12	19.16
C-P ₂ O ₅ (pH: 2, Sp Gr: 1.09)	6.05	7.81	-	-	18.05	18.20
F-P ₂ O ₅ (pH: 1.75, Sp Gr: 1.01)	7.14	7.62	-	-	17.88	17.96
C-P ₂ O ₅ (pH: 4, Sp Gr: 1.02)	2.00	2.60	-	-		
AV-P ₂ O ₅ (pH: 7, Sp Gr: 1.09)	2.25	2.79	-	-	17.79	17.83
S-P ₂ O ₅ (pH: 9.6, Sp Gr: 1.08)	0.86	1.07	-	-	17.50	17.26
W-P ₂ O ₅ (pH: 7, Sp Gr: 1.00)	0.08	0.07	-	-	16.38	15.72
Free Acid as P ₂ O ₅	-	-	-	-	4.04	2.90
Free Moisture	-	-	-	-	10.54	10.66
pH of 10% Solution	-	-	-	-	2.65	2.86
3. Physical Property						
Bulk Density	1.54	1.28	-	-	1.10	0.97
Angle of Repose, Degree	48.0	48.0	-	-	46.0	49.0
Size Distribution, %						
(+) 12 Mesh	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0
(+) 32	0.0	0.0	-	-	29.2	34.6
(+) 100	1.9	10.0	-	-	53.4	59.1
(+) 200	12.8	30.0	-	-	75.9	80.4
(-) 200	87.2	70.0	-	-	24.1	19.6

Notes:

- 1) Zambian SSP was produced at Ube Industries Ltd., Ube, Japan using Chilembwe phosphate concentrate on February 20, 1987 at experimental apparatus (one batch of 0.2 kg). Analysis is made after 4 weeks aging conditioning.
- 2) Japanese SSP was produced at Ube Industries Ltd., Ube, Japan using Florida phosphate rock on February 20, 1987 at commercial continuous mixing plant (design capacity of 45,000 TPY). Analysis is made after 4 weeks aging conditioning for both products.
- 3) Stoichiometric sulfuric acid consumption (H₂SO₄ gr/100 g Phos Rock) = 1.75 CaO% + 1.84 Fe₂O₃% + 2.88 Al₂O₃% - 0.69 P₂O₅% - 1.23 SO₃%.
- 4) Fluorine losses during SSP production are 39.4% for Zambian and 25.0% for Japanese, respectively.

Table III-11 SITE CONDITIONS FOR PHOSPHATE FERTILIZER PLANT AND RAW MATERIAL SUPPLY IN ZAMBIA (1/2)

	Potential Site for Phosphate Fertilizer Plant			Site for Raw Material Supply		
	Kafue	Kabwe	Kitwe	Chilembwe	Muloba, Mkushi	
Industrial Estate (Plot No.6)	Chimanimani Village	General Area	General Area	Phosphate Rock Supply	Serpentine Supply	
1. Province/Location	Lusaka Province E28°10', S15°46'	Central Province E28°27', S14°24'	Copperbelt Province E28°40', S12°58'	Copperbelt Province E31°4', S13°59'	Central Province E29°00', S13°41'	
2. General Description	Short Weeds 4	Very Short Weeds 2.5	Weeds 3	Weeds 3	Bush 10	
- Vegetation	Kafue-29,794	Kabwe-143,635	Ndola-282,439	Kitwe-314,794	Katete- 5,504, Petauke-7,531	Mkushi-4,104 Kapiri Nposhi- 13,677
- Undulation, m	60,000	120,000	50,000+	50,000+	100,000+	100,000+
- Adjacent Township and Urban Population - 1980	0.62+1.44/year 988	(0.62+1.44/year) 1,194	(0.62+1.44/year) 1,250	(0.62+1.44/year) 1,250	(0.62+1.44/year) 910	(0.62+1.44/year) 1,227
3. Site Data	898	877	870	870	915	870
- Soil Bearing Capacity, Ton/m ²	31.3	32.6	29.9	29.9	31.2	29.9
- Available Area, m ²	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
- Site Filling, m						
- Lease (14 year), 2K/m ²						
- Mean Sea Level, meter						
- Atmospheric Pressure, mbar						
- Wind, m/sec						
- Maximum Velocity						
- Design Velocity						
- Prevailing Direction						
4. Climatic Conditions						
- Temperature, °C						
- Maximum	38.3	36.7	35.0	35.0	37.8	35.0
- Minimum	3.9	0.0	(-12.2)	(-12.2)	2.8	(-12.2)
- Average	20.2	20.2	20.3	20.3	20.3	20.3
- Relative Humidity, %						
- Maximum	87	83	78	78	78	78
- Minimum	37	25	39	39	41	39
- Rainfall, mm						
- Maximum Hourly						
- Maximum Daily	113	102	125	125	126	125
- Mean Annual - 30 Years	803	952	1,212	1,212	1,014	1,212
5. Earthquake						
- Seismic Zone						
- Design Seismic Factor, -	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05

Table III-11 SITE CONDITIONS FOR PHOSPHATE FERTILIZER PLANT AND RAW MATERIAL SUPPLY IN ZAMBIA (2/2)

	Potential Site for Phosphate Fertilizer Plant			Site for Raw Material Supply	
	Kafue	Kabwe	Kitwe	Chilembwe	Muloa, Mkushi
6. Transport Infrastructure					
- Road Condition, (km)	Industrial Estate (Plot No.6)	Chimanimani Village	General Area	General Area	Serpentine Supply
- Railway Connection, km	Good (0.5) to the Great North Road 0.05 to ZR	Good (0.5) to the Great North Road 0.1 to ZR	Good (0.5) to the Great North Road 0.1 to ZR	Poor (35) to the Great East Road	Poor (15) to the Great North Road 21 to Lunsemfwa Station, TAZARA
- Air Transport, (km)	Lusaka, (44)	Lusaka, (140)	Kitwe, (10)	Chipata, (220)	NGola, (200)
- River and Ocean Transport	None	None	None	None	None
7. Utilities					
- Water Supply	Kafue River, (3)	Mulungushi Dam, (10)	Kafue River, (40)	Mankwala Dam, (8)	None
- Source, (km)	Available	Depend on Project	Available	Limited	-
- Availability	High	High	High	High	-
- Quality	Free of Charge	ZK60 + ZK0.44/m ³	NA	Free of Charge	-
- Pricing, Month*					
8. Labour					
- Electric Power	ZESCO, (0.6)	ZESCO, (5.0)	ZESCO (CPC), (5.0)	ZESCO, (40-Ketete)	ZESCO, (110)
- Sub-Station, (km)	33, 11	33, 11	66, 33, 11	33, 11	11
- Voltage, KV	50	50	50	50	50
- Frequency, Hz	D3	D3	D3	D2	D1
- Pricing by ZESCO-Tariff**	13,250	13,250	13,250	1,325	70
- Fixed Charge, ZK/Month	9.08	9.08	9.08	10.62	11.87
- Demand Charge, ZK/KVA/Month	0.027	0.027	0.027	0.041	0.053
- Unit Charge, ZK/kwh	Available	Available	Available	Available	Available
- Fuel Oil/Coal	Available	Available	Available	Available	Available
9. Physical Distribution					
- Raw Materials Transport, ZK/Ton, (km)	541 (453)	635 (528)	818 (674)	856 (705)	-
- Phos Concentrate, Chilembwe, Road	299 (173)	131 (155)	191 (160)	257 (166)	-
- Serpentine, Mkushi, Road/Railways	356	187	0	66	-
- Product Distribution, km on Road/Railway	864	696	756	822	-
- NGola	48	120	308	374	-
- Kasama	108	277	464	530	-
- Lusaka	627	624	807	845	-
- Monze					
- Mongu					

Notes: Pricing is as of January 01, 1987 and foreign exchange rate is assumed as ZK8.00/US\$1.00 for financial and economic calculation
 * ; ZK60 for the initial monthly consumption of 45 Ton of water
 ** ; Government sales tax of 15% on the tariff is charged additionally

Table III-12 UTILITY SUPPLY AND PROJECT INFRASTRUCTURES IN ZAMBIA

	Potential Site for Phosphate Fertilizer Plant										Site for Raw Material Supply	
	Kafue										Chilembwe	Muloba, Mkushi
	Independent from NCZ		Integration with NCZ		Kabwe		Ndola		Kitwe			
	PMP	Others	PMP	Others	PMP	Others	PMP	Others	PMP	Others	Phos Rock	Serpentine
1) Electricity Supply												
- Distribution and Substation												
- Distance, km	0.6	0.6	0.6	0.6	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	40.0	10
- Capacity, MW	10	1.5	55+10	55+1.5	10	1.5	10	1.5	10	1.5	1.0	0.1
- Voltage, KV	33	11	33	33	33	11	66	11	66	11	11	11
- Investment, ZK, MM	9.50	2.83	9.50	1.00	13.75	4.85	11.32	4.85	11.32	4.85	3.75	2.88
- Tariff*, ZK/kWh (MW)												
- PMP-EP (7.7)		0.0462		0.0423		0.0462		0.0462		0.0462		
- PMP-OHP (1.1)		0.0624		0.0423		0.0624		0.0624		0.0624		
- SSP (0.5)		0.0644		0.0423		0.0644		0.0644		0.0644		
- TSP (0.3)		0.0668		0.0423		0.0668		0.0668		0.0668		
- DAP (0.3)		0.0668		0.0423		0.0668		0.0668		0.0668		
- NP (1.4)		0.0620		0.0423		0.0620		0.0620		0.0620		
- Phos Rock (0.9)											0.0657	
- Serpentine (0.1)												0.0754
2) Raw Water Supply												
- In-Take and Distribution												
- Source		Kafue River		Mulungushi Dam		Kafue River		Kafue River		Mankwala Dam		Wells
- Distance, km		3		10		40		10		7.8		0.0
- Capacity, TPD		1,000		1,000		1,000		1,000		855**		100
- Electricity, MW		0.05		0.10		0.10		0.10		0.05		0.0
- Investment, ZK, MM		0.40		1.10		1.10		1.10		0.84**		0.10
+US\$, MM		0.058		0.184		0.184		0.184		0.000		0.000
- Tariff, ZK/Ton												
- Initial 45 Ton/Month		Free		1.33		NA		NA		Free		-
- Over 45 Ton/Month		Free		0.44		NA		NA		Free		-
3) Road Expansion/Construction												
- Distance, km		0.5		0.5		0.5		0.5		Mine 35	Dam 4.5	15
- Width, m		6		6		6		6		5	3	3
- Bridge		1		0		0		0		14	0	0
- Investment, ZK, MM		1.08		0.46		0.46		0.46		0.91**		0.30
4) Railway Siding Construction												
- Direct Distance, km		0.05		0.1		0.1		0.1		-		-
- Track		2		2		2		2		-		-
- Total Length, km		1.50		1.50		1.50		1.50		0.00		0.00
- Investment, ZK, MM		1.13		1.13		1.13		1.13		0.00		0.00
5) Investment Total,												
ZK, MM	11.75	5.44	11.75	3.61	16.44	7.54	14.01	7.54	14.01	7.54	5.50	3.28
+US\$, MM	0.058	0.058	0.058	0.058	0.184	0.184	0.184	0.184	0.184	0.184	0.000	0.000
US\$, MM	1.037	0.511	1.037	0.359	1.554	0.812	1.352	0.812	1.35	0.812	0.458	0.273

Notes: 1) * Basic electricity contracting and consumption factors are assumed as follows:

	Power Factor	Load Factor	Coincidence Factor	Diversity Factor
Fertilizer Plant	0.90	0.83	0.909	1.10
Raw Material Supply	0.90	0.72	0.909	1.10

Government sales tax of 15% on the tariff is charged additionally

2) Price estimate is as of January 01, 1987 and foreign exchange rate is assumed as ZK8.00/US\$ for financial and economic calculation

Table III-13 FINANCIAL AND ECONOMIC PRICINGS OF ELECTRICITY IN ZAMBIA

Items	Electricity Pricings, ZK/kWh							Export Sale Zimbabwe	Notes		
	Industrial Bulk CPC/ZCCM			Domestic Sale		Household					
	D3	D2	D1	E4	E3	E2	E1				
0. Assume Load, MW	-	8.0	1.0	0.1	0.01	0.01	0.004	0.001	-	- Load Factor = 0.75	
1. Financial Price										- Power Factor = 1.00	
- Tariff of ZESCO (August, 1986)	0.0377	0.0461	0.0624	0.0760	0.0776	0.0721	0.0717	0.0735	0.0168	- Export Contract (1984/July 1987) is based on exchange rate of ZK1.756/US\$	
- Government Sales Tax (Chapter 663 of the Law of Zambia, Sales Tax - 1975: 15%)	0.0057	0.0069	0.0094	0.0114	0.0116	0.0108	0.0108	0.0110	0.0000		
Total	0.0434	0.0530	0.0718	0.0874	0.0892	0.0829	0.0825	0.0845	0.0168		
2. Economic Price										- Study Report by Electricite de France (EDF), 1984/5	
- Short Run Marginal Cost	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- Self Financing = 50% (Domestic)	
- Long Run Marginal Cost	0.1166	0.2407	0.2608	0.2579	-	0.2254	0.3142	0.3756	0.0633	- ROI = 8%	
- Government Sales Tax (Chapter 663 of the Law of Zambia, Sales Tax - 1975: 15%)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	- DSCR = 1.5	
Total	0.1166	0.2407	0.2608	0.2579	-	0.2254	0.3142	0.3756	0.0633	- Exchange Rate = ZK6.00/US\$	
3. Economic/Financial Prices Ratio										- Period = 1986/7-1993/4	
- Before Tax	3.1	5.2	4.2	3.4	-	3.1	4.4	5.1	3.8		
- After Tax	2.6	4.5	3.6	2.9	-	2.7	3.8	4.4	3.8		
4. Annual Sales, MW kWh/Year	4,274	1,840							3,168		
- 1984											
- (Ratio)	(46%)	(20%)							(34%)		

Notes: 1) Annual Report of ZESCO-1984
 2) Mr. D.K. Kundu, Engineering Services Manager, ZESCO, March 12, 1987
 3) Pure long run marginal cost is formulated by EDF for the year 1993/4 at 1986/7 price level, according to the ZESCO's financial requirements for the expansion of Kariba North Hydro Power Generation Station in 1993/4.

Table III-14 ENVIRONMENTAL STANDARDS OF ZAMBIA (1/2)

TABLE OF STANDARDS FOR TRADE AND OTHER EFFLUENTS		Column 1	Column 2	Column 3	Column 4	Column 5	Column 6
		Column 1	Column 2	Column 3	Column 4	Column 5	Column 6
SUBSTANCE	TRADE EFFLUENT INTO PUBLIC SEWER	TRADE EFFLUENT INTO PUBLIC SEWER	SEWAGE AND OTHER EFFLUENT	SEWAGE AND OTHER EFFLUENT	SEWAGE AND OTHER EFFLUENT	SEWAGE AND OTHER EFFLUENT	SEWAGE AND OTHER EFFLUENT
A. PHYSICAL							
1. Temperature (Thermometer)	40°C. After mixing of the waters, the temperature should not exceed 40°C the water	40°C at the point of entry					
2. Colour (Spectrophotometer)	The treatment plant ensure decolouration dyestuffs in the waste water	Must not cause any colouration of the receiving water					
3. Odour and Taste (Threshold odour Number)	The odour must not cause any nuisance	Must not cause any deterioration in taste or colour as compared with the natural state					
4. Total suspended solids (Gravimetric method)	1 200 mg/L (Avoid blockage of sewer, offset free flow)	50 mg/L. Must not formation of sludge or scum in receiving waters					
5. Settleable matter (Settling tank method)	1.0 ml/L in 2 hours (Avoid blockage of sewer, offset free flow)	0.5 ml/L in two hours. Must not cause formation of sludge in receiving water					
6. Salinity/Residue (Evaporation and Gravimetric method)	7 500 mg/L. The salinity must not affect the discharge and treatment or installations or their functioning						
B. CHEMICAL							
7. pH (0-14 scale) (Electrometric method)	No requirements	6-9					
8. Dissolved Oxygen (mg oxygen/l) (Modified Winkler method and Membrane-electrode method)		After complete mixing, the oxygen content must not be less than 6 mg/L. Extreme temperature may result in lower values					
9. Chemical Oxygen Demand (COD) (Dichromate method)	1 800 mg/L	COD based on the limiting values for organic carbon 60-80 mg O ₂ /L average for 24 hours					
10. Dissolved Oxygen Demand (BOD) (Modified Winkler method and Azobromo Electrode method)	1 200 mg/L	50 mg O ₂ /L (mean value over a 24 hours period) According to circumstances in relation to the self-cleaning capacity of the waters					
C. NITROGEN							
11. Nitrate (NO ₃ as nitrogen) (Spectrophotometric method and Electrode method)							
12. Nitrite (NO ₂ as nitrogen) (Spectrophotometric sulfanilamide)							
13. Organic Nitrogen (Spectrophotometric method N-Kjeldahl) (*the % of nitrogen elements for degradation of BOD) should be 0.4-1% for phosphorous (different for processes using algae)							
14. Ammonia and Ammonium (Total) (NH ₃ as N/L) (Nesslerization method and Electrode method)							
15. Cyanides (Spectrophotometric method)							
16. Fluorides (Total) (Colorimetric method)							
17. Sulphates (Turbidimetric method)							
18. Sulphite (Iodometric method)							
19. Sulphide (Iodometric and electrochromic method)							
20. Chlorides Cl ₂ (Silver nitrate and Mercuric nitrate)							
21. Active chlorine Cl ₂ (Iodometric method)							
22. Active Bromine (Br ₂ L) (Iodometric method)							
23. Fluorides F/L (Electrometric method and Colorimetric method with distillation)							

Table III-14 ENVIRONMENTAL STANDARDS OF ZAMBIA (2/2)

Column 1	Column 2	Column 3	Column 1	Column 2	Column 3
SUBSTANCE	TRADE EFFLUENT INTO PUBLIC SEWER	SEWAGE AND OTHER EFFLUENT	SUBSTANCE	TRADE EFFLUENT INTO PUBLIC SEWER	SEWAGE AND OTHER EFFLUENT
O. METALS					
24. Aluminium compounds (Atomic Absorption method)	<20 mg/L	<10 mg/L	43. Yttrium mg (Atomic Absorption method)	1.0 mg/L	<0.5 mg/L
25. Antimony (Atomic Absorption method)	0.5 mg/L (inhibition of oxidation)	0.5 mg/L	44. Tin compounds (Atomic Absorption method)	2.0 mg/L	2.0 mg/L
26. Arsenic compounds (Atomic Absorption method)	1.0 mg/L	1.0 mg/L	45. Vanadium compounds (Atomic Absorption method)	1.0 mg/L	1.0 mg/L
27. Barium compounds (water soluble compounds) (Atomic Absorption method)	1.0 mg/L	0.5 mg/L	46. Zinc compounds (Atomic Absorption method)	25.0 mg/L	10.0 mg/L
28. Beryllium salts and compounds (Atomic Absorption method)	0.5 mg/L (inhibition of oxidation)	0.1-0.5 mg/L (according to circumstances)	D. ORGANICS		
29. Boron compounds (Spectro photometric method—Curcumin method)	<60 mg/L	<10 mg/L	47. Total hydrocarbons (Chromatographic method)	20.0 mg/L	10.0 mg/L
30. Cadmium compounds (Atomic Absorption method)	1.5 mg/L	0.5 mg/L	48. Oils (Mineral and Crude) (Chromatographic method and Gravimetric method)	100.0 mg/L (after installation of oil separator) 20.0 mg/L (after installation of demulsifier)	1-2 mg/L
31. Chromium Hexavalent, Trivalent (Atomic Absorption method)	5.0 mg/L	0.1 mg/L	49. Phenols (steam distillable) (Non-selenic distill) (Colorimetric method)	5.0 mg/L	0.2 mg/L
32. Cobalt compounds (Atomic Absorption method)	0.5 mg/L	0.5 mg/L	50. Fats and soapifiable oils (Gravimetric method and Chromatographic method)	No requirement but installation of oil separators	20.0 mg/L
33. Copper compounds (Atomic Absorption method)	3.0 mg/L	1.0 mg/L	51. Detergents (Anionic) (Atomic Absorption Spectrophotometric)	10.0 mg/L (Alkylbenzene sulfonate not permitted)	2.0 mg (Detergents which contain at least biodegradable component)
34. Iron compounds (Atomic Absorption method)	15.0 mg/L	<2 mg/L	52. Pesticides and PCB'S (Total) (Chromatographic method)	1.0 mg/L	0.5 mg/L (Reduces to a minimum)
35. Lead compounds (Atomic Absorption method)	1.5 mg/L	1.5 mg/L	53. Trinitroforms (Chromatographic)	1.0 mg/L	0.5 mg/L (Reduces to a minimum)
36. Magnesium (Atomic Absorption method and Flame photometric method)	<1000 mg/L	<500.0 mg/L	E. RADIOACTIVE MATERIALS		
37. Manganese (Atomic Absorption method)	10.0 mg/L	<3.0 mg/L	54. Inedible materials as specified by IAEA	No discharge accepted	Not permitted
38. Mercury (Atomic Absorption method)	0.01 mg/L	0.00 1 mg/L			
39. Molybdenum (Atomic Absorption method)	5.0 mg/L	0.5-5.0 mg/L			
40. Nickel (Atomic Absorption method)	2.0 mg/L	2.0 mg/L			
41. Selenium (Atomic Absorption method)	<1.0 mg/L	<0.05 mg/L			
42. Silver (Atomic Absorption method)	0.1 (inhibition of oxidation)	0.1 mg/L			

Table III-15 INDUSTRIAL AIR AND WATER EFFLUENT CONTROL STANDARDS

Items	Zambia	The USA		Japan
1. Air Effluent				
- Regulation Title	None	Environmental Protection Agency, Regulations on Standard of Performance for New Stationary Source (40CFR60), 1971		Air Pollution Control Law, 1968, Japan
- Standards				
- Phosphorus (P)	-	-		-
- Fluorides (F)	-	5 g of F/Ton of P ₂ O ₅ Production		0.015 g/Nm ³ for Phosphate Fertilizer
- SO ₂	-	2,000 g of SO ₂ /Ton of H ₂ SO ₄ Production		11.9 Nm ³ /Hour (K=14.5, 25 mH, 25 mH, 10 m/sec) for Phosphate Fertilizer
- Cd	-	-		0.001 g/Nm ³ for Cement Kiln
- Dust	-	50 g/Ton of Cement Clinker Production		0.200 g/Nm ³ for Phosphate Fertilizer Production
2. Water Effluent				
- Regulation Title	The Local Administration (Trade Effluent) Regulations, 1985	Environmental Protection Agency, Effluent Guidelines and Standards for Fertilizer Manufacturing (51FR24996), July 9, 1986		Water Pollution Control Law, 1970, Japan
		One Day Maximum	Daily Value Average for 30 Days	
- Standards, mg/liter				
- Phosphorus (P)	45	105	35	-
- Fluorides (F)	30	75	25	15
- Total Suspended Solid (TSS)	1,200	150	50	200
- Biological Oxygen Demand (BOD)	1,200	-	-	160
- Chemical Oxygen Demand (COD)	1,800	-	-	160
- pH	6-10	-	-	5.8-8.6

Table III-16 PHOSPHATE FERTILIZER RAW MATERIALS AND PRODUCT PHYSICAL DISTRIBUTION COSTS COMPARISON (2/2)

Product Material Alternatives Movement TPY	Potential Phosphate Fertilizer Plant Sites															
	Kafue				Kabwe				Ndola				Kitwe			
	RD km ZK/T	ZR km ZK/T	IDL km TTT ZK/T	Annual Costs ZK, MM	RD km ZK/T	ZR km ZK/T	HDL km TTT ZK/T	Annual Costs ZK, MM	RD km ZK/T	ZR km ZK/T	HDL km TTT ZK/T	Annual Costs ZK, MM	RD km ZK/T	ZR km ZK/T	HDL km TTT ZK/T	Annual Costs ZK, MM
- Phosphate Rock from Chilembwe	541	-	2 541	18.110	635	-	2 635	21.108	818	-	2 818	26.945	856	-	2 856	28.184
39,978	433	-	20 453	18.110	508	-	20 528	21.108	654	-	20 674	26.945	685	-	20 706	28.184
- Sulfuric Acid	-	-	1 0	0.203	-	-	2 168	1.135	-	-	2 356	1.682	-	-	2 422	1.823
- from NCZ Kafue	-	-	10 10	0.203	-	-	20 56	1.135	-	-	20 83	1.682	-	-	20 90	1.823
20,255	-	-	-	18.313	-	-	-	22.243	-	-	-	28.627	-	-	-	30.007
Sub-Total	60,233	-	-	18.313	-	-	-	22.243	-	-	-	28.627	-	-	-	30.007
- Product, Bulk and Destination to:	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Kafue	-	-	1 1	0.057	-	-	2 168	3.147	-	-	2 356	4.749	-	-	2 422	5.150
57,205	-	-	10 10	0.057	-	-	20 55	3.147	-	-	20 83	4.749	-	-	20 90	5.150
- Monze	108	-	2 108	-	277	-	2 277	-	464	-	2 464	-	530	-	2 530	-
- Lusaka	25	-	20 45	-	53	-	20 73	-	76	-	20 96	-	84	-	20 104	-
- Ndola	48	-	2 48	-	120	-	2 120	-	308	-	2 308	-	374	-	2 374	-
- Kabwe	356	-	20 356	-	28	-	20 48	-	57	-	20 77	-	66	-	20 86	-
- Mkushi	64	-	20 84	-	39	-	20 59	-	-	-	-	-	20	-	20 40	-
- Solwezi	173	490	4 663	-	173	321	4 494	-	173	134	4 307	-	173	58	4 241	-
- Chipata	138	81	40 259	-	138	59	40 237	-	138	30	40 208	-	138	20	40 198	-
- Mongu	612	-	2 612	-	705	-	2 705	-	888	-	2 888	-	926	-	2 926	-
- Mansa	490	-	20 510	-	564	-	20 584	-	710	-	20 730	-	741	-	20 761	-
- Kasama	627	-	2 627	-	624	-	2 624	-	807	-	2 807	-	845	-	2 845	-
Sub-Total	57,205	-	-	0.057	-	-	-	3.147	-	-	-	4.749	-	-	-	5.150
- Total (Ratio)	117,438	-	-	18.370	-	-	-	25.390	-	-	-	33.376	-	-	-	35.157
				Minimum ... (1.000)				(1.382)				(1.817)				Maximum ... (1.914)

Notes: 1) RD = Road, ZR = Zambia Railways Ltd., TZR = Tanzania Zambia Railway Authority, HDL = Loading and Unloading Handling (ZK10/Ton), TTT = Total Transport Distance and Cost
 2) Cost estimates are as of January 01, 1987 and foreign currency exchange rate is assumed as ZK8.00/US\$

Table III-17 ORGANIZATION AND PERSONNEL FOR THE PHOSPHATE MINING AND CONCENTRATE PROJECT

Product : Chilembwe Phosphate Concentrate, P₂O₅ 30.0%, Bulk
 Capacity: 35,181 TPY (Dry)/39,978 TPY (Wet)
 Location: Chilembwe, Zambia

	Director and Manager	Senior Engineer and Officer	Foreman, Officer, Technician	Operator, Worker, Secretary	Total
Factory Head Office and Factory Complex					
1. Factory Director's Office	(1)	(0)	(1)	(2)	(4)
2. General Affair Department	(1)	(3)	(13)	(22)	(39)
- Administration Section	1	0	2	2	5
- Personnel Section	0	0	2	2	4
- Financing/Accounting Section	0	1	2	2	5
- Purchasing/Logistics Section	0	1	2	2	5
- Housing and Welfare Section	0	1	2	3	6
- Security and Health Section	0	0	2	10	12
- Legal Section	0	0	1	1	2
3. Production Department	(0)	(12)	(18)	(19)	(49)
- Mining Section	0	5	10	10	25
- Concentration Section	0	7	8	9	24
4. Utility Department	(0)	(0)	(0)	(3)	(3)
- Water Treatment Section	0	0	0	1	1
- Electric Power Section	0	0	0	1	1
- Other Utility and Environment Section	0	0	0	1	1
5. Maintenance and Inspection Department	(0)	(2)	(2)	(6)	(10)
- Maintenance Management Section	0	1	0	1	2
- Mechanical Section	0	1	0	2	3
- Electrical and Instrumental Section	0	0	1	1	2
- Civil and Erection Section	0	0	1	1	2
- Inventory Control Section	0	0	0	1	1
6. Materials Handling Department	(0)	(0)	(2)	(5)	(7)
- Storage Section	0	0	1	1	2
- Loading and Unloading Section	0	0	1	4	5
7. Technical and Development Department	(1)	(1)	(1)	(2)	(5)
- Production Management Section	1	0	0	0	1
- Development and Engineering Section	0	1	0	0	1
- Analytical Laboratory	0	0	1	1	1
- Training Section	0	0	0	1	1
- Marketing Technical Assistance Section	0	0	1	0	0
Total Personnel Number	3	18	37	59	117
Personnel Charge, ZK/Man·Year-1987	40,000	25,000	10,000	8,000	Average: 11,726
					Total Amount: ZK1,372 MM/Year

- Notes: 1) Additional contract laborers for product loading is assumed and which costs are included in product transport costs.
 2) During annual maintenance works for 40 days, additional maintenance supervisor and laborers are contracted (Vendor specialist; 2, Inspector; 5, Laborer 50, Total 57 persons) whose costs are included in maintenance costs.
 3) Personal charge includes direct salary, overtime, social welfare and fringe benefits covered by the company.

Table III-18 RAW MATERIAL CONSUMPTION CALCULATION FOR FUSED MAGNESIUM PHOSPHATE PRODUCTION (1/2)

1. Raw Material Supply for Fused Magnesium Phosphate Production

Phosphate Concentrate, Chilembwe, Zambia			Serpentine, Mkushi, Zambia		
Item	Experimental	Design Base	Item	Experimental	Design Base
Specification, %			Specification, %		
- P ₂ O ₅	33.69	30.00	- MgO	38.45	38.45
- CaO	46.18	41.11	- SiO ₂	41.44	41.44
- F	1.89	1.68	- Others	7.36	7.36
- Other	<u>17.70</u>	<u>26.67</u>	- Ignition Loss	<u>11.96</u>	<u>11.96</u>
Solid Sub-Total	99.46	99.46	Solid Sub-Total	99.21	99.21
- Free Moisture	<u>0.54</u>	<u>13.56(12%)</u>	- Free Moisture	<u>0.79</u>	<u>4.78(4.5%)</u>
Total Weight	100.00	113.02	Total Weight	100.00	103.99
Production, TPY			Production, TPY		
- Wet Material	-	39,978	- Wet Material	-	20,023
- Dry Material	-	35,181	- Dry Material	-	19,103
- P ₂ O ₅	-	10,554	- MgO	-	7,345
Transportation from Chilembwe Concentration Plant to FMP Plant, Kafue, Zambia			Transportation from Mkushi Mine to FMP Plant, Kafue, Zambia		
- Road, km	-	541	- Road, km	-	21
- Railway, km	-	<u>0</u>	- Railway, km	-	<u>278</u>
- Total, km	-	541	- Total, km	-	299
- Transportation Charges, ZK/Ton-1987	433		- Transportation Charges, ZK/Ton-1987	133	
- Loading and Unloading	<u>20</u>		- Loading and Unloading	<u>40</u>	
		<u>453</u>			<u>173</u>

2. Product Specification of Fused Magnesium Phosphate

Chemical Analysis, %

- T-P ₂ O ₅	20.31 (100.0%)
- T-MgO	14.15
- T-F	0.72 (54.6%)
- T-S	0.06
- Free Moisture	0.50

Fertilizer Nutrient, %

- C-P ₂ O ₅	20.11 (99.0%)
- F-P ₂ O ₅	20.03 (98.6%)
- Av-P ₂ O ₅	14.38 (70.8%)
- S-P ₂ O ₅	14.25 (70.2%)
- W-P ₂ O ₅	0.04 (0.2%)
- S-SiO ₂	26.19
- C-MgO	14.05
- Total Alkalinity	42.00

Physical Property, %

- Size, (+) 32 Mesh	55.6
(+) 100 Mesh	94.9

Packaging, kg Net

50.0 in PP Woven Bag/PE Inner Sack

Table III-18 RAW MATERIAL CONSUMPTION CALCULATION FOR FUSED MAGNESIUM PHOSPHATE PRODUCTION (2/2)

3. Raw Material and Utility Consumption for Fused Magnesium Phosphate Production

Items	Product Design of FMP TPT	Conceptual Design for FMP Plant Production		
		Unit TPT	Daily TPD	Annual TPY
Raw Material, Ton				
- Phosphate Concentrate, Dry (P ₂ O ₅ : 30.00%, CaO : 41.11%)	0.677	0.698*	117.27	35,181
- Serpentine, Dry (MgO : 38.45%, SiO ₂ : 41.44%)	0.368	0.379*	63.67	19,103
- Electrode	-	0.005	0.84	252
- Calcium Hydroxide (Ca(OH) ₂ : 100%)	-	0.010	1.68	504
- Other Chemicals, \$	-	0.100	16.80	5,040
Utility, Ton				
- Raw Water	-	6.250	1,050.00	315,000
- Fuel Oil (10,000 kcal/kg, S: 0.5%)	-	0.028	4.70	1,411
- Electricity, kWh	-	910	152,880	45.87 MM
Packaging				
- PP Woven/PE Inner Sack, 50 kg Net	-	20.200	3,394	1.018 MM

4. Production and Outputs for Fused Magnesium Phosphate Production

Fused Magnesium Phosphate, Bags, Ton	1.000	1.000	168.00	50,400
Calcium Fluoride (CaF ₂ : 100%), Bulk, Ton	-	0.015	2.52	756
Exhaust Gas (50°C, F : 2 mg/Nm ³ , Dust : 30 mg/Nm ³), Nm ³	-	-	-	-
Waste Water (35°C, F : 10 ppm, P ₂ O ₅ : 1.0 ppm), Ton	-	3.000	504.00	151,200

- Notes: 1) * Losses for transportation (1.0%), processing (1.0%) and in-plant material handlings (1.0%) are assumed total 3.0% from ex-mines of raw materials to salable product loading of FMP at the FMP plant.
- 2) Annual operation of 300 DPY is assumed.
- 3) Calcium fluoride is recovered as thickener slurry of 5% CaF₂, others are 2.1% of SiO₂ and 92.9% of free moisture. Physical property of solid; bulk density; 1.70 and angle of repose; 41°.

Table III-19 ORGANIZATION AND PERSONNEL FOR THE FUSED MAGNESIUM PHOSPHATE PROJECT

Product : Fused Magnesium Phosphate, C-P2O5: 20.11%, Bags
 Capacity: 50,400 TPY
 Location: Kafue, Zambia

	Director and Manager	Senior Engineer and Officer	Foreman, Officer, Technician	Operator, Worker, Secretary	Total
Factory Head Office and Factory Complex					
1. Factory Director's Office	(1)	(0)	(1)	(2)	(4)
2. General Affair Department	(1)	(1)	(4)	(4)	(10)
- Administration Section	1	0	0	0	1
- Personnel Section	0	0	1	0	1
- Financing/Accounting Section	0	0	1	0	1
- Purchasing/Logistics Section	0	1	0	1	2
- Housing and Welfare Section	0	0	1	0	1
- Security and Health Section	0	0	0	3	3
- Legal Section	0	0	1	1	1
3. Production Department	(0)	(1)	(8)	(36)	(45)
Fused Magnesium Phosphate Plant					
- Raw Material Feed	0	0	2	12	14
- Electric Furnace	0	1	2	8	11
- Quenching	0	0	2	8	10
- Drying	0	0	2	8	10
4. Utility Department	(0)	(0)	(2)	(3)	(5)
- Water Treatment Section	0	0	1	2	1
- Electric Power Section	0	0	1	2	2
- Other Utility and Environment Section	0	0	0	1	1
5. Maintenance and Inspection Department	(0)	(1)	(1)	(4)	(6)
- Maintenance Management Section	0	1	0	1	2
- Mechanical Section	0	0	0	1	1
- Electrical and Instrumental Section	0	0	1	1	2
- Civil and Erection Section	0	0	0	0	0
- Inventory Control Section	0	0	0	1	1
6. Materials Handling Department	(0)	(0)	(1)	(7)	(8)
- Storage Section	0	0	0	1	1
- Packing Section	0	0	1	5	6
- Loading and Unloading Section	0	0	0	1	1
7. Technical and Development Department	(0)	(1)	(3)	(1)	(5)
- Production Management Section	0	1	0	0	1
- Development and Engineering Section	0	0	1	0	1
- Analytical Laboratory	0	0	1	1	2
- Training Section	0	0	0	0	0
- Marketing Technical Assistance Section	0	0	1	0	1
Total Personnel Number	2	4	20	57	83
Personnel Charge, ZK/Man·Year-1987	40,000	25,000	10,000	8,000	Average: 10,072 Total Amount: ZK0.846/Year

Notes: 1) During annual maintenance works for 35 days, additional maintenance supervisor and laborers are contracted (Vendor specialist; 2, Inspector; 5, Laborer 40, Total 47 persons) whose costs are included in maintenance costs.
 2) Personal charge includes direct salary, overtime, social welfare and fringe benefits covered by the company.

Table III-20 RAW MATERIAL CONSUMPTION CALCULATION FOR SINGLE SUPER PHOSPHATE PRODUCTION (1/2)

1. Raw Material Supply for Single Super Phosphate Production

Chilembwe Phosphate Concentrate, Zambia			Sulfuric Acid NCZ, Kafue, Zambia		
Item	Experimental	Design Base	Item	Experimental	Design Base
Specification, %			Specification, %		
- P ₂ O ₅	33.69	30.00	- H ₂ SO ₄	98.0	98.0
- CaO	46.18	41.11	Sub-Total	98.0	98.0
- F	1.89	1.68	- Free Moisture	2.0	2.0
- Other	17.70	26.67	Total Weight	100.0	100.0
Solid Sub-Total	99.46	99.46			
- Free Moisture	0.54	13.56(12%)			
Total Weight	100.00	113.02			
Production, TPY			Supply from NCZ, Kafue, TPY		
- Wet Material	-	39,978	- Wet Material (98%)		20,255
- Dry Material	-	35,181	- Dry Material (100%)		19,850
- P ₂ O ₅	-	10,553	- Sulfur		6,483
Transportation from Chilembwe Concentration Plant to SSP Plant, Kafue, Zambia			Transportation from NCZ, Kafue to SSP Plant, Kafue, Zambia		
- Road, km	-	541	- Pipeline, km		1
- Railway, km	-	0	- Transportation Charge, ZK/Ton-1987		0
- Total, km	-	541	- Loading and Unloading		10
- Transportation Charges, ZK/Ton-1987		433			10
- Loading and Unloading Charges		20			
		453			

2. Product Specification of Single Super Phosphate

Chemical Analysis, %	
- T-P ₂ O ₅	17.91 (100.0%)
- T-MgO	0.23
- T-F	0.79 (70.0%)
- T-S	11.10
- Free Moisture	8.40
Fertilizer Nutrient, %	
- C-P ₂ O ₅	17.46 (97.5%)
- F-P ₂ O ₅	17.40 (97.2%)
- AV-P ₂ O ₅	17.20 (96.0%)
- S-P ₂ O ₅	17.10 (95.5%)
- W-P ₂ O ₅	15.15 (84.6%)
- Free Acid (P ₂ O ₅)	3.70 (20.7%)
Physical Property, %	
- Size, (+) 12 Mesh	35.0
(+) 60 Mesh	80.0
Packaging, kg Net	Bulk

Table III-20 RAW MATERIAL CONSUMPTION CALCULATION FOR SINGLE SUPER PHOSPHATE PRODUCTION (2/2)

3. Raw Material and Utility Consumption for Single Super Phosphate Production

Items	Product Design of SSP TPT	Conceptual Design for SSP Plant Production		
		Unit TPT	Daily TPD	Annual TPY
Raw Material, Ton				
- Phosphate Concentrate, Dry (P ₂ O ₅ : 30.00%, CaO : 41.11%)	0.597	0.615*	117.27	35,181
- Sulfuric Acid (H ₂ SO ₄ : 100.0%)	0.340	0.347*	66.17	19,850
- Calcium Hydroxide (Ca(OH) ₂ : 100%)	-	0.010	1.91	572
- Other Chemicals, \$	-	0.100	19.07	5,722
Utility, Ton				
- Raw Water	-	5.500	1,048.74	314,628
- Fuel Oil (10,000 kcal/kg, S: 0.5%)	-	0.010	1.91	572
- Electricity, kWh	-	45.000	8,580.60	2,575 MM
Packaging				
- PP Woven/PE Inner Sack, 50 kg Net	-	-	-	-

4. Production and Outputs for Single Super Phosphate Production

Single Super Phosphate, Bulk, Ton	1.000	1.000	190.68	57,205
Calcium Fluoride (CaF ₂ : 100%), Bulk, Ton	-	0.012	2.288	687
Exhaust Gas (50°C, F : 2 mg/Nm ³ , Dust : 30 mg/Nm ³), Nm ³	-	1,185	0.226 MM	67.8 MM
Waste Water (35°C, F : 10 ppm, P ₂ O ₅ : 1.0 ppm), Ton	-	5.240	999.17	299,754

- Notes: 1) * Losses for transportation (1.0%), processing (1.0%) and in-plant material handlings (1.0%) are assumed total 3.0% from ex-mines of raw materials to salable product loading of SSP at the SSP plant.
- 2) In-plant losses for sulfuric acid is assumed 2.0%.
- 3) Annual operation of 300 DPY is assumed.
- 4) Calcium fluoride is recovered as thickener slurry of 5% CaF₂, others are 2.1% of SiO₂ and 92.9% of free moisture. Physical property of Solid: bulk density; 1.70 and angle of repose; 41°.

Table III-21 ORGANIZATION AND PERSONNEL FOR THE SINGLE SUPER PHOSPHATE PROJECT

Product : Single Super Phosphate, Av-P₂O₅: 17.20%, Bulk
 Capacity: 57,205 TPY
 Location: Kafue, Zambia

	Director and Manager	Senior Engineer and Officer	Foreman, Officer, Technician	Operator, Worker, Secretary	Total
Factory Head Office and Factory Complex					
1. Factory Director's Office	(1)	(0)	(1)	(2)	(4)
2. General Affair Department	(1)	(1)	(4)	(4)	(10)
- Administration Section	1	0	0	0	1
- Personnel Section	0	0	1	0	1
- Financing/Accounting Section	0	0	1	0	1
- Purchasing/Logistics Section	0	1	0	1	2
- Housing and Welfare Section	0	0	1	0	1
- Security and Health Section	0	0	0	3	3
- Legal Section	0	0	1	1	1
3. Production Department	(0)	(1)	(8)	(28)	(37)
Single Super Phosphate Plant					
- Raw Material Feed	0	0	3	12	15
- Acidulation and Gas Treatment	0	1	3	8	12
- Conditioning	0	0	2	9	10
4. Utility Department	(0)	(0)	(2)	(3)	(5)
- Water Treatment Section	0	0	1	0	1
- Steam Generation Section	0	0	0	1	1
- Electric Power Section	0	0	1	1	2
- Other Utility and Environment Section	0	0	0	1	1
5. Maintenance and Inspection Department	(0)	(1)	(1)	(3)	(5)
- Maintenance Management Section	0	1	0	1	2
- Mechanical Section	0	0	1	1	1
- Electrical and Instrumental Section	0	0	0	1	1
- Civil and Erection Section	0	0	0	0	0
- Inventory Control Section	0	0	0	1	1
6. Materials Handling Department	(0)	(0)	(1)	(7)	(8)
- Storage Section	0	0	1	2	3
- Packing Section	0	0	0	0	0
- Loading and Unloading Section	0	0	0	5	5
7. Technical and Development Department	(0)	(1)	(3)	(1)	(5)
- Production Management Section	0	1	0	0	1
- Development and Engineering Section	0	0	1	0	1
- Analytical Laboratory	0	0	1	1	2
- Training Section	0	0	0	0	0
- Marketing Technical Assistance Section	0	0	1	0	1
Total Personnel Number	2	4	20	48	74
Personnel Charge, ZK/Man·Year-1987	40,000	25,000	10,000	8,000	Average: 10,324
					Total Amount: ZK0.764 MM/Year

Notes: 1) During annual maintenance works for 35 days, additional maintenance supervisor and laborers are contracted (Vendor specialist; 2, Inspector; 5, Laborer 40, Total 47 persons) whose costs are included in maintenance costs.
 2) Personal charge includes direct salary, overtime, social welfare and fringe benefits covered by the company.

Figure III-1 PHOSPHATE MINING AND CONCENTRATE PROJECT AT CHILEMBWE OF ZAMBIA

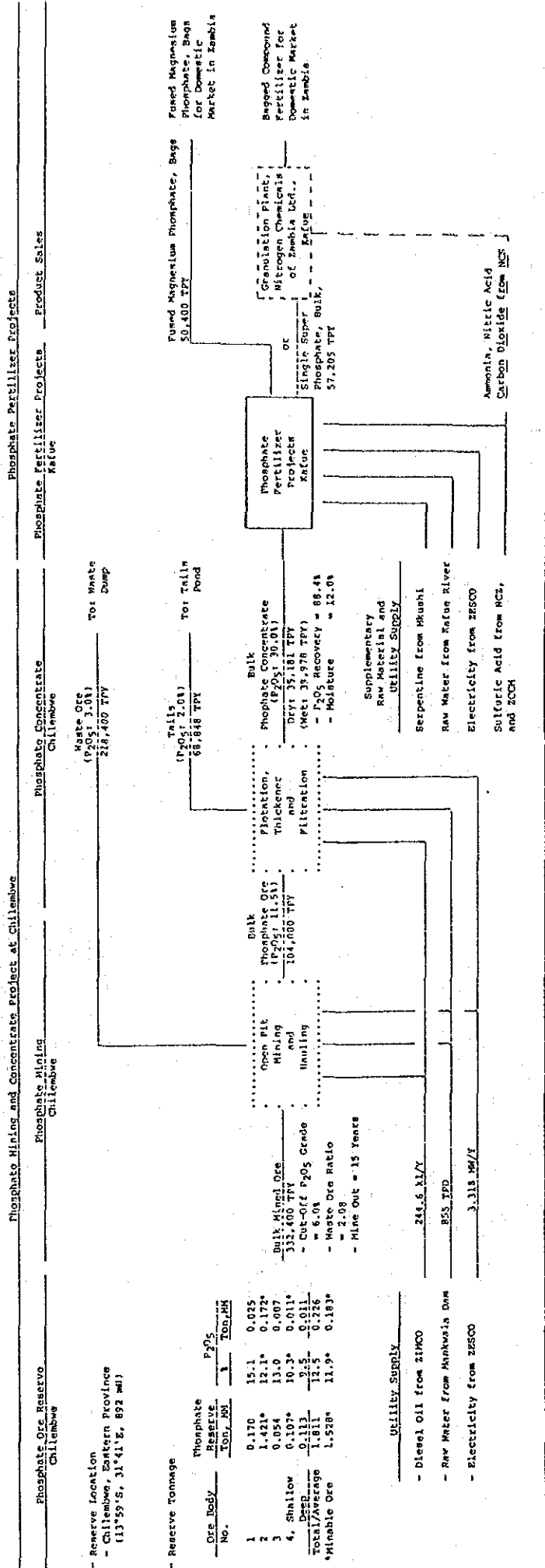


Figure III-2

SERPENTINE HILLS AT
MKUSHI OF ZAMBIA

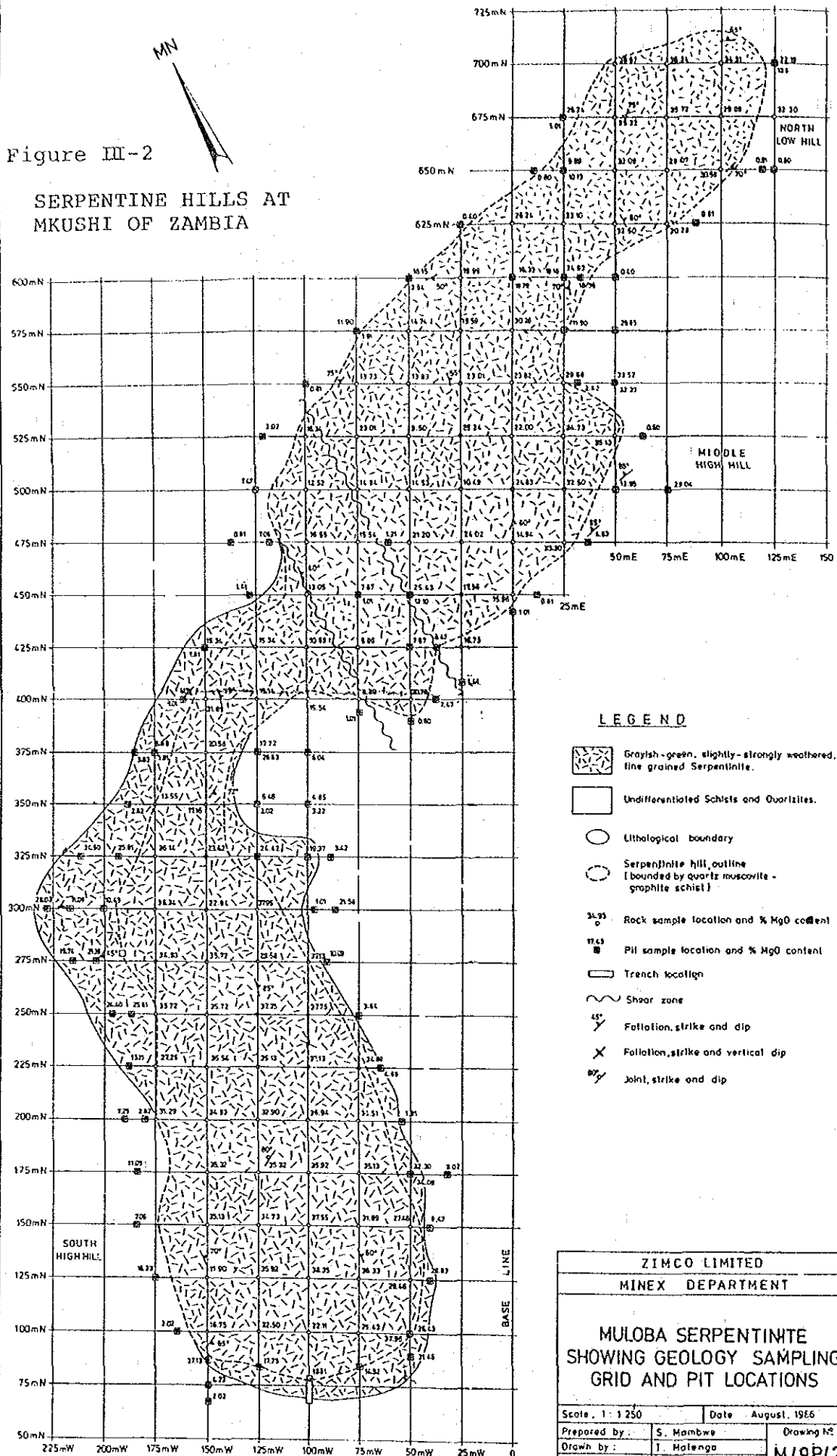


Figure III-3

TOPOGRAPHY MAP OF
SERPENTINE HILLS AT
MKUSHI OF ZAMBIA

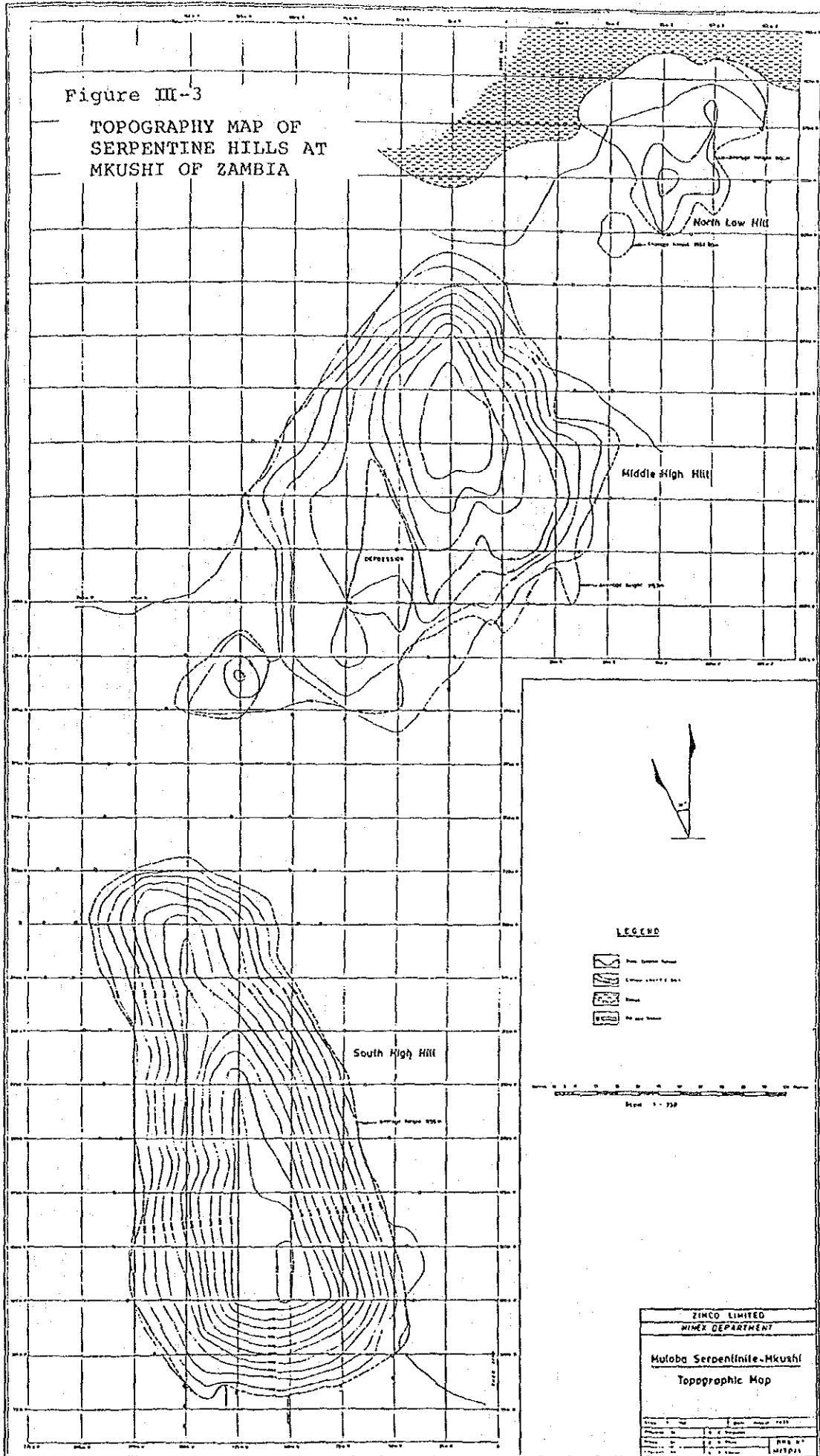
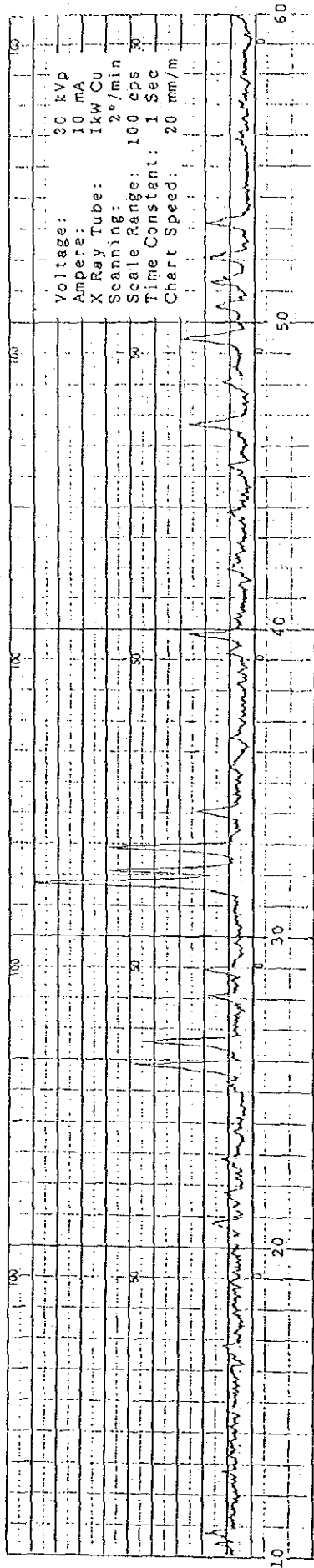


Figure III-4 X RAY DIFFRACTION CHART (1/2)

Phosphate Concentrate: Chilembwe, Zambia



Phosphate Concentrate: Florida, USA

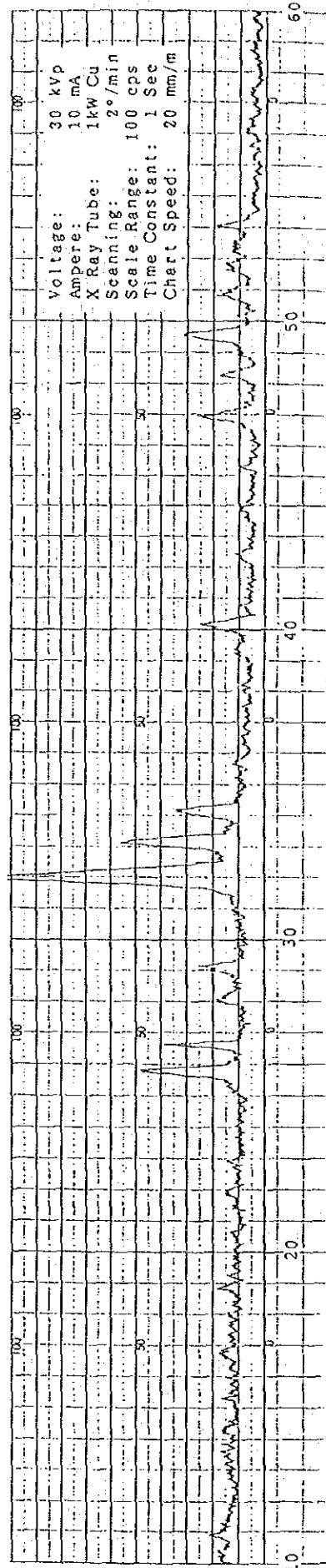
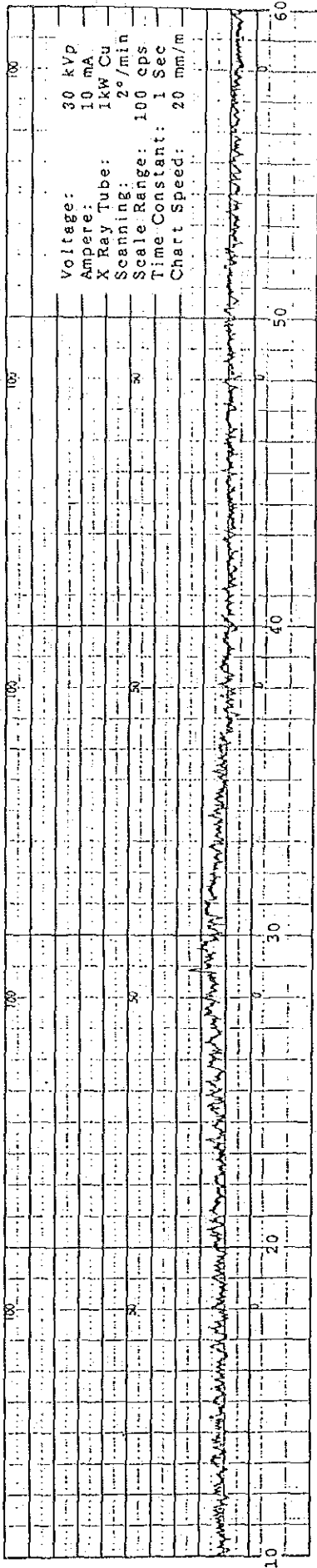


Figure III-4 X RAY DIFFRACTION CHART (2/2)

Fused Magnesium Phosphate produced from Chilembwe Phosphate Concentrate, Zambia



Fused Magnesium Phosphate produced from Florida Phosphate Concentrate, USA

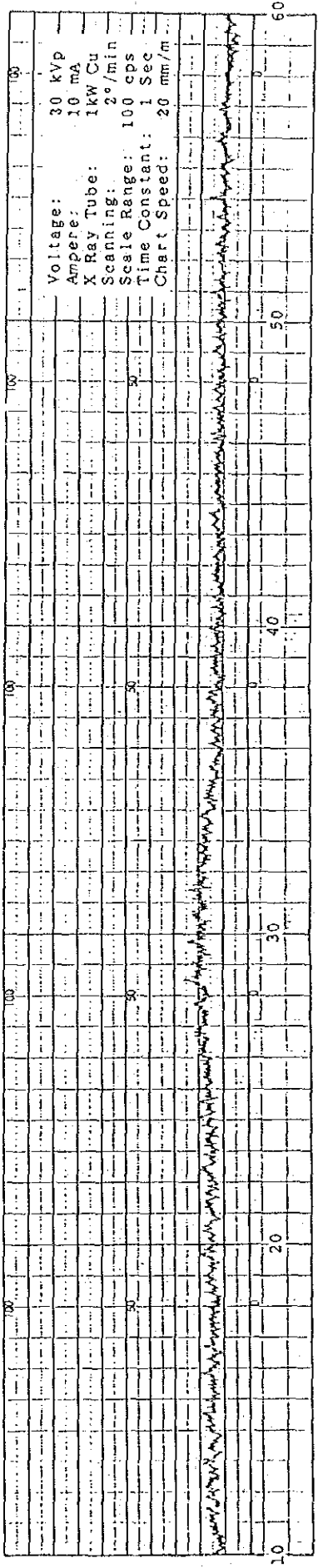


Figure III-5 PROJECT SITE ALTERNATIVES (1/4)

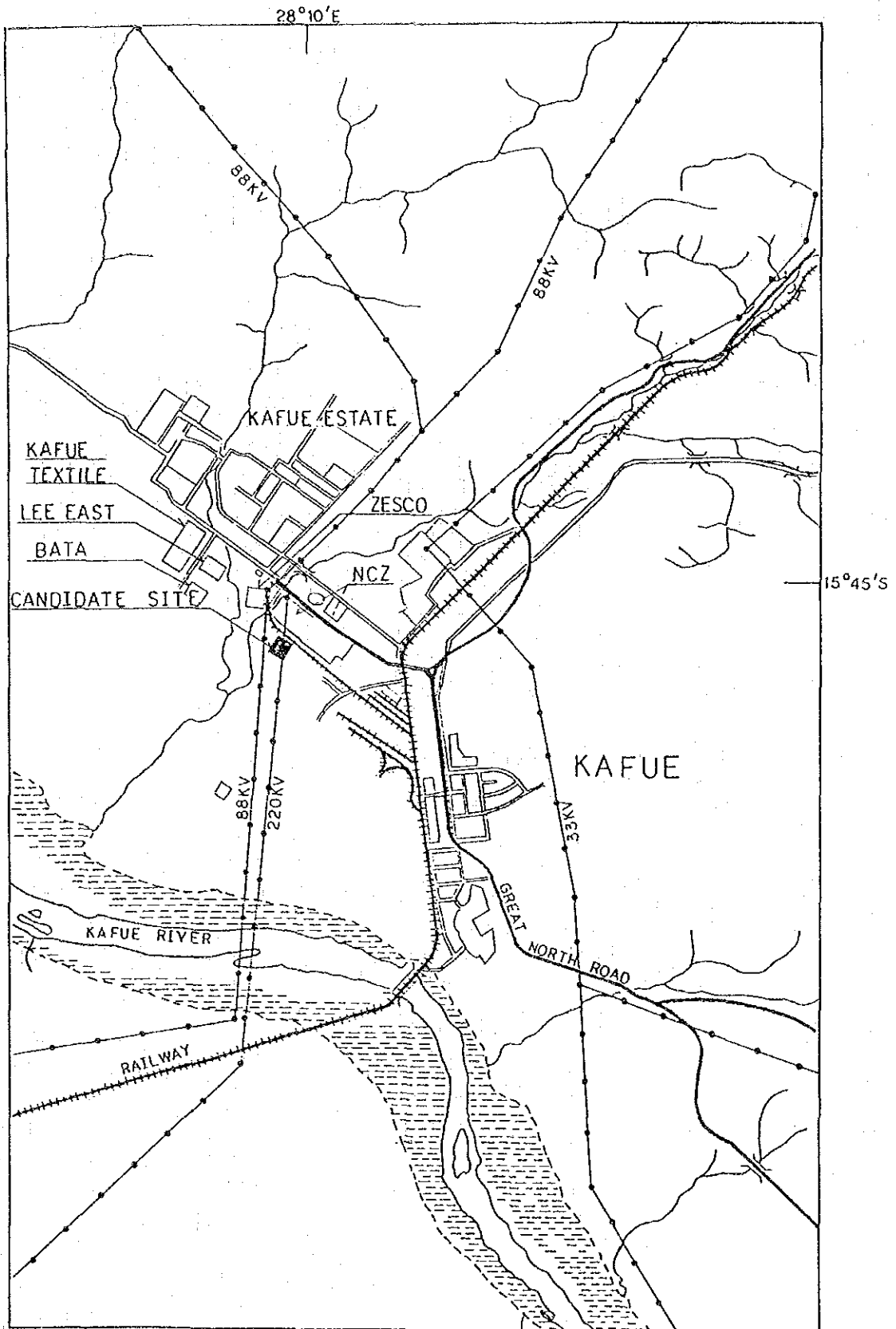


Figure III-5 PROJECT SITE ALTERNATIVES (2/4)

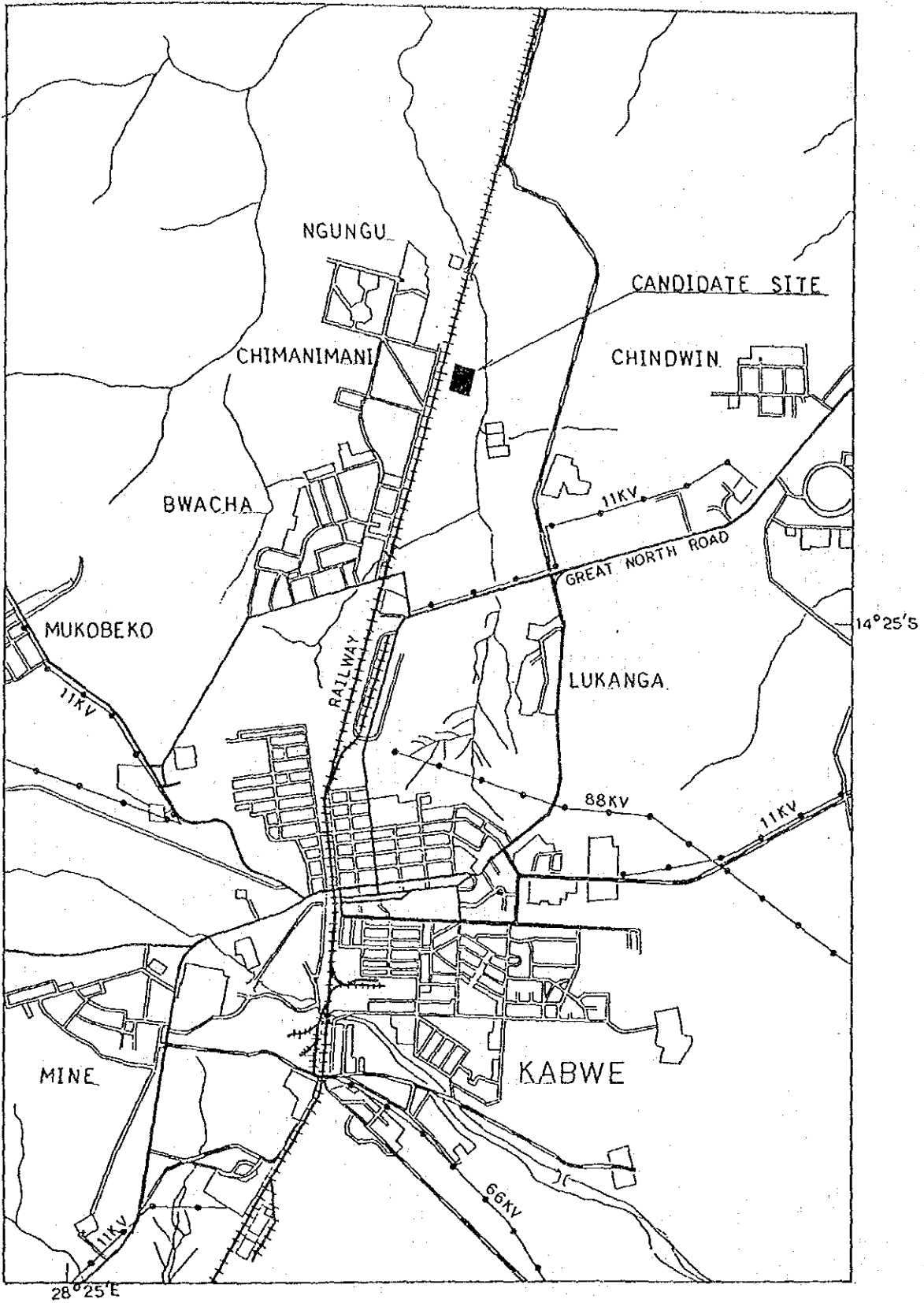


Figure III-5 PROJECT SITE ALTERNATIVES (3/4)

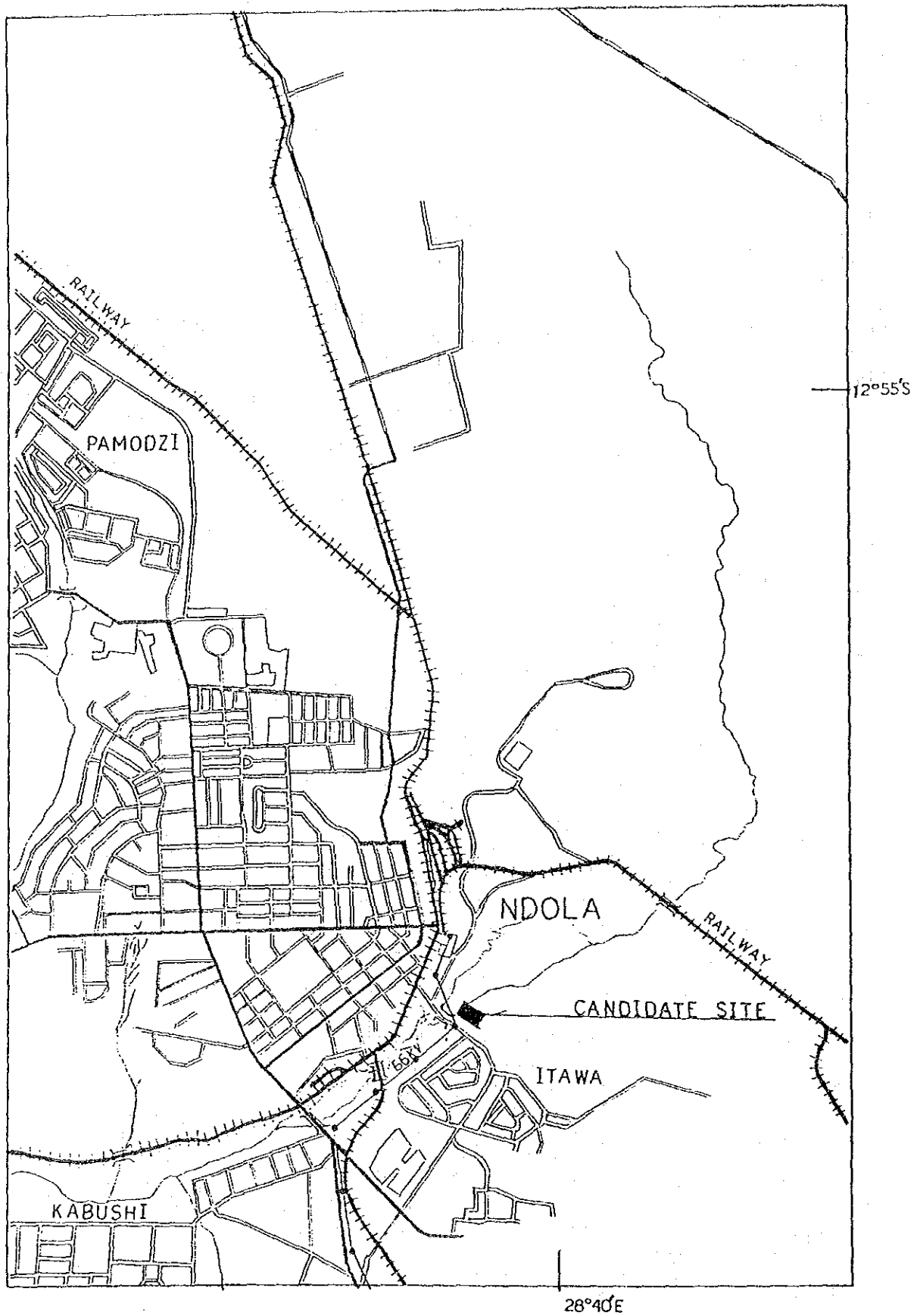
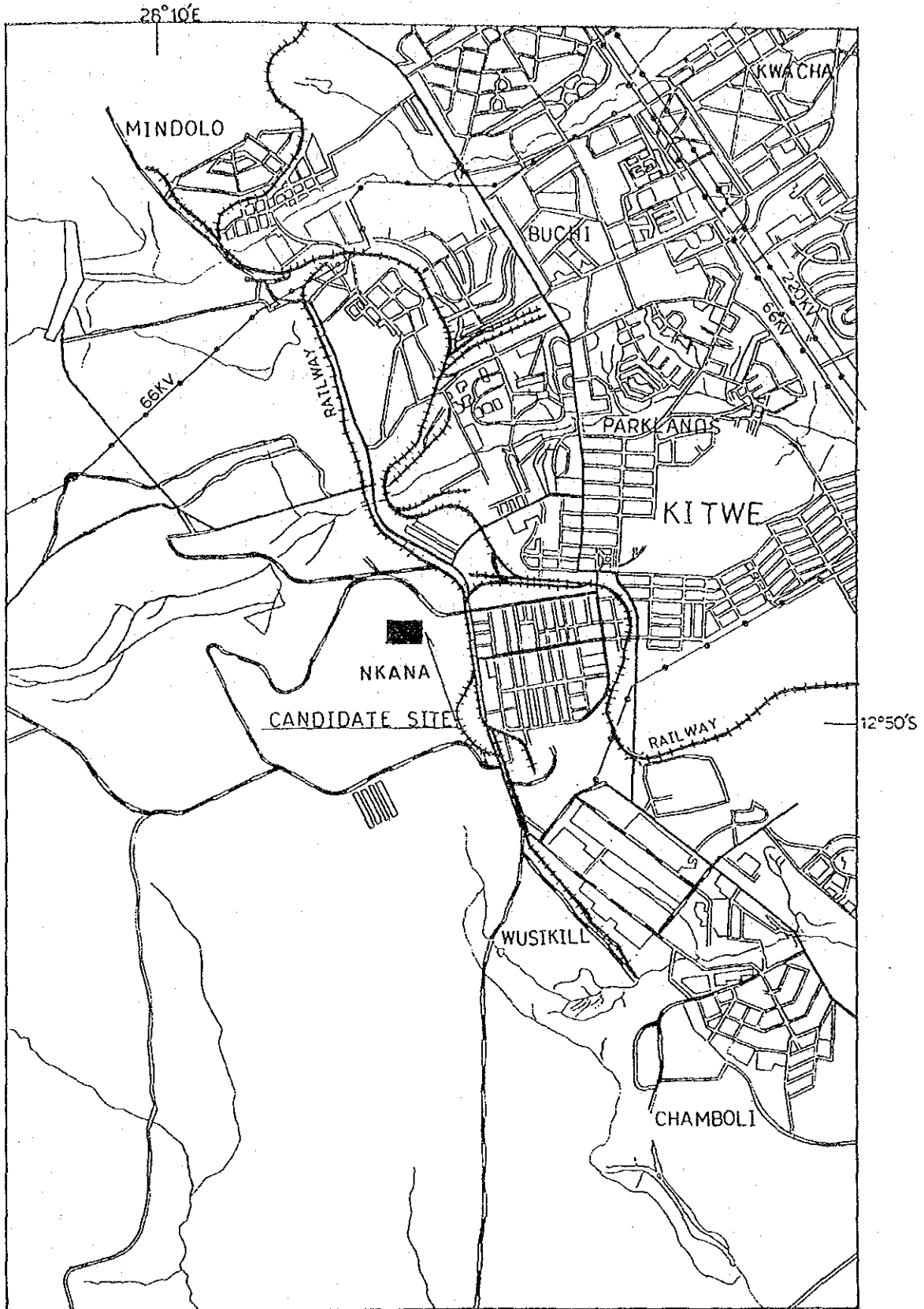


Figure III-5 PROJECT SITE ALTERNATIVES (4/4)



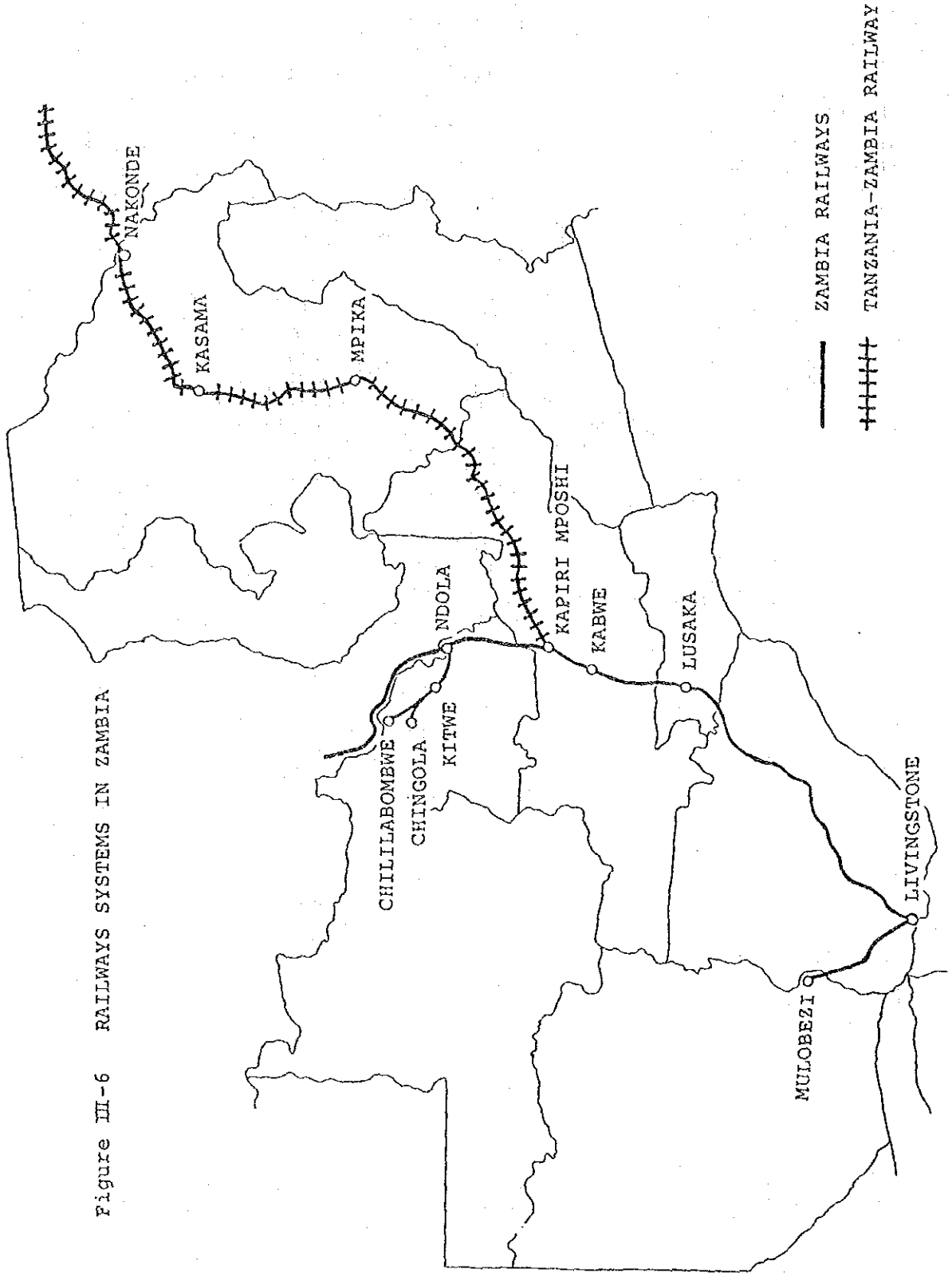


Figure III-6 RAILWAYS SYSTEMS IN ZAMBIA

Figure III-7 ROADS SYSTEM IN ZAMBIA

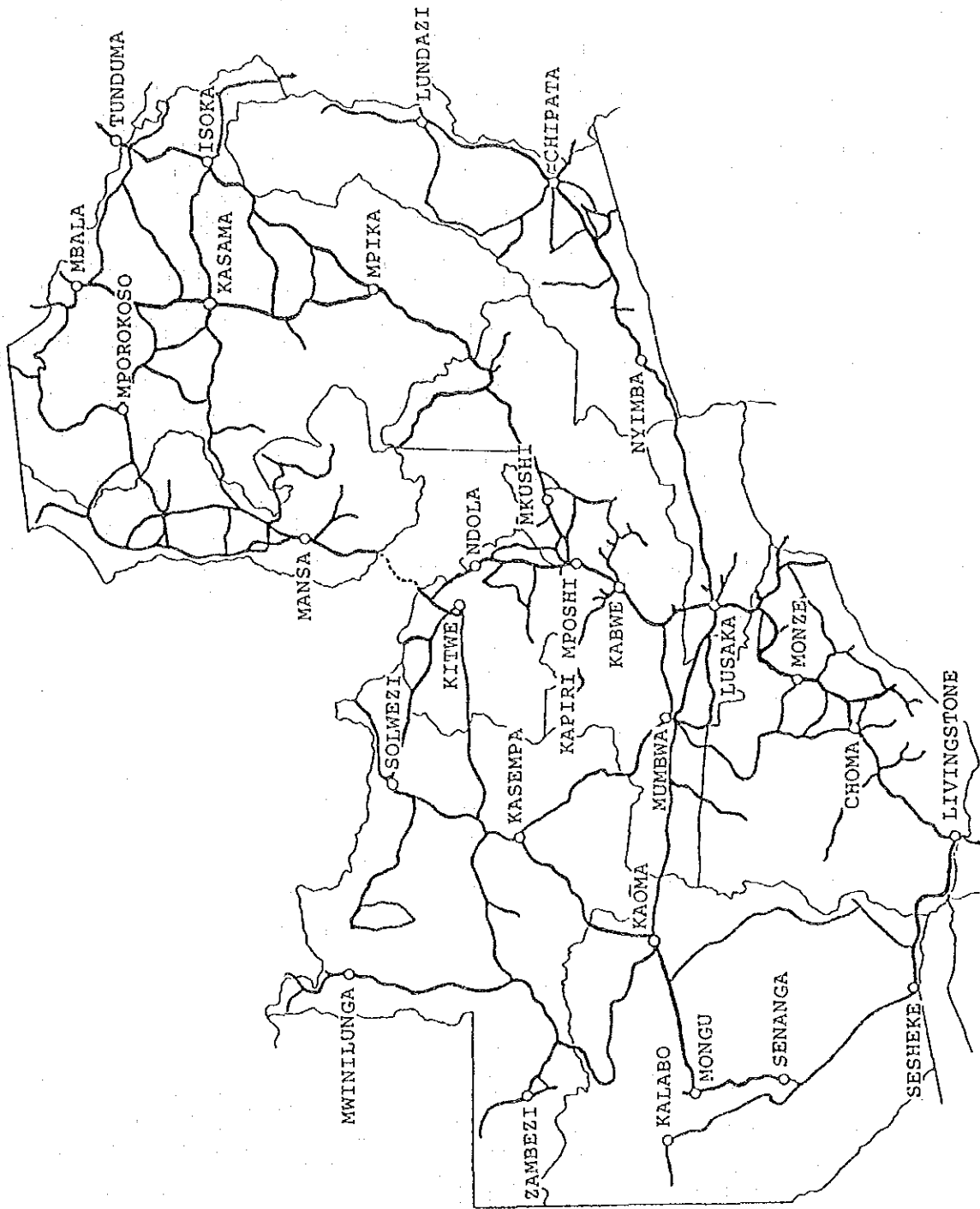


Figure III-8 TRANSPORT TARIFFS IN ZAMBIA

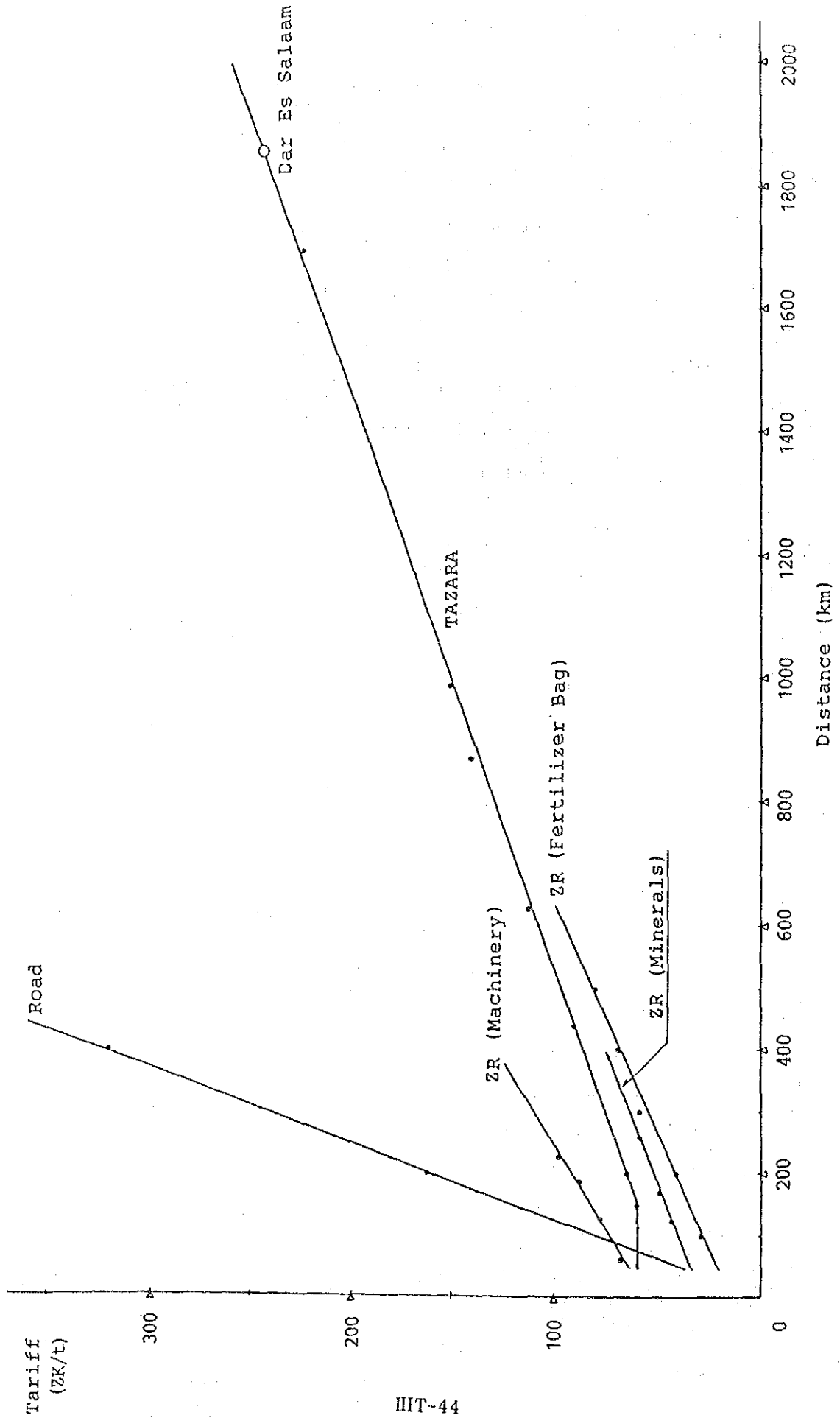
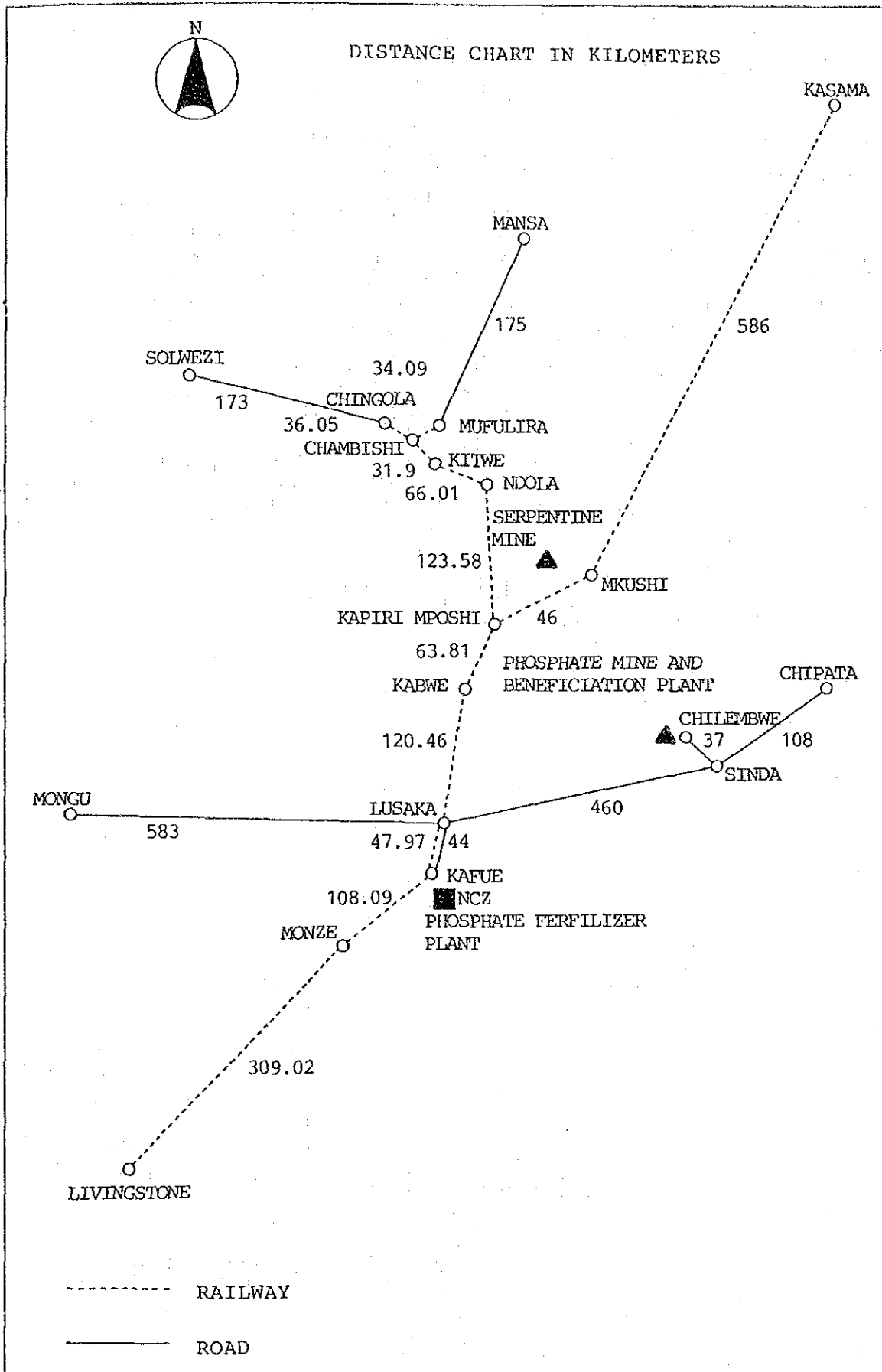


Figure III-9 TRANSPORT ROUTES AND DISTANCE IN ZAMBIA



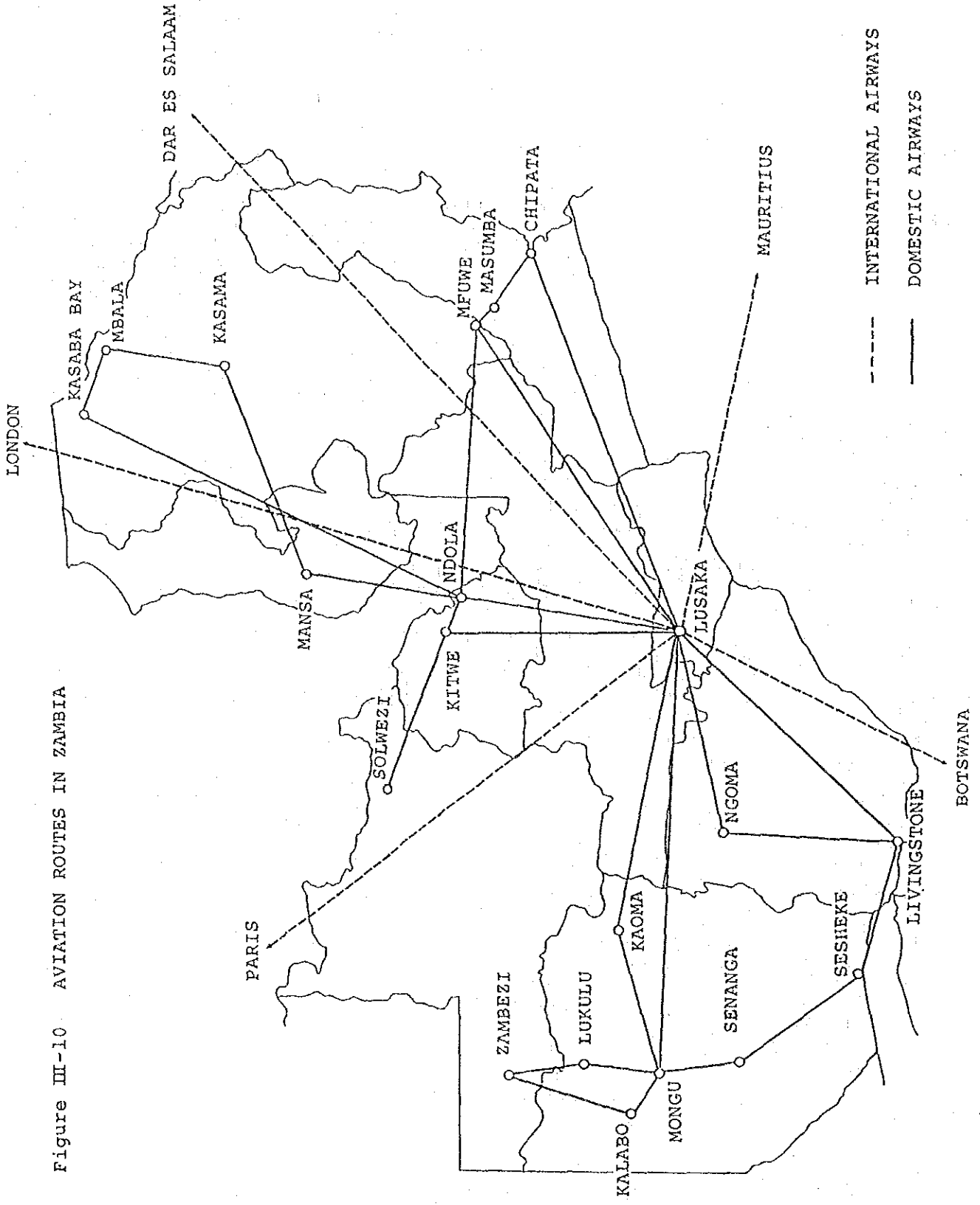


Figure III-10 AVIATION ROUTES IN ZAMBIA

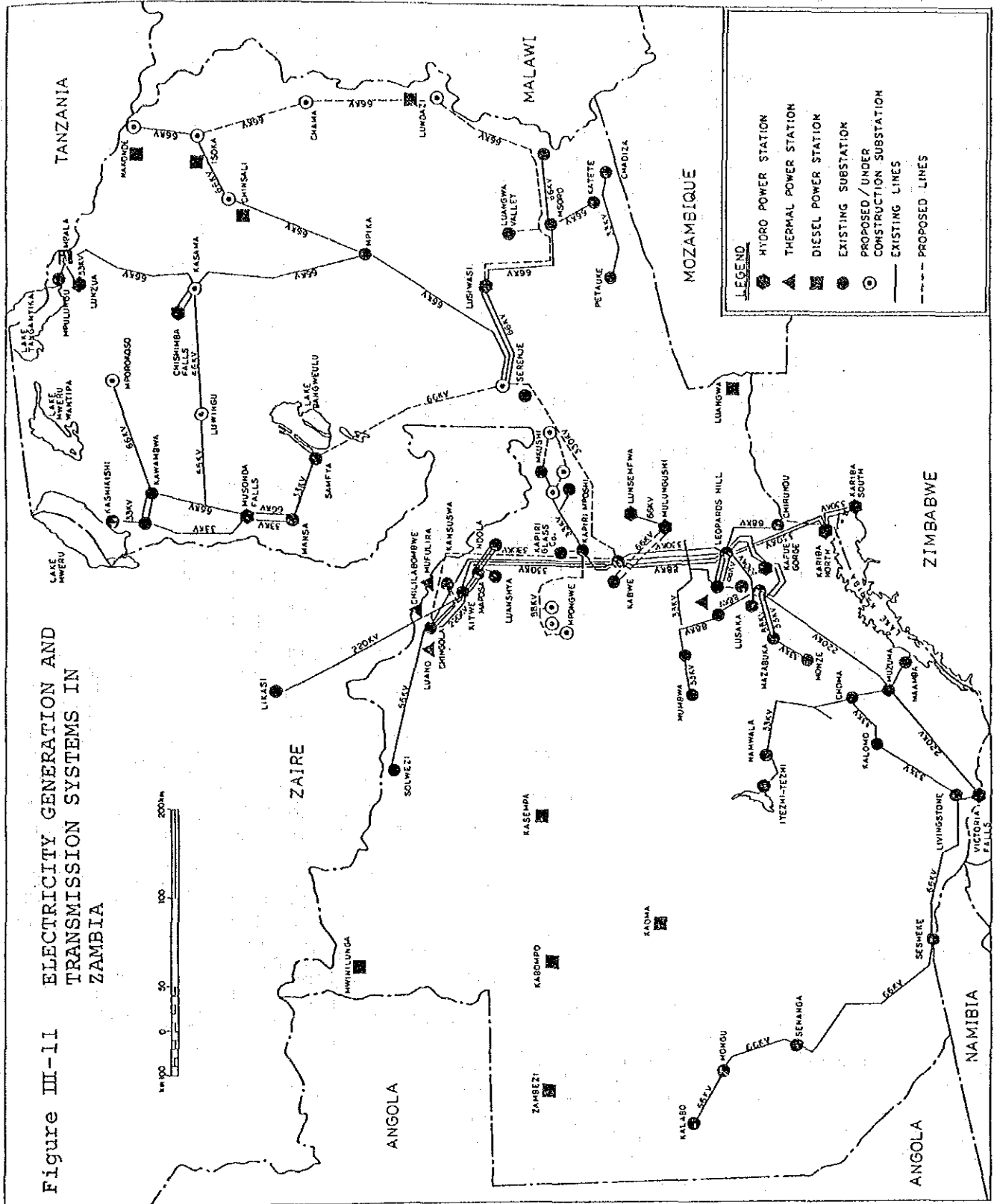
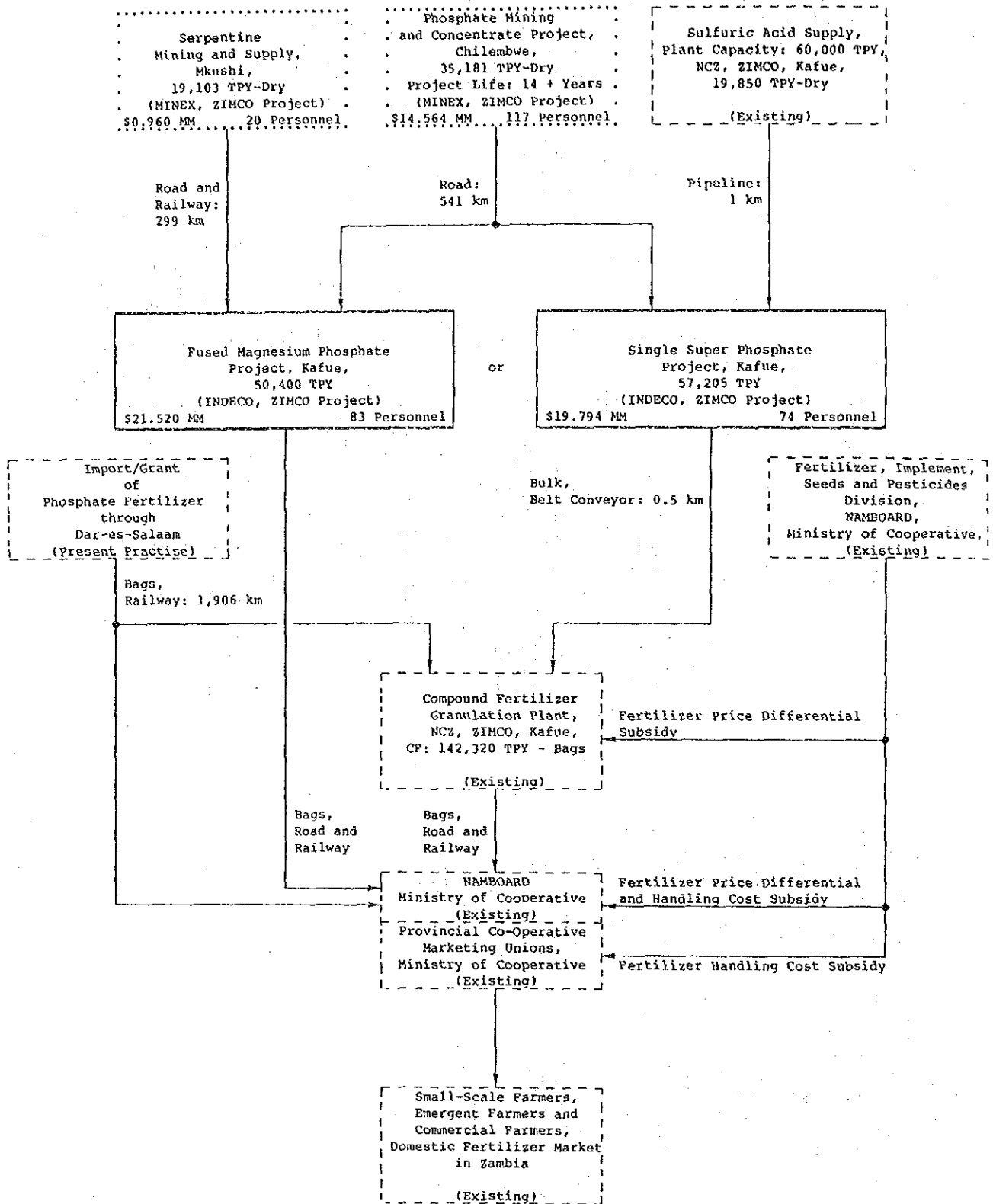


Figure III-12 INTEGRATION OF PHOSPHATE MINING AND CONCENTRATE PROJECT AND PHOSPHATE FERTILIZER PROJECTS IN ZAMBIA



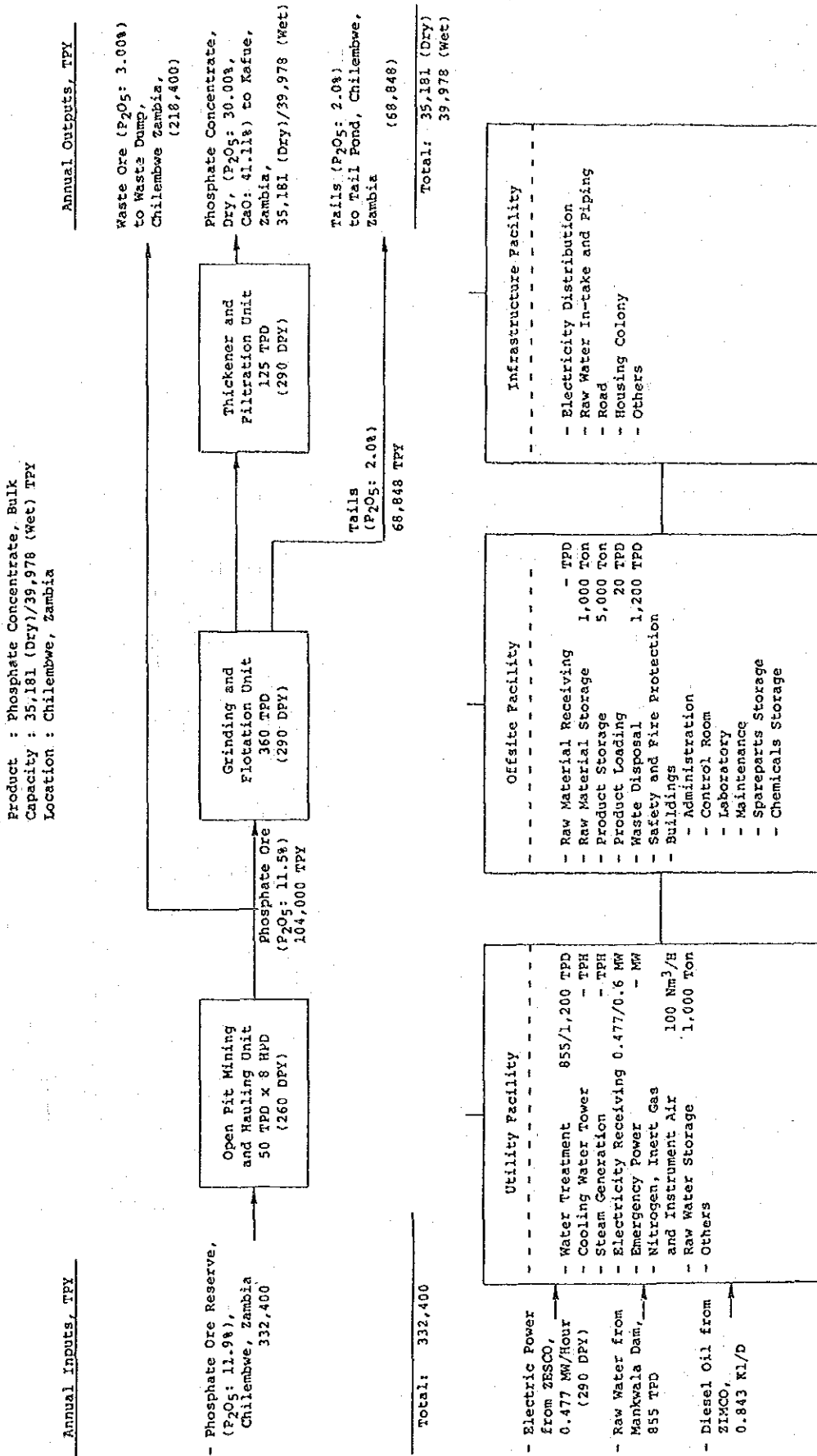
Legends:

- Proposed Project
- Existing Activity
- Premise Project

Notes:

- Commercial Production; July 01, 1991
- Exchange Rate ; 2K8.00/US\$
- Interest Rate ; 12%/year
- Escalation during 1991/1987
 - Foreign ; 14.23%
 - zambian ; 14.23%

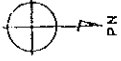
Figure III-13 PROCESS CONFIGURATION FOR THE PHOSPHATE MINING AND CONCENTRATE PROJECT



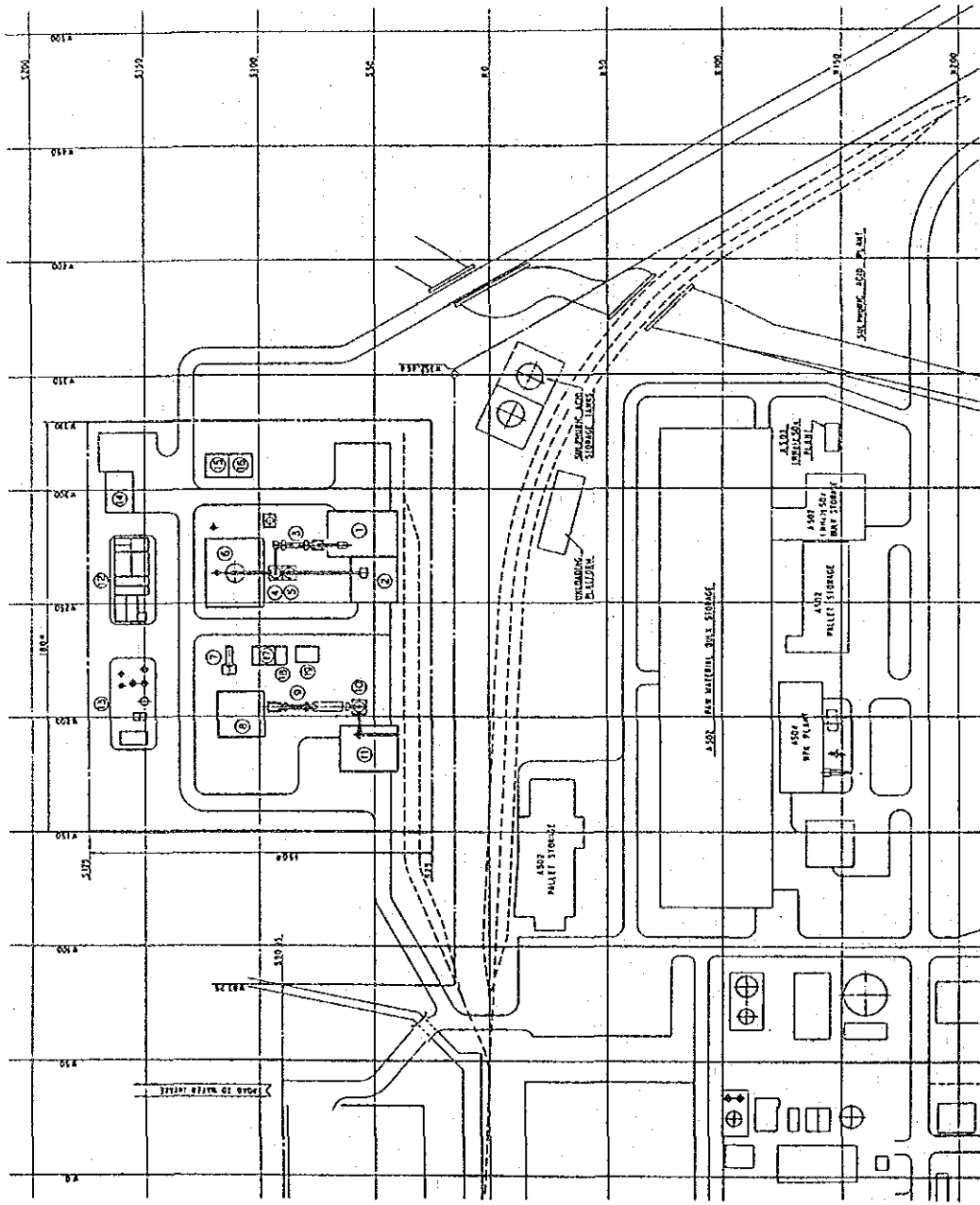
Notes: 1) Material flow under normal operating conditions at design capacity for 290 DPY of annual operable days is illustrated.
 2) Normal flow and facility design capacity with allowance for utility and offsite are shown in normal flow/design capacity, respectively.

Figure III-14 IMPLEMENTATION SCHEDULE FOR THE PHOSPHATE MINING AND CONCENTRATE PROJECT

Project Implementation	Calendar																	
	1987			1988			1989			1990			1991					
Year	J	F	M	J	F	M	J	F	M	J	F	M	J	F	M	J	F	M
1. Project Preparation																		
- Feasibility Study	x	x	x	x	x	x	x	x	x									
- Detailed Feasibility Study																		
- Project Approval																		
- Corporate Formation																		
- Financing Arrangement																		
- ITB Preparation																		
- Proposal by Bidders																		
- Proposal Evaluation																		
- Contract Award																		
2. Project Facility Construction																		
- Site Preparation																		
- Design and Engineering																		
- Site Development																		
- Civil and Erection Works																		
- Equipment Procurement																		
- Equipment Transport																		
- Mechanical Completion																		
- Commissioning and Start-up																		
3. Inputs Supply																		
- Consumable																		
- Raw Water																		
- Electric Power																		
- Other Inputs																		
4. Recruiting and Training																		
- Recruiting																		
- Training																		
- Technical Advisory Services																		
5. Commercial Production																		
- Test Operation																		
- Plant Acceptance																		
- Commercial Production																		
- Product Shipping																		
Project:	Estimate Date																	
- Location	Chilembwe, Zambia																	
- Product/Capacity	Phosphate Concentrate/35,181 TPy-Dry																	
- Project Life	July 1, 1991 to June 30, 2006 for 15 years																	
	Contract Award			Foundation Works Start			Foundation Works Completion			Mechanical Completion			Acceptance/Commercial Production					



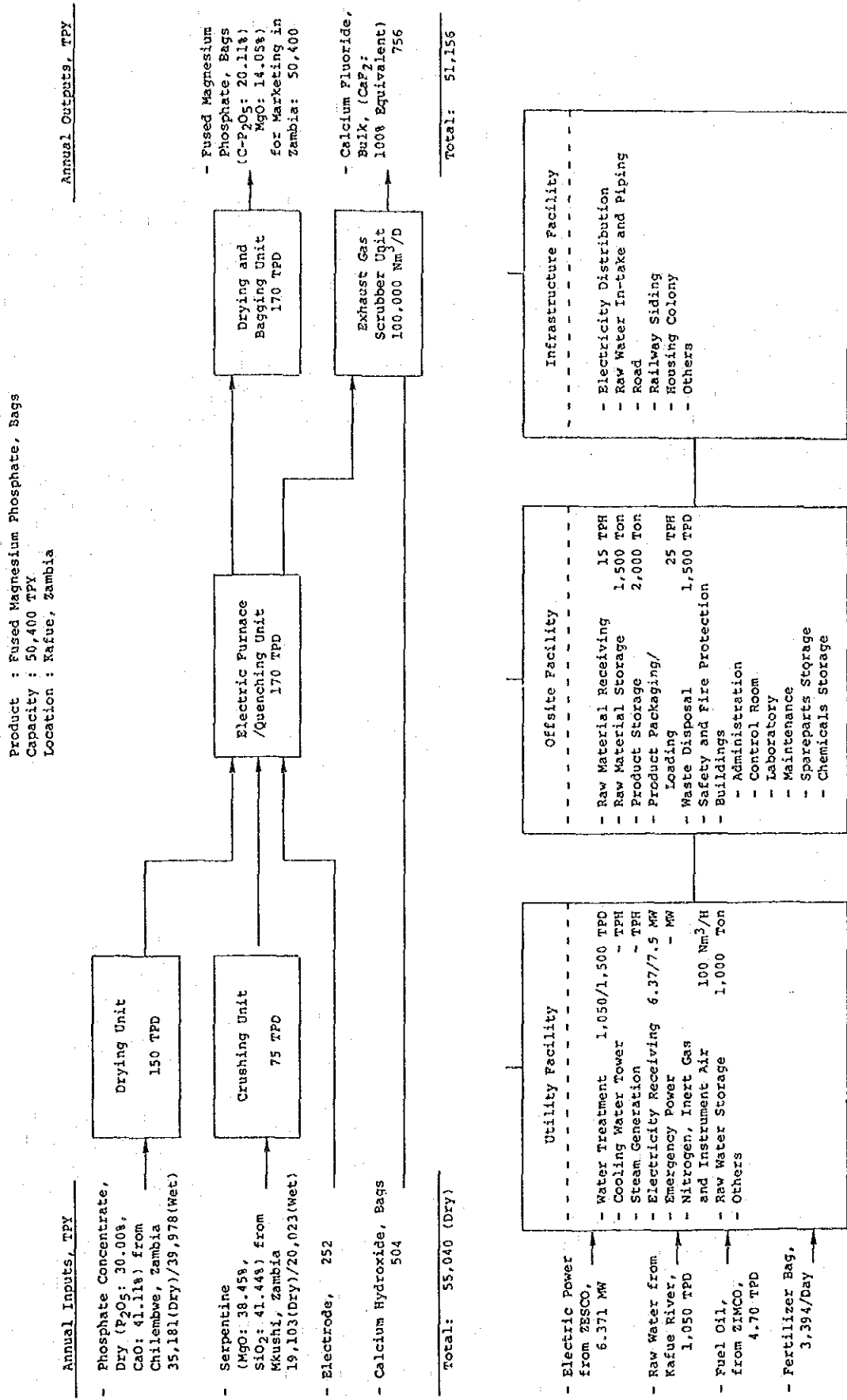
- NOTE**
- ① Phosphate Concentrate Storage Yard
 - ② Sulfuric Acid Storage Yard
 - ③ Phosphate Concentrate Dryer
 - ④ Phosphate Concentrate Storage Hopper
 - ⑤ Sulfuric Acid Storage Hopper
 - ⑥ Electric Furnace
 - ⑦ Mechanical Separator
 - ⑧ Semi-Product Storage Yard
 - ⑨ Product Dryer
 - ⑩ Product Silo
 - ⑪ Product Bagging and Warehouse
 - ⑫ Water Treatment
 - ⑬ Gas Treatment & Waste Water Treatment
 - ⑭ Office Building
 - ⑮ Sperry Parts Storage House
 - ⑯ Maintenance House
 - ⑰ Electrical Room
 - ⑱ Control Room
 - ⑲ Laboratory



ZAMBIA
FMP PLANT
GENERAL LAYOUT

Figure III-16 GENERAL PLOT PLAN OF FUSED MAGNESIUM PHOSPHATE PROJECT

Figure III-17 PROCESS CONFIGURATION FOR THE FUSED MAGNESIUM PHOSPHATE PROJECT



Notes: 1) Material flow under normal operating conditions at design capacity for 300 DPY of annual operable days is illustrated.
2) Normal flow and facility design capacity with allowance for utility and offsite are shown in normal flow/design capacity, respectively.

Figure III-18 IMPLEMENTATION SCHEDULE FOR THE FUSED MAGNESIUM PHOSPHATE PROJECT

Project Implementation	Calendar																							
	Year																							
Calendar Month	1987			1988			1989			1990			1991											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1. Project Preparation	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
- Feasibility Study	x	x	x	x	x	x																		
- Detailed Feasibility Study																								
- Project Approval																								
- Corporate Formation				x	x	x																		
- Financing Arrangement				x	x	x																		
- ITS Preparation				x	x	x																		
- Proposal by Bidders				x	x	x																		
- Proposal Evaluation							x	x	x															
- Contract Award									x															
2. Project Facility Construction																								
- Site Preparation							x	x	x															
- Design and Engineering							x	x	x															
- Site Development							x	x	x															
- Civil and Erection Works							x	x	x															
- Equipment Procurement							x	x	x															
- Equipment Transport							x	x	x															
- Mechanical Completion							x	x	x															
- Commissioning and Start-up										x	x	x												
3. Inputs Supply																								
- Phosphate Concentrate																x	x	x						
- Raw Water																								
- Electric Power																								
- Serpentine																								
4. Recruiting and Training																								
- Recruiting																								
- Training																								
- Technical Advisory Services																								
5. Commercial Production																								
- Test Operation																								
- Plant Acceptance																								
- Commercial Production																								
- Product Shipping																								

Project: Estimate Date
 Location: Kafue, Zambia
 Product/Capacity: Fused Magnesium Phosphate/50,400 TPY-Bags
 Project Life: July 1, 1991 to June 30, 2006 for 15 years

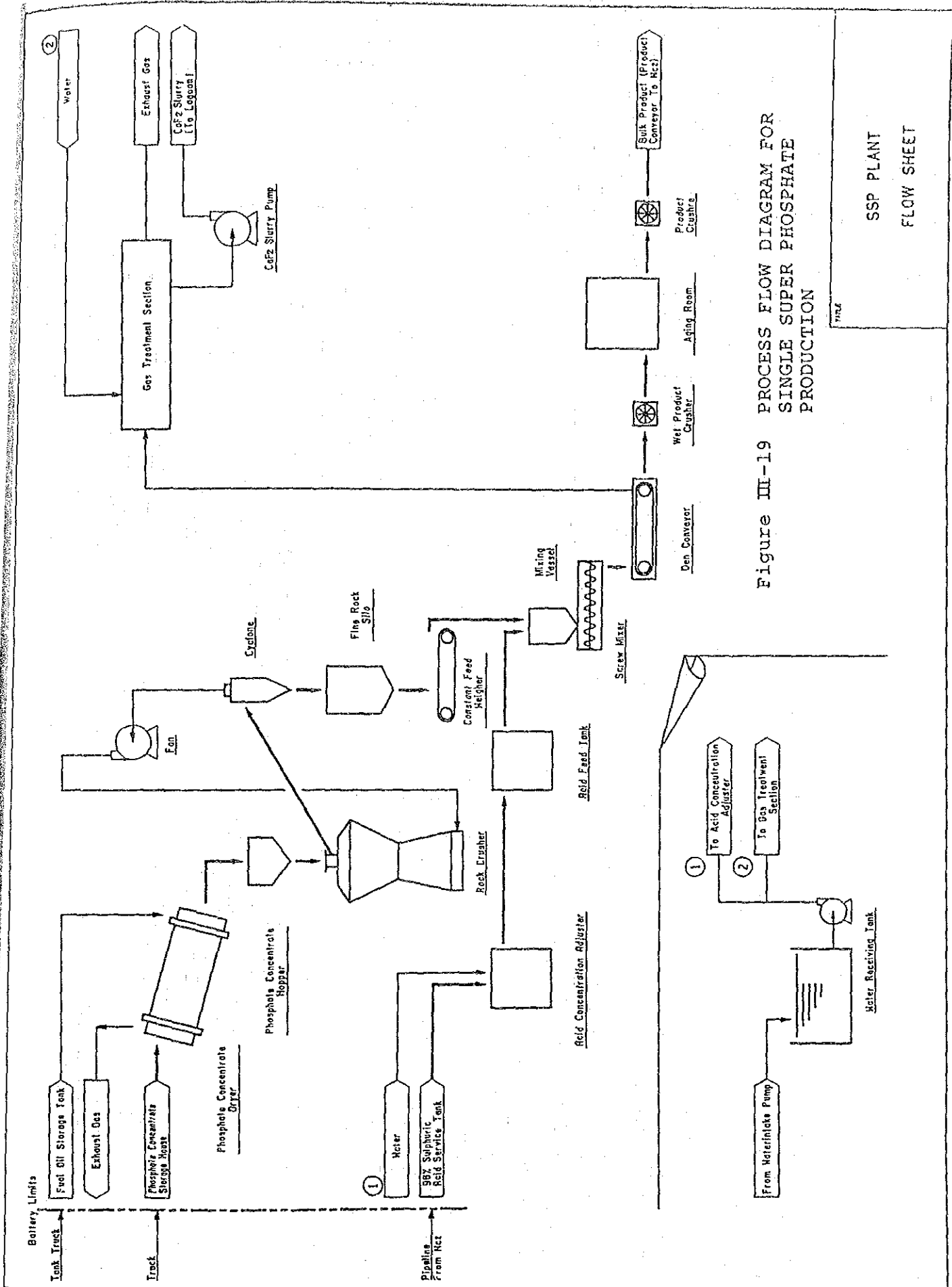
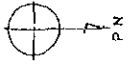


Figure III-19 PROCESS FLOW DIAGRAM FOR SINGLE SUPER PHOSPHATE PRODUCTION

SSP PLANT
FLOW SHEET



NOTE

- ① Phosphate Concentrate Storage Tank
- ② Phosphate Concentrate Dryer
- ③ Phosphate Concentrate Grinding & Acquisition
- ④ Sulphuric Acid Storage
- ⑤ Product Aging and Storage House
- ⑥ Gas Treatment
- ⑦ Waste Water Treatment
- ⑧ Office Building
- ⑨ Control Room
- ⑩ Electrical Room
- ⑪ Laboratory
- ⑫ Spare Parts Storage House
- ⑬ Maintenance House

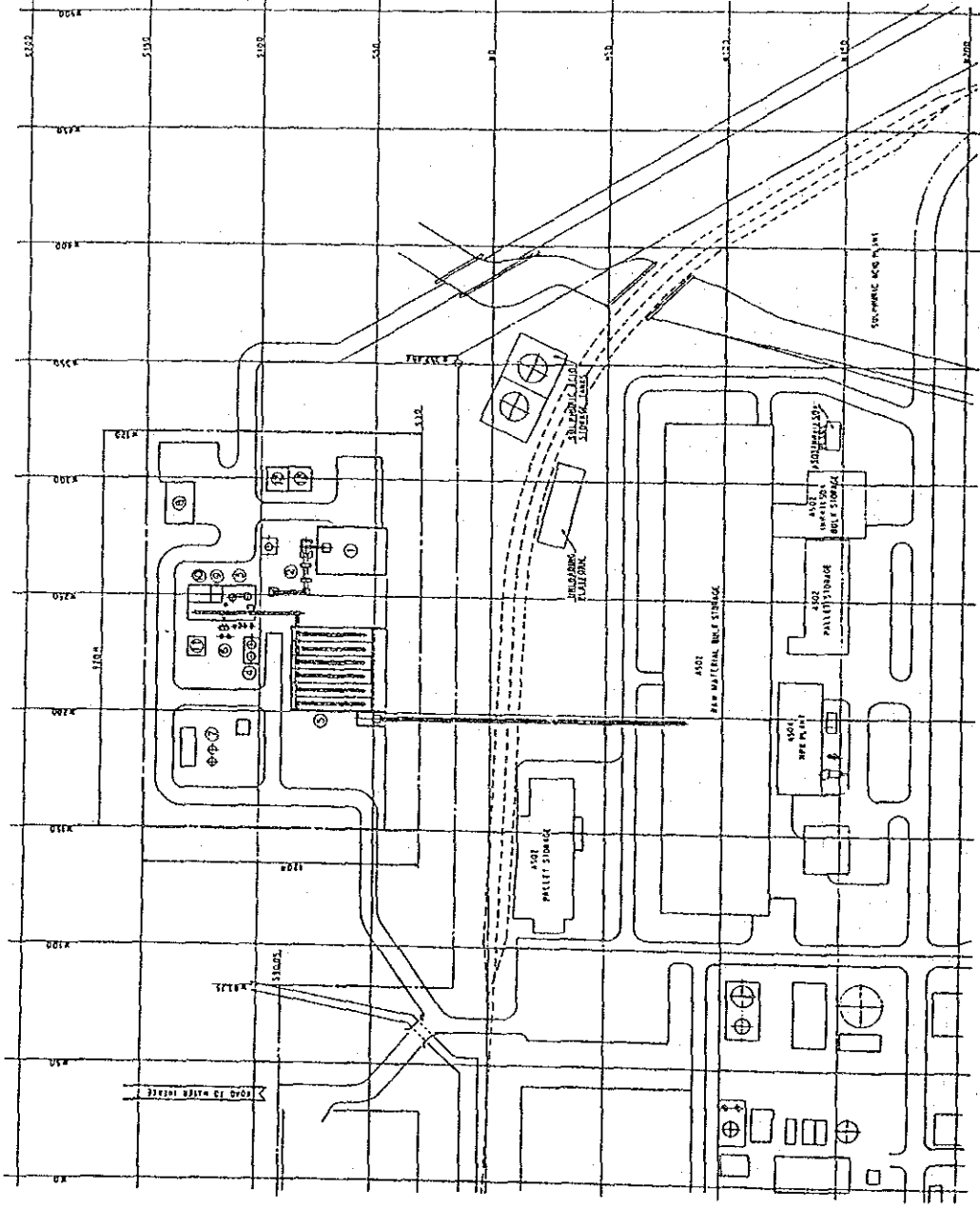
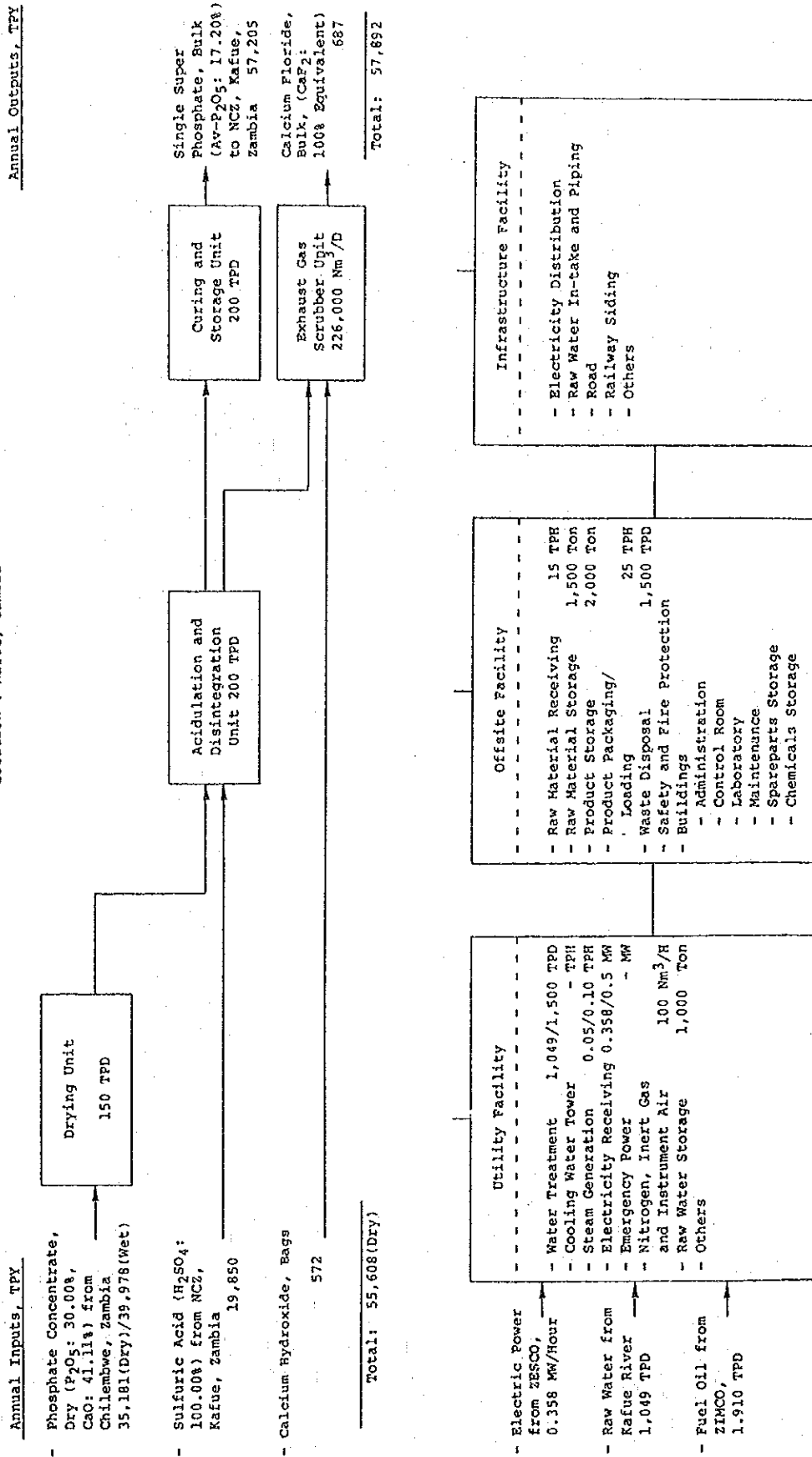


Figure III-20 GENERAL PLOT PLAN OF SINGLE SUPER PHOSPHATE PROJECT

Figure III-21 PROCESS CONFIGURATION FOR THE SINGLE SUPER PHOSPHATE PROJECT

Product : Single Super Phosphate, Bulk
 Capacity : 57,205 TPD
 Location : Kafue, Zambia



Notes: 1) Material flow under normal operating conditions at design capacity for 300 Dpy of annual operable days is illustrated.
 2) Normal flow and facility design capacity with allowance for utility and offsite are shown in normal flow/design capacity, respectively.

Figure III-22 IMPLEMENTATION SCHEDULE FOR THE SINGLE SUPER PHOSPHATE PROJECT

Project Implementation	Calendar Year																							
	1987			1988			1989			1990			1991											
	J	F	M	J	F	M	J	F	M	J	F	M	J	F	M	J	F	M	J	F	M	J	F	M
1. Project Preparation																								
- Feasibility Study	x	x	x	x	x	x																		
- Detailed Feasibility Study																								
- Project Approval																								
- Corporate Formation																								
- Financing Arrangement																								
- ITB Preparation																								
- Proposal by Bidders																								
- Proposal Evaluation																								
- Contract Award																								
2. Project Facility Construction																								
- Site Preparation																								
- Design and Engineering																								
- Site Development																								
- Civil and Erection Works																								
- Equipment Procurement																								
- Equipment Transport																								
- Mechanical Completion																								
- Commissioning and Start-up																								
3. Inputs Supply																								
- Phosphate Concentrate																								
- Raw Water																								
- Electric Power																								
- Sulfuric Acid																								
4. Recruiting and Training																								
- Recruiting																								
- Training																								
- Technical Advisory Services																								
5. Commercial Production																								
- Test Operation																								
- Plant Acceptance																								
- Commercial Production																								
- Product Shipping																								
Contract Award																								
Foundation																								
Works Start																								
Foundation																								
Works Completion																								
Mechanical Completion																								
Acceptance/Commercial Production																								

Project: Estimate Date
 - Location : Kafue, Zambia
 - Product/Capacity: Single Super Phosphate/57,205 tpy-Bulk
 - Project Life : July 1, 1991 to June 30, 2006 for 15 years.

第IV編 計画の財務分析および経済評価

第Ⅳ編 計画の財務分析および経済評価

第Ⅰ章 財務分析

Ⅰ. Ⅰ 財務分析の前提条件

本調査計画である、ザンビアのチレンブエの燐鉱石の採掘および濃縮計画により得られる燐精鉱を原料とする、カフェ立地の熔成燐肥工場計画または過燐石灰工場計画は、ともに日本における原料分析、評価試験および調査の結果により、技術的にフィージブルであると結論され、この三つの計画設備の概念設計を策定し、本報告書第Ⅲ編に纏めた。

したがって、これらの概念設計および仮定された工場建設実施の組織およびスケジュールに基づき、本調査計画を財務的に分析し、更にザンビアの国家経済の観点よりの経済評価を行ない、代替製品工場計画の比較と最終選択の調査を行なうこととした。

原理的には、上流部門の燐精鉱計画は1985年に完了しており、本計画調査で改めて分析自体を行なうことは必要ない。しかしながら、実際的には上流部門の製品はザンビア国内で下流部門の工場計画が実現しない場合は、商取引対象商品ではないことになる。したがって、調査計画の財務分析を行なうためには、上流計画と下流計画の統合計画として計画の実現性を調査し、上流部門の製品の適性転移価格を推定することになる。もし、統合計画に財務的存立性が認められるのであれば、技術的に上流部門と下流部門の財務的存立性を同時に満足させることは可能である。しかしながら、同様にもし統合計画に財務的存立性が認められない場合には、両計画を同時に財務的存立性があるようにすることは技術的に不可能である。

本調査の技術的ならびに市場性調査を実施した結果、本調査計画の財務的投資利益率はかなり低いことが推測されたので、本計画の財務分析の前提条件としては、出来るかぎり計画に有利となるよう条件設定を行なった。

設定条件の一部のものは、ザンビアの現状より判断してやや非現実的と考えられるものもあるが、もし本調査計画の存立性が確認された段階で再検討し、必要なら修正をすることになる。本調査計画の財務分析用の主要前提条件を以下に説明する。

1.1.1 外貨交換率

本調査計画の設備所要資金は1987年 1月 1日の物価推定基準日の物価水準を使用して予測した。通貨の単位は、すべて米国通貨のUS\$ を使用した。ザンビア国通貨のZambian Kwacha (ZK) で調達されるものについても、全てUS\$ の通貨単位を使用した。

ザンビアにおける外国通貨と ZK との交換率については、1986/87年の期間には制度上の転換に伴ない著しい変動を見た。歴史的な交換率の変動は表IV-1に示したように、1985年10月の各週入札制度の導入に伴ない著しい平価切り下げ (ZK 2.20/US\$ より ZK 5.01/US\$) があり、その後の入札制の最低価格制、ダッチ法 (複数交換率法) 入札制、一定範囲間の統制入札制、商業交換率と公定交換率の二重交換率法の導入があり、1987年 5月 1日に外貨交換の入札制の廃止と固定法の再導入 (ZK 21.01/US\$ から ZK 8.00/US\$) が行なわれた。

このようなザンビアの流動的状況より、本調査ではザンビア国内の US\$ 価格による将来物価上昇率推定との関連で合理的な外貨交換率を設定することが必要となる。1987年 1月 1日におけるコンサルタントの考察による有効交換率は、入札交換率は ZK 12.71/US\$ であったが、ZK 8.00/US\$ と判断した。

したがって、本計画調査では ZK 8.00/US\$ の交換率を使用することとしたが、この数値は1987年 5月 1日に再導入された固定交換率と偶然一致したものである。この期間のザンビア国内の物価上昇率は、外貨交換率の引き下げ率より大巾に下廻ったものであると判断された。

1.1.2 物価上昇率

本調査計画の商業生産開始時は、1991年 7月 1日と策定した。したがって、この時期までの外貨調達および現地調達物価については、将来物価の上昇率を用いて修正することとした。

総所要資金の約三分の二は、先進工業国より輸入されることになるため、1987年より1991年までのインフレーション率を年率 US\$ 通貨評価で 3.0%/年と予測した (OECD Economic Outlook, 1986年12月第40号によれば OECD メンバー諸国の1987年と1988年の物価上昇率は 3.0%/円と予測されている)。

長期的展望においては、ザンビア国内および国際的インフレーション率の格差は、固定相場制においても、その交換率の修正に反映されるものと判断した。したがって、ザンビアにおける国内インフレーション率は1991年まで US\$通貨評価で 3.0%/年と予測した。

1.1.3 金 利

本調査計画の投融资条件については、出資金と長・短期借入金の現実的かつ合理的配分が策定されなければならない。

本調査計画のザンビアにおける高い優先順位より想定し、本調査計画について最優先投融资条件が適用されるものと仮定した。基本ケースの長期融資条件はBOZ における再貸出による12.0%/年の金利を前提としたが、調査計画への直接融資を想定した金利率として 4.0%/年の低金利ケースについても財務分析を行なった。

これらの融資に関する返済期間および返済猶予期間については次に纏めた：

Loan Financing Terms			
Loans	Interest Rate %/Year	Grace Period Year	Repayment Year
Long Term Loan in Foreign Currency			
- Base Case	12.0	2.5	15.0
- Low Interest Rate Case	4.0	7.5	20.0
Short Term Loan in Zambian Currency			
- Base Case	20.0	0.0	1.0
- Low Interest Rate Case	20.0	0.0	1.0

1.1.4 出資金／融資金比と所有権

本調査計画の総所用資金の25%を出資金にて充当し、残余は基本的には長期借入金にて融資を受けるものとするが、遂年の資金繰り状況が不足の場合は、短期借入金にて充足するものと仮定した。

また、本調査計画は INDECO が国営企業 (ZIMCO 傘下の政府企業体) として推進し、ザンビア国内の磷肥の生産および販売活動を担当するものと仮定した。

1.1.5 償却と法人所得税

ザンビアにおける固定資産の償却と法人所得税計算法については the Chapter 668 of the Law of Zambia に規定されていて、初期償却率と各年の償却率が定められている。プロジェクト設備、機器およびプラントの初期償却および年間償却率は各20%であり、製造業の所得税率は35%である。ザンビア主要企業の償却実施の慣例については表IV-2に総括表示した。

本調査計画の償却および所得税率については、本調査の収益率が低いものと想定して、6.67%/年の償却率と5年間の法人所得税免除が適用されるものと仮定した。

1.1.6 計画実施および操業スケジュール

本調査計画の実施スケジュールは第Ⅲ編にて検討した：工場建設契約締結は1989年7月1日、工場完工は1991年3月1日また商業生産開始は1991年7月1日と仮定した。操業スケジュール、稼働率、製品販売および在庫増のスケジュールは工場の技術的操業率と製品販売面の検討結果より下の如く策定した：

Year	Production Capacity Utilization	Annual Sales	Inventory
1991 (1/2 Year)	35	30	5
2	80	75	10
3	90	90	10
4	100	100	10
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
2005 (1/2 Year)	50	60	0
Project Life Average	97	97	9.7

1.1.7 財務的存立性

本調査計画の財務的存立性については、固定価格制の割引率法による財務的内部収益率にて分析した。投資内部収益率に加えて、プロジェクト・ライフに亘る長期借入金返済能力および短期借入金所要額についても分析を行なった。完全な財務分析結果、収益性と財

務諸指標および感度分析結果は本報告書付録IV-1に示した。

1. 2 計画所要資金および投融資計画

本調査計画の所要資金額をザンビアおよび国際的価格体系を用いて積算した。積算額は商業運転開始時までの物価上昇の修正を加えて全所要資金とした。

本調査実施時のザンビアの建設および組立て工事費単価の時価に関する調査結果は、表IV-3に纏めて示した。各計画の所要資金の積算結果は表IV-4に示すと同時に以下の通り総括した。

Financing Required and Financing Plan for the Projects, \$,MM

Proposed Project	Financing Required			Financing Plan			Annual Sales
	Foreign Currency	Local Currency	Total	Equity	Long Term Loan	Total	
Individual Projects							
- Phosphate Mining and Concentrate, I	10.11	4.45	14.56	3.64	10.92	14.56	4.57
- Fused Magnesium Phosphate, II	16.66	4.86	21.52	5.38	16.14	21.52	9.07
- Single Super Phosphate, III	14.58	5.21	19.79	4.95	14.84	19.79	8.58
Integrated Projects							
- Phosphate Mining and Concentrate, and Fused Magnesium Phosphate, I + II	26.77	9.31	36.08	9.02	27.06	36.08	9.07
- Phosphate Mining and Concentrate, and Single Super Phosphate, I + III	24.69	9.67	34.36	8.59	25.77	34.36	8.58

Base Case: Interest Rate of Long Term Loan; 12.0%/year

1. 3 操業費と財務分析

1.3.1 操業費

本調査計画の1991年7月1日時点の主要操業費の推定値を表IV-5に示した。計画の収益率は低いものと推論されたので、計画に比較的有利な条件を採用するようにした。

(1) 電力価格

電力料金はZESCOの料金表に規定されており、この料金に15%の政府の販売税が加算される。料金体系は工業用の大口、工業用、商業用および家庭用の四分野に分類されている。

工業用の料金体系は、更に電力契約量により細分されていて、一般には契約量が大きいほど料金が安くなっている。年間の平均単価は契約形態、負荷およびその変動要因などにより算出される。個々の料金体系は本報告書の第Ⅲ編の表Ⅲ-11およびⅢ-12に計算結果を示した通りである。

現行のZESCOの料金体系は低料金体系に統制されていて、ZESCOの財務的存立性を維持するためには、1987年より少なくとも3年間は年率80.0%の価格上昇が必要であると言われている。(3年間に5.83倍となる)

これに対し本調査計画では、電力料金の上昇について、ザンビアの一般物価上昇を3.00%と仮定したのに対し、16.65%の上昇率を仮定したに止めた。更に、カフェの電力料金は、操業費を節減する目的でNCZと共同購入契約を締結するものとした。

独立契約と共同契約のカフェの電力料金の格差は、熔燐製造でZK 0.0462/kWhとZK 0.0423/kWh、過石製造でZK 0.0644/kWhとZK 0.0423/kWhになり、共同購入契約の方が、もし許可されるならば、計画にとってより有利な条件となる。

(2) 硫酸価格

現状での硫酸供給源はNCZのみに限定される。NCZでは硫酸は硫酸製造のための目的生産物であるため、本調査計画ではその価格については現状の販売価格と製造原価の単純平均値を採用することとした。NCZの操業率については、現状の42%に対し1991年の操業率を90%と仮定して製造原価を計算し価格設定を行なった。

(3) 製品価格

製品の販売価格については、第II編にて検討した如く市場調査の結果1991年の製品価格は次の如く定めた：

<u>Product Alternatives</u>	<u>Product Selling Price, \$/Ton-1991</u>	<u>Rated Production Capacity, TPY</u>
Fused Magnesium Phosphate, Ex-Plant, Kafue, Zambia	180.0 - Bags	50,400
Single Super Phosphate, Ex-Plant, Kafue, Zambia	150.0 - Bulk	57,205

本調査計画の二つの製品代替案は、ともに燐酸肥効成分含量が低く、特に原料の燐精鉱より低いため、ザンビアの主要燐酸肥料として海外より輸入されることもないであろうし、将来輸入されることもないであろうと考察される。高濃度燐酸肥料の輸入はザンビアへの遠距離輸送の点で有利である。本調査計画の製品は、国産原料使用により、国内の地域的消費のために、国産化される場合にのみ、経済的存立性のある計画であると考えられる。

世界の主要燐酸肥料の生産と国際取引は、現状では二燐安、DAP (18.2-46.4-0) および三重過石、TSP (0-46.4-0)の両者である。ザンビアの燐酸肥料の供給は、主にこの二種の高濃度燐酸肥料およびその誘導体である化成肥料の輸入により充足されている。

本調査製品の燐酸成分あたりの、輸入品に対する輸入代替均衡価格の計算値は表IV-6に示した如くなる。

また、製品が低成分であることの国内製品物流上の負担増および製品中の硫黄およびマグネシウム成分の補正などを無視した、単純算術計算による重過石との輸入代替均衡価格比率は次の如く求められる：

Matching Product Price of Proposed Projects			(Unit: -)
Triple Super Phosphate, (0-46.4-0)	Fused Magnesium Phosphate, (0-20.11-0)	Single Super Phosphate, (0-17.20-0)	
100	43.2	37.1	
200	86.3	71.4	
300	129.5	111.2	
400	172.7	148.3	
500	215.8	185.3	

Simple P₂O₅ matching price ratio assuming Av-P₂O₅ = C-P₂O₅

1.3.2 財務分析

本調査計画の財務分析結果は、長期借入金金利を 4.0%および12.0%/年と仮定した二つのケースについて計算し、その結果を付録IV-1に収録し、その概要は表IV-7およびIV-8に纏め、更に以下の通り総括した。

Project Financial Analysis Summary						
	FIRROI, DCF, After Tax, %		Project Life Average Debt Service Ratio		Transfer Price of Phosphate Concentrate	
	4.0%	12.0%	4.0%	12.0%	4.0% \$/Ton	12.0% \$/Ton
Long Term Interest Rate	4.0%	12.0%	4.0%	12.0%	4.0% \$/Ton	12.0% \$/Ton
Individual Projects						
- Phosphate Mining and Concentrate, I	(-)4.29	(-)4.27	0.35	(-)2.76	(130.0)	(130.0)
- Fused Magnesium Phosphate, II	(-)10.11	(-)10.06	(-)1.27	(-)3.50	(130.0)	(130.0)
- Single Super Phosphate, III	(-)3.53	(-)3.52	0.64	(-)2.18	(130.0)	(130.0)

Integrated Projects						
- Phosphate Mining and Concentrate, and Fused Magnesium Phosphate, I + II	(-)8.04	(-)8.00	(-)0.51	(-)3.12	120.3	120.3
- Phosphate Mining and Concentrate, and Single Super Phosphate, I + III	(-)3.85	(-)3.84	0.63	(-)2.27	131.3	131.3

財務分析計算の結果は、一つの上流部門計画および二つの下流部門計画ならびに、その二つの統合計画の各々について財務的存立性がないとの計算結果である。DCF法による税引後の財務的內部収益率が負の数値を示すばかりでなく、長期借入金返済能力および短期借入金所要額ともに工業プロジェクトとして、財務的に計画を維持することは困難である。INDECOの財務的計画評価の基準である、カット・オフ・レートが12.0%であること、更に本計画の長期借入金金利を4.0%あるいは12.0%と仮定したことを考えると、本調査計画はINDECOにとって、計画の財務的存立性の点において、受け入れることが難しく、また推薦することの困難な計画と考えられる。

プロジェクト・ライフ平均の製造原価は、次に示すように製品価格計画値より高い：

Project Life Average Production Cost, US\$/Ton-1998						
Project	Production Cost					Projected Price
	Variable/ Transport	Direct Fixed	Deprecia- tion	Sales/ Interest	Total	
Individual Projects						
- Phosphate Mining and Concentrate, I	98.5	14.5	25.8	111.4	250.2	130.0 - Bulk
- Fused Magnesium Phosphate, II	162.3	9.9	25.8	128.1	326.1	180.0 - Bags
- Single Super Phosphate, III	127.4	7.7	19.9	79.2	234.2	150.0 - Bulk
Integrated Projects						
- Phosphate Mining and Concentrate, and Fused Magnesium Phosphate, I + II	141.4	19.7	43.8	200.9	405.8	180.0 - Bags
- Phosphate Mining and Concentrate, and Single Super Phosphate, I + III	108.0	16.3	35.8	141.2	301.3	150.0 - Bulk

Base Case: Interest Rate of Long Term Loan; 12.0%/year

本調査計画の財務的収益性が低い理由は、チレンブエの燐精鉍計画の中間製品価格が高いためであるが、国産燐精鉍を輸入燐精鉍に切り替えても財務的収益率は向上しないものと考えられる。その理由は、財務分析においてはカフェにおける燐精鉍の公平な転移価格として1991年に約 US\$ 130/Tonと仮定すると、上流部門計画および下流部門計画はともに、同一の負の収益率を与えることになるが、1991年における北アフリカより輸入される燐精鉍のザンビアへの到着価格は、表IV-6に示すように US\$ 180.0/Tonと計算されているためである。本調査計画の財務分析結果は本報告書の付録I-1に示されており、表IV-8

にその主要結果を要約して示した。

二つの代替製品計画は、ともに財務的存立性はないが、過石工場計画の財務的内部収益率は熔鑄工場計画収益率より高いことは注目に値する。感度分析の結果は製品価格が最も鋭敏であり、計画の財務存立性を確保するためには、製品価格を計画値より60.0%以上高く設定することが必要である。原料価格、設備投資額および用役と運賃コストの感度分析の影響度は中程度である。財務的存立性を実現するには、設備投資額は計画値の三分の一以下に減額されなければならない。このような極端な偏差は、世界経済の現状と近い将来状況に関する展望より考えて非現実的であると判断される。

第2章 経済および社会評価

2.1 経済評価の前提条件

本調査計画の財務分析の結果は、仮定した条件下では長期借入金金利の4.0%から12.0%の範囲内で、財務的内部収益率ならびに純現在価値はともに負の値を示している。

本章では、本調査計画のザンビア共和国に対する経済的ならびに社会的便益について検討して、経済ならびに社会評価を行なうこととした。定量的評価としては、経済的内部収益率、もし正の値が得られるなら12.0%のカット・オフ・レート基準値を使用した経済的現在価値の計算、更に本計画による外貨節約額の評価を行なった。

更に定性的便益として、雇用機会の創造、技術移転、地域開発の促進ならびに磷酸肥料のザンビア農業への安定供給などの貢献についても検討した。経済的内部収益率は四段階で計算した。即ち、経済的計画資金コスト、経済的年間経費、経済的便益の計算および本計画の財務基礎データより転換した経済データを使用した収益率の計算である。計画の経済評価に関する、主要仮定および経済分析に使用した転換率を纏めて表IV-9に示した。同表にはザンビアのINDECOで採用されている計画評価の慣例についても併記した。

ザンビア国における本調査計画の特性より、経済評価は、上流部門計画と下流部門計画についての、二つの統合計画についてのみ経済分析・評価を実施した。

2.2 経済評価

経済的プロジェクト・コストは財務的プロジェクト・コストより転換率を使用し次の通り計算した：

Financial and Economic Project Costs

Projects	Financial Project Cost US\$, MM	Economic Project Cost US\$, MM	Overall Conversion, %
Integrated Projects			
- Phosphate Mining and Concentrate, and Fused Magnesium Phosphate, I + II	36.08	29.47	82.0
- Phosphate Mining and Concentrate, and Single Super Phosphate, I + III	34.36	28.16	82.0

経済的操業費に関する主な論点は、電力価格と製品価格に関するものである。電力の機会原価の一つである、ジンバブエに対する電力の輸出価格は、現状の国内料金体系より低く設定されているが、ザンビアの電力内需増加に伴ない、1990年代には電力輸出はなくなるものと予測されている。更に電力の経済原価を示す、Long run marginal costは現状の国内料金体系より著しく高く、このような電力の経済原価を本調査計画にそのまま適用すれば、経済的內部収益率は更に低下することになる。したがって、電力の経済評価原価は現状国内電力料金体系を適用し、政府の販売税の15%のみを削除することとした。

製品の経済価格転換率は、財務価格の80%と仮定した。その理由は製品の財務評価価格は、ザンビアにおける既設の NAMBORAD による肥料の販売および物流制度およびNCZ における化成肥料製造の現状の慣例より計算して求めたためである。肥料の直接輸入の国境価格あるいはザンビア到着農家渡し肥料価格と均衡する経済評価価格は、財務評価価格よりかなり低くなるものと判断される。この数値による経済的內部収益率の計算結果は、やはり負の値を示したが、その結果を次に示す：

Economic Internal Rate of Return on Investment, %

Integrated Projects	EIRROI, DCF, %	
	Low Interest Rate Case, 4.0%/Year	Base Interest Rate Case, 12.0%/Year
	- Phosphate Mining and Concentrate, and Fused Magnesium Phosphate, I + II	(-) 10.07
- Phosphate Mining and Concentrate, and Single Super Phosphate, I + III	(-) 5.02	(-) 5.02

本調査計画の現在価値は、カット・オフ・レートの12%を使用して計算すれば、当然負となる。本計画は約 200名の雇用を提供し、技術移転、ザンビアの地域開発などの促進に寄与するものであることは評価されるが、総合的にザンビアの国家経済に貢献するものとは言えない。経済評価の結果も、熔燐製造より過石製造計画の方がやや高い計算値を与えている。

2. 3 外貨節約およびその他の便益

ザンビアの主要輸入燐酸肥料の輸入代替品として、熔燐と過石の国内製造に伴う純外貨節約については、三重過石、TSP(0-46.4-0)の輸入代金支払額より、本調査計画のザンビアのカフェ立地での熔燐あるいは過石の国産に伴う、外貨借入金の返済と金利支払いおよび輸入化学薬品、電極、燃料、機器部品と技術指導料などの外貨支払額を差し引いたものとして計算される。本調査計画では長期借入金は全額外貨にて融資されたものと仮定した。

計画のプロジェクト・ライフに亘る外貨節約額は、熔燐計画の場合で US\$1.22百万/年、また過石計画でUS\$23.63百万/年となり、この計算結果を次に示す：

<u>Project Life Foreign Exchange Savings, US\$, MM/Year - Net Present Value - 1991</u>				
	<u>Foreign Exchange for Import of Phosphate Fertilizer</u>	<u>Foreign Exchange Outlays from the Project</u>		<u>Net Foreign Exchange Saving</u>
		<u>Debt Service of Foreign Loan</u>	<u>Foreign Procurement</u>	
Integrated Projects				
- Phosphate Mining and Concentrate Project, and Fused Magnesium Phosphate Project, I + II	87.46	28.49	57.75	1.22
- Phosphate Mining and Concentrate Project, and Single Super Phosphate Project, I + III	84.91	26.91	34.37	26.63

Notes: - Interest rate for long term loan : 4.0%/Year
 - Assumed import price of triple super phosphate : US\$286/Ton at Kafue in 1991
 - Escalation rate : 3.0%/Year
 - Deflator : 3.0%/year

もし、本計画が実現した場合は、付加的な経済および社会的便益として、より確実な肥料の供給が実現し、ザンビアの農業開発の遂行、即ち、農業生産の増大と農業生産品の輸入減少に寄与することになる。

本調査計画は、現状と近い将来に予測される世界の磷酸肥料事業の展望に鑑み、ザンビアの国家経済に対する貢献度は充分大きいとは言い難いと結論されよう。

本調査計画は、技術的にはフィージブルとの結論であるが、計画の財務的存立性に乏しく、現状の仮定条件下では、ザンビア共和国の当面の商業目的とした工業計画としては、国家経済的観点から正当化し難い。

Table and Figure

for

Part IV

FINANCIAL ANALYSIS AND ECONOMIC EVALUATION OF THE PROJECT

Table IV-1 to Table IV-9

Table IV-1 FOREIGN CURRENCY EXCHANGE RATE TREND IN ZAMBIA

Effective Date	Auction Week	Set Rate ZK/US\$	Foreign Currency		Bids Range		Bids Number		Note
			Fund US\$,MM	Demand US\$,MM	Low ZK/US\$	High ZK/US\$	Successful	Total	
End, 1980	-	0.80	-	-	-	-	-	-	Monthly Bulletin of Statistics, United Nations
End, 1981	-	0.88	-	-	-	-	-	-	
End, 1982	-	0.93	-	-	-	-	-	-	
End, 1983	-	1.51	-	-	-	-	-	-	
End, 1984	-	2.20	-	-	-	-	-	-	
October, 1985									
11	1	5.01							Weekly Auction - Marginal Rate
End, 1985	12	5.70							
August, 1986									
02	43	5.00							Weekly Auction - Dutch Rates
September, 1986									
06	48	7.00	15.0	24.3	5.00	7.99	571	674	
October, 1986									
04	52	7.64	7.1	23.8	5.04	8.11	172	712	
11	53	8.30	6.5	24.3	5.00	8.56	128	769	
18	54	9.207	-	-	-	-	-	-	
25	55	10.32	5.5	16.5	5.50	11.51	84	493	
		(Av. 8.87)							
November, 1986									
01	56	11.51			6.00	12.50	119	421	
08	57	12.30		14.2	6.00	13.15	111	439	
15	58	13.48		11.3	6.00	14.41	383	407	
25	59	14.48	5.5	9.9	6.00	15.15	123	324	
29	60	15.25		7.2	6.00	16.52	140	273	
		(Av. 13.40)							
December, 1986									
06	61	12.10		5.0	6.00	18.00	130	221	
13	62	11.90	5.5	12.4	6.00	16.00	280	333	
20	63	12.50	5.5	9.9	6.00	13.77	116	310	
27	64	12.71	5.6	8.0	6.00	14.20	141	285	
		(Av. 12.30)							
End, 1986	-	12.71	-	-	-	-	-	-	
January, 1987									
03	65	12.97	5.6	7.3	6.00	13.76	118	192	
10	66	13.51	5.5	11.4	6.00	13.98	55	232	
17	67	14.12	5.5	9.4	6.00	15.00	111	257	
24	68	14.92	-	-	6.00	15.31	109	250	Controlled Auction - Re-peg within Range
31	69	9.00/12.50	-	-	-	-	-	-	
		(Av. 13.25)							
March 27, 1987	-	15.17 (9.00/12.50)	-	-	-	-	-	-	Ranged Official and Auction Private Rates
April 4, 1987	-	16.99	-	-	-	-	-	-	
11	-	18.75	6.0	-	13.00	20.75	135	370	
25	-	21.01	-	-	-	-	-	-	
May 01, 1987	-	8.00	-	-	-	-	-	-	Fixed Rate System

- Notes:
- 1) January 31, 1974; ZK0.714/US\$ (ZK1.0/Sterling Shillings 10)
 - 2) March, 1978 ; ZK1.024/SDR (IMP Agreement)
 - 3) January 06, 1983; ZK1.280/SDR
 - 4) July, 1983 ; ZK1.1/US\$, Managed floating (crawling) and currency basket (US\$, Sterling Pound, Mark, Franc and Yen) system
 - 5) January, 1985 ; ZK2.25/US\$, Free exchange policy
 - 6) October 09, 1985; ZK5.01/US\$, Weekly Auction - Marginal rate system
 - 7) August 02, 1986 ; ZK5.00/US\$, Weekly Auction - Dutch rates system
 - 8) January 28, 1987; ZK9.00 (Floor)/12.50 (Ceiling)/US\$, Re-pegged to currency basket within a range and allocated by auction. Interest rate at the BOZ and maximum lending rate are reduced to 15.00 (from 30.00) and to 20.00 (from 32.00)%, respectively.
 - 9) March 27, 1987 ; ZK15.17 (Auction)/9.00-12.50 (Official)/US\$, Re-opened the auction and the official rate is applied governmental transaction and repayment
 - 10) May 01, 1987 ; ZK8.00/US\$, Re-introduction of fixed foreign exchange rate. Interest rate at BOZ and maximum lending rate are reduced to 15.00 (from 20.00) and to 20.00 (from 25.00)%, respectively. Interest for State Bond is reduced to 15.50% from 18.00%.

Table IV-2 CORPORATE INCOME TAX LAW AND DEPRECIATION PRACTICE IN ZAMBIA

1. Income Tax Law (Chapter 668 of the Laws of Zambia, May 26, 1967)

1) Capital Allowance

Items	Capital Allowance for Income Tax Calculation	
	Initial Allowance, %	Wear and Tear Allowance, %/Year
Buildings		
- Low Cost Industrial Housing	-	10.0
- Industrial Building	10.0	5.0
- Commercial Building	-	2.0
Implements, Machinery and Plant	20.0	20.0
- Prime Moving Machinery	20.0	30.0

2) Tax Rates

Items	Annexure	Allowance, ZK	Tax Rate, %, (Income in ZK)
Individuals who do not remit	A, B	Single : 1,800	5.0 (2,000)
		Married : 4,600	11.0 (5,000)
		Child : 330	17.5 (10,000)
		Life Insurance	28.5 (20,000)
		Premiums: 800	42.5 (40,000)
Other than Individuals	C		
- Farming		-	15.0
- Manufacturing		-	35.0
- Other Sources		-	45.0
Trusts	D	-	35.0
Entertainment Fee	E	-	15.0
Management and Consultant Fee	F	-	15.0
Royalties	G	-	10.0
Dividends	H	-	15.0

2. General Depreciation Practise in Zambia

Items	Major Corporations				
	NCZ	ZSCL	NAMBOARD	ZIMCO	INDECO
Year of Annual Report	1986	1985/6	1984	1985	1985
Method	Straight Line	Straight Line	Straight Line	Straight Line	Straight Line
Depreciation Rate, %/Year					
- Land and Buildings					
- Freehold	-	-	-	2.5	-
- Leasehold					
- Industrial	2.5	2.5	2.0	1.0/ 2.5	2.0
- Commercial	2.0	2.0	-	2.0/ 2.5	-
- Residential	-	2.0	-	2.0/ 2.5	-
- Plant and Machinery	7.5	10.0	10/20	10.0/33.3	7.2/10.0
- Furnace and Relining	-	-	-	-	25.0
- Vehicles	25.0	25.0	25.0	10.0/33.3	25.0
- Furniture	25.0	25.0	-	-	10.0/25.0
- Water System	-	7.5	-	-	-
- Mining Assets	-	-	-	4.0(-)	-
- Capital Work in Progress	0.0	-	0.0	0.0	0.0

Notes: Tax law in Zambia is under reforming processes in 1987

Table IV-3 MAJOR UNIT PRICES IN ZAMBIA (1/6)

1. Construction Machine and Equipment

<u>Machine/ Equipment</u>	<u>Availability in Zambia</u>	<u>Specification/ Model</u>	<u>Hourly Rental ZK/Hr</u>	<u>Remarks</u>
1.1 Earth Works				
Power Shovel	No	-	-	-
Bulldozer	Yes	200 HP CAT D7	500	Excluding Fuel
Back Hoe	Yes	70 HP JCB 3D	140	Excluding Fuel
Scraper	Yes	300 HP 621 CAT	600	Excluding Fuel
1.2 Loading Equipment				
Truck Crane	Yes	3 Ton HIAB	110	Excluding Fuel
Clawler Crane	Yes	-	-	-
Tower Crane	Yes	3 Ton LIEBHERR	125	Excluding Electricity
Folk Lift	No	-	-	-
1.3 Transportation Equipment				
Dump Truck	Yes	40 CWT WINGET	40	Including Fuel
Trailer	Yes	5 Ton LENCO	10	Including Fuel
Truck	Yes	10 Ton FUSO LEYLAND	125	Including Fuel
Truck with Crane	Yes	3 Ton HIAB	125	Including Fuel
1.4 Concrete Equipment				
Mixer	Yes	10/7 WINGET	20	Including Fuel
Mixer	Yes	14/10 WINGET	28	Including Fuel
Agitater Truck	No	-	-	-
Pumping Car	No	-	-	-
Batcher Plant	No	-	-	-

Notes: Pricings are as of January 01, 1987 and exchange rate is assumed ZK8.00/US\$ for financial and economic calculation

Table IV-3 MAJOR UNIT PRICES IN ZAMBIA (2/6)

<u>Machine/ Equipment</u>	<u>Availability in Zambia</u>	<u>Specification/ Model</u>	<u>Hourly Rental ZK/Hr</u>	<u>Remarks</u>
1.5 Others				
Pilling Machine	No	-	-	-
Ashalt Paving Finisher	No	-	-	-
Tyre Roller	No	-	-	-
Macadam Roller	No	-	-	-
Grader	Yes	170 HP CAT 14/E	200	Excluding Fuel
Rammer	No	-	-	-
Generator	Yes	62.5 kVA CAT	40	Excluding Fuel
Welder	Yes	400 AMP LINCOLN	20	Excluding Fuel
Compressor	Yes	250 CFM Ingersol Rand	70	Including Fuel
Bar Cutter	Yes	Electrical	10	
Bar Bender	Yes	Electrical	10	
Passenger Car	Yes	1,800 cc PUEGOT 504	55	Including Fuel
Jeep	Yes	3,000 cc TOYOTA	88	Including Fuel
Mini Bus	Yes	28 Seat MITSUBISHI	100	Including Fuel
Wagon	No	-	-	-

Table IV-3 MAJOR UNIT PRICES IN ZAMBIA (3/6)

2. Labour Salary and Wage

Categories	<u>ZK/Man·Day</u>
2.1 Staff	
Pit Shop Foreman	65
Plant Maintenance Foreman	65
Welder Foreman	65
2.2 Worker	
Head Coolie	19
Coolie	19
Head Porter	19
Porter	19
Mason, Carpenter, Painter, Plumber, Blacksmith	22
Plumber Foreman	24
Truck Driver Cum Mechanics, Heavy Machine Operator	35
Truck Driver	30
Driver	26
Electrician, Mechanics	26
Timber Sawyer	26
Wood Carvener, Stone Carvener	26
Helper	20
Security Guard	20
Casual Worker	19

Table IV-3 MAJOR UNIT PRICES IN ZAMBIA (4/6)

3. Construction Works (Including Material and Equipment)

Items	Unit	Price, ZK
Surface Clearing and Grabbing	m ²	1
Excavation - Common Soil	m ³	26
- By Blasting	m ³	140
Back-Fill	m ³	5
Concrete Works - Common Type	m ³	320
- Mass Type	m ³	295
Concrete Molding Work - Simple	m ²	350
- Complicated	m ²	400
Placing of Reinforcement	Ton	450
Form Works	m ²	46
Asbesto Cement Sheet Roofing	m ²	28
Asphalting Works	Ton	
Processing Works of Iron Material	Ton	16,000
Installation of Machinery	Ton	
Piping (Steel Pipe, Depth 0.5-1.5 m)	m	160
Building Works - Concrete Block, Asbestos Roof	m ²	2,300
Overhead of Contractor	-	18 - 30%
Profit to Contractor	-	12.5 - 15%
Inland Transportation on Road	Ton-km	0.8
Concrete Piling Works (65 Ton x 0.45 mD)	m	850
Brick Works (Concrete)	m ³	520

Table IV-3 MAJOR UNIT PRICES IN ZAMBIA (5/6)

4. Material

	Items	Unit	Price, ZK
4.1	Fuel and Electricity for Construction Works		
	Gasoline	m ³	2,850
	Fuel Oil for Diesel Engine	m ³	1,900
	Lubricant	m ³	21,000
	Electricity; ZESCO D2 Tariff (500 kVA, 300 kW)	kwh	0.07
4.2	Aggregate		
	Gravel	m ³	125
	Sand	m ³	80
4.3	Cement (Ex-Works, Chilanga, Copperbelt)		
		Ton	285
4.4	Steel Material		
	Reinforce Rod (including cut, bend)	Ton	7,150
	Angle, T-beam, Channel, Plate	Ton	16,000
	Steel Pipe - 25A	m	30
	- 50A	m	56
	- 100A	m	114
	- 150A	m	170
	- 200A	m	
4.5	Valve		
	Sluice Valve - 25A	pc	
	- 50A	pc	440
	- 100A	pc	615
	- 150A	pc	825
	- 200A	pc	1,735
	Brass Gate Valve - 25A	pc	88
	- 50A	pc	176
	- 100A	pc	3,788
4.6	Molding Material		
	Plywood - 12 mm	m ²	46
4.7	Glass		
	- 3 mm	m ²	110
	- 6 mm	m ²	184
4.8	Concrete Block		
	20 x 20 x 40 cm	100 pc	200
	10 x 10 x 40 cm	100 pc	150
4.9	Brick		
	Clay	1,000 pc	625
	Concrete	1,000 pc	700
4.10	Paint	IVT-7 liter	33

Table IV-3 MAJOR UNIT PRICES IN ZAMBIA (6/6)

	<u>Unit</u>	<u>Price, ZK</u>
4.11 Timber		
Bolt Wood	m ³	1,500
Ordinary Plywood	m ³	2,800
Plane Plank (Hard Wood)	m	3,500
4.12 Electric Cable Armored (Ex-Works, Zamefa)		
- 25 mm ²	km	33,796
- 35 mm ²	km	45,887
- 50 mm ²	km	57,789
- 70 mm ²	km	73,681
- 95 mm ²	km	98,380
- 120 mm ²	km	121,074
- 150 mm ²	km	146,760
- 185 mm ²	km	174,481
4.13 Insulator (Ex-Works, Behrens)		
11 kV Pin Type	pc	147
11 kV Suspension Type	pc	147
4.14 Oxygen (150 atg) and Acetylene (15.5 atg) - 40 liter cylinder		
	cylinder	160

Table IV-4 CAPITAL COST ESTIMATE FOR PROJECT (1/5)

Project : Phosphate Mining and Concentrate Project
 Product : Phosphate Concentrate, Bulk, Wet
 Capacity: 35,181 TPY as Dry
 Location: Chilembwe, Zambia

Unit: US\$, Millions

	Foreign Currency	Local Currency	Total Project Cost
1. Site Acquisition/Preparation (779,000 m ²)	0.000	0.189	0.189
2. Plant Direct Cost			
- Equipment, Materials and Spare Parts (2 years)	5.096	0.000	5.096
- Civil and Erection Works	0.000	2.073	2.073
3. Construction Equipment	0.149	0.018	0.167
4. Freight, Insurance and Local Handlings (3,000 Freight Ton)	1.529	0.000	1.529
5. Know How/Engineering Services (48 Man·Months)	0.481	0.000	0.481
6. Project Management (20 Man·Months)	0.000	0.178	0.178
Plant Cost - Estimate Date	7.255	2.458	9.713
7. Contingencies			
- Physical Contingency	0.363	0.246	0.609
- Price Contingency (Foreign: 14.23%, Local: 14.23% from Estimate to Production Dates)	1.032	0.350	1.382
Plant Cost - Commercial Production Date	8.650	3.054	11.704
8. Taxes and Duties (5%)	0.000	0.585	0.585
9. Pre-operational Expenses	0.216	0.076	0.292
10. Working Capital	0.000	0.739	0.739
11. Interest during Construction (12%/Year)	1.244	0.000	1.244
Total Financing Required - Commercial Production Date, (Ratio, %)	10.110 (69.41)	4.454 (30.58)	14.564 (100.00)

Notes: 1) Equity + Loan = Total, \$,MM (%) : 3.641 (25) + 10.923 (75) = 14.564 (100)
 2) Annual Escalation, %/Year : Foreign Currency; 3.0, Local Currency; 3.0
 3) Interest for Long Term Loan : 12.0%/Year
 4) Estimate Date : January 01, 1987
 5) Plant Construction Contract : July 01, 1989
 6) Commercial Production Date : July 01, 1991
 7) Exchange Rate at Estimate Date : ZK8.00/US\$

Table IV-4 CAPITAL COST ESTIMATE FOR PROJECT (2/5)

Project : Fused Magnesium Phosphate Project
 Product : Fused Magnesium Phosphate, Bags
 Capacity: 50,400 TPY
 Location: Kafue, Zambia

Unit: US\$, Millions

	Foreign Currency	Local Currency	Total Project Cost
1. Site Acquisition/Preparation (27,000 m ²)	0.000	0.136	0.136
2. Plant Direct Cost			
- Equipment, Materials and Spare Parts (2 years in general, 0.5 years for electrode)	5.233	0.000	5.233
- Civil and Erection Works	3.387	1.537	4.924
3. Construction Equipment	0.400	0.058	0.458
4. Freight, Insurance and Local Handlings (5,000 Freight Ton)	0.820	0.136	0.956
5. Know How/Engineering Services (130 Man·Months)	1.867	0.051	1.918
6. Project Management (40 Man·Months)	0.533	0.058	0.591
Plant Cost - Estimate Date	12.240	1.976	14.216
7. Contingencies			
- Physical Contingency	0.612	0.198	0.810
- Price Contingency (Foreign: 14.23%, Local: 14.23% from Estimate to Production Dates)	1.741	0.281	2.022
Plant Cost - Commercial Production Date	14.593	2.455	17.048
8. Taxes and Duties (5%)	0.000	0.426	0.426
9. Pre-operational Expenses	0.306	0.061	0.367
10. Working Capital	0.000	1.915	1.915
11. Interest during Construction (12%/Year)	1.764	0.000	1.764
Total Financing Required - Commercial Production Date, (Ratio, %)	16.663 (77.43)	4.857 (22.57)	21.520 (100.00)

Notes: 1) Equity + Loan = Total, \$,MM (%) : 5.380 (25) + 16.140 (75) = 21.520 (100)
 2) Annual Escalation, %/Year : Foreign Currency; 3.0, Local Currency; 3.0
 3) Interest for Long Term Loan : 12.0%/Year
 4) Estimate Date : January 01, 1987
 5) Plant Construction Contract : July 01, 1989
 6) Commercial Production Date : July 01, 1991
 7) Exchange Rate at Estimate Date : ZK8.00/US\$

Table IV-4 CAPITAL COST ESTIMATE FOR PROJECT (3/5)

Project : Single Super Phosphate Project
 Product : Single Super Phosphate, Bulk
 Capacity: 57,205 TPY
 Location: Kafue, Zambia

Unit: US\$, Millions

	Foreign Currency	Local Currency	Total Project Cost
1. Site Acquisition/Preparation (20,800 m ²)	0.000	0.098	0.098
2. Plant Direct Cost			
- Equipment, Materials and Spare Parts (2 years)	4.160	0.000	4.160
- Civil and Erection Works	3.020	1.373	4.393
3. Construction Equipment	0.400	0.058	0.458
4. Freight, Insurance and Local Handlings (4,000 Freight Ton)	0.740	0.127	0.867
5. Know How/Engineering Services (121 Man·Months)	1.613	0.048	1.661
6. Project Management (36 Man·Months)	0.480	0.058	0.538
Plant Cost - Estimate Date	10.413	1.762	12.175
7. Contingencies			
- Physical Contingency	0.521	0.176	0.697
- Price Contingency (Foreign: 14.23%, Local: 14.23% from Estimate to Production Dates)	1.481	0.251	1.732
Plant Cost - Commercial Production Date	12.415	2.189	14.604
8. Taxes and Duties (5%)	0.000	0.365	0.365
9. Pre-operational Expenses	0.620	0.030	0.650
10. Working Capital	0.000	2.631	2.631
11. Interest during Construction (12%/Year)	1.544	0.000	1.544
Total Financing Required - Commercial Production Date, (Ratio, %)	14.579 (73.65)	5.215 (26.35)	19.794 (100.00)

Notes: 1) Equity + Loan = Total, \$,MM (%) : 4.949 (25) + 14.845 (75) = 19.794 (100)
 2) Annual Escalation, %/Year : Foreign Currency; 3.0, Local Currency; 3.0
 3) Interest for Long Term Loan : 12.0%/Year
 4) Estimate Date : January 01, 1987
 5) Plant Construction Contract : July 01, 1989
 6) Commercial Production Date : July 01, 1991
 7) Exchange Rate at Estimate Date : ZK8.00/US\$

Table IV-4 CAPITAL COST ESTIMATE FOR PROJECT (4/5)

Project : Phosphate Mining and Concentrate Project and
Fused Magnesium Phosphate Project
Product : Fused Magnesium Phosphate, Bags
Capacity: 50,400 TPY
Location: Chilembwe and Kafue, Zambia

Unit: US\$, Million

	Foreign Currency	Local Currency	Total Project Cost
1. Site Acquisition/Preparation (806,000 m ²)	0.000	0.325	0.325
2. Plant Direct Cost			
- Equipment, Materials and Spare Parts (2 years in general, 0.5 years for electrode)	10.329	0.000	10.329
- Civil and Erection Works	3.387	3.610	6.997
3. Construction Equipment	0.549	0.076	0.625
4. Freight, Insurance and Local Handlings (8,000 Freight Ton)	2.349	0.136	2.485
5. Know How/Engineering Services (178 Man-Months)	2.348	0.051	2.399
6. Project Management (60 Man-Months)	0.533	0.236	0.769
Plant Cost - Estimate Date	19.495	4.434	23.929
7. Contingencies			
- Physical Contingency	0.975	0.444	1.419
- Price Contingency (Foreign: 14.23%, Local: 14.23% from Estimate to Production Dates)	2.773	0.631	3.404
Plant Cost - Commercial Production Date	23.243	5.509	28.752
8. Taxes and Duties (5%)	0.000	1.011	1.011
9. Pre-operational Expenses	0.522	0.137	0.659
10. Working Capital	0.000	2.654	2.654
11. Interest during Construction (12%/Year)	3.008	0.000	3.008
Total Financing Required - Commercial Production Date, (Ratio, %)	26.773 (74.20)	9.311 (25.80)	36.084 (100.00)

Notes: 1) Equity + Loan = Total, \$,MM (%) : 9.021 (25) + 27.063 (75) = 36.084 (100)
2) Annual Escalation, %/Year : Foreign Currency; 3.0, Local Currency; 3.0
3) Interest for Long Term Loan : 12.0%/Year
4) Estimate Date : January 01, 1987
5) Plant Construction Contract : July 01, 1989
6) Commercial Production Date : July 01, 1991
7) Exchange Rate at Estimate Date : ZK8.00/US\$

Table IV-4 CAPITAL COST ESTIMATE FOR PROJECT (5/5)

Project : Phosphate Mining and Concentrate Project and
 Single Super Phosphate Project
 Product : Single Super Phosphate, Bulk
 Capacity: 57,205 TPY
 Location: Chilembwe and Kafue, Zambia

Unit: US\$, Millions

	Foreign Currency	Local Currency	Total Project Cost
1. Site Acquisition/Preparation (799,800 m ²)	0.000	0.287	0.287
2. Plant Direct Cost			
- Equipment, Materials and Spare Parts (2 years)	9.256	0.000	9.256
- Civil and Erection Works	3.020	3.446	6.466
3. Construction Equipment	0.549	0.076	0.625
4. Freight, Insurance and Local Handlings (7,000 Freight Ton)	2.269	0.127	2.396
5. Know How/Engineering Services (169 Man·Months)	2.094	0.048	2.142
6. Project Management (56 Man·Months)	0.480	0.236	0.716
Plant Cost - Estimate Date	17.668	4.220	21.888
7. Contingencies			
- Physical Contingency	0.884	0.422	1.306
- Price Contingency (Foreign: 14.23%, Local: 14.23% from Estimate to Production Dates)	2.513	0.601	3.114
Plant Cost - Commercial Production Date	21.065	5.243	26.308
8. Taxes and Duties (5%)	0.000	0.950	0.950
9. Pre-operational Expenses	0.836	0.106	0.942
10. Working Capital	0.000	3.370	3.370
11. Interest during Construction (12%/Year)	2.788	0.000	2.788
Total Financing Required - Commercial Production Date, (Ratio, %)	24.689 (71.86)	9.669 (28.14)	34.358 (100.00)

Notes: 1) Equity + Loan = Total, \$,MM (%) : 8.590 (25) + 25.768 (75) = 34.358 (100)
 2) Annual Escalation, %/Year : Foreign Currency; 3.0, Local Currency; 3.0
 3) Interest for Long Term Loan : 12.0%/Year
 4) Estimate Date : January 01, 1987
 5) Plant Construction Contract : July 01, 1989
 6) Commercial Production Date : July 01, 1991
 7) Exchange Rate at Estimate Date : ZK8.00/US\$

Table IV-5 OPERATING COST ESTIMATE AND PROJECTION FOR THE PROJECTS

Items	Basic Data for Estimate January 01, 1987		Base Estimate January 01, 1987		Projection July 01, 1991	
	Unit Cost	Annual Throughput	Unit Cost	Annual Cost	Unit Cost	Annual Cost
	ZK/Ton	TPY	S/Ton	\$, MM/Year	S/Ton	\$, MM/Year
0. Basis of Projection						
- Foreign Currency Exchange Rate, ZK/\$		12.00		8.00		8.00
- Escalation, 1991/1987						
- Foreign Currency Portion		-		-		1.1423
- Local Currency Portion		-		-		1.1423
- Electricity		-		-		2.0000
1. Transport Cost of Phosphate Concentrate on Road	453	39,978-Wet 35,181-Dry	56.63 64.35	2.264	64.68 73.50	2.586
- Chilembwe/Kafue: 541 km						
2. Serpentine Mining Cost, Mkushi	136.1	20,023-Wet 19,103-Dry	17.01 17.83	0.340	19.41 20.34	0.389
- Project Capital Cost: \$0.960 MM						
- Personnel : ZK10,489 x 20/MY						
- Consumable : \$0.088 MM/Year						
3. Transport Cost of Serpentine on Road and Railway	173.0	20,023-Wet 19,103-Dry	21.63 22.67	0.433	24.70 25.89	0.495
- Mkushi/Kafue: 297 km						
4. Sulfuric Acid from NCZ, Kafue by Pipeline	901	19,850-Dry	112.63	2.236	128.64	2.554
- Kafue/Kafue: 1 km						
- Selling Price of NCZ	1,130					
- Handling Cost	10					
	1,140					
- Production Cost, September, 1986						
- Capacity Utilization: 42%	944					
: 90%	652					
- Assumed Price for Project	(1,130+652)/2+10=901					
5. Electricity,						
- ZESCO Tariff plus 15% Sales Tax	ZK/kWh	kWh, MM/Year	S/kWh		S/kWh	
- Phosphate Mining and Concentrate Project, Chilembwe	0.0657x1.15	3.318	0.00944	0.0313	0.0189	0.063
- Phosphate Fertilizer Projects, Jointly with NCZ Contract						
- FMP Project, Kafue	0.0423x1.15	45.870	0.00608	0.2789	0.0122	0.558
- SSP Project, Kafue	0.0423x1.15	2.575	0.00608	0.0157	0.0122	0.031
6. Fuel						
- ZIMCO						
- Diesel Oil, kl	1,900	-	237.50	-	271.27	-
- Fuel Oil, Ton	1,300	-	162.50	-	185.61	-
7. Electrode for FMP Production	Import	252	3,500	0.882	3,988.00	1.008
8. Calcium Hydroxide, Ton	223	-	27.88	-	31.83	-
9. Fertilizer Bag, Bag (50 kg Net)	6	-	0.75	-	0.86	-
10. Personnel	ZK/Man-Year	Man-Year	S/Man-Year		S/Man-Year	
- Phosphate Mining and Concentrate Project, Chilembwe	11,726	117	1,465.75	0.171	1,674.19	0.195
- FMP Project, Kafue	10,072	83	1,259.00	0.1045	1,438.02	0.120
- SSP Project, Kafue	10,324	74	1,290.50	0.0955	1,474.00	0.110

Table IV-6 RAW MATERIAL AND PRODUCT IMPORT SUBSTITUTE PRICE ESTIMATE AND PROJECTION

Importing Raw Material and Product Prices

Items	Phosphate Rock (0-33.4-0)		Triple Super Phosphate (0-46.4-0)		Diammonium Phosphate (18.2-46.4-0)	
1. Historical Export Price Trend¹⁾, 1974/1987						
Price Standard Location	FOB, Bulk, USA		FOB, Bulk, USA		FOB, Bulk, USA	
Price, \$/Ton						
- Highest	50.0	- 1980	370.0	- 1974	410.0	- 1974
- Lowest	25.0	- 1977	80.0	- 1976	100.0	- 1976
- Average	35.0	- 1974/87	150.0	- 1974/87	185.0	- 1974/87
- Price Estimate Date, January 01, 1987	35.0	- 1987	105.0	- 1987	145.0	- 1987
- The Latest, March 01, 1987	35.0	- 1987	135.0	- 1987	165.0	- 1987
2. Realization Price²⁾, \$/Ton-1982						
- FAO/UNIDO/World Bank: New Developing Site (Capacity)	40.4	- High Grade Ore (3,000,000 TPY)	236.7		340.2	
			(356,400 TPY)		(356,400 TPY)	
3. Present Price for Export to Zambia¹⁾						
Price Standard Location	FOB, Bulk, North Africa		FOB, Bulk, North Africa		FOB, Bulk, North Africa	
Price, \$/Ton						
- Price Estimate Date, January 01, 1987	35.0		125.0		160.0	
- The latest, March 01, 1987	35.0		145.0		180.0	
- Assumed Price for Financial Analysis	35.0		150.0		185.0	
- Unit Nutrient (N + P ₂ O ₅)	104.8		323.3		286.4	
- Nutrient Price Ratio	1.000		3.085		2.733	
4. Price Projection, CIP, Kafue, Zambia, \$/Ton						
	Escalation for 1987/1991, %					
FOB, Bulk, North Africa	14.23		150.0	171.3	185.0	211.3
Packaging and Loading	14.23		20.0	22.8	20.0	22.8
Ocean Freight to Dar-es -Salaam, 5,000 Tonner	14.23		35.0	40.0	35.0	40.0
Unloading/Transshipment	14.23		20.0	22.8	20.0	22.8
Railway to Kafue	14.23		55.0	62.8	55.0	62.8
Interest/Insurance/Shrinkage	14.23		12.4	14.2	21.0	24.0
Import Tax	14.23		-	-	-	-
Sales Tax	14.23		-	-	-	-
CIP, Before Tax and Duty, Bags, Kafue, Zambia	177.4	202.8	301.0	343.7	338.6	386.7
- Unit Nutrient (N + P ₂ O ₅)	531.1	606.6	648.7	740.7	524.2	598.6
- Nutrient Price Ratio	1.000	1.000	1.221	1.221	0.987	0.987
5. Import Substitute Pricing for Zambian Product, \$/Ton						
Price Standard Specification	Chilembwe Phosphate Concentrate, Bulk/Bags (0-30.00-0)		Fused Magnesium Phosphate, Bulk/Bags (0-20.03-0-14.1)		Single Super Phosphate, Bulk/Bags (0-17.20-0-11.1-0)	
Annual Production, TPY	35,188-Dry		50,400-Bulk/Bags		57,205-Bulk/Bags	
Ex-Factory Price, Kafue						
- P ₂ O ₅ Equivalent ³⁾	159.3	182.0	129.9	148.4	111.6	127.4
- Sulfur Credit, (Gypsum-15% S, \$40/Ton-1987)	-	-	-	-	29.6	33.8
- Magnesia Credit, (Dolomite-20% MgO, \$30/Ton-1987)	-	-	21.2	24.2	-	-
- Alkaline and Others Credit (Lime -53%, \$20/Ton-1987)	-	-	18.9	21.6	-	-
	159.3	182.0	170.0	194.2	141.2	161.2
- Unit Nutrient Price, \$/Ton-P ₂ O ₅	531.1	606.6	848.7	969.5	820.9	937.2
- Nutrient Price Ratio	1.000	1.000	1.598	1.598	1.546	1.546
Farmer's Gate Price, Zambia as Average						
- Transport Cost Adjustment ⁴⁾	-	-	(-)22.5	(-)25.7	(-)32.9	(-)37.6
- Inventory Time Cost Adjustment ⁵⁾	-	-	(-)12.1	(-)13.8	(-)10.0	(-)11.4
	-	-	135.4	154.7	98.3	112.2
- Unit Nutrient Price, \$/Ton-P ₂ O ₅	-	-	676.0	772.3	571.5	652.3
- Nutrient Price Ratio	-	-	1.182	1.107	1.000	1.000

Notes: 1) Fertilizer International, The British Sulfur Corp. Ltd., England
 2) Current World Fertilizer Situation and Outlook, 1980/81 - 1986/87, FAO/UNIDO/World Bank Working Group on Fertilizer, FAO, Italy, September, 1982
 3) Pricing assumption: Av-P₂O₅ in SSP = Av-P₂O₅ in TSP and C-P₂O₅ in FMP = Av-P₂O₅ in TSP
 4) Domestic average transport cost of ZK155.2-1987 (\$19.40-1987/\$22.16-1991)/Ton is assumed for TSP from Kafue
 5) Inventory average time factor between domestic production and import of 4.0 months at annual interest rate of 20% is assumed: 1 - (1-0.20)^{4/12} = 7.10%

Table IV-7 FINANCIAL ANALYSIS SUMMARY FOR PROJECT INTEGRATION

	Individual Projects			Integrated Projects		
	Phosphate Mining and Concentrate Project, Chillembe/Kafue, Zambia (I)	Phosphate Project, Kafue, Zambia (II)	Single Super Phosphate Project, Kafue, Zambia (III)	Phosphate Mining and Concentrate Project and Fused Magnesium Phosphate Project, Chillembe/Kafue, Zambia (II) + (III)	Phosphate Mining and Concentrate Project and Single Super Phosphate Project, Chillembe/Kafue, Zambia (I) + (III)	
1. Long Term Loan Interest Rate, %/Year	Low Case 4.0	Base Case 12.0	Low Case 4.0	Base Case 12.0	Low Case 4.0	Base Case 12.0
2. Project Cost, \$, MM - 1991	13.71	14.56	20.31	21.52	34.02	36.08
3. Transfer Price of Phosphate Concentrate, \$/Ton, Bulk, Dry, Kafue	130	130	130	130	120.3	120.3
4. Product Price, \$/Ton, Kafue, (Nutrient Price, \$/Ton-P ₂ O ₅)-Packaging	{130} {433} - Bulk	{130} {433} - Bulk	180 (899) - Bags	180 (899) - Bags	180 (899) - Bags	150 (872) - Bulk
5. ROI, DCF, Constant Price, After Tax, %	(-)4.29	(-)4.27	(-)10.11	(-)10.06	(-)18.04	(-)18.00
6. Debt Service Ratio	0.85	0.16	0.32	0.06	0.50	0.10
- 1991	0.94	(-)0.05	0.21	0.19	0.48	(-)0.12
- 3	1.26	(-)0.46	0.13	(-)0.73	0.68	(-)0.59
- 5	0.58	(-)1.21	(-)0.16	(-)1.63	0.20	(-)1.42
- 7	0.44	(-)2.44	(-)0.68	(-)3.13	(-)0.15	(-)2.78
- 9						
Project Life Average	0.35	(-)2.76	(-)11.27	(-)3.50	(-)0.51	(-)3.12
7. Short Term Loan, \$, MM (Interest Rate; 20%/Year)						
- 1991	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
- 3	0.01	2.42	0.00	3.33	0.00	1.65
- 5	0.00	6.59	0.78	10.47	0.00	6.57
- 7	0.00	12.08	2.32	20.05	0.00	12.97
- 9	0.76	19.58	5.73	33.26	0.00	21.63
- 2005, Project Life	5.14	65.07	26.64	114.37	2.49	73.56
Project Life Average	0.63	(-)12.27	0.64	(-)2.18	(-)0.51	(-)3.12
Low Case	4.0	12.0	4.0	12.0	4.0	12.0
Base Case	13.71	14.56	20.31	21.52	34.02	36.08
High Case	130	130	130	130	120.3	120.3
Low Case	130	130	130	130	120.3	120.3
Base Case	{130} {433}	{130} {433}	180 (899)	180 (899)	180 (899)	150 (872)
High Case	(-)4.29	(-)4.27	(-)10.11	(-)10.06	(-)18.04	(-)18.00
Low Case	0.85	0.16	0.32	0.06	0.50	0.10
Base Case	0.94	(-)0.05	0.21	0.19	0.48	(-)0.12
High Case	1.26	(-)0.46	0.13	(-)0.73	0.68	(-)0.59
Low Case	0.58	(-)1.21	(-)0.16	(-)1.63	0.20	(-)1.42
Base Case	0.44	(-)2.44	(-)0.68	(-)3.13	(-)0.15	(-)2.78
High Case						
Low Case	0.35	(-)2.76	(-)11.27	(-)3.50	(-)0.51	(-)3.12
Base Case						
High Case						

Notes: 1) Equity/Long Term Loan = 25/75
 2) Project Life/Depreciation = 15 years/15 years (1991 to 2005)
 3) Loans : Interest Rate : 12.0%
 - Long Term - Base Case : 2.5 years
 - Low Case : 7.5
 - Short Term : 20.0
 4) Cut-Off Rate for Project Evaluation at INDECO, Zambia
 - Financial Analysis : 12%
 - Economic Analysis : 18%

Table IV-8-1 PROJECT PROFILE AND FINANCIAL ANALYSIS SUMMARY (1/5)

1. Project

Title : Phosphate Mining and Concentrate Project
 Location : Chilembwe, Zambia
 Executing Agency : State Owned Corporation
 Project Case : Base
 Product : Phosphate Concentrate, Bulk, Wet
 Maximum Operable Days : 290 DPY
 Rated Capacity (100%) : 121.31 TPD x 290 DPY = 35,181 TPY as Dry
 Production Start Year : July 01, 1991
 Monetary Unit : US\$ in terms of current price at the commercial production start date

2. Schedule

Pricing Estimate : January 01, 1987
 Project Approval : July 01, 1988
 Contract Award : July 01, 1989
 Mechanical Completion : March 31, 1991
 Commercial Production : July 01, 1991
 Project Phase Out : June 30, 2006
 Project Life : 15 Years (Effective Production for 14.6 Years)
 Construction and Commissioning : 2 Years

3. Financing Required and Financing Plan on Commercial Production Date

Financing Required	\$, MM	Financing Plan	\$, MM
Land/Site Preparation	0.189	Equity : 25%	3.641
Erected Plant Cost	12.100	Long Term Loan: 75%	10.923
Pre-Operational Expense	0.292	- Interest 12.0%	
Interest during Construction	1.244	Short Term Loan/Local	Balanced
		- Interest 20.0%	
Fixed Capital Cost	13.825		
Initial Working Capital	0.739	Financing Plan	14.564
Financing Required	14.564		

Table IV-8-1 PROJECT PROFILE AND FINANCIAL ANALYSIS SUMMARY (2/5)

4. Inputs and Pricing (CIF at the Plant in Chilembwe on Commercial Production Date)

Inputs	Unit		Per Product Mix		Annual	
	Unit	Cost \$/Unit	Consumption Unit	Cost \$	Consumption Unit	Cost \$, MM
Raw Material						
- Raw Ore	Ton	0.000	2.956	0.000	104,000	0.000
- Chemicals/Catalysts/ Consumables	\$	-	-	21.347	-	0.751
	-	-	2.956	(21.347)	104,000	(0.751)
Utility and Transport						
- Transport	Ton	73.50	1.000	73.500	35,181	2.586
- Raw Water	Ton	0.00	8.871	0.000	312,075	0.000
- Diesel Oil	kl	271.27	0.007	1.876	244	0.066
- Electricity	kWh	0.0189	94.293	1.782	3.318MM	0.0627
	-	-	-	(77.172)	-	(2.715)
Personnel	Man·Year	1,674	-	5.571	117	0.196
Overhead	Man·Year x 30%		-	1.677	-	0.059
Maintenance	Plant Cost x 2.00%		-	6.907	-	0.243
Insurance/ Local Tax	Plant Cost x 0.50%		-	1.734	-	0.061
Sales Expense/ Administration	Annual Sales x 1.50%		-	1.961	-	0.069
	-	-	-	(17.851)	-	(0.628)
Total/Average	-	-	-	116.369	-	4.094

5. Outputs and Pricing (CIF at the Plant in Kafue on Commercial Production Date)

Outputs	Unit		Per Product Mix		Annual	
	Unit	Price \$/Unit	Production Unit	Price \$	Production Unit	Sales \$, MM
Product Mix						
- Phosphate Concentrate, Dry, Bulk	Ton	130.00	1.000	130.00	35,181	4.574
Total/Average	-	130.00	1.000	130.00	35,181	4.574

Note: Assumed Transfer Price of Phosphate Concentrate Price-Dry;
 \$56.50/Ton - FOB, Chilembwe
 73.50 - Transport Cost
 130.00 - CIF, Kafue

Table IV-8-1 PROJECT PROFILE AND FINANCIAL ANALYSIS SUMMARY (3/5)

6. Operation Schedule

	Year								(Unit: %)
	(-)2 89	(-)1 90	1 91	2 92	3 93	4 94	5 95	... 16 2006	Average
- Financing Disbursement	15	70	15						
- Production									
- Capacity Utilization			35	80	90	100	100	50	1,460
- Inventory Increase			5	5	0	0	0	(-)10	0
- Inventory			5	10	10	10	10	0	0
- Sales			30	75	90	100	100	60	1,460
- Depreciation/Salvage Value	15 years straight line/zero salvage value								
- Debt Service									

Loan Type	Maximum Grace plus Maturity Year	Annual Interest Rate %
- Development/Foreign		
- Base Case (Relending)	2.5 + 15.0	12.0
- Low Interest Rate Case	7.5 + 20.0	4.0
- Development/Local	0 + 1	20.0
- Corporate Income Tax, %/Tax Holiday, Year	35.0/5.0	
- Minimum Cash Reserve	\$0.10 MM	
- Escalation/Deflator Rate, %/Year	0.0/0.0	

7. Financial Analysis by Discounted Cash Flow Method

	Constant Price	
	Before Tax %	After Tax %
- Return on Investment, FIRROI-DCF		
- Base Case	(-)4.27	(-)4.27
- Sensitivity Analysis		
- Product Price (+20%)	5.74	5.74
- Raw Material Cost (-20%)	(-)2.24	(-)2.24
- Investment Cost (-20%)	(-)1.68	(-)1.68
- Utility and Transport Cost (-20%)	2.29	2.29
- Cash Flow		
	Debt Service Ratio	Short Term Loan, \$, MM
Year		
1991	0.16	0.00
1993	(-)0.05	2.42
1995	(-)0.46	6.60
1997	(-)1.21	12.08
1999	(-)2.44	19.58
Project Life Aerate	(-)2.76	65.07-2005

Table IV-8-1 PROJECT PROFILE AND FINANCIAL ANALYSIS SUMMARY (4/5)

8. Sensitivity Analysis

Sensitivity Analysis		FIRROI-DCF, Constant Price	
		Before Tax	After Tax
- Base Case		(-) 4.27%	(-) 4.27%
- Product Price	(+)40%	12.91	11.76
	(+)20	5.74	5.74
	(±)0	(-) 4.27	(-) 4.27
	(-)20	-	-
	(-)40	-	-
- Raw Material Cost	(+)40%	(-) 9.18	(-) 9.18
	(+)20	(-) 6.56	(-) 6.56
	(±)0	(-) 4.27	(-) 4.27
	(-)20	(-) 2.24	(-) 2.24
	(-)40	(-) 0.39	(-) 0.39
- Investment Cost	(+)40%	(-) 7.95	(-) 7.95
	(+)20	(-) 6.30	(-) 6.30
	(±)0	(-) 4.27	(-) 4.27
	(-)20	(-) 1.68	(-) 1.68
	(-)40	1.89	1.89
- Utility and Transport Cost	(+)40%	-	-
	(+)20	(-)14.57	(-)14.57
	(±)0	(-) 4.27	(-) 4.27
	(-)20	2.29	2.29
	(-)40	7.42	7.42

Notes:

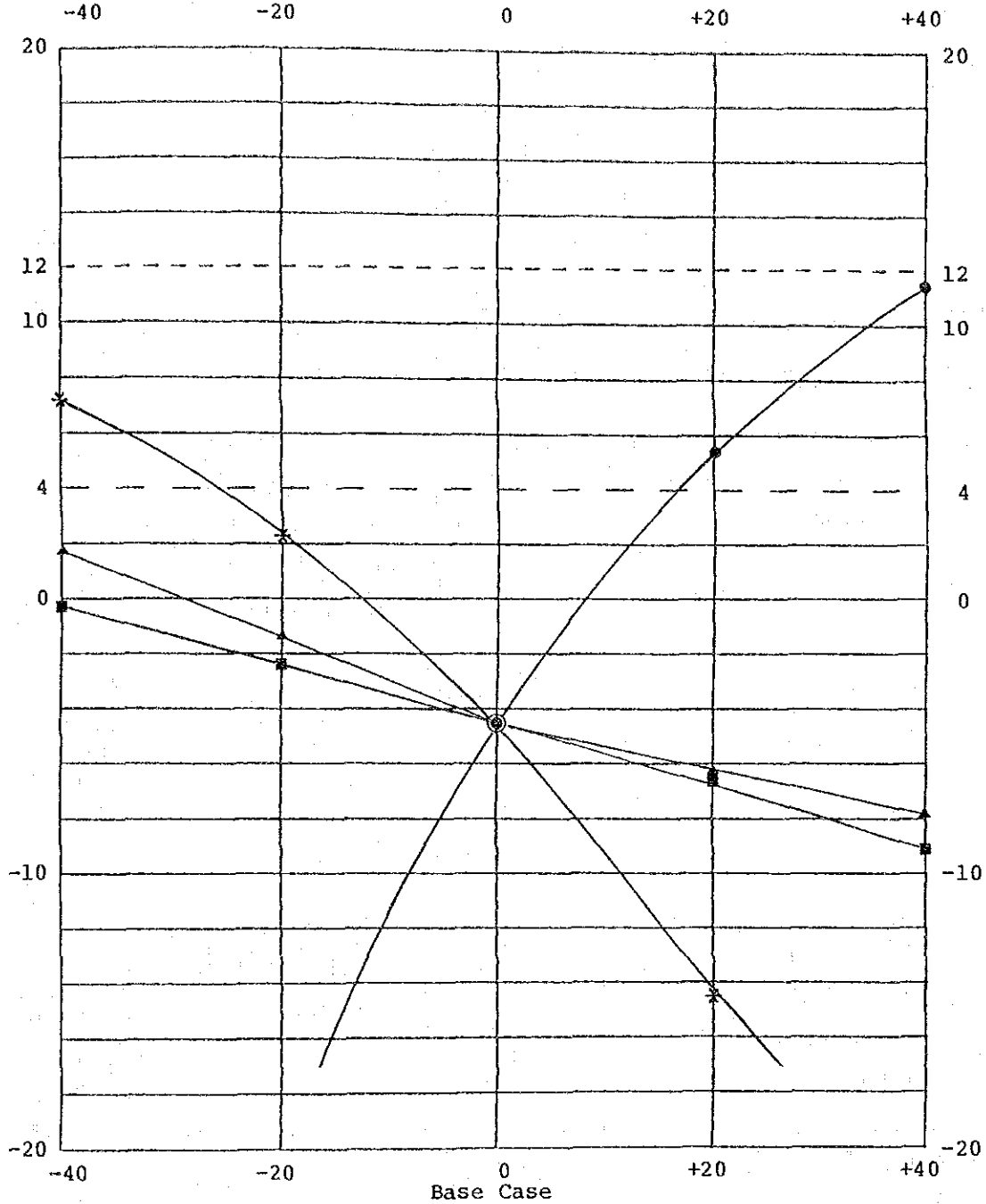
- Long Term Loan/Equity, % = 75/25
- Interest Rate; Long/Short Term Loan, % = 12.0/20.0
- Annual Escalation/Deflator Rate, % = 0.0/0.0
- Corporate Income Tax Rate, % = 35.0

Table IV-8-1 PROJECT PROFILE AND FINANCIAL ANALYSIS SUMMARY (5/5)

9. Sensitivity Analysis Figure

Return on Investment

- FIRROI/After Tax/Constant Price/DCF, %/Year



Legend:

- - Product Price
- - Raw Material Cost
- ▲ - Investment Cost
- * - Utility and Transport Cost
- - ROI, Before Tax for Base Case
- - - - Long Term Loan Interest Rate (Base Case: 12%/Year)
- - - - Long Term Loan Interest Rate (Low Interest Rate Case: 4%/Year)

Table IV-8-2 PROJECT PROFILE AND FINANCIAL ANALYSIS SUMMARY (1/5)

1. Project

Title : Fused Magnesium Phosphate Project
 Location : Kafue, Zambia
 Executing Agency : State Owned Corporation
 Project Case : Base
 Product : Fused Magnesium Phosphate, Bags
 Maximum Operable Days : 300 DPY
 Rated Capacity (100%) : 168.0 TPD x 300 DPY = 50,400 TPY
 Production Start Year : July 01, 1991
 Monetary Unit : US\$ in terms of current price at the commercial production start date

2. Schedule

Pricing Estimate : January 01, 1987
 Project Approval : July 01, 1988
 Contract Award : July 01, 1989
 Mechanical Completion : March 31, 1991
 Commercial Production : July 01, 1991
 Project Phase Out : June 30, 2006
 Project Life : 15 Years (Effective Production for 14.6 Years)
 Construction and Commissioning : 2 Years

3. Financing Required and Financing Plan on Commercial Production Date

Financing Required	\$, MM	Financing Plan	\$, MM
Land/Site Preparation	0.136	Equity : 25%	5.380
Erected Plant Cost	17.338	Long Term Loan: 75%	16.140
Pre-Operational Expense	0.367	- Interest 12.0%	
Interest during Construction	1.764	Short Term Loan/Local	Balanced
		- Interest 20.0%	
Fixed Capital Cost	19.605		
Initial Working Capital	1.915	Financing Plan	21.520
Financing Required	21.520		

Table IV-8-2. PROJECT PROFILE AND FINANCIAL ANALYSIS SUMMARY (2/5)

4. Inputs and Pricing (CIF at the Plant on Commercial Production Date)

Inputs	Unit		Per Product Mix		Annual	
	Unit	Cost \$/Unit	Consumption Unit	Cost \$	Consumption Unit	Cost \$, MM
Raw Material						
- Phosphate Concentrate, Dry	Ton	130.00	0.698	90.754	35,181	4.574
- Serpentine, Dry	Ton	46.23	0.379	17.520	19,103	0.883
- Calcium Hydroxide	Ton	32.00	0.010	0.317	504	0.016
- Electrode	Ton	3,998	0.005	19.980	252	1.007
- Chemicals/Catalysts/ Consumables	\$	-	-	0.100	-	0.005
- Packaging	Bags	0.86	20.20	17.380	1.018MM	0.876
				(146.05)		(7.361)
Utility and Transport						
- Transport	Ton
- Raw Water	Ton	0.00	6.250	0.000	0.315MM	0.000
- Fuel Oil	Ton	185.61	0.028	5.198	1,411	0.262
- Electricity	kWh	0.0122	910.000	11.111	45.87MM	0.560
				(15.222)		(0.822)
Personnel	Man·Year	1,438	-	2.381	83	0.119
Overhead	Man·Year x 30%		-	0.714	-	0.036
Maintenance	Plant Cost x 2.00%		-	6.905	-	0.348
Insurance/ Local Tax	Plant Cost x 0.50%		-	1.726	-	0.087
Sales Expense/ Administration	Annual Sales x 1.50%		-	2.857	-	0.144
				(14.583)		(0.734)
Total/Average				165.148		8.917

5. Outputs and Pricing (FOB at the Plant on Commercial Production Date)

Outputs	Unit		Per Product Mix		Annual	
	Unit	Price \$/Unit	Production Unit	Price \$	Production Unit	Sales \$, MM
Product Mix						
- Fused Magnesium Phosphate, Bags	Ton	180.00	1.000	180.00	50,400	9.072
- Calcium Fluoride	Ton	0.00	(0.015)	(0.00)	(756)	0.000
Total/Average		180.00	1.000	180.00	50,400	9.072

Note: Serpentine Price-Dry;
 \$20.34/Ton - FOB, Mkushi
 25.89 - Transport Cost
 46.23 - CIF, Kafue

Table IV-8-2 PROJECT PROFILE AND FINANCIAL ANALYSIS SUMMARY (3/5)

6. Operation Schedule

	Year							(Unit: %)	
	(-)2 89	(-)1 90	1 91	2 92	3 93	4 94	5 95	16 2006	Average
- Financing Disbursement	15	70	15						
- Production									
- Capacity Utilization			35	80	90	100	100	50	1,460
- Inventory Increase			5	5	0	0	0	(-)10	0
- Inventory			5	10	10	10	10	0	0
- Sales			30	75	90	100	100	60	1,460

- Depreciation/Salvage Value: 15 years straight line/zero salvage value

- Debt Service

Loan Type	Maximum Grace plus Maturity Year	Annual Interest Rate %
- Development/Foreign		
- Base Case (Relending)	2.5 + 15.0	12.0
- Low Interest Rate Case	7.5 + 20.0	4.0
- Development/Local	0 + 1	20.0
- Corporate Income Tax, %/Tax Holiday, Year	35.0/5.0	
- Minimum Cash Reserve	\$0.10 MM	
- Escalation/Deflator Rate, %/Year	0.0/0.0	

7. Financial Analysis by Discounted Cash Flow Method

	Constant Price		
	Before Tax %	After Tax %	
- Return on Investment, FIRROI-DCF			
- Base Case	(-)10.06	(-)10.06	
- Sensitivity Analysis			
- Product Price (+20%)	5.74	5.74	
- Raw Material Cost (-20%)	3.71	3.71	
- Investment Cost (-20%)	(-)7.87	(-)7.87	
- Utility and Transport Cost (-20%)	(-)7.92	(-)7.92	
- Cash Flow			
	Year	Debt Service Ratio	Short Term Loan, \$, MM
	1991	0.06	0.00
	1993	(-)0.19	3.33
	1995	(-)0.73	10.47
	1997	(-)1.63	20.05
	1999	(-)3.13	33.26
	Project Life Average	(-)3.50	114.37-2005

Table IV-8-2 PROJECT PROFILE AND FINANCIAL ANALYSIS SUMMARY (4/5)

8. Sensitivity Analysis

<u>Sensitivity Analysis</u>		<u>FIRROI-DCF, Constant Price</u>	
		<u>Before Tax</u>	<u>After Tax</u>
- Base Case		(-)10.06%	(-)10.06%
- Product Price	(+)40%	15.35	13.94
	(+)20	5.74	5.74
	(±)0	(-)10.06	(-)10.06
	(-)20	-	-
	(-)40	-	-
- Raw Material Cost	(+)40%	-	-
	(+)20	-	-
	(±)0	(-)10.06	(-)10.06
	(-)20	3.71	3.71
	(-)40	12.44	11.41
- Investment Cost	(+)40%	(-)13.23	(-)13.23
	(+)20	(-)11.79	(-)11.79
	(±)0	(-)10.06	(-)10.06
	(-)20	(-) 7.87	(-) 7.87
	(-)40	(-) 4.96	(-) 4.96
- Utility and Transport Cost	(+)40%	(-)15.40	(-)15.40
	(+)20	(-)12.51	(-)12.51
	(±)0	(-)10.06	(-)10.06
	(-)20	(-) 7.92	(-) 7.92
	(-)40	(-) 6.02	(-) 6.02

Notes:

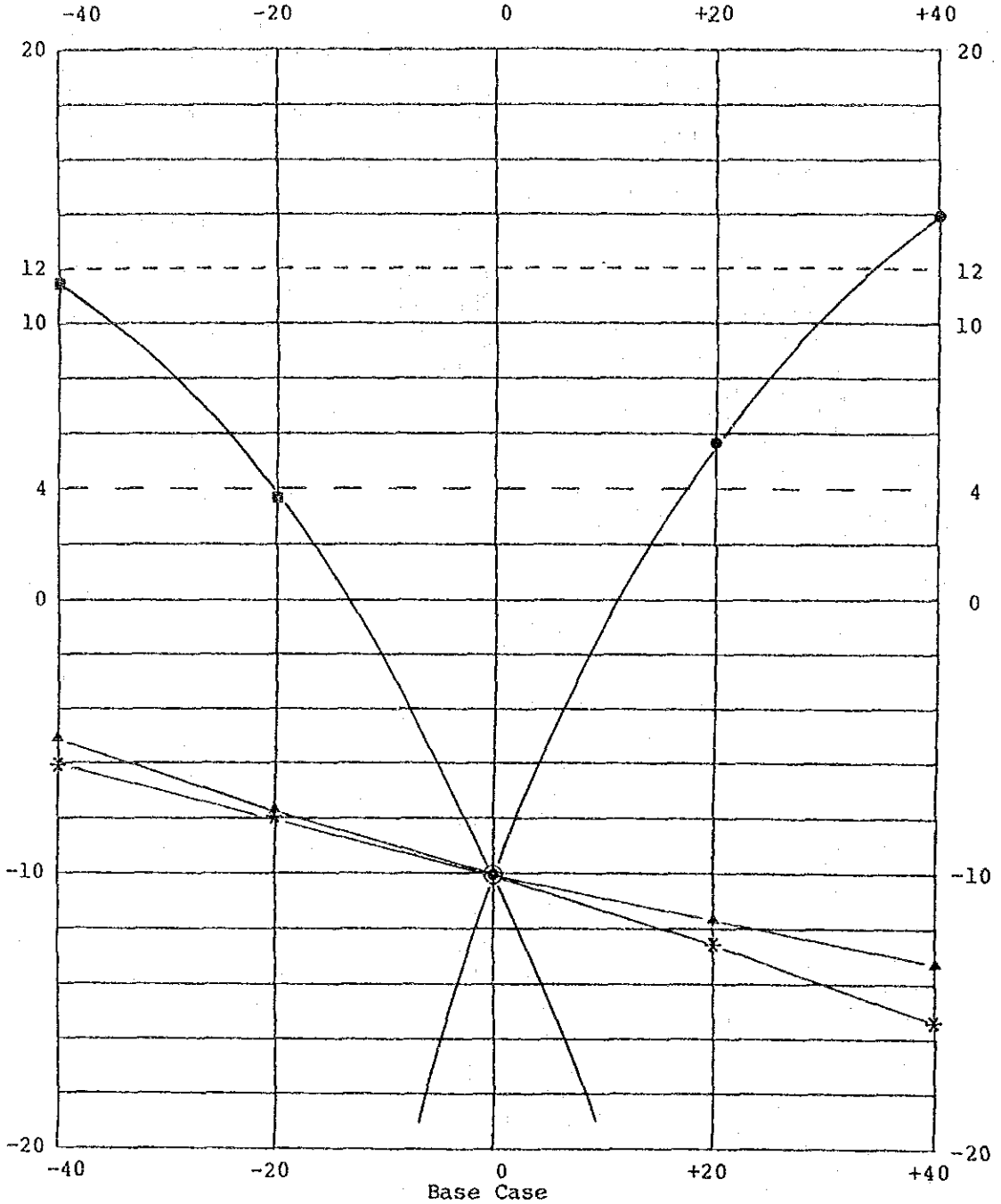
- Long Term Loan/Equity, % = 75/25
- Interest Rate; Long/Short Term Loan, % = 12.0/20.0
- Annual Escalation/Deflator Rate, % = 0.0/0.0
- Corporate Income Tax Rate, % = 35.0

Table IV-8-2 PROJECT PROFILE AND FINANCIAL ANALYSIS SUMMARY (5/5)

9. Sensitivity Analysis Figure

Return on Investment

- FIRROI/After Tax/Constant Price/DCF, %/Year



Legend:

- ♦ - Product Price
- - Raw Material Cost
- ▲ - Investment Cost
- * - Utility and Transport Cost
- - ROI, Before Tax for Base Case
- - Long Term Loan Interest Rate (Base Case: 12%/Year)
- - Long Term Loan Interest Rate (Low Interest Rate Case: 4%/Year)

Table IV-8-3 PROJECT PROFILE AND FINANCIAL ANALYSIS SUMMARY (1/5)

1. Project

Title : Single Super Phosphate Project
 Location : Kafue, Zambia
 Executing Agency : State Owned Corporation
 Project Case : Base
 Product : Single Super Phosphate, Bulk
 Maximum Operable Days : 300 DPY
 Rated Capacity (100%) : 190.68 TPD x 300 DPY = 57,205 TPY
 Production Start Year : July 01, 1991
 Monetary Unit : US\$ in terms of current price at the commercial production start date

2. Schedule

Pricing Estimate : January 01, 1987
 Project Approval : July 01, 1988
 Contract Award : July 01, 1989
 Mechanical Completion : March 31, 1991
 Commercial Production : July 01, 1991
 Project Phase Out : June 30, 2006
 Project Life : 15 Years (Effective Production for 14.6 Years)
 Construction and Commissioning : 2 Years

3. Financing Required and Financing Plan on Commercial Production Date

Financing Required	\$, MM	Financing Plan	\$, MM
Land/Site Preparation	0.098	Equity : 25%	4.949
Erected Plant Cost	14.871	Long Term Loan: 75%	14.845
Pre-Operational Expense	0.650	- Interest 12.0%	
Interest during Construction	1.544	Short Term Loan/Local	Balanced
		- Interest 20.0%	
Fixed Capital Cost	17.163		
Initial Working Capital	2.631	Financing Plan	19.794
Financing Required	19.794		

Table IV-8-3 PROJECT PROFILE AND FINANCIAL ANALYSIS SUMMARY (2/5)

4. Inputs and Pricing (CIF at the Plant on Commercial Production Date)

Inputs	Unit		Per Product Mix		Annual	
	Unit	Cost \$/Unit	Consumption Unit	Cost \$	Consumption Unit	Cost \$, MM
Raw Material						
- Phosphate Concentrate, Dry	Ton	130.00	0.615	79.958	35,181	4.574
- Sulfuric Acid, 100% H ₂ SO ₄	Ton	128.64	0.347	44.646	19,850	2.554
- Calcium Hydroxide	Ton	32.00	0.010	0.315	572	0.018
- Chemicals/Catalysts/Consumables	\$	-	-	0.105	-	0.006
				(125.024)		(7.152)
Utility and Transport						
- Raw Water	Ton	0.00	5.500	0.000	314,628	0.000
- Fuel Oil	Ton	185.61	0.010	1.853	572	0.106
- Electricity	kWh	0.0122	45.000	0.549	2.575MM	0.0314
				(2.402)		(0.1374)
Personnel	Man·Year	1,474	-	1.923	74	0.110
Overhead	Man·Year x 30%		-	0.559	-	0.032
Maintenance	Plant Cost x 2.00%		-	5.209	-	0.298
Insurance/ Local Tax	Plant Cost x 0.50%		-	1.294	-	0.074
Sales Expense/ Administration	Annual Sales x 1.50%		-	2.552	-	0.146
				(11.537)		(0.660)
Total/Average				156.339		8.9434

5. Outputs and Pricing (FOB at the Plant on Commercial Production Date)

Outputs	Unit		Per Product Mix		Annual	
	Unit	Price \$/Unit	Production Unit	Price \$	Production Unit	Sales \$, MM
Product Mix						
- Single Super Phosphate, Bulk	Ton	150.00	1.000	150.00	57,205	8.581
- Calcium Fluoride, Bulk	Ton	0.00	(0.012)	(0.00)	(687)	(0.000)
Total/Average		150.00	1.000	150.00	57,205	8.581

Table IV-8-3 PROJECT PROFILE AND FINANCIAL ANALYSIS SUMMARY (3/5)

6. Operation Schedule

	Year								(Unit: %)
	(-)2 89	(-)1 90	1 91	2 92	3 93	4 94	5 95	... 16 2006	Average
- Financing Disbursement	15	70	15						
- Production									
- Capacity Utilization			35	80	90	100	100	50	1,460
- Inventory Increase			5	5	0	0	0	(-)10	0
- Inventory			5	10	10	10	10	0	0
- Sales			30	75	90	100	100	60	1,460
- Depreciation/Salvage Value	15 years straight line/zero salvage value								
- Debt Service									

Loan Type	Maximum Grace plus Maturity Year	Annual Interest Rate %
- Development/Foreign		
- Base Case (Relending)	2.5 + 15.0	12.0
- Low Interest Rate Case	7.5 + 20.0	4.0
- Development/Local	0 + 1	20.0
- Corporate Income Tax, %/Tax Holiday, Year	35.0/5.0	
- Minimum Cash Reserve	\$0.10 MM	
- Escalation/Deflator Rate, %/Year	0.0/0.0	

7. Financial Analysis by Discounted Cash Flow Method

	Constant Price	
	Before Tax %	After Tax %
- Return on Investment, FIRROI-DCF		
- Base Case	(-)3.52	(-)3.52
- Sensitivity Analysis		
- Product Price (+20%)	9.92	9.33
- Raw Material Cost (-20%)	8.32	8.30
- Investment Cost (-20%)	(-)0.91	(-)0.91
- Utility and Transport Cost (-20%)	(-)3.22	(-)3.22
- Cash Flow	Debt Service Ratio	Short Term Loan, \$, MM
	Year	
	1991	0.00
	1993	1.65
	1995	6.57
	1997	12.97
	1999	21.63
Project Life Averte	(-)2.18	73.56-2005

Table IV-8-3 PROJECT PROFILE AND FINANCIAL ANALYSIS SUMMARY (4/5)

8. Sensitivity Analysis

Sensitivity Analysis		FIRROI-DCF, Constant Price	
		Before Tax	After Tax
- Base Case		(-)3.52%	(-)3.52%
- Product Price	(+)40%	19.20	17.46
	(+)20	9.92	9.33
	(±)0	(-)3.52	(-)3.52
	(-)20	-	-
	(-)40	-	-
- Raw Material Cost	(+)40%	-	-
	(+)20	-	-
	(±)0	(-)3.52	(-)3.52
	(-)20	8.32	8.30
	(-)40	16.79	15.29
- Investment Cost	(+)40%	(-)7.23	(-)7.23
	(+)20	(-)5.56	(-)5.56
	(±)0	(-)3.52	(-)3.52
	(-)20	(-)0.91	(-)0.91
	(-)40	2.66	2.66
- Utility and Transport Cost	(+)40%	(-)4.13	(-)4.13
	(+)20	(-)3.82	(-)3.82
	(±)0	(-)3.52	(-)3.52
	(-)20	(-)3.22	(-)3.22
	(-)40	(-)2.93	(-)2.93

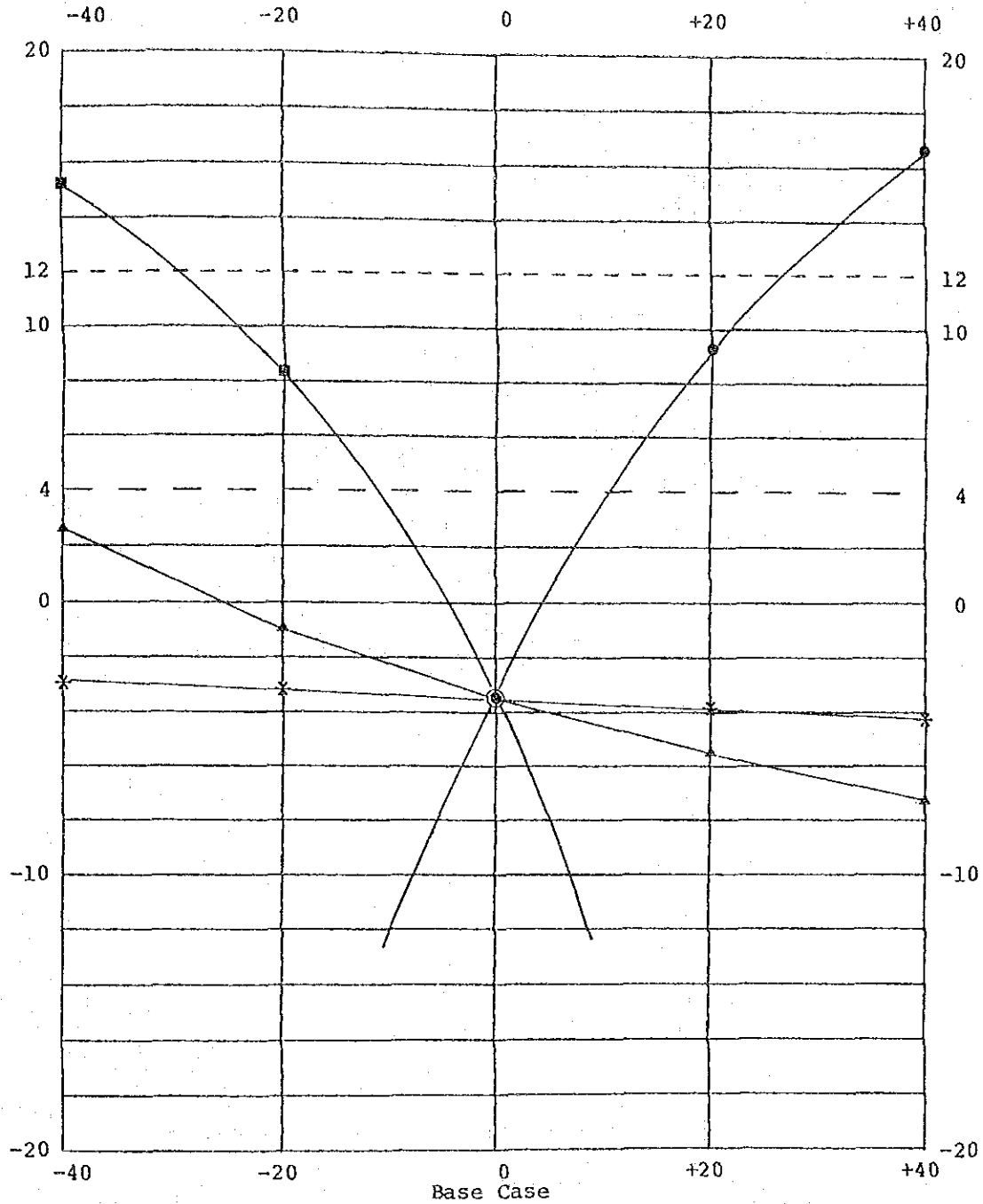
Notes:

- Long Term Loan/Equity, % = 75/25
- Interest Rate; Long/Short Term Loan, % = 12.0/20.0
- Annual Escalation/Deflator Rate, % = 0.0/0.0
- Corporate Income Tax Rate, % = 35.0

Table IV-8-3 PROJECT PROFILE AND FINANCIAL ANALYSIS SUMMARY (5/5)

9. Sensitivity Analysis Figure

Return on Investment
 - FIRROI/After Tax/Constant Price/DCF, %/Year



Legend:

- - Product Price
- - Raw Material Cost
- ▲ - Investment Cost
- * - Utility and Transport Cost
- - ROI, Before Tax for Base Case
- - Long Term Loan Interest Rate (Base Case: 12%/Year)
- - Long Term Loan Interest Rate (Low Interest Rate Case: 4%/Year)

Table IV-8-4 PROJECT PROFILE AND FINANCIAL ANALYSIS SUMMARY (1/5)

1. Project

Title : Phosphate Mining and Concentrate Project and Fused Magnesium Phosphate Project
 Location : Chilembwe and Kafue, Zambia
 Executing Agency : State Owned Corporation
 Project Case : Base
 Product : Fused Magnesium Phosphate, Bags
 Maximum Operable Days : 300 DPY
 Rated Capacity (100%) : 168.0 TPD x 300 DPY = 50,400 TPY
 Production Start Year : July 01, 1991
 Monetary Unit : US\$ in terms of current price at the commercial production start date

2. Schedule

Pricing Estimate : January 01, 1987
 Project Approval : July 01, 1988
 Contract Award : July 01, 1989
 Mechanical Completion : March 31, 1991
 Commercial Production : July 01, 1991
 Project Phase Out : June 30, 2006
 Project Life : 15 Years (Effective Production for 14.6 Years)
 Construction and Commissioning : 2 Years

3. Financing Required and Financing Plan on Commercial Production Date

<u>Financing Required</u>	<u>\$, MM</u>	<u>Financing Plan</u>	<u>\$, MM</u>
Land/Site Preparation	0.325	Equity : 25%	9.021
Erected Plant Cost	29.438	Long Term Loan: 75%	27.063
Pre-Operational Expense	0.659	- Interest 12.0%	
Interest during Construction	3.008	Short Term Loan/Local	Balanced
		- Interest 20.0%	
Fixed Capital Cost	33.430		
Initial Working Capital	2.654	Financing Plan	36.084
Financing Required	36.084		

Table IV-8-4 PROJECT PROFILE AND FINANCIAL ANALYSIS SUMMARY (2/5)

4. Inputs and Pricing (CIF at the Plant on Commercial Production Date)

Inputs	Unit		Per Product Mix		Annual	
	Unit	Cost \$/Unit	Consumption Unit	Cost \$	Consumption Unit	Cost \$, MM
Raw Material						
- Raw Ore, Dry	Ton	0.00	2.063	0.000	104,000	0.000
- Serpentine, Dry	Ton	46.23	0.379	17.520	19,103	0.883
- Calcium Hydroxide	Ton	32.00	0.010	0.317	504	0.016
- Electrode	Ton	3,998.00	0.005	19.980	252	1.007
- Chemicals/Catalysts/ Consumables	\$	-	-	15.000	-	0.756
- Packaging	Bags	0.86	20.20	17.381	1.018MM	0.876
				(70.198)		(3.538)
Utility and Transport						
- Transport	\$	73.480	0.698	51.310	35,181	2.586
- Raw Water	Ton	0.000	12.440	0.000	0.627MM	0.000
- Fuel/Diesel Oil	kl/Ton	231.420	0.033	7.508	1,655	0.328
- Electricity	kWh	0.01266	975.952	12.355	49,188MM	0.623
				(70.179)		(3.537)
Personnel	Man-Year	1,575	-	6.269	200	0.315
Overhead	Man-Year x 30%		-	1.885	-	0.095
Maintenance	Plant Cost x 2.00%		-	11.706	-	0.590
Insurance/ Local Tax	Plant Cost x 0.50%		-	2.936	-	0.148
Sales Expense/ Administration	Annual Sales x 2.22%		-	4.841	-	0.213
				(27.004)		(1.361)
Total/Average				167.381		8.436

5. Outputs and Pricing (FOB at the Plant on Commercial Production Date)

Outputs	Unit		Per Product Mix		Annual	
	Unit	Price \$/Unit	Production Unit	Price \$	Production Unit	Sales \$, MM
Product Mix						
- Fused Magnesium Phosphate, Bags	Ton	180.00	1.000	180.00	50,400	9.072
- Calcium Fluoride	Ton	0.00	(0.015)	0.00	(756)	(0.000)
Total/Average		180.00	1.000	180.00	50,400	9.072

Table IV-8-4 PROJECT PROFILE AND FINANCIAL ANALYSIS SUMMARY (3/5)

6. Operation Schedule

	Year							(Unit: %)		
	(-)2 89	(-)1 90	1 91	2 92	3 93	4 94	5 95	.. 16 2006	Average	
- Financing Disbursement	15	70	15							
- Production										
- Capacity Utilization			35	80	90	100	100	50	1,460	
- Inventory Increase			5	5	0	0	0	(-)10	0	
- Inventory			5	10	10	10	10	0	0	
- Sales			30	75	90	100	100	60	1,460	
- Depreciation/Salvage Value	15 years straight line/zero salvage value									
- Debt Service										
	<u>Loan Type</u>	<u>Maximum Grace plus Maturity</u>					<u>Annual Interest Rate</u>			
		Year					%			
- Development/Foreign										
- Base Case (Relending)		2.5 + 15.0					12.0			
- Low Interest Rate Case		7.5 + 20.0					4.0			
- Development/Local		0 + 1					20.0			
- Corporate Income Tax, %/Tax Holiday, Year		35.0/5.0								
- Minimum Cash Reserve		\$0.10 MM								
- Escalation/Deflator Rate, %/Year		0.0/0.0								

7. Financial Analysis by Discounted Cash Flow Method

	Constant Price		
	<u>Before Tax</u>	<u>After Tax</u>	
	%	%	
- Return on Investment, FIRROI-DCF			
- Base Case	(-)8.00	(-)8.00	
- Sensitivity Analysis			
- Product Price (+20%)	2.00	2.00	
- Raw Material Cost (-20%)	(-)3.36	(-)3.36	
- Investment Cost (-20%)	(-)5.58	(-)5.58	
- Utility and Transport Cost (-20%)	(-)3.30	(-)3.30	
- Cash Flow			
	<u>Year</u>	<u>Debt Service Ratio</u>	<u>Short Term Loan, \$, MM</u>
	1991	0.10	0.00
	1993	(-)0.12	5.16
	1995	(-)0.59	16.28
	1997	(-)1.42	31.08
	1999	(-)2.78	51.39
	Project Life Aerate	(-)3.12	175.45-2005

Table IV-8-4 PROJECT PROFILE AND FINANCIAL ANALYSIS SUMMARY (4/5)

8. Sensitivity Analysis

Sensitivity Analysis		FIRROI-DCF, Constant Price	
		Before Tax	After Tax
- Base Case		(-) 8.00%	(-) 8.00%
- Product Price	(+)40%	8.80	8.72
	(+)20	2.00	2.00
	(±)0	(-) 8.00	(-) 8.00
	(-)20	-	-
	(-)40	-	-
- Raw Material Cost	(+)40%	-	-
	(+)20	(-)14.51	(-)14.51
	(±)0	(-) 8.00	(-) 8.00
	(-)20	(-) 3.36	(-) 3.36
	(-)40	0.36	0.36
- Investment Cost	(+)40%	(-)11.45	(-)11.45
	(+)20	(-) 9.90	(-) 9.90
	(±)0	(-) 8.00	(-) 8.00
	(-)20	(-) 5.58	(-) 5.58
	(-)40	(-) 2.29	(-) 2.29
- Utility and Transport Cost	(+)40%	-	-
	(+)20	(-)14.62	(-)14.62
	(±)0	(-) 8.00	(-) 8.00
	(-)20	(-) 3.30	(-) 3.30
	(-)40	0.45	0.45

Notes:

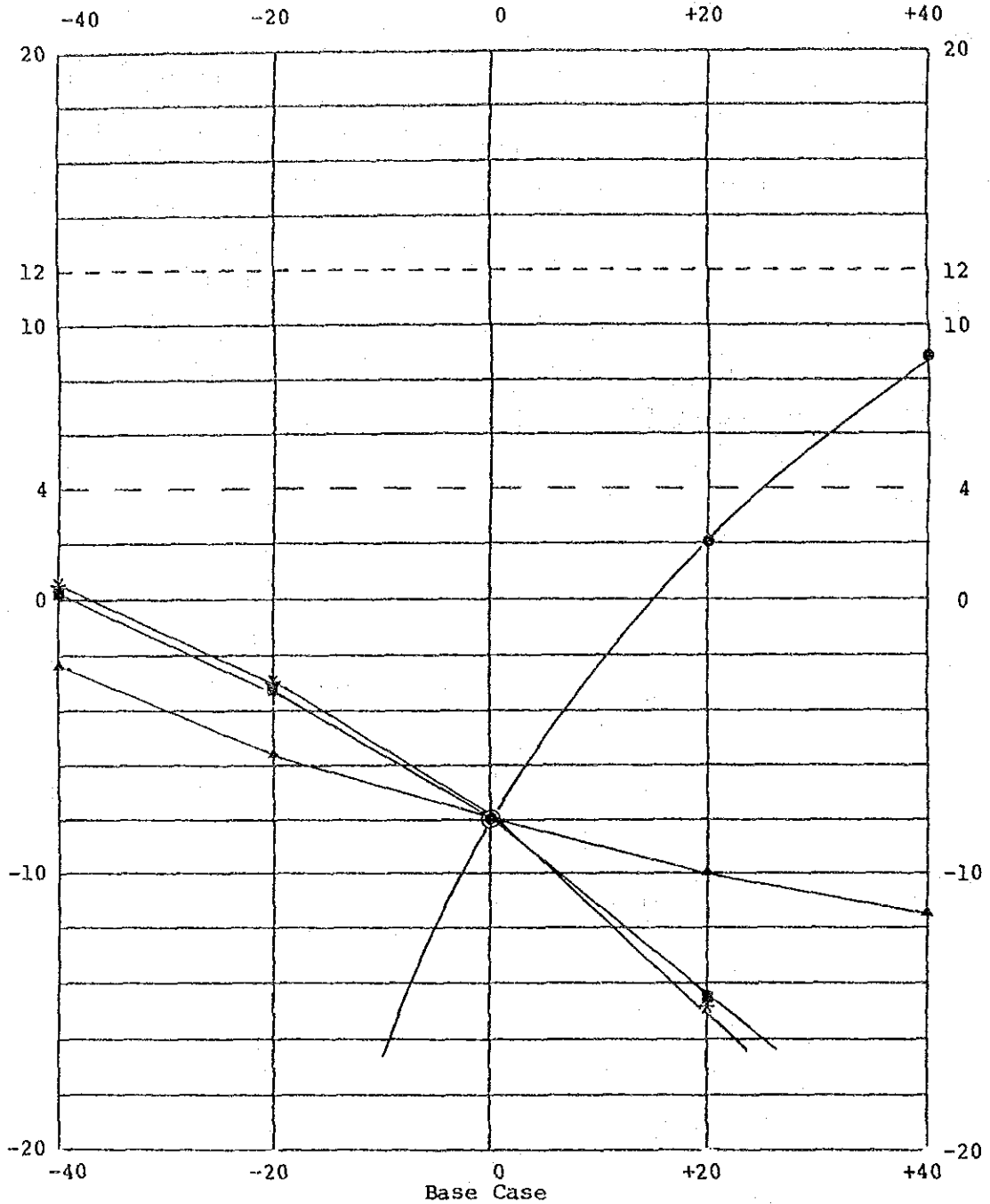
- Long Term Loan/Equity, % = 75/25
- Interest Rate; Long/Short Term Loan, % = 12.0/20.0
- Annual Escalation/Deflator Rate, % = 0.0/0.0
- Corporate Income Tax Rate, % = 35.0

Table IV-8-4 PROJECT PROFILE AND FINANCIAL ANALYSIS SUMMARY (5/5)

9. Sensitivity Analysis Figure

Return on Investment

- FIRROI/After Tax/Constant Price/DCF, %/Year



Legend:

- - Product Price
- - Raw Material Cost
- ▲ - Investment Cost
- * - Utility and Transport Cost
- - ROI, Before Tax for Base Case
- - - - Long Term Loan Interest Rate (Base Case: 12%/Year)
- - - - Long Term Loan Interest Rate (Low Interest Rate Case: 4%/Year)

Table IV-8-5 PROJECT PROFILE AND FINANCIAL ANALYSIS SUMMARY (1/5)

1. Project

Title : Phosphate Mining and Concentrate Project and Single Super Phosphate Project
 Location : Chilembwe and Kafue, Zambia
 Executing Agency : State Owned Corporation
 Project Case : Base
 Product : Single Super Phosphate, Bulk
 Maximum Operable Days : 300 DPY
 Rated Capacity (100%) : 190.68 TPD x 300 DPY = 57,205 TPY
 Production Start Year : July 01, 1991
 Monetary Unit : US\$ in terms of current price at the commercial production start date

2. Schedule

Pricing Estimate : January 01, 1987
 Project Approval : July 01, 1988
 Contract Award : July 01, 1989
 Mechanical Completion : March 31, 1991
 Commercial Production : July 01, 1991
 Project Phase Out : June 30, 2006
 Project Life : 15 Years (Effective Production for 14.6 Years)
 Construction and Commissioning : 2 Years

3. Financing Required and Financing Plan on Commercial Production Date

<u>Financing Required</u>	<u>\$, MM</u>	<u>Financing Plan</u>	<u>\$, MM</u>
Land/Site Preparation	0.287	Equity : 25%	8.590
Erected Plant Cost	26.971	Long Term Loan: 75%	25.768
Pre-Operational Expense	0.942	- Interest 12.0%	
Interest during Construction	2.788	Short Term Loan/Local	Balanced
		- Interest 20.0%	
Fixed Capital Cost	30.988		
Initial Working Capital	3.370	Financing Plan	34.358
Financing Required	34.358		

Table IV-8-5 PROJECT PROFILE AND FINANCIAL ANALYSIS SUMMARY (2/5)

4. Inputs and Pricing (CIF at the Plant on Commercial Production Date)

Inputs	Unit		Per Product Mix		Annual	
	Unit	Cost \$/Unit	Consumption Unit	Cost \$	Consumption Unit	Cost \$, MM
Raw Material						
- Raw Ore	Ton	0.00	1.818	0.000	104,000	0.000
- Sulfuric Acid	Ton	128.64	0.347	44.646	19,850	2.554
- Calcium Hydroxide	Ton	31.83	0.010	0.315	572	0.018
- Chemicals/Catalysts/ Consumables	\$	-	-	13.233	-	0.757
				(58.194)		(3.329)
Utility and Transport						
- Transport	\$	73.50	0.615	45.206	35,181	2.586
- Raw Water	Ton	0.00	10.955	0.000	626,703	0.000
- Fuel/Diesel Oil	kl/Ton	210.78	0.0143	3.007	816	0.172
- Electricity	kWh	0.0160	103.015	1.645	5.893MM	0.0941
				(49.856)		(2.852)
Personnel	Man·Year	1,597	-	5.332	191	0.305
Overhead	Man·Year x 30%		-	1.608	-	0.092
Maintenance	Plant Cost x 2.00%		-	9.457	-	0.541
Insurance/ Local Tax	Plant Cost x 0.50%		-	2.360	-	0.135
Sales Expense/ Administration	Annual Sales x 2.21%		-	3.758	-	0.215
				(22.516)		(1.288)
Total/Average	-	-	-	147.942	-	8.463

5. Outputs and Pricing (FOB at the Plant on Commercial Production Date)

Outputs	Unit		Per Product Mix		Annual	
	Unit	Price \$/Unit	Production Unit	Price \$	Production Unit	Sales \$, MM
Product Mix						
- Single Super Phosphate, Bulk	Ton	150.00	1.000	150.00	57,205	8.581
- Calcium Fluoride, Bulk	Ton	0.00	(0.012)	(0.00)	(687)	(0.000)
Total/Average	-	150.00	1.000	150.00	57,205	8.581

Table IV-8-5 PROJECT PROFILE AND FINANCIAL ANALYSIS SUMMARY (3/5)

6. Operation Schedule

	Year								(Unit: %)	
	(-)2 89	(-)1 90	1 91	2 92	3 93	4 94	5 95	... 16 2006	Average	
- Financing Disbursement	15	70	15							
- Production										
- Capacity Utilization			35	80	90	100	100	50	1,460	
- Inventory Increase			5	5	0	0	0	(-)10	0	
- Inventory			5	10	10	10	10	0	0	
- Sales			30	75	90	100	100	60	1,460	
- Depreciation/Salvage Value	15 years straight line/zero salvage value									
- Debt Service										
	<u>Loan Type</u>	<u>Maximum Grace plus Maturity</u>					<u>Annual Interest Rate</u>			
		Year					%			
- Development/Foreign										
- Base Case (Relending)		2.5 + 15.0					12.0			
- Low Interest Rate Case		7.5 + 20.0					4.0			
- Development/Local		0 + 1					20.0			
- Corporate Income Tax, %/Tax Holiday, Year		35.0/5.0								
- Minimum Cash Reserve		\$0.10 MM								
- Escalation/Deflator Rate, %/Year		0.0/0.0								

7. Financial Analysis by Discounted Cash Flow Method

	Constant Price		
	<u>Before Tax</u>	<u>After Tax</u>	
	%	%	
- Return on Investment, FIRROI-DCF			
- Base Case	(-)3.84	(-)3.84	
- Sensitivity Analysis			
- Product Price (+20%)	4.76	4.76	
- Raw Material Cost (-20%)	0.01	0.01	
- Investment Cost (-20%)	(-)1.14	(-)1.14	
- Utility and Transport Cost (-20%)	(-)0.50	(-)0.50	
- Cash Flow			
	<u>Year</u>	<u>Debt Service Ratio</u>	<u>Short Term Loan, \$, MM</u>
	1991	0.17	0.00
	1993	0.06	3.41
	1995	(-)0.29	12.16
	1997	(-)0.94	23.54
	1999	(-)1.99	38.99
	Project Life Aerate	(-)2.27	131.80-2005

Table IV-8-5 PROJECT PROFILE AND FINANCIAL ANALYSIS SUMMARY (4/5)

8. Sensitivity Analysis

<u>Sensitivity Analysis</u>		<u>FIRROI-DCF, Constant Price</u>	
		<u>Before Tax</u>	<u>After Tax</u>
- Base Case		(-) 3.84%	(-) 3.84%
- Product Price	(+)40%	11.10	10.27
	(+)20	4.76	4.76
	(±)0	(-) 3.84	(-) 3.84
	(-)20	(-)22.00	(-)22.00
	(-)40	-	-
- Raw Material Cost	(+)40%	(-)15.72	(-)15.72
	(+)20	(-) 8.70	(-) 8.70
	(±)0	(-) 3.84	(-) 3.84
	(-)20	0.01	0.01
	(-)40	3.26	3.26
- Investment Cost	(+)40%	(-) 7.64	(-) 7.64
	(+)20	(-) 5.93	(-) 5.93
	(±)0	(-) 3.84	(-) 3.84
	(-)20	(-) 1.14	(-) 1.14
	(-)40	2.58	2.58
- Utility and Transport Cost	(+)40%	(-)13.36	(-)13.36
	(+)20	(-) 7.91	(-) 7.91
	(±)0	(-) 3.84	(-) 3.84
	(-)20	(-) 0.50	(-) 0.50
	(-)40	2.38	2.38

Notes:

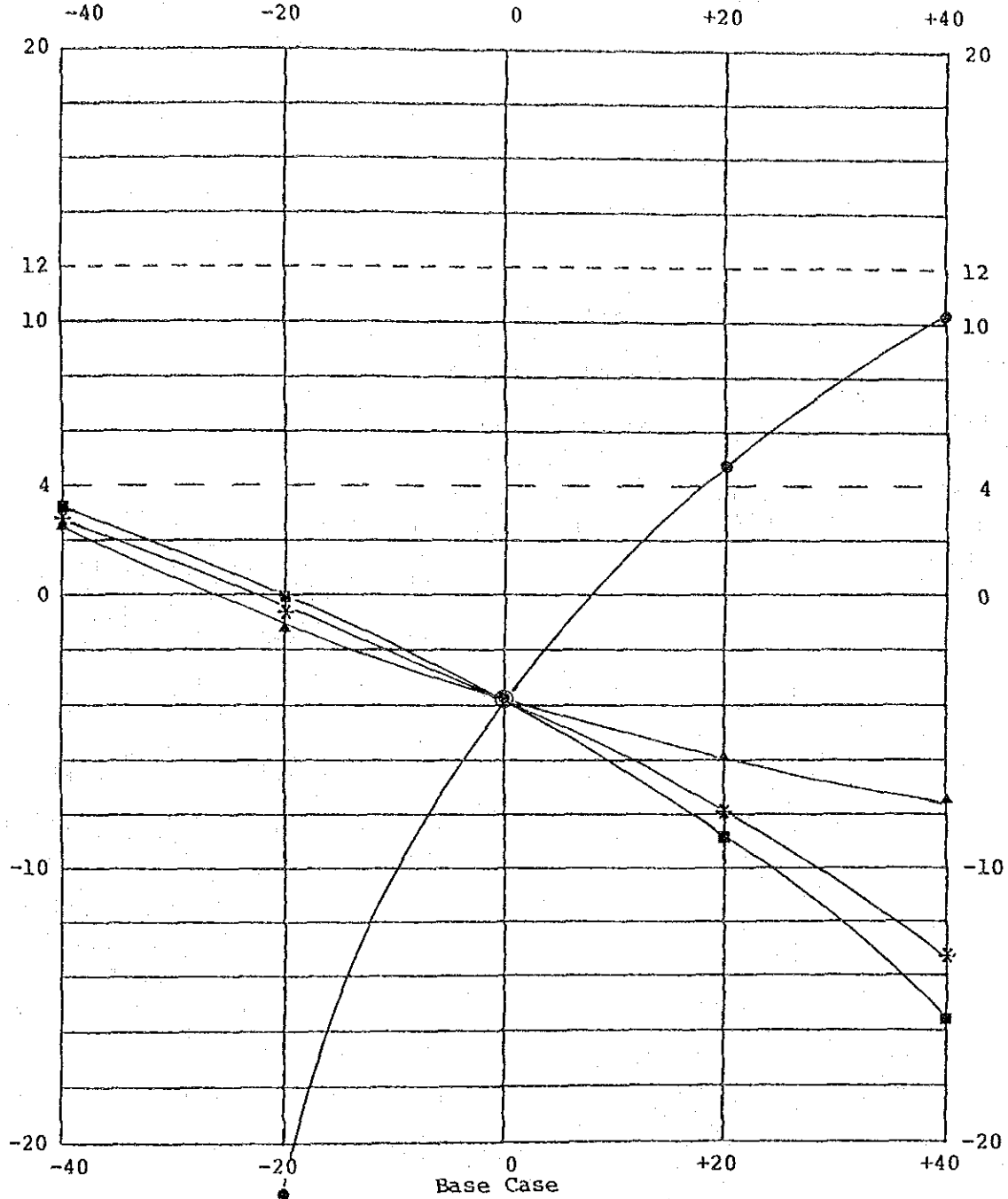
- Long Term Loan/Equity, %	= 75/25
- Interest Rate; Long/Short Term Loan, %	= 12.0/20.0
- Annual Escalation/Deflator Rate, %	= 0.0/0.0
- Corporate Income Tax Rate, %	= 35.0

Table IV-8-5 PROJECT PROFILE AND FINANCIAL ANALYSIS SUMMARY (5/5)

9. Sensitivity Analysis Figure

Return on Investment

- FIRROI/After Tax/Constant Price/DCF, %/Year



Legend:

- - Product Price
- - Raw Material Cost
- ▲ - Investment Cost
- * - Utility and Transport Cost
- - ROI, Before Tax for Base Case
- - - - Long Term Loan Interest Rate (Base Case: 12%/Year)
- - - - Long Term Loan Interest Rate (Low Interest Rate Case: 4%/Year)

Table IV-9 CONVERSION FACTORS FOR ECONOMIC ANALYSIS OF PROJECT IN ZAMBIA

1. Tradeable Items	: International prices to prevail during the economic life of the project (15 years) with no salvage value at the end.			
2. Non-Tradeable Items	: <u>Conversion Factor</u>			
	<u>Fertilizer Industry Restructuring Project, The World Bank Feb 4, 1986</u>	<u>Economic Evaluation Unit, INDECO, 1986</u>	<u>This Study JICA, 1987</u>	
			<u>Foreign</u>	<u>Local</u>
Standard Conversion Factor	0.96	-	-	-
Exchange Rate	-	0.80	1.00	-
Land	-	1.00	1.00	-
Site Preparation	-	0.81	1.00	-
Equipment and Materials	-	0.91	0.95	0.80
Field Expenses	-	0.80	0.95	0.80
Engineering Services	-	0.80	0.95	0.80
Imported Material/Services	-	0.80	0.95	-
Transport	0.76	-	-	0.76
Raw Materials	0.86	-	1.00	0.80
Intermediate Goods	0.95	-	1.00	0.80
Electricity	0.97*	0.85	-	0.87**
Fuel	-	0.85	-	1.00
Raw Water	-	0.90	-	0.80
Labor				
- Skilled	0.85	0.96	-	0.85
- Semiskilled	0.67	0.67	-	-
- Unskilled	0.54	0.52	-	0.54
3. Cut-Off Rate, %				
- Financial Analysis	12.00	12.00	12.00	-
- Economic Analysis	12.00	18.00	12.00	-
4. Exchange Rate, ZK/US\$	2.1-1984	-	8.00-1987	-
	3.1-1985	-	-	-
	6.0-1986+	-	8.00-1991	-
5. Inflation Rate, %/Year***	7.2-1986	-	-	-
	6.8-1987	-	3.00-1987	-
	6.8-1988	-	-	-
	7.0-1989	-	-	-
	7.1-1990	-	-	-
	4.0-1991+	-	3.00-1991	-

* Up to year 1996, the economic cost of electricity is opportunity cost of exporting to Zimbabwe as surplus, and after 1996 it is taken 30% higher than the financial cost.

** Tariff without sales tax is applied in due consideration of long run marginal cost and export price of electricity.

*** Assuming the difference between domestic and international inflation rates will be reflected in the foreign exchange rate.

第V編 結論と勧告

第V編 結論と勧告

第1章 結論と勧告

1. 1 結論

ザンビア共和国磷酸肥料工場建設計画調査の結論は、チレンブエにおける磷精鉍の回収(35,181 TPY、P2O5 30.0%、CaO 41.1%)、カフェ立地でのチレンブエ磷精鉍を使用する熔磷製造 [50,400 TPY、(0-20.11-0)、くえん酸可溶性 P2O5] あるいは過石製造 [57,205 TPY、(0-17.20-0)、くえん酸アンモニウム可溶性 P2O5] の工場建設は技術的に可能であると結論される。

しかしながら、これら計画の財務分析の結果は、長期借入金金利 4.0および12.0%/年の条件下で、収益率および資金繰りの点で財務的計画存立性はない。投資の収益率は負の値を示し、ザンビアの計画財務評価基準として予め定められているカット・オフ・レートより著しく低い。

経済的収益率もやはり負の値が得られる。磷酸肥料輸入代替による外貨節約額は過石計画の場合はかなり大きな値を示しているが、熔磷計画の場合は僅かな値を示している。しかし熔磷の場合もザンビアにおける農芸学的試験により、その高い有効性が確認されるならば、外貨節約額は改善されるものと期待される。

上記の調査結果をもたらす主要原因については、次のように纏められる。

- チレンブエ磷鉍資源は小規模であり、採掘・選鉍にあたり規模の経済性が期待出来ない。
- チレンブエ磷鉍資源は火成性起源で、P2O5品位が低く、磷精鉍製造のために高度の選鉍・濃縮工程を必要とする。
- チレンブエ磷鉍資源の立地が遠隔地にあり、輸送インフラストラクチュア、特に鉄道がないため、カフェまで磷精鉍の道路輸送に過度のコストを必要とする。
- 上記理由に加えて、現在の国際的磷精鉍市況の低迷のためチレンブエからの国産磷精鉍の価格は、高品位・大規模鉍石資源を大規模に開発している海外からの輸入磷精鉍の到着価格に比較して高い。
- 熔磷と過石の製造原価は輸入磷酸肥料の代替価格に比較して高い。その理由は小規模生産、チレンブエ磷精鉍および副原料の蛇紋岩や硫酸などの高価格、更に現在

および近い将来に予測される重過石あるいは二燐安などの高濃度燐酸肥料の国際価格低迷などのためである。

- 本計画について国産チレンブェ燐精鉱の代わりに輸入燐精鉱を原料としても収益率は正とならないことに留意する必要がある。
- 過石に含まれる硫黄はザンビアの硫黄欠乏土壌の肥効成分として製品価格に評価されるが、熔燐に含まれる可溶性マグネシア、シリカおよびアルカリ分などの肥料としての有効性は製品価格に反映されていない。理由はザンビア国内に実証可能な肥効試験データが今日まで整備されていないため、この理由もあり熔燐の収益率はやや低い。
- 各種の製品代替案のうち、もしカフェのNCZの粒状化成肥料工場の改造が技術的および財務的に実施可能なら、硝酸化成の製造は収益性が高くなる可能性がある。

本調査計画は技術的に実施可能であるが、財務的存立性は無く、経済的にもザンビアにおける燐酸肥料の輸入代替国産化計画の一環として直ちに商業的に着手する工業計画として正当化することは困難であると評価される。

1. 2 勧告

主に現在と近い将来に予測される燐精鉱と燐酸肥料の国際市況低迷のため、本調査計画の財務および経済収益率は低い。したがって、本計画に関し次の通り勧告を行なう。

- 漸くの間、ザンビアの当面の商業生産を目的とした工業プロジェクトとして本調査計画の推進および準備活動は行なわない。
- 計画の可能性改善の方策について調査・検討を続行する： ザンビアにおける大規模・高品質の燐鉱石の探索あるいはカフェのNCZにおける硝酸化成肥料製造可能性調査など。
- 多様化かつ集約化しつつあるザンビアの農業に鑑み、ザンビアの法律で規定されている水溶性燐酸のみならず、くえん酸およびくえん酸塩可溶性燐酸成分の肥効、また各種燐酸肥料に含まれる可溶性マグネシア、シリカおよびアルカリ成分などのザンビア農業における有効性確認のための農業的研究活動の推進。
- ザンビア農業開発のためのザンビアにおける、より有効な肥料調達および物流システムの推進。

