



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

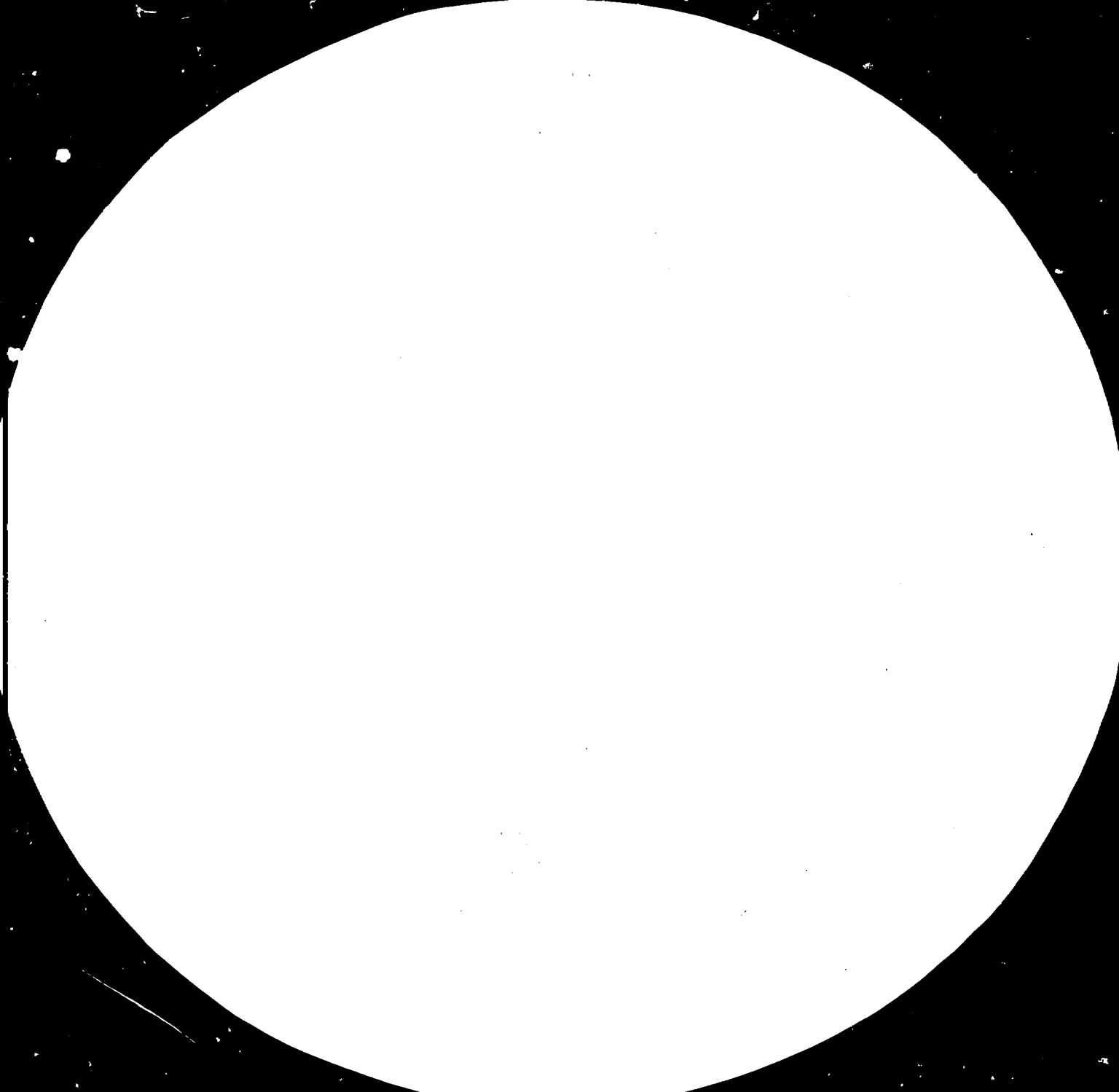
FAIR USE POLICY

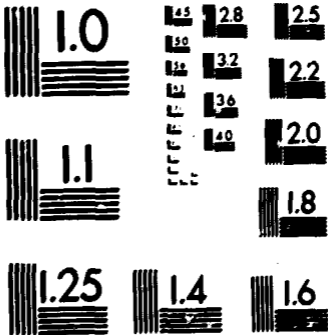
Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org





MICROCOPY RESOLUTION TEST CHART
NATIONAL BUREAU OF STANDARDS
STANDARD REFERENCE MATERIAL 1010a
(ANSI and ISO TEST CHART No. 2)

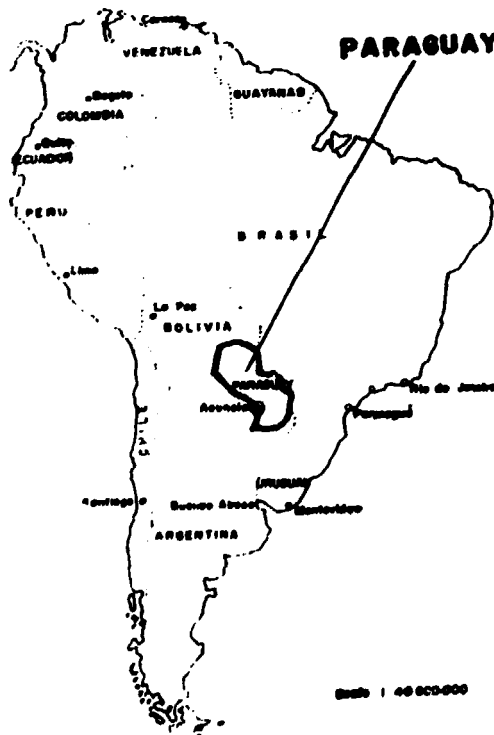


Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

CONTRATO UNUDI 77/54 - PROYECTO IS/PAR/74/817

(R) **PARAGUAY:**
ESTUDIO INDUSTRIAL

**Análisis de las posibilidades de
establecer industrias de
alto consumo energético en el Paraguay**



CONTRATO UNUDI 77/54-PROYECTO IS/PAR/74/817
UNIDO-CONTRACT NO. 77/54 PROJECT IS/PAR/74/817

INFORME FINAL
FINAL REPORT

Análisis de las posibilidades de establecer
industrias de alto consumo energético en el
Paraguay

Analysis of the possibilities of establishing
energy-intensive industries in PARAGUAY.

Abril 1978
April 1978

INDUSTRIKONSULENT A.S

IN COLLABORATION WITH
EN COLABORACION CON

*Address: Aslakveien 14, Oslo 7, Norway
Cable address: «Industrikonsulta»
Telephone: 02 - 24 56 90
Bankgiro: 7032-05-0660*



KVAERNER ENGINEERING A.S

ADDRESS: Postb.475 - 1301 Sandvika, Norway
TELEPHONE: 02/13 10 60
TELEX : 17727 Kveng n, Oslo.

Table of contents

	Page
Introduction	1
Methodology	1
Summary and conclusions	2
Background	5
Electric power - a new asset	6
Characteristics of electro-intensive industries	7
Reasons for using electricity	11
Future price of power	12
Mineral raw materials	19
Fertilizers	21
Other industries related to electrolysis of water	24
Thermomechanical pulp, general	26
Thermomechanical pulp, short profile	30
Calcium carbide	37
Silicon and silicon metal	38
Magnesium	43

- Annexes:
1. Checklist of Energy-Intensive Industries
 2. Mineral raw materials in Paraguay on which electro-intensive industries can be based.

<u>Contenido</u>	<u>Página</u>
Introducción	1
Metodología	1
Resumen y principales conclusiones	2
Bases del análisis	5
Energía eléctrica - un nuevo recurso	5
Características de las industrias de alto consumo de energía	6
¿Porqué usar electricidad?	10
Precios futuros de la energía de Itaipú	11
Materias primas minerales	17
Fertilizantes	19
Otras industrias relacionadas con la electrolisis del agua	22
Pasta termomecánica de madera	24
Perfil de una fábrica de pasta termomecánica	28
Carburo de calcio	35
Ferrosilicio y silicio metálico	36
Magnesio	41

- Anejos:
1. Lista de Industrias de alto consumo de energía.
 2. Materias primas minerales en el Paraguay que puedan servir como base para las industrias de alto consumo de energía.

Introduction

The United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), under its Special Industries Services Programme and as a complement to the Industrial Survey of Paraguay, that was completed in 1976, has undertaken to assist the Government of the Republic of Paraguay in the preparation of an analysis of the possibilities of developing energy-intensive industries in this country and the potential for using domestic raw materials as inputs for them.

Industrikonsulent A.S. on August 19, 1977, with the signature of UNIDO contract No. 77/54 has agreed to do the abovementioned analysis in cooperation with Kvaerner Engineering A.S.

The present report is based on the findings of a project team, consisting of economist Gunnar Åberg (team leader), geologist Bernt Rösholt and electrical engineer Jon Midsund, who visited Paraguay during a six weeks period in September - October 1977 and the following evaluation with backstopping specialists from Norwegian supporting industries active in the electro-intensive industries fields through Kvaerner Engineering A.S.

Methodology

The terms of reference call for "an analysis of the development of energy-intensive industries and the potential for using domestic raw materials as inputs for them". The analysis was to consist of "an assesment of the country's present industrial raw materials, of its capacity for industrial development in the area of energy-intensive industries and in the identification of industries to be established".

Introducción

La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, dentro de su Programa Especial de Servicios para la Industria y como complemento al Diagnóstico Industrial del Paraguay, que se completó en el año 1976, se ha brindado a asistir al Gobierno de la República del Paraguay en la preparación de un análisis de las bases para el desarrollo de industrias de alto consumo de energía y del potencial existente para utilizar materia prima nacional para abastecer las mismas.

Industrikonsulent A.S. con la firma del contrato ONUDI 77/54 del 19 de agosto de 1977 se ha comprometido en hacer este análisis en colaboración con Kvaerner Engineering A.S.

El presente informe se basa en los hallazgos de una Misión constituida por el economista, D. Gunnar Åberg (Jefe de Misión), el geólogo D. Bernt Røsholt y el ingeniero electricista D. Jøn Midtsund, quienes visitaron el Paraguay durante seis semanas en septiembre y octubre de 1977, y la evaluación subsiguiente con los especialistas de industrias noruegas que trabajan en el campo de industrias de alto consumo de energía eléctrica y que, por medio de Kvaerner Engineering A.S., apoyaron la Misión.

Metodología

Los términos de referencia estipulan "la identificación de industrias que pueden ser desarrolladas usando grandes abastecimientos de energía eléctrica y materia prima proveniente de recursos nacionales". El análisis consistiría en "una evaluación de las materias primas industriales del país, de la capacidad de desarrollo industrial del Paraguay en el campo de industrias de alto consumo de energía y la identificación de las industrias que deben ser establecidas".

Básicamente nuestro enfoque ha sido el de comparar una lista de procesos altamente dependientes de la disponibilidad de energía eléctrica con otra de materias primas disponibles, o cuya disponibilidad se pueda prever, en el Paraguay, y clasificarlos en orden de factibilidad e impacto en la economía del país. En cuanto a las industrias que tras

The basic idea for our approach consists in the matching of a list of processes that are highly dependent on the availability of energy with one of the raw material resources that are or can be made available in Paraguay, and to rank them in order of feasibility and impact on the economy. For the industries that through this evaluation can be sorted out as of interest for further study more detailed comments have been made.

During the preparation phase, apart from updating on the general economic and industrial situation of Paraguay and going through available information on existing sources of raw materials as well as the plans for the construction of future hydroelectric power plants, a preliminary list of possible industries (annex 1) was drawn up. To complete our geological information Mr. Røsholt, on his trip to the field, visited the U.S. Geological Survey and the department of Geology of the university of Sao Paulo.

During field work our major aims were to investigate at what prices the new hydroelectric plants would be able to provide power to industry and to check, on the spot, any mineral occurrences, or indications of such, that could be pointed out as a possible source of raw materials. Also the infrastructural, organizational, financial and market conditions were studied, mainly through interviews with persons in the administration and in the private sector.

Summary and Conclusions

The Paraguayan economy is based on it's rich soils. Farming, cattle breeding and forestry hitherto have contributed to the major part of GNP and provided the basis for industrial growth. The country still has vast virgin areas unexploited. It is therefore to be foreseen that also in the future these agricultural sectors will be major engines of growth and able to provide growing agroindustry with the necessary raw materials. It is also to be foreseen that, when planning for the future development and industrialization of the country emphasis will have to be put on providing these traditional sectors with the infrastructure they need.

esta evaluación se puedan considerar lo suficientemente interesantes como para ser estudiadas más detenidamente, estas se han comentado más en detalle.

Durante la fase de preparación, aparte de ponernos al día en lo que se refiere a la situación general de la economía e industria del Paraguay y de revisar los datos disponibles sobre existencias de materias primas, más el planeamiento en cuanto a la construcción de las futuras plantas hidroeléctricas, hemos compilado una lista preliminar (anexo 1.) de posibles industrias. Para completar nuestra documentación sobre los aspectos geológicos, el Sr. Kósholt, aprovechando su viaje al Paraguay, visitó la U.S. Geological Survey en Washington y el Departamento de Geología de la Universidad de São Paulo.

Durante nuestra estancia en el Paraguay las principales metas consistieron en estudiar a que precios las nuevas plantas hidroeléctricas podrían suministrar energía a la industria y verificar, en el terreno, los yacimientos o indicaciones de posibles ocurrencias minerales que podrían considerarse como fuentes de materia prima. También las condiciones de infraestructura, organización, crediticias y de mercado fueron evaluadas, principalmente por medio de entrevistas con personalidades de la administración y del sector privado.

Resumen y principales conclusiones

La economía del Paraguay está basada en las ricas tierras que posee el país. Agricultura, ganadería y silvicultura hasta ahora han sido los sectores que mayormente han contribuido al PNB y sobre los cuales el crecimiento industrial ha podido basarse. El país todavía tiene amplias áreas vírgenes sin explotar. Se puede, por lo tanto, prever que también en el futuro estos sectores del campo serán los más importantes focos de crecimiento y que podrán abastecer la creciente agroindustria con las materias primas necesarias. También hay que prever que, al planificar la futura evolución e industrialización del país, habrá que poner de relieve la necesidad de dotar a estos sectores tradicionales de la infraestructura que requieren.

A mediados de la década de los ochenta, cuando se hayan puesto en operación las centrales hidroeléctricas de Itaipú e Yacoyretá, el Paraguay poseerá un nuevo recurso importante, el derecho a grandes cantidades de fuerza eléctrica relativamente barata. Aunque, según los tratados, este recurso puede dar ingresos monetarios, se ha puesto en

In the mid-eighties, when the Itaipú and Yacyretá hydroelectric power plants come into operation, Paraguay will own an important new asset, the right to vast amounts of relatively low cost power. Although by treaty this asset can give some monetary revenue through the sale of electricity to Brazil and Argentina, it has been questioned whether Paraguay should not be able to benefit more by using these resources herself, for example in electrointensive industries.

At present it is not known whether Paraguay will have at its disposal any mineral raw materials on which EI-industries can be based although from a geological point of view there are indications that some sources may very well be found. The government has taken an important step towards securing better knowledge of the contents of the subsoils of the country by conceding exploration right to three different companies, two drilling for oil and one prospecting for minerals. It is however, recommended that a geological survey should be organized that could administrate these concessions and, above all set up a long range investigation program that in due course would lead to a thorough and detailed knowledge of the mineral and other geological assets of the country.

An important part of this study is an endeavour to assemble presently known indications of mineral deposits and suggest future activities in the field of geological research.
(Annex 2).

Although Paraguay will have the right to draw vast amounts of electric power from the Itaipú and Yacyretá dams, the prices that industry will have to pay during the first decades of operation, even if they may well be lower than present industrial tariffs, will probably be too high for most EI-industries to be viable, unless raw materials can be made available at exceptionally low cost. This is specially true as far as the metal smelting and metal alloys industries are concerned. The industries that compete with processes based on hydrocarbons, however, may, if the rising trends in prices of oil and natural gas continue, prove to be competitive by the time the power comes on stream.

duda si el Paraguay no podría beneficiarse aún más, usando la potencia ella misma, por ejemplo en industrias de alto consumo de energía.

Hoy por hoy no se conoce si el Paraguay dispone de materias primas minerales en las cuales podrían basarse industrias electrointensivas (EI), aunque desde el punto de vista geológico hay indicaciones que algunos yacimientos podrían ser encontrados. El Gobierno ha tomado un paso importante hacia la obtención de mejores conocimientos sobre el contenido del subsuelo al conceder derechos de explotación a tres diferentes empresas, dos dedicadas a la exploración de gas y petróleo y una a la prospección de minerales. Recomendamos, sin embargo, que se organice y establezca un Levantamiento Geológico para la administración de estas concesiones y, sobre todo, para establecer un programa de investigación a largo plazo que pueda finalmente lograr que se tenga un conocimiento profundo y detallado de los recursos minerales y geológicos del país.

Una importante parte de este estudio consiste en un intento de compilar las indicaciones hoy conocidas de posibles depósitos de minerales y sugerir las actividades que en el futuro deberían desarrollarse en el campo de investigación geológica. (Anejo 2.)

Aunque el Paraguay tendrá derecho a enormes volúmenes de fuerza hidroeléctrica de los embalses de Itaipú e Yacyretá, los precios que la industria tendrá que pagar durante las primeras décadas de operación, aunque menos altos que las tarifas industriales hoy vigentes, probablemente serán demasiado altos para la mayoría de las industrias EI, si no es que se puedan abastecer de materias primas a costos excepcionalmente bajos. Esto parece ser el hecho sobre todo en cuanto a las industrias de fundición y aleación de metales. Las industrias que compiten con procesos basados en hidrocarburos, sin embargo, pueden, a la hora en que se pongan en marcha las turbinas, mostrarse competitivas si los precios del petróleo y del gas natural siguen la tendencia alzista registrada durante los últimos años.

Hay que subrayar que las evaluaciones hechas en este estudio se basan en la tecnología de hoy. Es, sin embargo, más que probable que, a raíz del continuo aumento de los precios mundiales de energía, nuevos procesos alternativos lleguen a concebirse, por los cuales las industrias

It has to be noted, that the evaluations made in this study are based on present process technology. Because of worldwide rising costs of energy it is more than probable that new alternative processes will be conceived, through which EI-industries may well be able to pay higher power prices and still be competitive.

If the explorations in the Chaco for oil and gas lead to positive results, a new factor has to be taken into account when evaluating the viability of the EI processes that can be regarded as competitive.

The fact that EI-industries are capital intensive and require a specific infrastructure may create difficulties for Paraguay when it comes to deciding on how to allocate scarce capital resources.

In the study some EI processes are commented on that are deemed to be of interest for Paraguay. Special emphasis is made on the pulp and paper industry and on the possibilities of producing fertilizers, as it is considered that there are good chances that they can prove to be feasible and that they would contribute in a logical way to the next steps on Paraguay's road towards industrialization.

To summarize, the mission recommends that the following steps be taken:

- ✓ - The creation of a new Government entity to take care of the planning and administration of a Geological Survey.
- ✓ - The execution of a feasibility study on a pulp and paper industry based on the thermomechanical process.
- ✓ - That the evolution of oil prices as well as of new techniques based on electrolysis of water be followed closely in order to be able, when these latter techniques prove to be competitive with those based on oil or natural gas, to make the corresponding feasibility studies.

El sigan siendo competitivas a pesar de tener que pagar precios más altos.

Si las exploraciones en busca de petróleo y gas en el Chaco llegan a dar resultados positivos, habrá que tomar este nuevo factor en consideración al evaluar que procesos EI pueden considerarse competitivos.

El hecho que las industrias EI requieren mucho capital y una infraestructura específica, supone ciertas dificultades en cuanto a la decisión de como distribuir los escasos recursos de capital disponibles en el Paraguay.

En el presente estudio se han comentado algunos procesos EI que se pueden considerar como de interés para el Paraguay, concretamente las industrias de pulpa y papel y las posibilidades de producir fertilizantes se han puesto en relieve, ya que se considera que hay probabilidades de que se muestren económicamente factibles y que de una manera lógica constituirían los próximos pasos en el camino hacia la industrialización del Paraguay.

En resumen, la misión recomienda que se tomen las siguientes medidas:

- La creación de una nueva entidad del Estado que se ocupe de la planificación y administración de un Levantamiento Geológico.
- La ejecución de un estudio de factibilidad de una industria de pulpa y papel basada en el proceso termomecánico.
- La seguida de cerca de la evolución de los precios de petróleo así como de las nuevas técnicas de los procesos de electrolisis del agua para poder, el día en que estos procesos puedan competir con los basados en petróleo y gas natural, hacer los estudios de factibilidad correspondientes.
- La postergación de gastos destinados a crear industrias de fundición o aleación de metales hasta que se haya verificado la existencia en el país de materias primas de suficiente calidad y cantidad.

- That any expenses aimed at creating metal smelting or alloying industries be deferred until it has been verified that raw materials of sufficient grade and quantity are available in the country.

Background

Agriculture, cattle-breeding and forestry - the basis for industrial growth

The Paraguayan economy is, and for the foreseeable future will remain, based on the country's large agricultural potential. Vast cultivable areas are still virgin and those under cultivation can be expected to produce higher qualities and volumes if agriculture is backed with better infrastructure, capital resources and improved equipment and techniques.

Existing industry - vegetable oils, sugar refineries, meat packing, wood processing, leather goods etc. - is based on good agricultural raw materials, and can be expected to account for growing percentages of GNP as well as of the value of total exports, if provided with growing volumes of raw materials, adequate financing and adequate infrastructure.

It is therefore obvious that the major government efforts will have to be geared to providing the infrastructural services that the agriculture and agroindustries need for their evolution and that these sectors will have to be given priority when it comes to taking decisions on how to dedicate the scarce capital resources available in the country.

It is not within the scope of this study to discuss how better transport infrastructure, education, financing etc. can support the agroindustries' growth, but we would like to stress the fact that these agro-industries consume electricity and at present are hampered by the lack or high cost of power.

Bases del análisis

Agricultura, ganadería y silvicultura - fundamentos para el crecimiento industrial

La economía del Paraguay hoy día, y en el futuro previsible, está fundamentada en el gran potencial agrícola del país. Grandes áreas cultivables todavía quedan vírgenes y las que hoy están bajo cultivo podrán producir mejores calidades y mayores volúmenes si la agricultura recibe el respaldo de una mejor infraestructura, de más amplios recursos de capital y de técnicas y equipos más avanzados.

Las industrias existentes - de aceites vegetales, del azúcar, de la carne, procesamiento de maderas, del cuero, etc. - han podido evolucionar gracias a excelentes materias primas agrarias y hay razón de prever que, siempre que puedan ser respaldadas con mayores volúmenes de materias primas y la financiación e infraestructura adecuadas, su importancia siga aumentando en términos de porcentaje tanto del PNB como de las exportaciones totales.

Es por lo tanto obvio que una gran parte de los esfuerzos del gobierno tendrán que ser dedicados a suplir los servicios de infraestructura que la agricultura y las agroindustrias requieren para su evolución y que se tendrá que dar prioridad a estos sectores al decidir sobre como dedicar los escasos recursos de que dispone el país.

Queda fuera del alcance de este análisis el averiguar como mejoras en los campos de infraestructura, educación, financiación, etc. pueden apoyar el crecimiento de la agroindustria, pero nos consta subrayar el hecho que estas industrias consumen electricidad y hoy día sufren por la falta o alto costo de la energía.

Fuerza eléctrica - un nuevo recurso

Con la construcción de los embalses de Itaipú e Yacyretá el Paraguay poseerá derechos contractuales a enormes recursos de fuerza hidroeléctrica. Se estima que hacia 1990 el país tendrá a su disposición unos 45.000 GWh anuales para consumo propio o para la exportación, sin contar los recursos hidroeléctricos del futuro embalse de Corpus.

Electric power - a new asset

With the construction of the Itaipú and Yacyretá dams, Paraguay will have contractual right to enormous hydroelectric power resources. It is estimated that by 1990 some 45.000 GWh year will be at disposal of the country for own consumption or for export. This figure does not take into account the power that may become available from the proposed Corpus dam.

The Paraguayan government has the possibility of exporting power to Brazil and Argentina and receive royalty payment as specified in the Itaipú and Yacyretá treaties.

However, Paraguay also has the option of using all or part of this power for its own purposes. It would, in such case, according to the Itaipú and Yacyretá treaties, have to pay a price that would cover the financial cost - repayment of and interest on the debt incurred to finance the construction of the dams - and forego part of the above mentioned royalties.

It is natural that when studying the consequences of these two alternatives, and in view of the large potential involved, the possibility of establishing industries that will consume large amounts of electric energy has to be considered. If the total income foreseen from these industries covers a) the cost of power, b) depreciation and interest of necessary investment in the power intensive industries, c) their cost of operation and d) foregone royalties, it would seem that the second alternative would be preferable to the country.

To this should be added that if these industries can be based on domestic raw materials, important additional benefits such as new employment have to be taken into account.

El gobierno paraguayo puede optar por exportar la energía eléctrica a Brazil y Argentina a cambio de regalías cuya cuantía se especifica en los tratados de Itaipú e Yacyretá.

Sin embargo, el Paraguay también puede optar por dedicar la totalidad o parte de esta potencia a su propio consumo. En tal caso, según los arriba mencionados tratados, tendrá que pagar un precio que cubra las cargas financieras - intereses y amortizaciones de la deuda adquirida para financiar la construcción de las centrales - aparte de renunciar a las arriba mencionadas regalías.

Es natural que, al estudiar las consecuencias de estas dos alternativas, se consideren las posibilidades de establecer industrias que consuman grandes cantidades de energía.

Si los ingresos totales previsibles de estas industrias cubren no solamente a) el costo de energía, b) depreciación e intereses relativos a la inversión necesaria para establecerlas, sino también c) los gastos de operación y d) las regalías a que hay que renunciar, es probable que esta segunda alternativa se considere preferible para el país.

A esto hay que añadir que si esta industria puede abastecerse de materias primas nacionales, habrá que tomar en cuenta beneficios adicionales tales como un mayor empleo.

Características de las Industrias Electroatensivas (EI)

Las industrias llamadas electrointensivas, aparte del alto consumo de energía eléctrica tienen otros denominadores comunes que son de importancia para nuestra evaluación:

- a) Se basan en procesos electroquímicos y tecnología sofisticada.
- b) Transforman o alean materias primas.
- c) Para ser económicamente viables tienen que producir en grandes volúmenes y por lo tanto dependen de:

1. facilidades de abastecimiento de grandes volúmenes de materias primas de suficiente pureza y

Characteristics of Electointensive Industries (EI)

The so-called electointensive industries, apart from their high consumption of electric energy have some other common denominators that are of importance for our evaluation.

- a) They are based on electrochemical processes and sophisticated technology.
- b) They transform or alloy raw materials.
- c) In order to be economically viable they tend to require a high production volume and therefore depend on
 1. Large volumes of easily accessible raw materials of sufficient purity and
 2. Sufficiently large markets for the end product, preferably transformation industries not too far from the plant;
- d) The EI industries are capital intensive and
- e) Require little manpower. The EI industries can thus not be expected to be a source of new employment, unless based on domestic raw materials, the extraction of which could require additional manpower.

With the exception of the metals and metal alloys industries, where electric furnaces or electrolytic processes are a must, most EI processes compete with other production methods which are mainly based on hydrocarbons.

The cost of power, is, of course, a crucial factor that in the first, conceptual state of analysis leads to the discarding of a number of EI processes, but attention also has to be paid to the complexity and interdependence of chemical engineering plants.

2. mercados suficientemente grandes que puedan absorber el producto final, preferiblemente industrias de transformación a corta distancia de la fábrica.

- d) Las industrias EI dependen de un alto grado de capitalización y
- e) requieren poca mano de obra para su funcionamiento. Por lo tanto no se puede prever que las industrias EI lleguen a ser una fuente de nuevos empleos si no son basadas en materias primas domésticas, la extracción de las cuales requerirá mano de obra adicional.

Con la excepción de las industrias de fundición y aleación de metales, donde son imprescindibles los hornos eléctricos o los procesos electro-líticos, el gran número de procesos EI compiten con otros métodos de producción que en general parten de los hidrocarburos.

El costo de la energía eléctrica es, naturalmente, un factor que inicialmente, en el análisis conceptual, indica que hay que descartar algunos procesos EI, pero hay también que tomar en cuenta la complejidad e interdependencia de las industrias electroquímicas.

La manera de hacer frente a este análisis por la comparación de los precios de los productos finales con los costos de las materias primas y de la fuerza eléctrica, es un método establecido para la primera etapa de investigación. En el caso de las industrias EI, sin embargo también son de suma importancia la localización de la planta en relación a los yacimientos de materias primas, fuentes de energía, mercados, medios de transporte, etc. ya que una localización antieconómica bien puede cancelar las ventajas competitivas del proceso. También la disponibilidad de agua y facilidades de desagüe, la sensibilidad del medio ambiente y la existencia de industrias supletorias que puedan proveer insumos y aprovechar productos derivados residuos del proceso son factores que pueden ser decisivos al establecer donde pueden ser ubicadas las industrias EI.

El tamaño mínimo de la planta también depende de varios factores. En nuestras tablas de industrias térmicas y electrolíticas se ha escogido un tamaño mínimo promedio estimado para poder establecer una cuantía que represente la inversión mínima necesaria.

The approach in the present study, the comparison of prices for the finished products, and costs of power and raw materials, is a well established method for the first stage of investigation. In the case of EI industries, however, also the location of the plant with regard to raw material and power sources, markets and transport facilities etc. is of extreme importance, as an uneconomical location may well wipe out the competitive advantages of the process. The availability of water and waste disposal facilities, sensitivity to air pollution and the availability of supplementary industries that can either provide input material to or use by-products from the process are factors that can be decisive when deciding on where to locate EI industries.

The minimum plant size is also dependent on many factors. In our tables for thermal and electrolytic industries an estimated average minimum plant size has been chosen to establish a figure for minimum capital investment.

This is, however, a rough estimation based on experience - the minimum and economically optimal sizes can only arrive at through detailed project development taking into account all relevant local factors.

In the ferrosilicon area Norwegian plants without the benefit of incorporated power plants are in economic trouble due to increased cost of state power. They have either to close or to increase plant size and computerize their operations. One of them is increasing from 20 MWh to 75 MWh to cut down unit production cost because of increase in scale. This is a single plant - not integrated with other processes. In Brazil, however, a 5 MWh ferrosilicon plant is operating with satisfactory results due to optimum location and domestic factors.

Estas cuantías son, sin embargo, sólo una estimación aproximativa basada en la experiencia - los volúmenes de producción mínimos y económicamente óptimos de cada caso pueden ser definidos solamente por medio de un análisis detallado de proyecto que tome en consideración todos los factores locales pertinentes.

En el campo de ferrosilicones las empresas noruegas que no poseen sus propias plantas eléctricas sufren de problemas económicos a razón de los aumentos de las tarifas, y se ven obligadas a prescindir de producir o aumentar el volumen de producción y automatizar el proceso. Una de ellas está por aumentar su potencia de 20 MWh hasta 75 MWh para, gracias a la mayor escala, poder reducir el costo por unidad producida. En este caso se trata de una planta aislada - no está integrada con otros procesos. En el Brazil, sin embargo, existe una fábrica de ferrosilicio de 5 MWh que opera con resultados satisfactorios gracias a una ubicación y circunstancias locales óptimas.

La integración de los procesos influye substancialmente sobre la economía de la planta mínima. Una fábrica de ferrosilicio con horno cerrado produce gas CO que normalmente no se aprovecha. En una planta integrada el CO podría combinarse con hidrógeno (H_2) para producir metanol (CH_3OH).

La Empresa Dow en los EE.UU.AA. utiliza el cloro que se obtiene en la producción electrolítica de magnesio para obtener PVC - en una misma fábrica.

En la Unión Soviética las fábricas de alúmina se han integrado con fábricas de cemento - el cemento se produce aprovechando los residuos de la producción de alúmina.

Un método noruego combina la producción de aluminio, hierro en lingotes y cemento basándose en la materia prima para la producción de alúmina (laterita).

El hecho que la viabilidad económica de los procesos electroquímicos en alto grado depende de las posibilidades de integración significa que es sumamente difícil llegar a conclusión alguna hasta que la investigación geológica haya definido las calidades, cantidades y la ubicación geográfica de las materias primas. Es solamente cuando se

Integrated processes have a great influence on economy related to minimum size of plant. A ferrosilicon plant with closed furnace produces CO gas which is normally wasted. In an integrated plant the CO could possibly be combined with hydrogen (H_2) to produce methanol (CH_3OH).

DOW, USA, utilize the chlorine gas from electrolytic production of magnesium to produce PVC - all in the same plant.

In the Soviet Union the alumina plants are integrated with cement plants - cement is produced from the waste of alumina production.

A Norwegian method combines production of alumina, pig iron and cement based on raw materials for alumina production (laterite).

↙ The fact that the economic viability of many electrochemical processes to a high degree depends on the possibilities of integration makes it extremely difficult to arrive at any conclusions before geological research has defined qualities, quantities and location of raw materials, on which data detailed project development efforts can be based.

↙ The fact that EI industries are based on sophisticated technologies should be discussed in some detail. It can be said that technology can be bought, either by the purchase of licenses and necessary know-how services or by giving special conditions to foreign investors in order to entice them to make the necessary investment and thereby bring in their technology.

disponga de estos datos que se pueda seguir adelante con estudios de proyecto más detallados.

El hecho que las industrias EI requieren el acceso a tecnologías sofisticadas constituye otro tema que tiene que ser tratado. Por una parte estas tecnologías pueden ser compradas, sea mediante el pago de licencias y servicios de "know how" o mediante la cesion de condiciones especiales a inversores extranjeros para incitarles a hacer la inversión necesaria y al mismo tiempo hacer uso de sus conocimientos de las tecnologías. Por la otra, las tecnologías sofisticadas requieren una serie de servicios y facilidades de infraestructura cuya provisión puede ser difícil.

Es por lo tanto preferible escoger tecnologías de un nivel que no sea demasiado diferente al que ya existe en el país, sobre todo si pueden considerarse como el "próximo paso" en la evolución de la tecnología del país. En el mercado paraguayo ya hay empresas dedicadas a la mezcla y venta de fertilizantes. Hay, por tanto, un conocimiento dentro de este ramo en cuanto a cuales son las calidades y composiciones adecuadas para las tierras del país. El próximo paso podría ser el de establecer industrias que puedan producir productos que substituyan alguno o varios de los componentes que ahora se importan. Una posibilidad podría ser la producción de amoníaco por medio de sintetización de nitrógeno del aire e hidrógeno de la electrolisis del agua.

Si futuras prospecciones llegan a indicar la existencia de yacimientos de roca fosfática en cantidades y purezas aceptables, el país podrá suministrar el componente fosfórico de sus propios medios.

El hecho que los procesos EI en muchos casos son económicamente viables sólo si se diseñan para producción en grandes volúmenes representa serias dificultades para los países pequeños, no sólo por los grandes volúmenes de materia prima que hay que poder suministrar, sino también por los grandes volúmenes de capital que se requieren. Hay que añadir también la necesidad de tener acceso a mercados lo suficientemente grandes y a distancia razonable, ya que muchos de los productos no soportan transportes largos. Además es menester apuntar que la mayoría de las industrias EI, por tener que competir en el mercado mundial, son negocio arriesgado. En buenas épocas muestran buena

But sophisticated technology requires a series of services and infrastructural facilities that may be costly to provide. It is therefore preferable to choose technologies which are not too different from the level already existing in the country, especially if they can be regarded as the "next step" in the upgrading of technical know-how. Fertilizers are already being mixed and sold on the Paraguayan market. There is thus already some know-how in the fertilizer trade as to grades and compositions needed for different soils. The next step could very well be the establishment of an industry that would produce substitutes for one or several of the components that today are imported. One possibility might be to produce ammonia, synthesized from nitrogen from the air and hydrogen from the electrolysis of water.

If further prospecting proves that phosphate rock is available locally in sufficient quantities and the right qualities, the country could provide the phosphorous component from its own sources.

The fact that EI processes often are economically viable only if built up for a high production volume represents serious difficulties for smaller nations, not only because large amounts of raw materials have to be readily available but also because of the large amounts of capital required. To this has to be added the necessity of having sufficiently large markets within reasonable distance, as many of the products can not support long transports. We would also like to underline that most of EI industries, because they have to compete on the world market, are risky business. In good times they can show good rentability, but the present situation on the metal alloys market is a good illustration of how these capital intensive industries can fare when having to meet the price fluctuations that characterize their markets.

The development of power-oriented industries to absorb a substantial part of the electricity that will be available from Itaipú will represent an entirely new dimension of the industrial development of Paraguay.

rentabilidad, pero la situación actual de los mercados de aleaciones es una buena ilustración de lo que estas industrias tan dependientes de capital tienen que sufrir al tener que enfrentar las fluctuaciones de precios que caracterizan sus mercados.

El intentar desarrollar industrias orientadas hacia el uso masivo de energía para absorber una parte substancial de los recursos eléctricos provenientes de Itaipú representaría nuevas dimensiones del desarrollo industrial del Paraguay.

Tales inversiones tendrán que ser de una magnitud que les obliga a ser orientadas hacia el exterior, a producir para el mercado internacional. Representaría un reto formidable para el gobierno paraguayo el establecer el marco institucional necesario para hacerse cargo de todos los aspectos de planificación, promoción y cooperación necesarios en este contexto teniendo al mismo tiempo que asegurar el desarrollo de infraestructura necesario para que los ya establecidos sectores de la economía puedan crecer y evolucionar normalmente.

¿Porqué usar electricidad?

En algunos casos, como las industrias de silicon y de aleaciones de metales, los únicos métodos de producción conocidos se basan en el uso de electricidad.

En estos casos los siguientes factores son decisivos para poder definir si una industria es económicamente viable o no:

- disponibilidad y costo de energía eléctrica
- disponibilidad y costo de materias primas
- disponibilidad de personal capacitado
- asequibilidad a mercados de consumo
- precios y cualidades de productos sustitutos.

En otros casos, por ejemplo en los de fertilizantes y amoníaco, las industrias EI compiten con otros procesos que usan gas o petróleo como base. Aparte de los arriba mencionados factores decisivos, en estos casos hay que averiguar la factibilidad y viabilidad económica de estos procesos alternativos para poder decidir si los basados en energía eléctrica son los más adecuados.

Such investment will have to be of a magnitude to be mainly externally oriented, producing for the international market. It would represent a formidable challenge to the Paraguayan Government to establish the institutional framework necessary to handle all sides of planning, promotion and cooperation which in this context becomes necessary, while at the same time providing the infrastructural development required for the normal growth and evolution of already established sectors of the economy.

Why is electricity used?

In some cases, like the silicon and metal alloys industries, the only presently known production methods are based on the use of electricity.

Whether an industry will be economically viable will in these cases depend on the following main factors:

- availability and cost of electric power
- availability and cost of raw materials
- availability of trained labour
- accessibility to consumer markets
- cost and property of substitute materials.

In other cases, for example fertilizers and ammonia, the EI industries compete with other processes, based on natural gas or oil. Apart from the abovementioned factors, in these cases the viability and overall economy of the alternative process will have to be studied before being able to ascertain whether the one based on electricity is to be preferred.

Most of the EI processes were originally first used in countries where electricity was superabundant; for example during the night hours, and could be bought at very cheap rates. In many cases it made good sense for the owner of the power plant to make contracts with EI industries with a steady consumption day and night even at prices lower than 3 mils as they thereby acquired a stable base for the production of the plant.

La mayoría de los procesos EI se originaron en países que poseían una superabundancia de flúido eléctrico, por ejemplo durante las horas de noche, por lo cual se podía disponer de energía a precios sumamente baratos. En muchos casos les era interesante a los propietarios de las plantas hidroeléctricas hacer contratos con las industrias EI aún a precios por debajo de los 3 mils, ya que de esta manera se aseguraban de una base estable para su producción.

Hoy día las centrales se han conectado a redes de distribución nacionales e internacionales, por lo cual el volúmen de fuerza "sobrante" ha sido reducido drásticamente. Incluso en los países donde el gran número de centrales hidroeléctricas han sido depreciadas hasta un valor puramente nominal, algunas industrias EI como por ejemplo la de producción de hidrógeno por medio de electrólisis ultimamente han sido consideradas obsoletas. Sin embargo, tomando en cuenta el aumento previsible de los precios del petróleo y los precios de energía eléctrica que se indican en este estudio, recomendamos que se haga un análisis de factibilidad para una fábrica de fertilizantes a base de hidrógeno electrolítico. En el caso de que este análisis llegue a indicar que el proceso es viable se debe estudiar también las posibilidades de producir agua pesada, agua oxigenada y metanol en una planta integrada en el mismo sitio.

Durante el actual período de recesión de precios en los mercados internacionales de hierro y acero al mismo tiempo que la demanda de energía eléctrica crece para otros usos, algunos productores de ferroaleaciones, que son propietarios de sus propias fuentes de energía hidroeléctrica, se encuentran con que les es más remunerativo el parar la elaboración de productos minerales y vender la energía a la red.

En el caso bajo estudio, no se puede prever que la industria paraguaya pueda disfrutar de fuerza "sobrante" a precios excepcionalmente bajos ya que los tratados de Yacyretá e Itaipú estipulan que Argentina y Brazil tienen que comprar de la Entidad Binacional correspondiente todo KWh que el Paraguay no consuma y pagar la totalidad del precio, que incluye la compensación al Paraguay por los KWh que le corresponden.

Precios futuros de la energía de Itaipú

Ya que el costo por KWh de la fuerza proveniente de Yacyretá será

As the different plants nowadays are connected to national and international grids, the amount of surplus power at these utterly low prices is being drastically reduced. Even in countries where the major number of hydroelectric plants are already depreciated to a nominal value, some EI industries such as e.g. that producing ammonia from electrolytically produced hydrogen have for some time been considered obsolete. However, with increasing oil prices and with the electricity price in Paraguay of the level indicated in this report, we recommend that a feasibility study be made for a fertilizer plant based on electrolytically produced hydrogen. If such a plant is found feasible, the possibilities of producing heavy water, hydrogen peroxide and methanol in an integrated plant at the same location should also be studied.

With the present slump on the international iron and steel markets, and rising demand for electricity for other purposes, some producers of ferroalloys, who also own their hydroelectric plants, are finding it more remunerative to stop the processing of minerals and sell their power to the grid.

✓ In the case under study, there will be no "surplus" power available to Paraguayan industry at exceptionally cheap rates. Through the Yacyretá and Itaipú treaties Argentina and Brazil are bound to buy, from the corresponding binational entity, every kWh produced that is not taken by Paraguay and pay the full price including a compensation to Paraguay for the number of kWhs used that correspond to Paraguay's share.

Future price of ITAIPU power

As the cost per kWh of the power from Yacyretá will be higher than that from Itaipú, Paraguay should first try to make use of its share of energy from the latter hydropower station. We can therefore in our analysis concentrate on the possible evolution of Itaipú power prices.

mayor que el de Itaipú, el Paraguay debe optar por aprovechar, en primer lugar, la parte que le corresponde de la energía de esta última central hidroeléctrica. En nuestro análisis, por tanto, nos hemos concentrado en estudiar la posible evolución de los precios de energía proveniente de Itaipú.

La misión tuvo la oportunidad de evaluar, con altos cargos de la ANDE e Itaipú Binacional, los datos conocidos a la fecha sobre inversión total, condiciones de financiación, tasas de interés, gastos de explotación y otros rubros enumerados en el tratado de Itaipú. El cálculo hecho basándose en estos datos indica que se puede prever que el costo promedio de producción debe desarrollarse aproximadamente de la siguiente manera:

<u>Año</u>	<u>Costo en las barras de la central</u>
1983-1990	11 mils/KWh
1991-2000	16 mils/KWh
2000-2010	16 mils/KWh
2010-2020	10 mils/KWh

La cifra promedio relativamente baja para el período 1983-1990 se explica principalmente por el hecho que parte de la financiación se ha conseguido a condiciones que contemplan períodos de gracia, durante los cuales no se cargarán amortizaciones sino solamente intereses. Existe, sin embargo, la probabilidad de que, durante lo que queda del período de construcción, habrá que buscar financiación adicional a corto o mediano plazo para cubrir gastos que no se han todavía podido prever, lo que aumentaría el costo por kWh durante los primeros años de operación. Cabe también apuntar la posibilidad de que, cuando la central haya llegado a la etapa de producción, parte de la deuda pueda ser refinanciada a plazos aún más largos, lo que reduciría el costo, principalmente durante el período entre 1991 y 2010.

Para nuestro estudio, y con el fin de basar nuestro análisis en un solo valor de costo estimado, podemos concluir que no parece ser realístico el prever que el precio por kWh, en las barras de la central, será por debajo de 15 milésimos de dólar de los EE.UU.AA. (1977) durante lo que queda de este siglo.

A este precio hay que añadir los costos de transmisión y distribución.

The mission has had the opportunity to evaluate, with officials of the ANDE and ITAIPU, the values presently known on total investment, terms of financing, interest rates, exploitation costs and other cost items as enumerated in the ITAIPU treaty. On the basis of these data, we calculate that the average cost of producing power will evolve approximately as follows:

<u>Year</u>	<u>Cost at the power station</u>
1983-1990	11 mils/kWh
1991-2000	16 "-"
2000-2010	16 "-"
2010-2020	10 "-"

The relatively low average for the period 1983-1990 is mainly explained by the fact that part of the financing has been secured at terms which foresee grace periods during which, for some of the first years, only interest will be paid. It is, however probable that during the remainder of the construction period, additional short or med term financing will have to be found to cover expenses that are not yet foreseeable, and that will tend to raise the average cost during the first years of operation. It is also possible that, once the plant is on stream, part of the debt can be refinanced for longer terms, which would lower the cost, especially in the period between 1991 and 2010.

For the sake of our study, and in order to base our analysis on only one cost estimate, we draw the conclusion that it is not realistic to foresee that the price per kWh, at the plant, will be lower than 15 mils during the rest of this century.

To this price, the cost of transmission and distribution have to be added. Table 1, which is based on international cost data for transmission equipment shows how these costs vary with distance, voltage and amount of power transmitted.

En el cuadro No. 1, que se ha confeccionado a base de datos del mercado internacional de equipos de transmisión, se indica como estos costos varían con la distancia, el voltaje y la cantidad de energía transmitida.

Se han considerado detalles como intereses sobre y depreciación de los equipos, pérdidas de energía, administración y manutención de sistema de transmisión pero no se han incluido gastos de expropiación de tierras, indemnizaciones, etc. que hay que tomar en cuenta para poder construir una red de transmisión.

Los cálculos presuponen que el consumidor se hará cargo de los costos de las subestaciones que puedan ser necesarias así como la distribución dentro del recinto industrial, es decir que se supone que la energía se suministrará al consumidor al voltaje de la red al final de la línea de transmisión correspondiente.

Parámetros usados

Factor de energía: 0,9

Factor de servicio al consumidor: 6.000 horas/año

Período de depreciación: 20 años

Tasa de interés: 10% anual

Todos los precios a nivel de 1977.

Para nuestros cálculos, hemos estimado un costo promedio de transmisión de 3 mils por KWh, lo que, añadiendo los 15 mils de costo de producción, nos da un precio calculado de energía industrial de 18 mils/KWh.

It takes into consideration depreciation and interest on equipment, energy losses, administration and service of the transmission system but does not make any allowances for costs of expropriation of property, payments for damages, etc. that may be necessary to cover in order to build the transmission network.

\ The calculations are also based on the assumption that the consumer will have to cover the cost of any necessary sub-stations and the distribution within the plant, i.e. the consumers receive the electrical power with the system voltage at the end of the transmission line in question.

PARAMETERS USED:

Power factor: 0.9 Consumers service factor: 6000 hrs/year

Depreciation time: 20 years. Interest: 10% per year.

All prices are referred to the 1977 level.

For our calculations, we have estimated an average cost of transmission of 3 mils per kWh, which, added to the 15 mils cost of generation, gives a calculated price for industrial energy of 18 mils.

		Longitud de transmisión		Energía		% Volaje	
COSTO DE TRANSMISION DE ENERGIA ELECTRICIA EN MILS DE UN \$ POR KWH		50	100	150	200	250	300
		km	km	km	km	km	km
50 MW	400 KV	1.00	1.36	1.80	2.20	2.60	3.00
	220 KV	0.95	1.27	1.65	2.00	2.36	2.68
400 MW	400 KV	0.98	1.38	1.78	2.18	2.58	2.92
	220 KV	1.06	1.48	1.95	2.37	2.78	3.22
200 MW	400 KV	1.22	1.82	2.42	3.04	3.64	4.20
	220 KV	1.24	1.87	2.52	3.17	3.82	4.45
100 MW	220 KV	1.64	2.69	3.71			
	132 KV	1.62	2.60	3.62			
50 MW	132 KV	1.76	2.98				
	66 KV	2.44	4.22				

		Longitud de transmisión		Energía		% Volaje	
COSTO DE TRANSMISION DE ENERGIA ELECTRICIA EN MILS DE UN \$ POR KWH		10	30	50	100		
		km	km	km	km		
30 MW	66 KV	1.02	1.85	2.69	4.80		
10 MW	66 KV	1.26	2.51	3.76			
	22 KV	1.69	3.88	5.82			
5 MW	66 KV	1.02	2.13	3.22			
	22 KV	1.37	3.24	5.08			

TABLE 1

Transmission length Power & Voltage		ELECTRICAL ENERGY TRANSMISSION COST IN MILS OF ONE U.S. DOLLAR PER kWh						
		50 km	100 km	150 km	200 km	250 km	300 km	400 km
500 MW	400 kV	1.00	1.36	1.80	2.20	2.60	3.00	3.80
	220 kV	0,95	1.27	1.65	2.00	2.36	2.68	3.37
400 MW	400 kV	0.98	1.38	1.78	2.18	2.58	2.93	3.78
	220 kV	1.06	1.48	1.85	2.37	2.78	3.22	4.10
200 MW	400 kV	1.22	1.82	2.42	3.04	3.64	4.20	5.43
	220 kV	1.24	1.87	2.52	3.17	3.82	4.45	5.75
100 MW	220 kV	1.64	2.69	3.71				
	132 kV	1.62	2.60	3.62				
50 MW	132 kV	1.76	2.98					
	66 kV	2.44	4.22					

Transmission length Power & Voltage		ELECTRICAL ENERGY TRANSMISSION COST IN MILS OF ONE U.S. DOLLAR PER kWh						
		10 km	30 km	50 km	100 km			
30 MW	66 kV	1.02	1.85	2.69	4.80			
10 MW	66 kV	1.26	2.51	3.76				
	22 kV	1.69	3.88	5.82				
5 MW	66 kV	1.02	2.13	3.22				
	22 kV	1.37	3.24	5.08				

Aunque este precio es por debajo de las tarifas industriales actualmente en vigor en el Paraguay, es demasiado alto para que la mayoría de los procesos en nuestra lista puedan considerarse económicamente viables considerando el nivel de tecnología actual y los precios vigentes en el mercado mundial.

A medida que la deuda se vaya reduciendo al transcurrir los años, el costo de producción, tal como se ha definido en el tratado, se irá reduciendo. Se puede también prever que durante los próximos cuarenta años los precios de petróleo y gas, las materias primas para procesos competitivos, seguirán su tendencia ascendente. Estas dos tendencias de evolución de precios en sentidos opuestos indican que si bien a corto y mediano plazo algunas industrias EI tienen que calificarse como sin interés, a largo plazo, sobre todo si mejora la disponibilidad de recursos de capital y de materias primas, las posibilidades de usar energía eléctrica en estos procesos pueden considerarse más favorablemente.

Es importante seguir de cerca que posibilidades pueden surgir a base de nuevos procesos, resultando de la investigación tecnológica, que aprovechen mejor la energía eléctrica consumida.

La recuperación de energía en varios tipos de industrias es un elemento al que se le está dando mucho enfoque y que se está desarrollando rápidamente. Las industrias EI, así como la del pale, encabezan la lista de procesos donde existen grandes posibilidades de recuperar energía, que hoy no se aprovecha, ya que estos producen grandes volúmenes de calor. En estos días se están dedicando grandes esfuerzos de investigación para obtener métodos por los cuales se pueda producir energía eléctrica del calor normalmente desperdiciado, por medio de turbinas de vapor.

En algunos casos se prevé la posibilidad de usar los gases de educación directamente en turbinas o motores a gas.

En Noruega ya hay en operación equipos que recuperan más del 25% de la energía usada y se están planificando plantas que serán capaces de recuperar hasta el 50% de la energía eléctrica consumida en el proceso.

El cuadro 2 demuestra esquemáticamente una manera de aprovechar el calor proveniente de un horno de fundición eléctrico para producir fuerza eléctrica.

Although this price is lower than present industrial tariffs in Paraguay, it is too high for most of the processes on our list to be economically viable under present standards of technology and world market prices.

As debt is repayed over the years, the cost, as defined in the treaty, will be reduced. It can also be reckoned that during the next forty years, the prices of oil and gas, which are the raw materials for competing processes, will rise. These two price trends, working in opposite directions, indicate the probability that, even if in the short and medium term some EI industries have to be considered as uninteresting for Paraguay, in the long run, and especially if more own capital resources and raw materials will be available, the possibilities of using electricity in these processes can be viewed more favourably.

Attention also had to be paid to new possibilities that technological research may provide in the form of new processes that take better advantage of electric power and therefore may become viable.

A factor with increasing importance and under fast development is energy-recovery in all types of industries. The EI-industries, as well as the paper industry head the list of processes, where great possibilities exist to recover energy due to the quantity of heat produced. At present much effort is dedicated to investigation on methods to produce electric energy from waste heat by means of steam turbines.

In some processes, the exhaust gases may be used directly in gas turbines or gas motors.

In Norway plants are already in operation that recover more than 25% of the electric energy input. Plants which will be able to recover close to 50% of the electric-energy input are presently under planning. Future EI industries will, no doubt, have to take regeneration of energy into consideration.

Materias primas minerales

Las industrias EI, aparte de consumir grandes cantidades de energía, también dependen de grandes cantidades de materias primas de calidades adecuadas y a precios asequibles. Durante su trabajo de campo en el Paraguay, la misión tuvo que constatar que hoy no se conocen depósitos minerales comprobados que tengan valor económico, a parte de las zonas calcíferas al sur de la frontera con el Brazil y al este del río Paraguay. Aunque estos depósitos son una importantísima base para una industria del cemento y de gran valor para la calcinación de tierras que necesitan regulación de su acidez, no sirven como base para alguna industria EI.

Se ha estimado que el Paraguay posee muy pocos otros yacimientos minerales, lo que todavía queda por verificar. Hasta ahora se han hecho muy pocas prospecciones. Parece ser que el interés siempre se ha enfocado en la fértil superficie del país, con sus ricas tierras y valiosos bosques, de los cuales grandes áreas todavía son vírgenes.

El hecho que la Ley de Minerales no contiene incentivos para los prospectores, difícil accesibilidad por falta de infraestructura de transporte y las densas capas que cubren el subsuelo rocoso que crean dificultades para la prospección y la delineación de mapas geológicos, son otros factores que explican la falta aparente de interés en la exploración de los subsuelos del país.

Los datos geológicos recogidos por la misión se presentan en el anejo 2, el cual consiste en un mapa con indicaciones de las localidades donde se encuentran ocurrencias de minerales que pueden servir como insumos de las industrias EI, y una lista que contiene la descripción de estos depósitos con los datos químicos y geológicos que se conocen. Este informe geológico podría servir como punto de partida para las actividades de prospección que se recomiendan. Bajo los rubros de los diferentes minerales hacemos varias sugerencias.

El anejo también contiene una descripción de la administración actual de la investigación geológica y mineralógica del país, así como algunas sugerencias en torno a la planificación y estructuración de las futuras actividades en este campo.

In figure 2 one method of recuperating heat from a smelter is shown, which will produce electricity. The first installation in Europe came on stream in the late seventies, but for those planned for the future higher efficiency rate is foreseen.

¿Podrían importarse las materias primas necesarias?

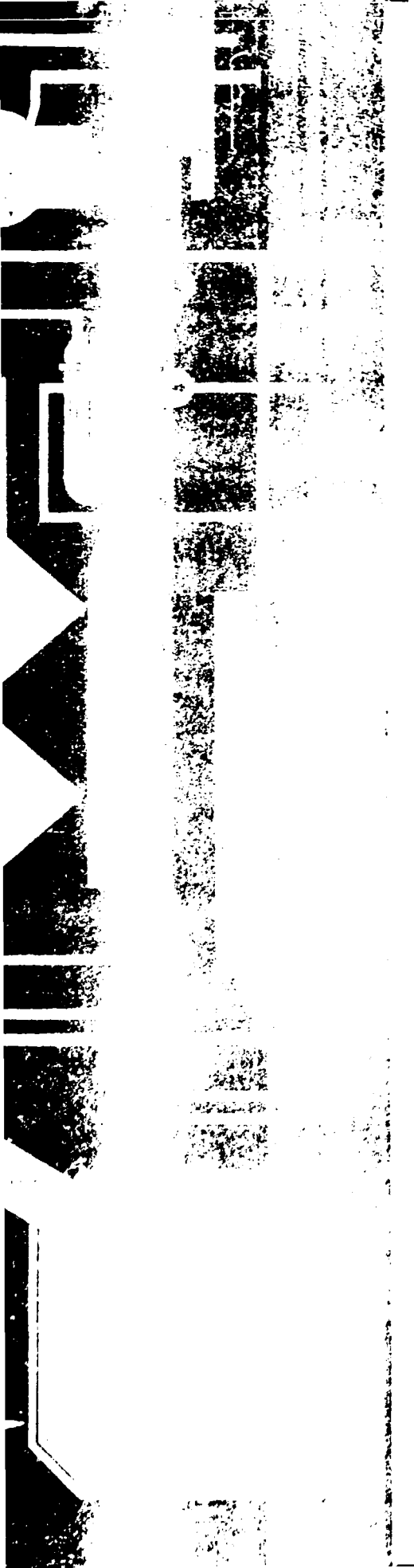
Si el Paraguay no puede abastecerse de fuentes propias de las materias básicas para el suministro a las industrias EI, ¿quiere esto necesariamente decir que estas industrias no pueden ser establecidas en el país y surtirse de materias primas importadas? Los depósitos del Mutún y Morro do Urucúm en Bolivia y Brazil han sido mencionados como posibles fuentes de materia prima de hierro y manganeso.

El primer paso de un análisis tendría que ser el de analizar los costos de transporte de mineral, reducido o bruto, por el Río Paraná hasta algún sitio en el Paraguay y añadir el costo de transmisión de fuerza hasta esta localidad. La suma de estos gastos tendría que ser comparada con el costo de transmisión de energía hasta el Mutún o Urucúm. Aunque no disponemos de datos exactos sobre estas dos alternativas, estimamos que debe ser más económico el transportar la energía hasta las cercanías de las minas. Como el Paraguay sólo podrá consumir una menor parte de la producción de hierro, manganeso y/o ferromangano, el proyecto tendría que ser planificado en escala suficientemente grande como para poder competir en el mercado mundial. Esto implica una inversión de capitales muy substancial con relativamente pequeños efectos positivos de empleo o desarrollo dentro del país, y, al mismo tiempo, tener que correr riesgos substanciales. De no poder contar con contratos muy favorables y a largo plazo para el suministro de materias primas y con grandes cantidades de capital que se pueda dedicar no solamente a la inversión en la industria misma, sino también a la mejora de los medios de transporte sobre el río Paraguay, cabe dudar en un tal proyecto.

Debido a los escasos recursos de capital cabe la recomendación de que el Paraguay debe concentrarse en fomentar el crecimiento de su industria añadiendo progresivamente capacidad para explotar y transformar los recursos básicos propios y evitar proyectos que implícitamente implican grandes riesgos en relación a los relativamente modestos valores añadidos que se obtienen al transformar materias primas importadas y vender la producción a terceras partes.

Llegamos, por tanto, a la conclusión de que todos los procesos de fundición y aleación de metales en nuestra lista parecen carecer de interés para el Paraguay, pero que algunos de ellos deben ser estudia-





dos en el caso que y cuando se hayan hallado depósitos de minerales de graduación adecuada y en cantidades suficientes para poder abastecerlos.

Los procesos que parten de la electrolisis del agua por el momento no parecen ser económicamente factibles si tienen que pagar un precio de energía de 18 mils, ya que los procesos competitivos basados en hidrocarburos a los precios actuales de petróleo y gas natural son más económicos. Sin embargo, como hay que prever aumentos durante los próximos años de los precios de estos últimos productos, no es imposible que cuando Itaipú comience a generar fuerza, la situación comparativa pueda haber cambiado.

Para un país agrícola como el Paraguay los productos más interesantes que pueden producirse en estas industrias son los fertilizantes, pero también la posibilidad de producir metanol es de gran interés para un país que tiene que importar sus combustibles.

Lo que queda de este informe lo dedicaremos a hacer algunos comentarios algo más detallados sobre algunos procesos que consideramos podrán ser de interés para el Paraguay. De estos, recomendamos que se haga un análisis más profundo sobre la industria de fertilizantes y un estudio de factibilidad para una industria de pulpa de papel por el proceso termomecánico.

Fertilizantes

No parece imposible que en la próxima década los precios de petróleo, nafta y gas natural suban hasta niveles que permitan que nuevamente sean económicamente interesantes los procesos de sintetización de nitrógeno o hidrógeno producido por vía de la electrolisis del agua. Para una economía eminentemente agrícola como la paraguaya, es de suma importancia el poder producir estos productos vitales por sus propios medios. Como todas las previsiones parecen indicar que la demanda de fertilizantes tiende a crecer, probablemente no habrá dificultad en dar salida a producción sobrante, que no se consuma en el país, en los países limítrofes o en el mercado mundial.

Parece, por tanto, indicado el recomendar que se sigan de cerca tanto el desarrollo de los precios mundiales de estos productos como la evolución de las tecnologías de producción de los mismos.

The EI industries, apart from using great amounts of energy at low prices, also depend on the availability of large quantities of raw materials of sufficient quality. During the field work in Paraguay the mission found that there are no proven mineral deposits of economic value, except the limestone areas south of the Brazilian border east of the Paraguay river. Although these deposits provide an excellent basis for the cement industry and also are well suited for liming the soils in order to regulate their pH-values, they do not provide a basis for any EI industry.

Paraguay is considered to have very few other mineral deposits. Whether this is true or not still remains to be seen. Up to now very little prospecting has been carried out. Interest has been focused on the fertile surface of the land, rich in good soils and valuable forests of which many still are virgin.

The fact that the mineral law gives no incentives to prospectors, poor accessibility due to deficient transport infrastructure, the deep weathering and overburden of the rocks that makes prospecting and geological mapping difficult are other factors that can explain the apparent lack of interest in exploring the subsoils of the country.

The geological findings of the mission have been assembled in annex 2, which consists of a map on which are indicated known occurrences in Eastern Paraguay of minerals, which can be used in power intensive industries. It is accompanied by a list that describes these minerals with available chemical and geological data. This geological report could well be used as a basis for the future prospecting activities that we recommend be undertaken. It contains several suggestions under the different mineral group headings.

The annex also contains a description of how geological and mineral research is presently administrated as well as some suggestions as to the planning and structuring of future activities in this field.

Las materias primas que se usan para producir los fertilizantes NKP modernos son: roca fosfática, ácido nítrico, amoníaco, sulfato o cloruro de potasio, y, además, pequeñas cantidades de micronutritivos. El proceso es apropiado para ser integrado con una fábrica que produzca amoníaco y ácido nítrico partiendo de gas natural/nafta o petróleo.

El amoníaco, que es el principal constituyente de los fertilizantes, también puede producirse por medio de la síntesis de nitrógeno e hidrógeno producido por vía electrolítica.

Con los precios internacionales vigentes de petróleo y electricidad hoy no se considera económico el producir amoníaco partiendo de oxígeno producido por vía electrolítica. Si el costo de inversión para producir una tonelada de amoníaco partiendo de gas natural o nafta se considera en 1, la inversión para el proceso basado en petróleo se considera en 1,25 y para el electrolítico en 1,75.

La elevación continua de los precios de petróleo y gas que se preve durante lo que queda de este siglo, sin embargo, han creado el interés en nuevas plantas electrolíticas. Así, por ejemplo existe desde 1973 una fábrica de fertilizantes en Egipto que usa energía eléctrica proveniente del embalse de Assuan.

La capacidad de electrolisis de esta fábrica ahora se está aumentando de 20.000 m³ de hidrógeno/hora hasta 36.000 m³/hora, lo que corresponde a una producción anual de amoníaco de aproximadamente 125.000 toneladas.

Inicialmente el precio de la fuerza eléctrica era de 2,2 mils, pero ahora la central cotiza 11 mils/KWh. En el cuadro No. 3 hemos indicado, a grosso modo, los valores de inversión total y de costos de producción por tonelada de amoníaco para plantas con capacidad para producir 100.000 toneladas/año, partiendo de electrolisis y de petróleo.

Hemos partido de un precio de energía eléctrica de 18 mils y de un precio de 143 \$US por tonelada de petróleo. Hemos escogido la capacidad de planta de 100.000 toneladas/año por ser esta la mínima económicamente posible para el proceso que parte de petróleo. Un tamaño normal de las plantas modernas que parten de petróleo/gas, es de 1.000

Can necessary raw materials be imported?

If Paraguay can not provide the basic commodities needed to supply EI industries, does this necessarily mean that these industries can not be established on the basis of imported raw materials? The Bolivian and Brazilian El Mutún and Morro do Urucúm iron and manganese deposits, for example, have been mentioned as possible supply sources for Paraguay based industries.

First of all an analysis will have to be made on the cost of transporting ore, whether reduced or not, down the Paraguay river to some location in Paraguay and add the cost of transporting power to this location. The sum of these costs would have to be compared with the cost of power if delivered to El Mutún or Urucúm. Although we have no exact data to evaluate these two alternatives, we reckon that it must be more economic to transport the power to the mines.

As Paraguay itself will only be able to use a minor part of the production of the iron, manganese and/or ferromanganese that would be produced in the plant, the project would have to be based on a large enough scale to be competitive on the world market. This implies a very substantial capital investment with relatively little employment or development effects in the country, while at the same time taking substantial risks. Unless very favourable long term contracts can be secured for the raw material supplies, as well as large amounts of capital that can be dedicated not only to investment in the plant itself, but also in better transport facilities on the Paraguay river, it would seem that such a venture should not be embarked upon.

With scarce capital resources, Paraguay will have to concentrate on building up it's industry by succesively adding capacity to exploit and transorm it's o'm basic resources and avoid ventures that imply great risks in relation to the relatively modest value added that can be achieved by transforming imported raw materials and selling the produce to third parties.

We therefore have to conclude, that all the metal smelting and metal alloy processes on our list at present do not appear to be feasible in Paraguay, but that some of them should be analysed if and when mineral deposits of sufficient grade and volume are found that can provide the necessary raw materials.

The processes based on electrolysis of water at present do not seem to be viable at a cost of power as high as 18 miis., as competitive processes based on hydrocarbons at today's prices of oil and natural gas are more economic. As these latter prices, however, are expected to rise in the coming years, it is not at all impossible that by the time Itaipú comes on stream the comparative situation may have changed.

For an agricultural country like Paraguay the most interesting products that can be produced by these processes are fertilizers, but also the possibility of producing methanol is of great interest for a country that has to rely on imported fuels.

In the following some more detailed comments are made on a number of processes that we consider can be of interest to Paraguay. Of these we recommend that further analysis be made on fertilizers as well as a feasibility study on thermo-mechanical pulp.

Fertilizers

It does not seem impossible that in the next decade the price of oil, naphta and natural gas will rise to levels that would make processes economically viable whereby fertilizers are synthesized from nitrogen and electrolytically produced hydrogen. For an eminently agricultural economy like the Paraguayan it must be considered as very valuable to produce these vital products from own sources. As world demand for fertilizers is foreseen to grow, it should be possible to place any surplus quantities over and above the country's own consumption in the neighbouring countries or on the world market

It would therefore seem to be indicated to recommend that the evolution of world market prices of these commodities as well as changes in technologies of production be followed closely.

The raw materials used in the production of modern NKP fertilizers are: rock phosphate, nitric acid, ammonia, potassium chloride or sulphate. Smaller quantities of micro-nutrients are added. The process is well suited for integration with a plant producing ammonia and nitric acid from natural gas/naphtha or fuel oil.

Ammonia, which is the main building element in fertilizers, can also be synthesized from nitrogen and electrolytically produced hydrogen.

With present international industrial electricity and oil prices it is for the time being not considered economical to produce ammonia from electrolytically produced hydrogen. Given an investment cost of one unit per ton of ammonia to be produced per year from natural gas or naphtha, the investment would be 1.25 units if it is based on heavy oil and 1.75 based on electrolysis.

However, the continuous elevation of the cost of oil and gas that is foreseen for the rest of this century has created a genuine interest in new plants based on electrolysis. As an example of this is the fertilizer plant that has been in operation since 1973 and which uses electric power from the ASSUAN Dam in Egypt.

The electrolysis capacity of this plant is now being expanded from 20 000 m³ of hydrogen per hour to 36 000 m³ per hour corresponding to an annual production of ammonia of some 125 000 tons/year.

The initial price of electric power was 2.2 mils., but today the plant quotes 11 mils. per kWh. In Table 3 we have attempted to put down rough figures for the total investment and for the production costs per ton of ammonia for 100 000 tons/year plants based on electrolysis and on oil.

toneladas/día. Las basadas en electricidad pueden hacerse cual pequeñas se quiera, ya que hay muy poca economía de escala en este proceso. El costo de capital sería reducido proporcionalmente.

Juzgando de las cifras del cuadro habría que llegar a la conclusión que el proceso electrolítico debe descartarse por no ser interesante. Sin embargo, en las entrevistas que hemos hecho con la principal empresa química de Noruega, con amplia experiencia de la producción de amoníaco y fertilizantes, tanto por vía electrolítica como a base de petróleo/gas, se nos ha indicado que debe hacerse un estudio de factibilidad de las posibilidades de producir fertilizantes en el Paraguay partiendo del proceso electrolítico.

La principal razón por la cual estimamos que será factible una industria de fertilizantes en un futuro no muy lejano, es el relativamente bajo y estable costo de producción de energía de Itaipú, bajo y estable en relación a los futuros precios de petróleo.

Al hacer el estudio de factibilidad es de suma importancia establecer los diferentes tipos de fertilizantes que requerirán las tierras agrícolas del Paraguay y de los países limítrofes. Probablemente harán falta productos NKP, que contengan los tres elementos básicos en diferentes mezclas.

En algunos países, por ejemplo Dinamarca, se aplica el amoníaco, disuelto en agua, directamente a las tierras. En este caso no hay necesidad de más procesamiento, pero este método en cambio requiere un avanzado y complicado sistema de distribución, que además es muy costoso.

Estimamos que en el Paraguay habrá, por lo menos, que transformar el amoníaco, por oxidación, a óxido de nitrógeno, del cual se producirían ácido nítrico y nitrato de amoníaco. Disolviendo piedra caliza, de la cual el Paraguay tiene buenos yacimientos, en ácido nítrico se obtiene nitrato de calcio. Sobre todo el nitrato de amoníaco, pero también el nitrato de calcio y la mezcla nitrato de amoníaco y caliza son valiosos fertilizantes nitrogenados.

The electricity price used is 18 mils., and the oil price 143\$/ton. The size of the plant chosen is 100 000 tons per year, because it represents the minimum viable plant size based on oil. The normal size of oil/gas based plants today is 1000 tons of ammonia/day. Based on electricity the plant could be made virtually as small as required. The capital cost would decrease correspondingly as there is little to gain by increasing an electrolytic plant in size.

✓ Judging from the figures in the table one would conclude that the electrolysis process can be eliminated as being of potential interest. However, discussions we have had with the main Norwegian chemical company with experience in producing ammonia and fertilizers via both electrolysis and oil/gas processes have led us to believe that a feasibility study should be made on the possibilities of producing fertilizer based on electrolysis in Paraguay.

The stable and relatively low price of ITAIPU power in relation to foreseen future cost of oil is the main reason for our belief that a fertilizer industry will be viable in a not too distant future.

If a feasibility study is made, emphasis must also be placed on the question as to what types of fertilizers are needed for the agriculture in Paraguay and the neighbouring countries. It is likely that an NKP fertilizer containing the correct portions of all three basis element is needed.

In some countries, e.g. Denmark, ammonia dissolved in water is spread directly on the fields. Further processing is in these cases not necessary, but this method requires a complicated and advanced distribution system which is also very costly.

The very minimum of conversion needed in Paraguay would be to oxidize a portion of the ammonia to nitrogen oxide.

Para completar el producto NKP se requieren también roca fosfática y una sal de potasio. Como se advierte en el anejo geológico de este informe, hay buenas indicaciones en cuanto a la posibilidad de encontrar roca fosfática en el Paraguay. Hasta que se verifiquen estas indicaciones, la roca fosfática necesaria podrá importarse por ejemplo del Brazil. La materia prima potásica tendrá que traerse desde fuera.

Otras industrias relacionadas con la electrolisis del agua

En cuanto se establezca que hay posibilidades económicas de producir amoníaco por electrolisis del agua, se debe seguir adelante para estudiar las posibilidades de establecer industrias que se basen en otros procesos que parten de la electrolisis del agua, tales como las de metanol, agua pesada y agua oxigenada.

From this, nitric acid and ammonium nitrate would be made. By dissolving limestone, which is found in Paraguay, in nitric acid, one gets calcium nitrate. Especially ammonium nitrate, but also ammonium nitrate limestone and calcium nitrate are valuable nitrogen-containing fertilizers.

To make a complete NKP product, phosphate rock and a potassium salt will be needed. As indicated in the geological part of the report, there are good indications that phosphate rock will be found in Paraguay. Until these indications have been verified and phosphate rock can be provided from domestic sources, it will have to be imported from e.g. Brazil. The potassium raw material will have to be provided from foreign sources.

Other industries related to electrolysis of water

✓ If in the future production of ammonia by electrolysis of water is economically feasible, the possibility of setting up production facilities for other processes based on electrolysis of water, like methanol, heavy water and hydrogen peroxide should be studied.

CUADRO 3

Inversión y costos de producción de una fábrica de amoníaco con capacidad para producir 100.000 toneladas/año

	<u>Electrólisis</u>	<u>Petróleo</u>
Inversión		
Millones US\$	49	35
Precios de fuerza eléctrica		
Mils por kWh	18	
Precio de petróleo \$/tonelada		143
<hr/>		
Costos de insumos por tonelada de amoníaco, \$/t NH ₃ :		
Energía y materias primas		
Petróleo		114.4
Electricidad	198	21.6
Otros insumos	5	10
Personal, promedio \$ 12000/año		
Electrólisis 150 hombres/año	18	
Petróleo 120 hombres/año		14.4
Menos ingresos por agua pesada	7	
<hr/>		
Costo total por tonelada	214	160.4
Costo de capital, 15% de la inversión	73.5	52.5
<hr/>		
Costos de producción calculados por tonelada de amoníaco \$/tonelada	287.5	212.9

TABLE 3

Investment and production cost for a 100 000 tons/year ammonia plant

	<u>Electrolysis</u>	<u>Heavy fuel oil</u>
Investment Million US \$	49	35
Electricity prices Mils per kWh	18	
Oil price \$/ton		143
<hr/>		
Cost of inputs per ton of ammonia, \$/t NH ₃ :		
Energy and raw materials		
Oil		114.4
Electricity	198	21.6
Other inputs	5	10
Total manpower, average \$ 12000/year		
Electrolysis 150 man/ year	18	
Oil based 120 man/year		14.4
Less credit for heavy water	7	
<hr/>		
Total costs per ton	214	160.4
Servicing of capital, 15% of investment	73.5	52.5
<hr/>		
Estimated production costs per ton of ammonia \$/ton	287.5	212.9

Pasta termomecánica de madera

Las principales razones para recomendar un análisis detallado sobre las posibilidades de establecer una industria de pasta termomecánica son las siguientes.

1. El proceso termomecánico consume energía.
2. El país posee materia prima en cantidades suficientes.
3. Las importaciones de pasta y papel pueden reducirse con lo cual el mercado paraguayo podrá absorber por lo menos parte de la producción.
4. Hay mercado en los países limítrofes que podrían absorber los volúmenes que no consuma el Paraguay.
5. Todos los pronósticos prevén un crecimiento de la demanda global durante las próximas dos décadas.
6. El programa de reforestación que ahora se está implementando tiene por fin el asegurar la provisión de grandes volúmenes de madera de fibra larga, que se puede usar en el proceso.
7. Es necesario, para el éxito del programa de reforestación que, cuando llegue el tiempo de cosecha de las plantaciones, haya un mercado para la madera producida.

La situación económica de la industria de pasta y papel, sobre todo en Europa y Escandinavia durante los últimos años no ha sido muy buena y a corto plazo hay pocas indicaciones de mejora. Sin embargo, a largo plazo se prevé que la demanda global de papel crecerá para llegar a ser por lo menos igual a la oferta, lo que asegurará a la industria de pasta y papel una vida económicamente sana.

Se ha hecho un examen de los más importantes proyectos de expansión que señala que a pesar de la situación actual, durante los años 1977-1980, se pretende instalar una capacidad de producción adicional de 18-19 millones de toneladas/año de pasta y aproximadamente 14 millones

Thermomechanical pulp

The main reasons for recommending a more detailed analysis of the feasibility of establishing a thermomechanical pulp industry can be summarized as follows:

1. - The thermomechanical pulp process consumes energy.
2. - There already are raw materials in sufficient quantities available in the country.
3. - Imports of pulp and paper can be reduced and at least a part of the output of this industry can be placed on the Paraguayan market.
4. - There are markets in the neighbouring countries that could take the volumes that Paraguay itself will not consume.
5. - All forecasts indicate that world demand for pulp will grow in the next two decades.
6. - The reforestation program that presently is being implemented will provide large volumes of long fibre wood that can be used in the process.
7. - It is necessary for the success of the reforestation program that, by the time the plantations are ready for harvesting, a market exists for their produce.

The economic situation for the pulp and paper industry, especially in Europe and Scandinavia, has not been good for the last couple of years, and no signs of improvement are envisaged at the moment. However, on a long term and on world wide basis it is foreseen that the demand for paper will grow and is anticipated to be equal to the supply resulting in an economically healthy pulp and paper industry.

de toneladas/año de capacidad adicional para la fabricación de papel. La producción mundial en el año 1976 llegó a los 121 millones de toneladas de pasta y 154 millones de toneladas de papel.

Es menester notar que, de los países que prevén aumentar su capacidad de producción de pasta, el Brasil está en primer lugar con una expansión prevista de 3,65 millones de toneladas, lo que es por encima de la producción total sudamericana en el año de 1976.

Considerando que el Paraguay tiene amplios recursos forestales y ha puesto en marcha un programa de forestación, así como que el país posee una minúscula industria del papel y está importando estos productos, es obvio que se consideren las posibilidades de desarrollar la industria de pasta y papel.

Existen varios tipos de industrias de pulpa y papel, que varían no solamente en cuanto a procesos y tipos de productos sino también en cuanto a tamaño y costos de inversión, por lo cual son varios los factores que hay que tomar en consideración al seleccionar la alternativa más favorable para el país.

Hay dos categorías principales de pasta de papel, la pasta química y la mecánica. La pasta semiquímica es de menor importancia. La pasta mecánica se considera preferible no solamente por aprovechar mejor la materia prima, sino también por ser menos nociva al medio ambiente. El rendimiento, tonelada de pasta por tonelada de madera de los procesos para fabricar pasta mecánica llega hasta 90-95% (90% en el caso del proceso termomecánico y 95% si se usa madera triturada), mientras que los procesos semiquímicos y químicos rinden 75% y 45-50% respectivamente.

De los procesos químicos el basado en sulfato es el que más se usa. Este requiere grandes inversiones y es técnicamente complicado y no requiere energía, ya que el calor necesario para el proceso se produce quemando los gases que se producen en la cocción.

Las recientemente construidas y planificadas fábricas que usan el proceso al sulfato son muy grandes. Generalmente se estima que tienen que tener una capacidad de producción por encima de las 200.000 tone-

A survey of major expansion projects shows that in spite of the present situation, for the years 1977-1980 there are plans to install additional production capacity of 18-19 million tons/year of pulp and 14 million tons/year of paper.

Total world production was 121 mill. tons of pulp and 154 million tons of paper in 1976. It is interesting to note that of the total world expansion of pulp production capacity Brazil is the leading country with 3,65 million tons which is more than the total production in South America in 1976.

Taken into consideration that Paraguay has vast forests and has launched a reforestation programme, and considering that the country has a very small paper industry and is importing paper, it would seem natural for Paraguay to develop its pulp and paper industry. There are many different types of pulp and paper industries to consider. These vary not only regarding the process and type of products, but also with respect to size and investment cost. Thus many factors must be taken into account when selecting the industry most favourable to the country.

Pulp for making paper is divided into the two main categories; chemical pulp and mechanical pulp. Of somewhat less importance is semichemical pulp. Mechanical pulp is to be preferred with regard to the yield of pulp per ton of wood raw material and also from the point of view of pollution. The yield of mechanical pulp is 90-95% (thermomechanical: 90%, groundwood 95%), of semichemical pulp about 75%, and of chemical pulp 45-50%.

Of all chemical pulping processes the sulphate process represents by far the biggest share of the world's pulp industry. The sulphate process is expensive with regard to investment, and is technically complicated.

It does not require input of external energy because by burning evaporated cooking liquid the necessary energy for the heating needed in the process is generated.

ladas/año para ser económicas. La inversión en estos casos es de más de 250 millones US \$. Las nuevas fábricas que se construyen en el Brazil son ejemplos de esta tendencia. Una de ellas, la de Aracruz Cellulose, que estará terminada en 1978, tendrá una capacidad de 400.000 toneladas/año y costará 455 millones de US \$.

La celulosa al sulfato se adapta fácilmente a la fabricación de una variedad de tipos de papel, para imprenta, de escritorio, para envoltura y cartón, pero es demasiado costosa para calidades inferiores, tales como papel prensa.

Los procesos para producir pasta mecánica no dependen tanto de grandes volúmenes de producción para ser rentables y son mucho más sencillos desde los puntos de vista de equipos, operación y manutención. Requieren cierta cantidad de energía, ya que usan energía mecánica en vez de productos químicos para la separación de las fibras. El consumo de electricidad sobrepasa los 2.000 KWh/tonelada producida, alrededor de los 2.400 KWh/tonelada para las especies de pino que se cultivarían en el Paraguay. La pasta todavía no se usa en papeles de calidad, pero es excelente para la producción de papel prensa, para revistas y cartón.

El proceso termomecánico se usa cada día más en Europa y Norteamérica, sin embargo no hemos encontrado ningún caso entre los proyectos que se piensan construir cerca del Paraguay que esté basado en este método de producción. Por esta razón, y las otras arriba mencionadas, recomendamos que se sigan estudiando las posibilidades de establecer en el Paraguay una fábrica combinada para producir pasta termomecánica y papel prensa.

Hemos hecho una evaluación de los costos de inversión y producción para plantas de pasta termomecánica de tres diferentes tamaños. Los cálculos se han hecho bajo el supuesto que la planta será una parte integral de una fábrica de papel. Por tanto, es natural que los costos previstos de inversión (3,5, 5,2 y 7,6 millones de US \$ para las plantas que producirían 50, 100 y 200 toneladas/día) serían mayores si las plantas serían unidades independientes para producir y vender pasta secada. La planta termomecánica en si es sencilla, por lo cual su participación en los gastos de oficinas, talleres, laboratorios, etc.

The recently built and planned sulphate mills are very large. It is generally accepted that a sulphate mill must have a minimum production capacity of at least 200 000 tons per year to be economical. The investment for such mills is from 250 million US\$ and upwards. The new sulphate mills being built in Brazil are typical examples of this trend. One of these mills, Aracruz Cellulose, which will be finished in 1978, will have a capacity of 400 000 tons/year, and a cost of US\$ 455 millions.

Sulphate cellulose is a very versatile pulp for making paper. It is used in printing, writing and packaging papers, and in paper boards. It is too exclusive to be used as a major constituent of cheaper paper qualities like newsprint.

The mechanical pulping processes are not so dependent on size to be economical and they are much simpler as far as equipment, operation and maintenance are concerned. The processes for making mechanical pulp require some electric energy, because mechanical energy is used instead of chemicals to release the fibres from the wood. The electric power consumption is in excess of 2000 kWh per ton of pulp produced, say 2400 kWh per ton for the pine raw material that will be grown in Paraguay. The pulp has qualitative advantages over ground-wood and refiner pulp. It is not as yet used in so-called fine papers, and it is recommended that the pulp is used for newsprint and magazine type of papers and in paper board.

The thermomechanical pulping process is rapidly gaining ground in Scandinavia and North America. To our knowledge none of the planned projects in the neighbourhood of Paraguay is based on this process. For this reason and the other reasons mentioned above it is our recommendation that a further study should be made of the feasibility of building a combined thermomechanical pulp mill and a newsprint/magazine paper mill in Paraguay.

es relativamente pequeña. Partimos de que la capacidad de la planta sería de 100 a 200 toneladas/día.

Sugerimos que, al hacer el estudio sobre los costos de la fábrica de papel, se consideren las posibilidades de usar una máquina usada, lo que representaría una solución económica pero completamente aceptable. Hay en el mercado un número de buenas máquinas de segunda mano, un estudio de factibilidad podría empezar por la selección entre ellas de la más adecuada.

Es realístico prever que la pasta termomecánica sirva como único componente para la fabricación de papel prensa. Sin embargo queremos recomendar que, para evitar posibles problemas, se incluya 5 a 10% de pasta semiblanqueada al sulfato en la mezcla, la cual se obtendría en, por ejemplo, Brazil.

La misma máquina puede servir para producir papel para revistas. En tal caso hay que aumentar el porcentaje de pasta al sulfato y añadir algún relleno mineral de blanqueo a la mezcla. Será también necesario instalar una supercalandria para satinar el papel.

Antes de especificar los productos a producir y los equipos necesarios para la producción sería propicio analizar la demanda tanto en los países limítrofes como en el mercado propio.

27.

In this report we have made an evaluation of the investment and production costs for three different sizes of thermomechanical mills. The evaluation is made under the assumption that the thermomechanical pulp mill is to be an integrated part of the paper mill. It must be understood that the investment sums of 3.5, 5.2 and 7.6 million US\$ for the 50, 100 and 200 tons/day mills would be higher if the mills were independent units for production of dried pulp for sale. A thermomechanical mill itself is quite simple and its share of the costs for office, work shop, laboratory and other facilities is therefore quite small. It is our estimation that a realistic capacity for an integrated thermomechanical mill would be 100 to 200 tons/day.

We suggest that when an evaluation of the cost of the paper mill is made, consideration is given to the possibilities of making use of a second hand paper machine. This represents a cheap, but technically fully acceptable solution. There are many good paper machines to be bought second hand; a feasibility study could start by looking for a machine which looks promising.

For newsprint paper it should be realistic, to use thermomechanical pulp as the sole component. As a safety factor we recommend, however, that 5-10% of semibleached sulphate pulp is included in the pulp composition. This pulp could be purchased in the open market, e.g. from Brazil.

The same paper machine could be used for making magazine paper. One would then increase the portion of sulphate pulp and one would have to add white mineral pigment (filler) to the composition (furnish). Also extra machinery would be needed to smoothen the paper surface. Thus a supercalender would have to be installed in addition to the paper machine.

We feel that a detailed market analysis of the demand for different products in the adjacent countries as well as on the home market is required before the paper machine and the products are specified.

Inversiones necesarias y costos de producción para producir pasta termomecánica en una fábrica integrada de papel prensa

Introducción

El rasgo característico del proceso termomecánico es que la viruta se calienta por vapor hasta llegar a una temperatura por encima de los 100° C después de lo cual es pasada por un refinador normal de uno o dos discos. Cabe también la posibilidad de tratar la viruta químicamente antes de calentarla. Si se requiere una pasta muy fina pueden ser necesarias dos etapas de refinado, pero si la materia prima es pino y el producto deseado papel prensa, no creemos que esto sea necesario.

Una ventaja del proceso termomecánico es que es menos sensitivo con respecto a la calidad de la materia prima que otros procesos de refinado. También da un producto más fuerte, menos apto a roturas. En Escandinavia y Canada frecuentemente se usa pasta termomecánica de abeto como único componente para la producción de papel prensa. En el caso de que se use pino como materia prima, cabe pensar en añadir un 5-10% de pasta semiblanqueada para evitar posibles problemas.

El Instituto Noruego de Investigación sobre Pasta y Papel ha tenido buenas experiencias en cuanto a las posibilidades de producir calidades adecuadas de pulpa si se parte de especies de pino tales como Pinus Patula, Pinus Elliotti o Pinus Taeda. Las propiedades de una pasta apta para papel prensa se indican en el cuadro 4. Es bien probable que estas características puedan ser mejoradas si se dedica más esfuerzo en la optimización del proceso, especialmente para llegar a un diseño adecuado de las planchas. La mayor desventaja de esta pasta es su falta de brillo, que no se puede tolerar en cuanto al producto final. Recomendamos que se blanquee con agua oxigenada durante el refinado, lo que no requiere grandes instalaciones supletorias aunque sí hay que tomar en cuenta el costo del agregado químico.

Finalmente cabe mencionar que el alto consumo de energía en Escandinavia se considera como la mayor desventaja del proceso termomecánico. El pino requerirá un 10% más de energía que el abeto escandinavo, lo que se tiene que tener en cuenta al calcular el costo de producción.

INVESTMENT AND PRODUCTION COST FOR THERMO-MECHANICAL PULP
BASED ON PINE IN AN INTEGRATED NEWSPRINT PAPERMILL

Introduction

The important point of the thermomechanical process is that the chips are heated with steam to a temperature above 100°C and the chips are then run through a normal refiner either single or double-disc. The chips may also be treated with chemicals before heating. If a very fine mechanical pulp is required, it may be necessary to have two refiner stages. With pine as raw material and the product being newsprint, we do not regard this as necessary.

The advantage of the thermomechanical process is that it is less sensitive to the quality of the raw material than the normal refining process. The strength will also be better, in particular the tear strength. This also means that the content of chemical pulp in the furnish may be reduced. In Scandinavia or Canada thermomechanical pulp from spruce is frequently used as the sole component for newsprint. With pine as raw material we believe that 5-10% of semibleached pulp should be added as a safety factor.

It is the experience of the Norwegian Pulp and Paper Research Institute that an adequate quality of pulp may be produced with different species of pine such as *Pinus Patula*, *Pinus Elliotti* or *Pinus Taeda*. The properties of a pulp for newsprint is given in Table 4. Most likely these properties can be improved by putting more work into an optimization of the process, especially in finding the right plate design. The most negative feature of the pulp is the low brightness. This cannot be tolerated with respect to the brightness of the final product, and it is recommended to bleach the pulp with peroxide in the refiner. This does not require much extra costs to installations, but the cost of the chemical must be taken into account.

! Finally it should be mentioned that the high energy consumption is regarded as the main disadvantage of the thermomechanical process in Scandinavia. In this respect pine will require about 10% more energy than Scandinavian spruce. This has to be taken into account in the estimate of the processing cost.

Inversión necesaria

La industria de pasta y papel es ejemplo típico de un ramo que puede beneficiarse aumentando la escala, es decir aumentando el tamaño de la unidad de producción y el volumen de producción. Sin embargo en el caso de pasta termomecánica los efectos de escala son mucho menos importantes. Para demostrar estos efectos presentamos tres diferentes alternativas, una con capacidad de 50 toneladas/día, otra de 100 toneladas/día y la tercera con una capacidad de 200 toneladas/día. La inversión total se indica en el cuadro 5. La inversión de capital por tonelada de capacidad se reduce substancialmente al aumentar la capacidad, pero los efectos de escala son reducidos para volúmenes por encima de las 200 toneladas/día.

El costo de capital también depende del tiempo de amortización y de la tasa de interés. Si el período de amortización se fija en 20 años en vez de 15 y la tasa de interés en 10% en vez de 12, para una planta con capacidad de 100 toneladas/día, los costos de capital se reducirían de 22,5 a 13 \$ por tonelada de pasta.

Los costos variables de producción se indican en el cuadro 6. Aparte del costo de madera, el costo de fuerza eléctrica es el más importante. La desventaja del proceso, como hemos indicado anteriormente, es el alto consumo de energía eléctrica. En este caso creemos que se necesitarán 2.400 kWh/tonelada de pasta. Por experiencia de países similares al Paraguay estimamos 18 \$/m² ser un precio razonable para la materia prima, con lo que se llega a un costo total de materias primas de 49 \$ por tonelada de pasta.

En el cuadro 7 se indica el número de personas que se requieren para la operación de la planta. Por falta de datos no hemos tratado de calcular el costo de la mano de obra, pero si queremos mencionar que la economía de la planta en alto grado depende del número de personas que tienen que ser traídas desde fuera. Si hay personas competentes en el país o algún país limítrofe como Brazil o Argentina, el costo de los salarios es mucho más bajo que si se tienen que traer desde Europa o los Estados Unidos.

Necessary investment

The pulp and paper industry is typically an industry which benefits from increasing the scale, .e.i. size of plant and volume of production. The manufacture of mechanical pulp is, however, less affected by scale than chemical pulp manufacturing. In order to show this effect we have, anyhow, used three different alternatives, one plant with a capacity of 50 tons/day, a second with a capacity of 100 tons/day and the third with a capacity of 200 tons/day. The overall investment for the three alternatives is given in Table 5. The capital cost is significantly reduced when increasing the capacity of the pulp mill. The effect of scale is, however, relatively small above 200 t/d.

The capital cost will also be dependent upon the amortization time and the interest. If the amortization time is 20 years instead of 15 and the interest 10% instead of 12, the effect on the capital cost for a mill with a capacity of 100 t/d is a reduction from 22.5 to 13 \$/ton of pulp.

The variable manufacturing costs are given in Table 6. Apart from the cost of wood, the cost of electricity is the most important item. The disadvantage of the thermomechanical process is as mentioned, the high energy consumption. In this case we believe that 2400 kWh will be required per ton of mechanical pulp. According to our experience from similar countries to Paraguay, 18 \$/m³ may be a reasonable cost of the raw material. This means a total raw material cost of about 49 \$/ton of pulp.

In Table 7 we have also tried to indicate the manpower required to operate the mill. Because of lack of relevant data we have not tried to estimate the labour cost. It should be mentioned, however, that the number of expatriates required will have a very important bearing on the mill economy. If the skilled people required are available from neighbouring countries such as Brazil or Argentina the salaries may be more moderate than if people are hired from Europe or the U.S.

Cuadro 4

Propiedades de pasta termomecánicahecha de viruta de madera

" Canadian Freeness"		125
Indice de carga de rotura		30
Longitud de rotura	m.	3000
Indice de desgarramiento		7.5
Indice de resistencia al reventamiento		1,5
Blancura, pasta cruda	%	53

Estas propiedades se refieren a Pinus Patula,
pero son similares las de Pinus Taeda y Pinus
Elliotti.

TABLE 4

Properties of thermomechanical pulp
made from pine chips

"Canadian Freeness"	125
Breaking index	30
Breaking length, m	2000
Tear index	7.5
Burst "	1.5
Brightness, unbl.,%	53

These properties are obtained with *Pinus Patula*, but the same properties may be expected with *Pinus Taeda* and *Pinus Elliotti*.

CUADRO 5

Inversión requerida para una fábrica de pasta termomecánica
que entregue la pasta húmeda a una fábrica de papel

Valores en miles de dólares US

Capacidad	50 t/d	100 t/d	200 t/d
<u>1. Tratamiento de la madera</u>			
Descortezado, desmenuzado, tamizado	138	223	355
<u>2. Tratamiento de la viruta</u>			
Lavado, ensilado, alimenta- dor neumático	206	330	523
<u>3. Sistema CTMP X)</u>			
Unidad de impregnación, refi- nadores, unidades de preca- lentamiento, preparación de substancias químicas de blan- queo, etc.	810	1300	2090
<u>4. Manejo de la pasta</u>			
Unidad de lavado, prensa, unidad de tamizado, concen- trado. Bomba para pasta concentrada	533	854	1363
5. Asistencia técnica del proveedor	142	142	142
Subtotal XX)	<u>1829</u>	<u>2879</u>	<u>4473</u>
6. Transporte e instalación	533	712	890
7. Construcción	<u>533</u>	<u>712</u>	<u>890</u>
+ 13%	<u>376</u>	<u>556</u>	<u>814</u>
8. Inversión total	<u><u>3271</u></u>	<u><u>4829</u></u>	<u><u>7067</u></u>

X) El sistema CTMP permite un tratamiento preliminar de la viruta con productos químicos. A nuestro juicio es la mejor solución en el caso de usar pino.

XX) No se han incluido derechos de aduana u otros gastos de importación. En cuanto al punto 6, se han incluido los costos cif puerto Atlántico, por ejemplo Buenos Aires. A falta de datos específicos, estimamos que habrá que añadir un 10% del costo de los equipos.

TABLE 5

Investment in equipment required to make thermomechanical
pulp provided that pulp is delivered wet to paper mill

All values in 1000 dollars

Plant capacity	50 t/d	100 t/d	200 t/d
1. <u>Wood handling</u>			
Barking, chipping, screening	138	223	355
2. <u>Chip handling</u>			
Washing, chip, silo, pneumatic feeder	206	330	523
3. <u>System for CTMP</u> ✕)			
Impregnation unit, refiners preheating units, prepara- tion of bleaching chemicals etc.	810	1300	2090
4. <u>Pulp handling</u>			
Washing unit, press, screen- ing, unit thickening. Pump for conc. pulp.	533	854	1363
5. Technical assistance from supplier	142	142	142
Subtotal ✕✕)	1829	2849	4473
6. Transport & erection	533	712	590
7. Building	533	712	890
+ 13%	376	556	814
8. Total investment	3271	4829	7067

✕) CTMP means that the unit gives the option of pretreating the chips with chemicals. We regard this as the most favourable solution when using pine.

✕✕) No duty or other import costs are included.

Re 6: We have included the cost to atlantic port, for instance Buenos Aires, but we have not available data to calculate the transport cost up the river. Probably another 10% of equipment cost.

CUADRO 5, continuación

Capacidad	50 t/a	100 t/a	200 t/a
1. Inversión total	3271	4829	7067
2. Equipos para proteger el medio ambiente (6% de 1)	196	290	434
3. Parte correspondiente de inversión en taller, laboratorios, oficinas, etc.	<u>54</u>	<u>57</u>	<u>68</u>
4. Total	3511	5176	7569
5. Inversión por tonelada/año	235	174	127
6. Inversión/tonelada de pasta	31.5	22.5	16.5

Nota al punto 2: Hemos ascurrido las normas de protección del medio ambiente que rigen en Europa Occidental/Escandinavia. Si el Gobierno lo permite, este costo puede ser reducido, aunque opinamos que sólo es cuestión de tiempo hasta que los países en vías de desarrollo tengan que adoptar medidas rígidas para proteger su medio ambiente.

Nota al punto 3: Partimos de que la planta termomecánica formará parte integrada de una fábrica de papel.

Nota al punto 6: Como base de los cálculos se han tomado un tiempo de desperciación de 15 años y una tasa de interés del 12%, lo que implica un costo anual de inversión del 13%.

TABLE 5 , continued

Plant capacity	50 t/d	100 t/d	200 t/d
1. Total investment	3271	4829	7067
2. Pollution abatement (6% of 1)	196	290	434
3. Share of workshop, labs, office space etc.	54	57	68
4. Total	<u>3511</u>	<u>5176</u>	<u>7569</u>
5. Capital cost/t pulp year	235	174	127
6. Capital cost/t pulp	31.5	22.5	16.5

Re 2: We have assumed the same standard for the pollution as adopted in Western Europe/Scandinavia. If accepted by the government, this cost item can be reduced although we regard it as a question of time when developing countries will have to adopt rigid environmental codes.

Re 3: The thermomechanical plant is supposed to be a part of an integrated paper mill.

Re 6: Depreciation time assumed = 15 years, interest 12% This means an annual cost of about 13% of the investment.

CUADRO 6

Costos de producción de 1 tonelada métrica de pasta termomecánica
del 90% de calidad papel prensa

Todos los valores en dólares US

Capacidad	50 t/d	100 t/d	200 t/d
1. Costo de capital	31.5	22.5	16.5
2. Seguros + parte correspondiente de la fábrica de papel	3.8	2.9	2.3
3. Fuerza eléctrica, 2400 KWh Precio: 18 mils de 1 US \$	43.2	43.2	43.2
4. Piezas de repuesto	5.4	5.0	4.7
5. Substancias químicas de blanqueo	<u>17.9</u>	<u>17.9</u>	<u>17.9</u>
Subtotal	101.8	91.5	84.6
6. Costo de mano de obra + seguros sociales			
7. Costo de materia prima			

TABLE 6

Production costs for making 1 ton (metric) 90%
thermomechanical pulp of news quality

All figures given in dollars

Capacity	50 t/d	100 t/d	200 t/d
1. Capital cost	31.5	22.5	16.5
2. Insurance + share of cost in intergr.mill	3.8	2.9	2.3
3. Electricity, 2400 kWh Price:18 mils of a US\$	43.2	43.2	43.2
4. Spare parts	5.4	5.0	4.7
5. Bleaching chemicals	<u>17.9</u>	<u>17.9</u>	<u>17.9</u>
Subtotal	101.8	91.5	84.6
7. Labour + social cost			
8. Wood cost			

CUADRO 7

Demanda de personal para una planta con una capacidad de
200 toneladas/día de pasta termomecánica

300 días/año - 40 horas/semana

	<u>Número de turnos</u>	<u>Total</u>
1. <u>Fábrica de pasta</u>		
a) <u>Tratamiento de madera y viruta</u>		
2 obreros calificados	2	4
3 obreros no calificados	2	6
b) <u>Producción de pasta</u>		
1 superintendente de turno	4	4
2 obreros calificados	4	8
1 obrero no calificado	1	<u>1</u> 23
2. <u>Departamento de manutención</u>		
1 ingeniero superintendente (con educación universitaria)	1	1
1 ingeniero especializado	1	1
1 superintendente	1	1
8 obreros calificados	1	<u>8</u> 11
3. <u>Administración - Depto. de Ventas</u>		
3 ingenieros superintendentes o de calidad correspondiente	1	3
5 empleados calificados	1	5
5 empleados no calificados	1	5
5 obreros no calificados	1	<u>5</u> 18

Sumario

	50-100 t/d	200 t/d
Ingeniero superintendente o semejante	4	4
Ingeniero calificado	1	1
Superintendentes	5	5
Obreros calificados	18	20
Obreros no calificados	10	12
Empleados calificados	4	5
Empleados no calificados	<u>4</u>	<u>5</u>
Total	46	52

TABLE 7

Personnel demand in a plant making
200 t/d of thermomechanical pulp

300 days/year - 40 hours/week

	<u>Number shifts</u>	<u>Total</u>
<u>1. Pulp mill</u>		
a) Wood and chip handling		
2 qualified workers	2	4
3 unqualified	2	6
b) Pulp manufacture		
1 shift supervisor	4	4
2 qualified workers	4	8
1 unqualified	1	<u>1</u> 23
<u>2. Share of maintenance dept.ment</u>		
1 sup.eng. (university ed.)	1	1
1 qualified eng.	1	1
1 supervisor	1	1
8 qualified workers	1	<u>8</u> 11
<u>3. Administration - Sales dep.ment</u>		
3 sup.eng. or corresp.quality	1	3
5 qualified employees	1	5
5 unqualified employees	1	5
5 unqualified workers	1	<u>5</u> 18
Summary		
	50-100 ton/d	200 t/d
Sup.eng. or similar	4	4
Qual. engineer	1	1
Supervisors	5	5
Qualified workers	18	20
Unqualified	10	12
Qualified employees	4	5
Unqualified employees	<u>4</u>	<u>5</u>
Total	46	52

Carburo de calcio

El carburo de calcio es uno de los primeros productos para la producción del cual se adaptaron procesos de fundición eléctricos. El carburo se produce en hornos eléctricos partiendo de carbón y cal hídrica. El hecho que el Paraguay posee grandes depósitos de piedra caliza de excelente calidad, es una indicación de que puede valer la pena estudiar este proceso. El constituyente carbonífero en tal caso provendría del carbón vegetal.

El carburo de calcio se usa en la producción de cianamida, un importante producto componente de los fertilizantes, y de acetileno, que sirve para soldadura y la producción de cloruro de polyvinilio. También sirve para desulfurizar acero, pero se está substituyendo por el magnesio.

En algunos casos los hornos de carburo, en casos especiales y producción en pequeña escala, pueden competir con la industria petroquímica, pero un gran productor noruego, que hasta hace 4 años producía PVC partiendo de carburo de calcio, considera el proceso como anticuado. Es muy complicado y no puede competir con los modernos procesos petroquímicos.

Sin embargo, el aumento que se preve de los precios de petróleo, puede resucitar el interés en cuanto a este método de producción.

CALCIUM CARBIDE

Calcium carbide was one of the first products for which the electric smelting process was adopted. Carbide is made in electric furnaces from burnt lime with a minimum of impurities and coal. The fact that Paraguay has ample deposits of good quality limestone is an indication that this process could be worth studying. The coal constituent would in such case come from charcoal.

Calcium carbide is used for production of cyanamide, an important constituent of fertilizer products, and acetylene, which is used for welding and for production of polyvinylchloride. Calcium carbide is also used in the desulphurization of steel. However, for this use it is being replaced by magnesium.

In some cases carbide furnaces are still competitive with the petrochemical industry for small scale operation and special purposes, but it is the qualified opinion of a formerly large Norwegian producer of carbide that the process is outdated. This company produced PVC from acetylene carbide until some 4 years ago. This way a very complicated process which could not compete with PVC produced by modern petrochemical processes.

The foreseen increase in oil prices may, however, lead to a situation where a calcium carbide process is again considered interesting.

Ferrosilicio y silicio metálico

Las aleaciones de ferrosilicio se usan en la fabricación de acero y aceros aleados y se venden en diferentes calidades con diferentes contenidos de silicio. Las relaciones entre los consumos de energía eléctrica y los diferentes contenidos de silicio de los productos son las siguientes:

Grado de contenido de silicio	45%	75%	90%
KWh por tonelada producida	4800-5100	8500-9500	11000-13000

Es particularmente importante la demanda de silicio metálico para fines de producción de aleaciones de aluminio, cuyas industrias consumen varios centenares de miles de toneladas por año. Para producir aluminio se necesita silicio metálico de una pureza del 98%.

Según la composición de la materia prima el consumo para producir una tonelada de silicio llega a los 12000-14000 KWh. Una demanda de silicio adicional se encuentra dentro de la industria de silicio, la cual requiere un grado aún más puro del silicio (98-99% de silicio). El silicio se usa para producir productos intermedios tales como los silicones de los cuales se formulan varios cientos de resinas silicias, lubricantes, agentes anti-espumantes y componentes repelentes al agua.

El silicio metálico de muy alta pureza, así como los cristales de silicio, tienen muchas aplicaciones en la industria electrónica como por ejemplo en computadores, calculadoras y equipos de comunicación para control y amplificación de señales eléctricas. Es, sin embargo, relativamente pequeña - y difícil de calcular - la cantidad de silicio que se consume. La demanda mundial de polysilicones para semiconductores se satisface fácilmente por un sólo horno de tamaño comercial.

Además, los métodos de producción para obtener calidades de silicio ópticas para semiconductores varían mucho y las técnicas de refinado se guardan en secreto por ser altamente competitivo este ramo de la industria. Los productores de silicio de alta pureza y de cristales de silicio tienen que enfrentar una serie de problemas tanto de orden técnico como económico. La evolución tecnológica resulta en cambios

Ferro silicon and silicon metal.

Ferro silicon alloys are used in the production of steel and steel alloys and they are marketed in some standard qualities with varying contents of silicon. The following relations are found between the silicon contents of the marketed products and the quantity of electricity needed for their production:

Ferro silicon quantities	45%	75%	90%
kWh per ton commodity	4800-5100	8500-9500	11000-13000

The demand for metallurgical grade (MG) silicon is particularly high for alloying purposes in the aluminium industries, where several hundred thousand tons are used. For the production of aluminium MG silicon of 98% purity is used.

Depending on the composition of the raw material 12000-14000 kWh is needed to produce one ton of silicon. Additional demand for silicon is found in the silicon industry which generally requires an even purer grade of silicon (98-99% silicon). Silicon is used to produce intermediate products such as silanes from which several hundred silicon resins, lubricants, plastomers, anti-foaming agents and water-repellent components are formulated.

Silicon metal of high purity and silicon crystals are used extensively in the electronics industry, more specifically in computers, calculators and communications equipment to control and amplify electrical signals. However, the quantity of silicon used in the electronics industry is relatively small and difficult to calculate. Thus the total world's semiconductor's polysilicon demand consumes but a fraction of the output from one commercially sized furnace.

Further, the production methods of semiconductor grade silicon and silicon crystals vary widely and the producers keep their methods of refining secret in this highly competitive business. The producers of high-purity silicon and single silicon crystals face numerous problems of a technical and economical nature.

rápidos y frecuentes, por lo cual muchos procesos recién concebidos en poco tiempo han quedado anticuados. Mientras que es necesario cierto volúmen de producción para que llegue a ser rentable, cada innovación técnica tiende hacia miniaturización y reducción de los volúmenes de material requerido. Sería por tanto altamente dudoso recomendar que el Paraguay se dedique a penetrar este campo muy especial.

Nos quedan por tratar las industrias de ferrosilicio y silicio metálico. En principio los procesos de fundición son iguales en ambos casos, con la excepción de que al producir ferrosilicio se añade hierro desmenuzado, desperdicios de acero y óxido de hierro a la carga del horno. Los principales insumos son la accesibilidad segura a fuentes de energía eléctrica barata y cuarsita de buena calidad. Esta última tiene que ser termalmente estable y de máxima pureza, por lo menos con un contenido de 98,5% de óxido de silicio. En la parte geológica del informe se indica que parece haber buenas posibilidades de encontrar calidades adecuadas en el Paraguay. De las impurezas, el contenido de Al_2O_3 debe ser por debajo del 1%, preferiblemente por debajo del 0,5%. También los límites aceptables para otros componentes, particularmente titanio y fósforo, son estrictos.

Para producir una tonelada de silicio del 75% se requieren de 1800 a 2000 kgs de cuarsita. También los materiales de reducción, coque, carbón y carbón vegetal, tienen que cumplir con normas de calidad. No deben contener mucha ceniza, y, sobre todo, tienen que contener muy poco fósforo. Para producir esa misma tonelada son necesarios 800 kgs de coque, 530 kgs de carbón, así como 230 kgs de hierro. El hierro puede ser en forma de chatarra, desperdicios de fabricación, mineral de hierro o "pellets". Se consume, además unos 60 kgs de electrodo.

El conseguir cantidades suficientes de hierro podría constituir un problema en el Paraguay. De no poder abastecerse de una propia industria de acero, tendría que ser importado el volúmen necesario.

Technology brings such rapid and frequent changes to the field that the producer's process or products are often quickly outdated. While profitability is largely dependent on a certain volume each new technical development tends towards miniaturization and reduced material volume. We therefore doubt that Paraguay should be recommended to enter this very special field

2 This leaves the ferro-silicon and silicon metal industries left to be discussed. The smelting processes for silicon metal and ferro silicon are the same except that shredded iron, steel scrap and iron oxide is added to the charge when producing ferro silicon. The most important factors in the production are a steady supply of cheap electricity and good quartzite. The quartzite should be thermally stable and of the highest possible purity, at least 98,5% silicon oxide. In the geological part of the report it is indicated that there are possibilities of suitable qualities to be found in Paraguay. Of the impurities the Al_2O_3 contents should be below one per cent, preferably below 0.5 per cent. Also for other elements, particularly titanium and phosphorus, the accepted limits are strict.

To produce one ton of 75 per cent silicon 1800-200 kg of quartzite is needed. The reduction materials, coke, coal and charcoal must also comply with quality specifications. They should have a low ash content and, particularly, a low phosphorous content. For the production of one ton of 75 per cent ferro silicon about 800 kg of coke and 530 of coal is needed together with 230 kg of iron. The iron for the charge can consist of scrap, mill scale, iron ore or pellets. The consumption of electrode paste is about 60 kg per ton.

The question of getting hold of enough iron would present a problem in Paraguay. Unless larger steel mills are built, one would have to rely on import.

Tienen que estudiarse que posibilidades existen de usar carbón vegetal en vez de carbón o coque importados. El costo del carbón vegetal no debe sobrepasar los 60 \$US por tonelada puesto en la planta. Para poder suministrar las cantidades necesarias, se tendrá que acudir a métodos industriales para la transformación de la madera a carbón.

Los únicos otros insumos que habría que importar serían los electrodos y, posiblemente, los materiales refractarios necesarios para la manutención de los hornos.

Durante los últimos años se ha notado en esta industria una tendencia muy accentuada hacia la especialización. En vez de usar seis a ocho hornos para producir una variedad de productos, las fábricas se están convirtiendo en plantas de dos hornos para producir, por ejemplo, sólo ferrosilicio y ferromangano. Se están diseñando hornos mucho mayores para reducir el costo unitario. Las capacidades de los transformadores ya no son de unos 18000 KVA sino que llegan hasta los 100000 KVA en la mayoría de las instalaciones recientes.

La industria tiene que hacer frente a problemas de contaminación. Varios hornos han tenido que ser abandonados antes de cumplir 10 años de producción por no ser justificables los altos costos de las instalaciones necesarias para limpiar los gases emitidos con relación a la limitada productividad de los pequeños hornos. En fábricas nuevas el costo de las instalaciones necesarias para la defensa del medio ambiente pueden calcularse en un 20 a 25% del costo total de instalación. Los gastos de operación de estas instalaciones de control de la contaminación llegarán a ser del orden del 10% del presupuesto operacional.

Para dar una idea de las dimensiones de una planta que podría representar el primer paso para construir una industria de silicon, hacemos referencia a una propuesta que se hizo en un país africano hace algunos años. Se propuso un horno de una capacidad máxima de 30 MV.

It should be interesting to study the possibilities of using charcoal as a substitute for imports of coke or coal for the production of ferrosilicon or silicon in Paraguay. The cost of charcoal should not exceed about \$60 per ton at the plant. Supplies of sufficient quantities of charcoal would have to come from industrial processing of wood into charcoal.

The only other inputs that would have to be imported are electrode paste and possibly refractory materials for furnace repairs.

A most noteworthy trend in the ferrosilicon industry in recent years is movement towards plant specialization. Instead of using four to eight furnaces for a great variety of products, plants are converting to a two furnace operation producing for example only ferrisilicon and ferromanganese. Much larger furnaces with a lower unit cost are being developed. Transformer capacities are increasing from the 18000 KVA to the 100000 KVA range for most new installations.

The industry is faced with a pollution problem. Several furnaces less than 10 years old have been abandoned because the cost of devices for cleaning polluted exhaust gases could not be justified by the limited productivity of the small furnace. In new plants the cost of pollution control facilities will be 20 to 25% of the total installation cost. The operating cost of a modern pollution control system can be reckoned at 10% of the total operational budget.

↙ To get an idea of the order of size of a plant which could represent a first step in building a silicon industry, reference is made to a proposition made to an African country a couple of years ago. It was suggested that a furnace with a maximum load of 30 MV be considered.

Capacidad de producción:

Carga máxima del horno	30 000 KW
Consumo específico de energía eléctrica	9 500 KWh
Producción $\frac{30\ 000}{9\ 500} = 3.15$ t/h	75 t/d
Factor de carga	0.9
Producción anual	25 000 toneladas

Consumo de materias primas:

Cuarcita	1,95 ton./ton. de producto	50 000 t/año
Coque	0,8 " " "	20 000 "
Carbón	0,53 " " "	13 250 "
Electrodos		1 500 "

Calculamos que un horno completo costaría	\$ 20-25 millones
+ equipo para controlar el grado de contaminación	<u>\$ 4- 5 millones</u>
	<u>\$ 24-30 millones</u>

Estos costos incluyen la instalación de todos los equipos necesarios inclusive talleres, laboratorio, oficinas, instalaciones sanitarias, agua y desagüe, vehículos de transporte, etc. También están incluidos los gastos de planificación y administración durante el período de construcción.

Habría, sin embargo posiblemente que añadir costos de infraestructura, por ejemplo la inversión en un muelle y sus equipos, guías, etc. Esta inversión puede estimarse en unos 5 millones de \$US, lo que eleva la inversión total en una fábrica de un horno a 32 millones de \$US. Para añadir un segundo horno habría que invertir otros 16 millones adicionales.

La experiencia en Europa indica que para hacer funcionar la fábrica hay que calcular que se necesitarán unas cien personas si se piensa en solamente un horno y unas cuarenta cuando dos hornos estén en funcionamiento, más unas 15 personas que se ocupen de la administración.

Production capacity:

Maximum furnace load		30 000 kW
Specific electricity consumption		9 500 kWh
Production	$\frac{30\ 000}{9\ 500} = 3.15$ ton/h	75 tons/day
Load factor		0.9
Yearly production		25 000 tons

Raw material consumption in the plant:

Quartzite	1,95 ton/ton product	50 000 tons/year
Coke	0,8 " "	20 000 "
Coal	0,53 " "	13 250 "
Electrode paste		1 500 "

We reckon that one fully contained furnace would cost \$20-25 mi
+ baghouse pollution abatement equipment \$ 4- 5 "
\$24-30 mi

These costs include all necessary equipment installed inclusive of workshops, laboratory, offices, welfare installations, internal water supplies and sewerage, transport vehicles and spare parts as well as planning and administration during the period of development.

In addition infrastructural investments, e.g. a quay or jetty with cranes and equipment at the riverside have to be taken into account. The cost of these can be estimated to be about \$ 5 mill.

This brings the total cost of a plant with one furnace up to about \$ 32 millions. The addition of another furnace would mean additional investments of \$ 16 millions.

Based on the manning of corresponding plants in Europe, there would be a need for 100 men in all for one furnace and 140 with two furnaces in operation. In addition one would need about 15 persons for management, supervision and administration.

El crecimiento de la industria del silicio depende de la evolución de las industrias de hierro, acero y aluminio. Ya que, para obtener precios de energía favorables, la mayoría de los productores de silicio hacen contratos a largo plazo, se encuentran con dificultades para adaptar sus costos a razón de variaciones de las condiciones del mercado. Hasta ahora el mayor volumen de producción de silicio, aproximadamente un 75%, ha sido en forma de ferrosilicio, pero en los últimos años ha aumentado el uso de silicio en la producción de aleaciones de fundición de aluminio, por lo cual es muy posible que hacia el año 2000 la industria del aluminio pueda ser el mayor usuario de silicio metálico.

Aunque el Paraguay podrá cumplir con uno de los requerimientos básicos para establecer industrias de silicio, sería prematura una recomendación de seguir adelante con un estudio de factibilidad hasta que no se hayan analizado los depósitos de cuarsita en cuanto a calidades y cantidades. También los análisis de mercado y de costos de transporte tienen que dar indicaciones positivas antes de que se decida dedicar tiempo y esfuerzos a estudios más detallados.

The growth of the future silicon industry is dependent on the evolution of the iron, steel and aluminium industries. Since most silicon producers make long term electric power contracts to obtain more favourable power costs, they are unable to adjust cost rapidly in order to adapt to changing market conditions. Historically, ferro silicon has been the most common form in which silicon was produced and used, accounting for approximately 75% of the consumption in metallurgical, chemical and other uses. However, the use of silicon in the production of aluminium cast alloys has increased in the past few years, for which reason the aluminium industry may very well be responsible for a major part of silicon metal demand by the year 2000.

Although Paraguay will be able to fulfill one of the basic requirements for the establishment of a silicon industry, namely an abundant and steady supply of electricity, it would be premature to suggest that a feasibility study be made before the quartzite deposits have been explored quantitatively and qualitatively. Also market and transport cost evaluations have to give positive indications before too much time and effort is spent on detailed investigation.

Magnesio

Aunque hasta la fecha no se haya llegado a establecer si en el Paraguay hay cantidades económicas de dolomita, parece ser que hay ciertas posibilidades de que se encuentren depósitos suficientemente ricos como para poder permitir su explotación industrial. Como la dolomita es uno de los minerales en que se puede basar una producción de magnesio, es conveniente hacer un breve sumario sobre la industria de este producto.

La producción de magnesio es muy complicada y su tecnología ha evolucionado mucho durante los últimos años. Comenzó a producirse comercialmente, por vía electrolítica, en el año 1866.

El magnesio hasta ahora ha jugado un papel relativamente modesto en la economía mundial. Su peso reducido, sin embargo, en combinación con su resistencia y otras cualidades vitales, son razones por las cuales el magnesio es un metal interesante para una serie de aplicaciones. Los más importantes consumidores son el sector de transportes y las industrias de hierro, acero, aluminio y químicas. La demanda es creciente, en el año 1976 llegó a ser de 230.000 toneladas en los países occidentales. Proyectos conocidos, y que estarán aptos para producir en 1980, sobre todo en los E.E.U.U.A.A., aumentarán la capacidad de producción hasta unas 300.000 toneladas. Se prevee que la demanda será de unas 330.000 toneladas, ya que probablemente en esa época, el magnesio se usará como importante sustituto del carburo de calcio en la producción de hierro cochino. La industria del automóvil también puede ser un factor que dramáticamente pueda aumentar la demanda hasta un nivel bien por encima de la capacidad de producción. El precio de una tonelada de magnesio ahora se cotiza en 2.100 \$US f.o.b. En los próximos años esta cotización probablemente será bastante más alta.

Hoy se produce el magnesio por dos métodos principales, el térmico y el electrolítico. En ambos casos la principal materia prima puede ser la dolomita.

MAGNESIUM

Although no economic quantities of dolomite yet have been evaluated or mapped in Paraguay, there seem to be fair chances of finding sufficiently large deposits of this mineral to permit industrial exploitation. Dolomite is one of the minerals on which the production of magnesium can be based on this fact vindicates a brief description of magnesium.

The production of magnesium is very complicated and the technology has developed rapidly during the last few years. Commercial production began in 1866 through electrolysis.

Magnesium has only played a modest part in the world economy. It's light weight combined with high strength and other vital properties, however, make magnesium an attractive metal for many applications. Main consumers are the transport sector, the iron and steel industry, the aluminium and chemical industries. Demand is growing and was 230.000 tons in 1976 in the western world. Known projects which will be completed before 1980, particularly in the USA, will increase the production capacity to some 300.000 tons. The demand in 1980 is assumed to be 330.000 tons as magnesium at that time will probably have become a major substitute for calcium carbide in the pig iron industry. The automobile industry could kick off a dramatic development in the use of magnesium and thus increase the demand far above the production capacity. The price of one ton of magnesium today is 2.100 US\$ f.o.b. and may well increase over the next years.

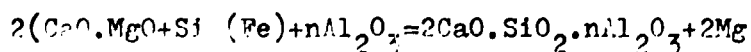
Magnesium is today manufactured by means of two main methods, the thermal process and the electrolytic process in both of which dolomite may be used as main raw material.

En el proceso electrolítico la dolomita se calcina y se mezcla con agua salada y salmuera para producir óxido de magnesio, el cual por medio de electrolísis es transferido a estado metálico.

La capacidad mínima viable y el hecho de que se requiere agua salada indican que este proceso no es el adecuado para el Paraguay.

El proceso térmico "Magnétherm" parece ser más indicado, ya que la capacidad mínima viable es de aproximadamente 10.000 toneladas/año. El proceso "Magnétherm" se ha desarrollado en Francia y emplea un horno eléctrico y escoria líquida y está operando en Francia e Italia en fábricas que producen 7-8.000 toneladas de magnesio por año. En los E.E.U.U.A.A. ALCOA acaba de terminar una fábrica de 25.000 toneladas/año a base del método Magnétherm.

Si el Paraguay por haber obtenido resultados positivos de sus investigaciones geológicas en cuanto a las existencias de dolomita, decidiese estudiar una posible producción de magnesio, recomendaríamos que se hiciese un estudio de factibilidad basándose en un proceso térmico. El proceso Magnétherm, que usa dolomita como materia prima, no pasa por la etapa de óxido de magnesio (MgO), sino llega a producir el metal directamente en el horno. La dolomita es reducida con ferrosilicio y en la presencia de alúmina. Esta última sirve para reducir la temperatura de fundición del producto de reacción Ca_2SiO_4 (2.100°C) para que la escoria (silicato de calcio aluminio) permanezca líquida a una temperatura de operación de 1.500°C . El cuadro 8 demuestra los principios de diseño. Es preferible que la capacidad de cada horno sea de unas 2 toneladas/día. La operación no es continua. Las materias primas son precalentadas y se introducen en forma granular o pulverizada. El magnesio puede mantenerse en estado líquido y evacuado por vacío. Al final del ciclo el horno es devuelto a presión atmosférica para ser vaciado de escoria y ferrosilicio residual. La reducción puede escribirse:

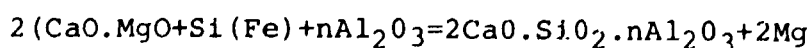


In the electrolytic process dolomite is calcined and mixed with seawater and brine and processed to magnesium oxide. The magnesium oxide is transferred to magnesium metal by electrolysis.

The minimum size of such a plant and the necessity of seawater or suitable brine makes the modern electrolytic process less attractive for Paraguay.

The thermal process "Magnétherm" is more suitable with a minimum plant size of approximately 10,000 tons a year. This is a very promising French development and employs an electric furnace with liquid slag. The Magnétherm Process is in operation in France and Italy in plants producing 7-8,000 tons of magnesium a year. In the USA ALCOA has just put a 25,000 tons a year plant into operation based on the Magnétherm method.

If Paraguay should look into producing magnesium based upon positive results from geological research in the dolomite field, we would recommend a feasibility study to be made with the scope of using a thermal process for production of magnesium. The Magnétherm process is based on dolomite as main raw material and the method does not pass the stage magnesium oxide (MgO), but produces magnesium metal directly from an electric furnace. Dolomite is reduced by ferrosilicon in the presence of alumina, the alumina only serving to reduce the melting point (2100°C) of the Ca₂SiO₄ reaction product so as to provide a calcium aluminium silicate slag which is liquid at the operating temperature of about 1500°C. Figure No. 8 shows the general layout of the equipment. The preferred unit size of furnace is up to 2 tons per day and the operation is discontinuous. The raw materials are preheated and introduced either in granular or powder form. The magnesium may be kept liquid and removed from the furnace by vacuum. At the end of the cycle, the furnace is restored to atmospheric pressure and the slag and residual ferrosilicon are removed. The process reduction may be written:



El cuadro No. 9 indica el grado de pureza que se obtiene por este proceso.

En general los hornos son alimentados con corriente de una o tres fases, pero la fábrica de Hopton, Inglaterra, usa petróleo crudo para calentar las cámaras.

La industria del magnesio ha tenido sus altibajas. Durante la segunda guerra mundial solamente el gobierno norteamericano tuvo que invertir en trece plantas de ambos tipos con una capacidad de más de 250.000 toneladas. Durante el mismo período se instalaron varias plantas electrolíticas y dos tipos de plantas térmicas (carbotérmicas y de carburo de calcio) en Inglaterra. Las exigencias de la guerra por tanto dieron la oportunidad de comparar los diferentes tipos de proceso en escala de plena producción (aunque no siempre en los sitios más propicios) y en circunstancias bajo las cuales la cantidad producida era más importante que el precio. Con la vuelta a condiciones más normales, varias fábricas tuvieron que ser cerradas y solamente las basadas en los procesos electrolíticos y de ferrosilicio pudieron sobrevivir.

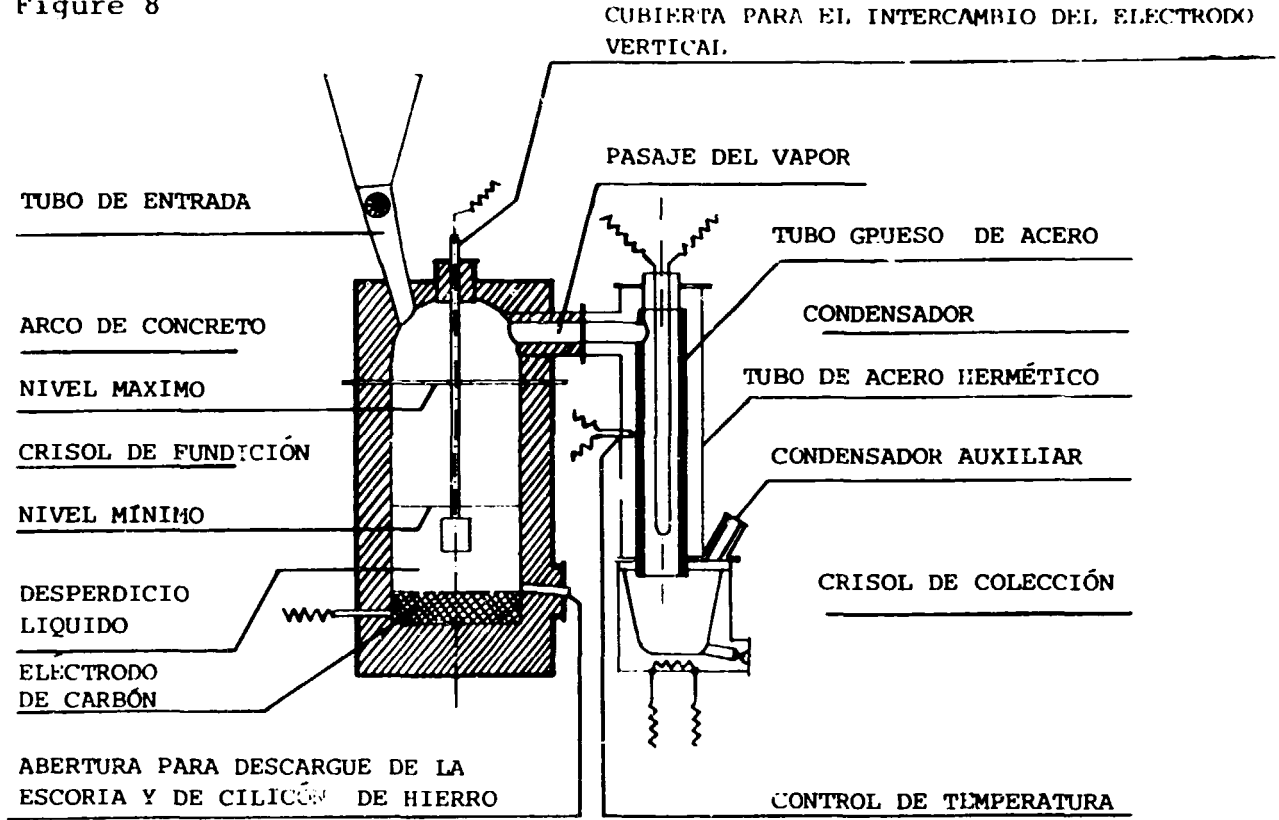
The purity of the magnesium obtained by this process is indicated in some data in figure No. 9.

The furnace is heated by either single or 3-phase current, but the Hopton Plant in the U.K. uses crude oil for heating the retorts.

The magnesium industry has indeed had it's ups and downs. World War II saw the construction at Government cost of thirteen magnesium extraction plants of both types in USA alone with annual rated capacity exceeding 250.000 tons. During the same period additional electrolytic plants and two types of thermal plant (carbothermic and calcium carbide) were installed in the U.K. War-time conditions thus provided an opportunity for the various types of processes to be tried out in comparison with each other on a full production scale (though perhaps not always at the most suitable sites) and in circumstances where quantity rather than price was of first importance. The results are hence of considerable technological interest. With the return of peacetime conditions, many plants were shut down, and electrolytic and ferrosilicon processes alone have survived.

MAGNESIUM

Figure 8



PROCESO MAGNETHERM PARA REDUCIR
 DOLOMITA CALCIFICADA CON CILICÓN
 DE HIERRO USANDO ESCORIA LIQUIDA

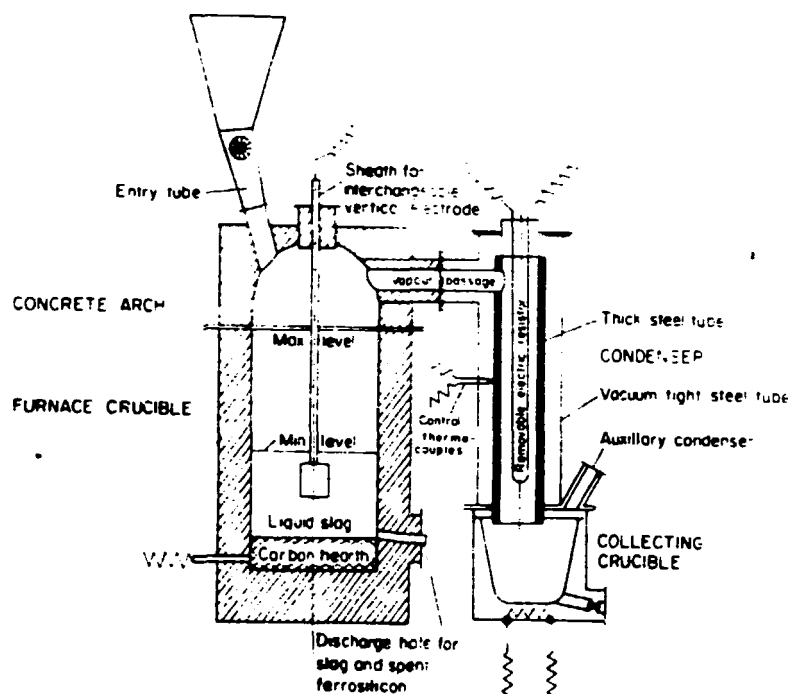
Figure 9

CONTENIDO DE IMPUR-
 EZAS DE MAGNESIO PURO
 PROCESADO CON EL
 METODO MAGNETHERM

Element	%
Si	0.005-0.05
Al	0.002-0.01
Mn	0.010-0.20
Fe	0.6-0.01

MAGNESIUM

Figure 8



Magnetherm process for reducing calcined dolomite with ferro-silicon using a liquid slag.

Figure 9

IMPURITY CONTENT OF REMELTED
PURE MAGNESIUM MADE BY THE
MAGNÉTHERM PROCESS

Element	%
Si	0.005-0.05
Al	0.002-0.01
Mn	0.010-0.20
Fe	0.002-0.01

ANNEX I

PARAGUAY
Industrial Survey
Project 1S/PAR/74/817
UNIDO

ENERGY INTENSIVE INDUSTRIES

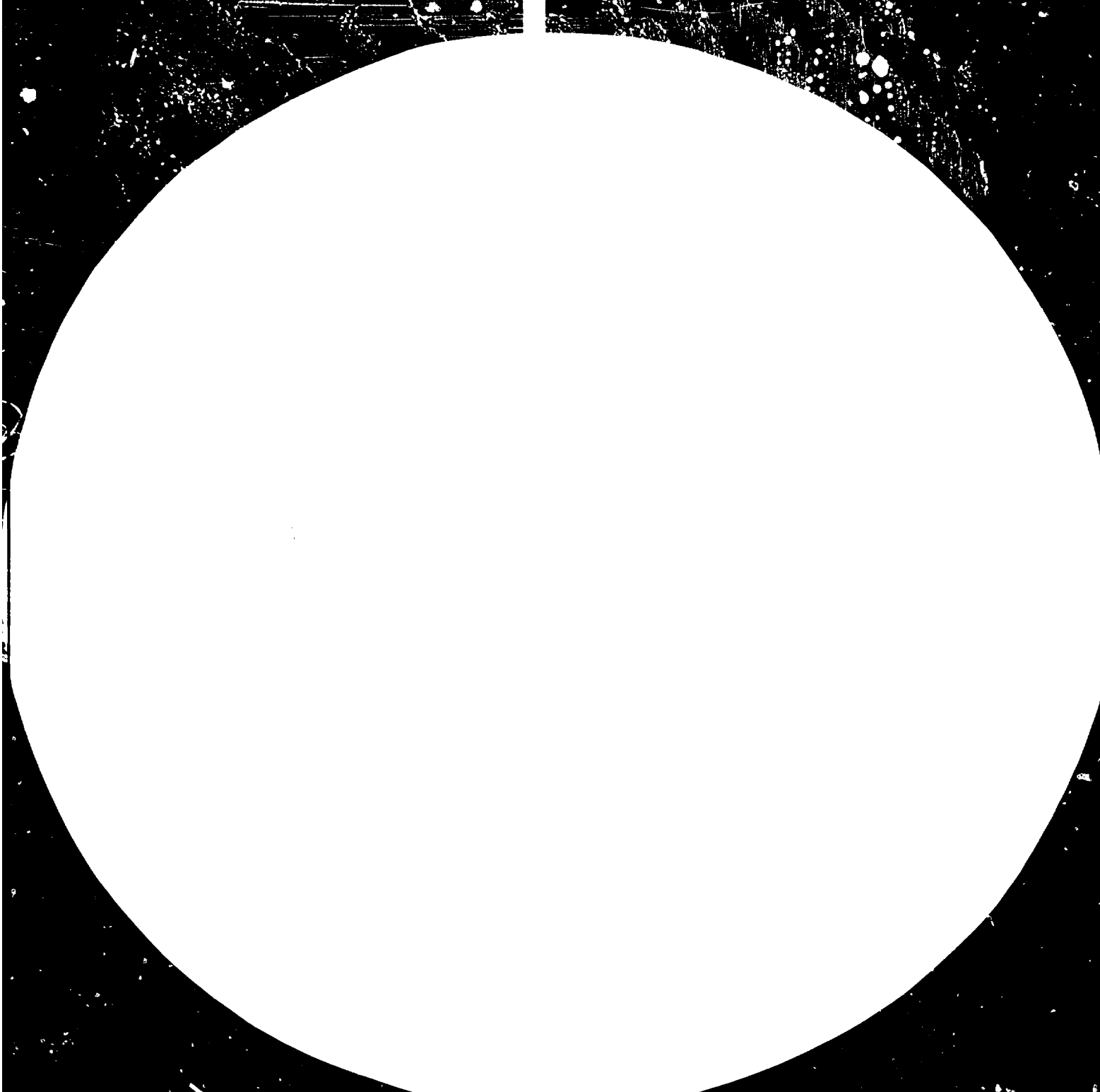
Checklist for evaluation
and selection of possible
industries in Paraguay.

Lista para la evaluación y
selección de industrias que
posiblemente puedan ser esta-
blecidas en el Paraguay.

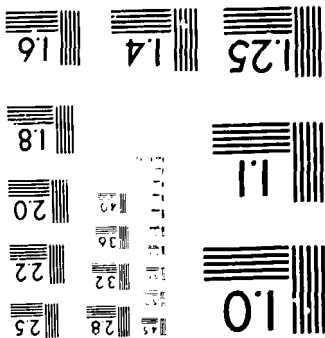
INDUSTRIAS DE ALTO CONSUMO DE
ENERGIA

PARAGUAY
Estudio Industrial
Proyecto IS/PAR/74/817
FINDO

ANEXO 1



MICROCOPY RESOLUTION TEST CHART
 NATIONAL BUREAU OF STANDARDS-
 STANDARD REFERENCE MATERIAL 1910A
 (ANSI AND ISO TEST CHART NO. 2)



Product (Chemistry)	Power consumption kWh/t	Raw Materials	Tonne consumption pr. tonne of product	By-Products ²⁾	Minimum size of plant ³⁾
High Carbon Ferro Chrome (FeCr) max 8%C	5.000 (4.000)	Cr-ore Reductants	2,6 0,65		1) 7.500
Low Carbon Ferro Chrome (FeCr) max 1% C	11.000	Limestone, dolomite El.paste	0,3 0,05		11.000 t/year
Silicon Carbide (SiC)	8.000	Quartz Coke			
Calcium Carbide (Ca C ₂)	3.300 (3.000)	Lime (95%CaO) Reductants El.paste	0,95 0,6 0.02		1) 4.800 10.000 t/year
Silicon Manganese (Si Mn)	4.500 - 5.000	Manganese ore Reductants	2.4 0,5		1) 9.000 12.000 t/year
Ferro Manganese (Fe Mn)	2.500 2.800	Manganese ore Reductants	2,1 0,5	30% MnO slag Si Mn	1) 9.000 20.000 t/year

Producto	Consumo de energía kWh/tonelada	Insumos
Ferrocromo con alto contenido de carbón (FeCr) max 21%	5.000 (4.000)	Mineral Cr Reductores
Ferrocromo con bajo contenido de carbón (FeCr) max 11%	11.000	Piedra caliza, dolomita Electrodos
Carburo de Silicio SiC	8.000	Guarzo Coke
Carburo de Calcio (Ca C ₂)	3.300 (3.000)	Cal (95% CaO) Reductores Electrodos
Silicio mangano (Si Mn)	4.500 - 5.000	Mineral Mn Reductores
Ferromangano (Fe Mn)	2.500 2.800	Mineral Mn Reductores

Consumo por tonelada pro- ducida En toneladas de insumo	Productos ²⁾ homologados	Capacidad máxima ³⁾ de la planta
2,6 0,65		1) 7.500
0,3		
0,05		11.000 t/año
0,95 0,6 0,02		1) 4.800 10.000 t/año
2,4 0,5		1) 9.000 12.000 t/año
2,1 0,5	30% MnO escoria Si Mn	1) 9.000 20.000 t/año

Product Chemistry)	Power consumption kWh/t	Raw Materials	Tonne consumption pr. tonne of product	By-Products ²⁾	Minimum size of plant ³⁾
Ferro Nickel (Fe Ni)	600	Nickel-ore Reductants El. paste Fuel oil	1,0 0,06 0,004 0,07		1) 7.500 10.000 t/year
Silicon (Si)	20.000	Quartz			
Magnesium (Mg)	20.000	Dolomite, Sea Water	6 800		
Ferro-Silicon (FeSi) (75%)	9.000	Quartz and Iron ore. El. paste	2,0 0,25 0,07		1) 7.500 6.000 t/year
Alumina (Al ₂ O ₃) Pedersen's Process	4.120	Laterite Limestone Metallurgical coke Coke fines Calcined soda Oil	3,2 1,99 0,33 0,55 0,05 0,1	Pig iron 1,0t Grey mud 1,0t	200.000 t/year

Industria	Producción anual (toneladas)	Materia prima	Consumo de energía eléctrica (kwh)	Consumo de agua (m ³)	Consumo de otros recursos
Bauxita (Al ₂ O ₃)	500	Mineral de Bauxita, Reductores, Electrodo de Petróleo	1,0 0,06 0,004 0,07	1)	7.500 10.000 +/ano
Silicio (Si)	20.000	Cuarzo			
Magnesio (Mg)	20.000	Dolomita, Agua salada	6 800		
Perrosilicio (FeSi) (75%)	9.000	Cuarzo, Mineral Fe, Electrodo	2,0 0,25 0,07	1)	7.500 6.000 +/ano
Alúmina (Al ₂ O ₃) Proceso Bayer	4.100	Laterita, Piedra caliza, Coque metalúrgico, Coque purverizado, Soda calcinada, Petróleo	3,2 1,99 0,33 0,55 0,05 0,1	Hierro cochi- no 1,0t	200.000 +/ano

Product (Chemistry)	Power consumption kWh/t	Raw Materials	Tonne consumption pr. tonne of product	By-Products ²⁾	Minimum ³⁾ size of plant
Alumina (Al)	14.000 (18.000)	Alumina Petroleum coke Fluoride Cryolite Soda	1,95 0,55 0,05 0,05 0,05		75.000 t/year
Ferro Silicon Chrome (FeSiCr)	8.000	Cr-ore Quartz Reductants Lime stone, dolomite El. paste	1,2 1,1 0,85 0,3 0,06		
Electro Pig iron (Fe)	2.300 2.500	Iron ore Lime stone	1,75		1) 7.500 23.000 t/year
Electro steel (Fe)					

Producto	Consumo de energía kWh/tonelada	Insumos	Consumo por tonelada producida en toneladas de insumo	Producción de toneladas	Capacidad instalada
Aluminio (Al)	14.000 (19.000)	Alfamina Carque metálico Munofina Oriolita Soda	1,95 0,55 0,05 0,05 0,05	75.000 t/año	
Cromo ferrosilicio (FeSiCr)	8.000	Mineral Cr Cuarzo Reductores Piedra caliza, lomita Electrodos	1,2 1,1 0,85 0,3 0,06	9	
Hierro cochino (Fe)	2 300 2.500	Mineral Fe Piedra caliza	1,75	1) 7.500 2) 23.000 t/año	
Acero (Fe)					

Product (Chemistry)	Power consumption kWh/t	Raw Materials	Tonne consumption pr. tonne of product	By-Products ²⁾	Minimum size of plant ³⁾
Electrolytical Copper (Cu)	2.200	Copper			
Copper matte	700	Cu-concentrate Limestone, dolomite, silica El. paste	1,0 0,3 0,004	SO ₂ to Sulphuric acid	1) 4.000 60.000 t/year
Fertilizer (NPK)	65	Phosphate rock (or phosphoric acid)		Ammonium nitrate Nitric acid	
Heavy water (D ₂ O) 4)		Water			
Hydrogen Peroxide 4) (H ₂ O ₂)		Water Sulphuric acid			
Methanol (CH ₃ OH) 4)					
Silicon crystals 4) (Si)					
Caustic Soda (NaOH) and Chlorine (Cl ₂)	3000 (Cl ₂)	NaCl	1.7t pr.t Cl ₂	H ₂ (28kg/tCl ₂)	

Descripción	Cantidad de energía consumida en el proceso	Material	Cantidad consumida en toneladas de hierro	Industria (2)	Cantidad consumida en toneladas
Cables eléctricos-típicos (N)	0.000	Cobre	1,0	SO ₂ e ácido sulfúrico	1; 4.000
Woolmer battery	700	Concentrado de cobre Piedra caliza, dolomita, sílice Electrodos	0,3 0,004	Nitrato de amonio Acido nítrico	60.000 t/año
Vertilizantes	65	Roca fosfática (o ácido fosfórico)			
Agua pesada (D ₂ O)		Agua			
Agua oxigenada (H ₂ O ₂)		Agua Acido sulfúrico			
Metanol (CH ₃ OH) (A)					
Cristales de silicio (Si) (A)					
Soda cáustica (NaOH) y cloro (Cl ₂) (A)	3000 (Cl ₂)	NaCl	1.7 t/t Cl ₂	(H ₂) (2800 t)	

Product (Chemistry)	Power consumption kWh/t	Raw Materials	Tonne consumption pr. tonne of product	By-Products ²⁾	Minimum size of plant ³⁾
PVC 4)		Ethylene Propylene			
Sulphate pulp 5)	NIL Power balance	Pulpwood	2,0		
Paper (newsprint)	1700	Pulp Mechanical and Chemical	1,0		
Fine paper	1000	Pulp	1,0		

REMARKS: 1) Transformer capacity (KVA)

2) By-product column is left open when slags are of no importance i.e. "normal conditions".

3) The minimum size of plant is independent of local conditions.

4) Process protected by patent and information protected caused by patent rights - hence little or no information.

5) Power producing from by-product lye. Bleached p. has power balance. Unbleached has surplus power.

Producto	Consumo de energía kWh/tonelada	Insumos	Consumo por tonelada producida En toneladas de insumo	Productos ²⁾	Capacidad mínima ³⁾
PVC	4)	Etileno Propileno			
Pasta de madera al sulfato	5)	Ninguno	Madera	2,0	
Papel prensa	1.700	Pasta de celulosa Mecánica y química		1,0	
Papel fino	1.000	Pasta de celulosa		1,0	

- Notas:
- 1) Capacidad del transformador (KVA)
 - 2) En la columna "Productos derivados" se indican sólo los que pueden tener algún valor, aparte de los residuos escoriales.
 - 3) El tamaño mínimo económicamente viable depende de las condiciones locales
 - 4) El proceso está protegido por patentes, por lo cual no se ha podido dar información detallada.
 - 5) En el proceso se genera energía de la lejía producida en el mismo. La pasta blanqueada consume esta energía, mientras que el proceso sin blanqueo produce más energía de lo que consume.

ANNEX 2

PARAGUAY
Industrial Survey
Project IS/PAR/74/017
UNIDO

MINERAL RAW MATERIALS ON
WHICH ELECTRO INTENSIVE
INDUSTRIES CAN BE BASED

ANEXO 2

PARAGUAY
Estudio Industrial
Proyecto IS/PAR/74/017
UNIDO

MATERIAS PRIMAS MINERALES QUE
PUEDEN SERVIR COMO BASE PARA
INDUSTRIAS DE ALTO CONSUMO DE
ENERGIA

MINERAL RAW MATERIALS ON WHICH ELECTRO
INTENSIVE INDUSTRIES CAN BE BASED

Contents:	Page:
Introduction	1
Geological activities in Paraguay	1
Minerals in eastern Paraguay	4
Limestone, marble, calcite and dolomite	4
Quartz and Quartzite	10
Kaolin and Clay	12
Iron Ore	14
Manganese minerals	15
Salt	16
Gypsum	17
Phosphate rocks	17
Bauxite	18
Coal, gas and oil	19
Possible import or raw materials	20
References	21

MATERIAS PRIMAS MINERALES QUE PUEDEN SERVIR COMO BASE
PARA INDUSTRIAS DE ALTO CONSUMO DE ENERGIA

<u>Contenido:</u>	<u>Página:</u>
Introducción	1
Actividades geológicas en el Paraguay	1
Minerales en el Paraguay Oriental	4
Caliza, mármol, calcita y dolomita	4
Quarzo y cuarcita	10
Caolín y arcilla	12
Mineral de hierro	14
Manganeso (mena de manganeso)	15
Sal	16
Yeso	17
Rocas fosfáticas	17
Bauxita	18
Carbón, gas, petróleo	19
Posibles importaciones de materias primas	20
Referencias	21

Annex 2MINERAL RAW MATERIALS IN PARAGUAY ON WHICH ELECTRO
INTENSIVE INDUSTRIES CAN BE BASEDINTRODUCTION

This annex constitutes an integral part of the report "Conceptual Analysis of the possibilities of establishing energy-intensive industries in Paraguay" prepared for the Government of the Republic of Paraguay by Industriekonsulent A.S in collaboration with Kvaerner Engineering A.S at the request of the United Nations Industrial Development Organization.

The annex is a report on the geological findings gathered when preparing for and during the field work in Paraguay in the autumn of 1977 and summarizes the information available at that date on occurrences of minerals on which energy-intensive industries can be based.

The main part of the geological report consists of a map that indicates the localities of mineral occurrences in eastern Paraguay, which could be used in power intensive industries. This map is accompanied by a list that describes the minerals with available chemical and geological data. The geological report should be a good base for future prospecting activities in Paraguay, and it contains several suggestions which are listed under the mineral groups.

The reasons for only presenting a map over the eastern part of the country is the geological fact that the western part of the country or "the Gran Chaco" mainly consists of young sedimentary flat lying rocks of Tertiary and Quaternary age. These rocks will probably not contain any economic mineral deposits although there are possibilities that hydrocarbons and salt layers exist. Very few young intrusive rocks have hitherto been reported in Gran Chaco. If more of the intrusive rocks are found the chances for finding other economic mineral deposits will have to be evaluated.

Geological activities in Paraguay

We have earlier observed that very little has yet been done to investigate the geology of Paraguay and that minimum resources are being dedicated to geological research and exploration for minerals.

The responsibility for these activities is presently shared by the two following institutions:

Anejo 2

Materias primas minerales que pueden servir como base para industrias de alto consumo de energía en el Paraguay

Introducción

Este anejo constituye una parte integral del informe "Análisis de las posibilidades de establecer industrias de alto consumo de energía en el Paraguay", preparado para el Gobierno de la República del Paraguay por la firma Industriekonsulent A.S. en colaboración con Kvaerner Engineering A.S. a pedido de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.

El anejo es un informe sobre los hallazgos geológicos recogidos durante la preparación y la ejecución del trabajo de campo en el otoño de 1977, y un resumen de las informaciones disponibles en aquella fecha sobre ocurrencias de minerales sobre los cuales se podrían basar industrias de alto consumo de energía.

La parte principal del informe geológico consiste en un mapa que indica las localidades de ocurrencias minerales en el Paraguay Oriental que podrían usarse en industrias de alto consumo de energía. Este mapa está acompañado de una lista que describe los minerales con los datos químicos y geológicos disponibles. El informe geológico puede ser una buena base para las futuras actividades de exploración en el Paraguay, y contiene varias sugerencias que se encuentran en la lista del grupo de minerales.

La razón por la cual se presenta un mapa del este del país solamente, es que la parte oeste, el "Gran Chaco", consiste de rocas planas, sedimentarias de edad Terciaria y Cuaternaria. Estas rocas probablemente no contienen depósitos minerales económicos, aunque sea posible que existan estratos de hidrocarburos y sal. Hasta el presente muy pocas rocas intrusivas han sido encontradas en el "Gran Chaco". Si se encuentran más rocas intrusivas se tendrá que reconsiderar la posibilidad de encontrar otros depósitos de minerales económicos.

Actividades geológicas en el Paraguay

Anteriormente hemos observado que todavía se ha hecho muy poco para estudiar la geología del Paraguay y que los recursos minerales están siendo usados para estudios geológicos y la exploración de minerales.

La responsabilidad de estas actividades está actualmente dividida entre las dos siguientes instituciones:

The Departamento de Geologia of the Direccion de Recursos Minerales

of the Ministry of Communications and Public Works formally is in charge of geological mapping and of the prospecting for industrial minerals. This department, however, has an active staff with university training of only one person with a chemical background. Although this person has worked in the Department for a long time and has a relatively good knowledge of the geology and mineral occurrences of the country, he lacks personnel, transport and other resources necessary for an efficient pursuit of even a minimum investigation program.

The Departamento de Geologia of the Direccion de Industrias Militares

is concerned with the prospecting for and exploration of metallic minerals and presently concentrating on the search for and investigation of iron deposits. At the time of the mission's visit two of the geologists were away on lease for a longer period, engaged in the preparations for the construction of the Itaipú hydropower plant, for which reason the only active staff with a university background is a chemist assisted by a number of students. The department is equipped with a chemical laboratory, a diamond drilling machine and four cars.

It is thus obvious that the two government geological institutions are underfinanced and understaffed in relation to the tasks they are expected to undertake. The mission recommends that the future activities in this field be taken up for consideration as to goals and resources. We would also recommend that the two institutions be united and amalgamated to become the Geological Survey of Paraguay. In this context, as the mineral resources will mainly be used as raw materials for possible future industries, it would seem logical that the Geological Survey be administered by the Ministry of Industries and Commerce.

If the Paraguay Government decides to dedicate more resources to geological research and exploration of mineral resources, expertise will have to be found that is capable of handling the job. Apart from the existing staff and the training of young geologists that is already under way, we would like to mention the possibility of interesting Paraguayan experts presently living abroad, such as dr. Antonio Segovia, at present a professor teaching geology at the University of Maryland, who seems to be highly qualified and well skilled to build up and head a Geological Survey.

Although the Governments own efforts on the minerals search field still are very small, the award to "Anschutz Minerals", which is a branch of the Anschutz Corporation, of a seven year contract for the prospecting and eventual exploitation of minerals in eastern Paraguay constitutes a significant step towards better knowledge of the assets of the subsoil of the country.

El Departamento de Geología de la Dirección de Recursos Minerales

del Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas es responsable por la cartografía y la exploración de minerales industriales. Este departamento tiene, entre su personal con preparación universitaria, solamente una persona con conocimientos de química. Aunque esta persona haya trabajado en el Departamento por mucho tiempo y tiene relativamente buenos conocimientos de geología, le falta personal, transporte y otros recursos necesarios para poder efectuar eficientemente un programa de investigación mínimo.

El Departamento de Geología de la Dirección de Industrias Militares

se encarga de la prospección y exploración de minerales metálicos y presentemente se está concentrando en el reconocimiento y la investigación de depósitos de hierro. En la época de la visita de la delegación, dos de los geólogos estaban ausentes por un largo período, trabajando con los preparativos de la central hidroeléctrica de Itaipó, por lo cual el único personal activo con preparación universitaria era un químico asistido por algunos estudiantes. El departamento tiene un laboratorio químico, una máquina de perforación de diamantes y cuatro automóviles.

Es por tanto obvio que los dos institutos geológicos del gobierno están sub-financiados y carecen de personal suficiente para poder prestar los servicios que les son cometidos. La misión recomienda que al planificar actividades futuras en este campo sean estudiadas no solamente las finalidades sino también los recursos necesarios. Recomendamos también que las dos instituciones sean amalgamadas para formar el Levantamiento Geológico del Paraguay. Como los recursos minerales serán principalmente usados como materias primas en las posibles futuras industrias, parecería lógico que el Levantamiento Geológico sea administrado por el Ministerio de Industria y Comercio.

Si el Gobierno del Paraguay se decide a dedicar más recursos a estudios geológicos y a la exploración de recursos minerales, será necesario buscar expertos con la capacidad de ejecutar este trabajo. Aparte del personal ya existente y de los jóvenes geólogos que ahora se han formado, deseamos sugerir la posibilidad de interesar a los expertos paraguayos actualmente viviendo en el extranjero, tales como Dr. Antonio Segovia, profesor catedrático, actualmente enseñando geología en la universidad de Maryland, que nos parece ser sumamente calificado para formar y dirigir un Levantamiento Geológico.

Aunque son todavía pequeños los esfuerzos del Gobierno en el campo de reconocimiento de minerales, se considera que el otorgamiento a "Anschutz Minerals", de la Anschutz Corporation, de un contrato de siete años para la exploración y futura explotación de minerales en el Paraguay oriental, constituye un paso significativo para mejorar los conocimientos de los recursos del subsuelo del país.

The Concession covers 168.000 square kilometers and allows for the exclusive exploitation of metallic and non-metallic minerals, including radioactive and precious metals.

The Anschutz Corporation is a major US corporation, based in Denver, Colorado, working in the fields of prospecting, drilling for and production of oil and gas, gas transmission, oil tanker operations and mining. They plan to employ, during their working time in Paraguay, a basic staff of twenty people, of which about ten geologists, and intend to spend 0.5 to 1 million US\$ per year during the first two to three years. They will be equipped with several field vehicles and an aeroplane, fit to land on primitive landing strips in the working areas, and plan to do some 100.000 kms aerial magnetic survey.

The basic staff will be supplemented by specialized consultants to be brought in as the need for their services arise.

Although we do not know the details of the agreement with Anschutz we would like to underline the convenience of a close cooperation between the proposed Geological Survey and this contractor in order to avoid overlapping and to ensure that the geological information gathered is conveniently recorded in Paraguay.

La concesión incluye 168.000 kilómetros cuadrados y permite la explotación exclusiva de minerales metálicos y no metálicos, inclusive metales radioactivos y preciosos.

La Anschutz Corporation es una importante sociedad de los E.E.U.U.A.A. con base en Denver, Colorado, que opera en los campos de prospección de minerales, perforación por y producción de petróleo y gas, transporte de gas y petróleo y minería.

Durante el período de su trabajo en el Paraguay emplearán un grupo básico de 20 personas, 10 de las cuales geólogos, e intentan gastar de 0.5 a 1 millón de \$US por año durante los dos o tres primeros años. Tendrán a su disposición varios vehículos de campo y un avión capaz de aterrizar en pistas primitivas en las áreas de trabajo, y apto para hacer un estudio aereo magnético de unos 100.000 kilómetros.

Al equipo básico se añadirán consultantes especializados que serán contratados conforme sea necesario.

Aunque no conocemos los detalles del acuerdo con Anschutz, quisieramos apuntar la conveniencia de que se establezca una cooperación íntima entre el Levantamiento Geológico sugerido y esta compañía, para evitar que se sobrepongan esfuerzos y para asegurar que la información geológica recogida sea convenientemente registrada en el Paraguay.

MINERALS IN EASTERN PARAGUAY

List of presently known findings and recommendations for future prospecting activities

Already during the preparatory phase of this study it was obvious that it would be necessary to list all known indications of minerals that may be available in the country and which can provide the raw material base for power intensive industries. Since, except for limestone and kaolin, no mineral deposits of economic value are presently known, we would have to recommend that a prospecting program be planned, through which the mineral assets of Paraguay can be evaluated. We hope that this list and the accompanying map will be a good base for future prospecting activities.

The list contains 11 mineral groups. For each group a geological description is given with recommendations for possible follow up prospecting. The mineral localities are given the closest possible geographical description. For some of the findings chemical analyses are also given.

At the end of the report there is a chapter where possible imported raw materials, are mentioned with a short description of localities, quantities and qualities of some sources in Bolivia and Brazil.

Limestone, marble, calcite and dolomite

This mineral group is divided into:

- a. Limestone deposits in the Vallemi area, (nos. 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 22 and 23).
- b. Limestone deposits in the Villarica area (nos. 7, 12, 13 and 14).
- c. Carbonatite deposits in north-eastern Paraguay (no. 6).
- d. Marble and calcite deposits (nos. 15, 16, 17, 18, 19, 20 and 21).
- e. Dolomite deposits (nos. 1 and 6).

a. Limestone deposits in the Vallemi area

The most important industrial mineral of which there are proven economic quantities is limestone in the Vallemi area.

On the map nos. 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11 and 23 are limestone deposits. Extensive limestone deposits are found in the Cambrian Itapucumi series in the north-eastern corner of Eastern Paraguay as shown on the map. Close to the main area, limestones of the same series are found both to the east and to the west.

Minerales en el Paraguay Oriental

Lista de depósitos conocidos y recomendaciones para futuras prospecciones

Ya en la fase preparatoria de este estudio fué obvio que sería necesario juntar todas las indicaciones conocidas de depósitos de minerales en el país, que podrían abastecer las materias primas necesarias para las industrias de alto consumo de energía. Como actualmente no se conoce ningún depósito mineral de valor económico, aparte de los de piedra caliza y caolín, tenemos que recomendar que se planifique un programa de prospección por el cual los recursos minerales del Paraguay puedan ser evaluados. Esperamos que esta lista y el mapa que la acompaña serán una base para futuras actividades de prospección.

Esta lista contiene 11 grupos de minerales. Para cada grupo se ha hecho una descripción geológica con recomendaciones para posibles prospecciones. A las localidades con yacimientos minerales se les han dado una descripción geográfica la más precisa posible. Para algunos yacimientos se conocen los datos del análisis químico.

Al final del informe hay un capítulo que menciona la posible importación de materias primas, con una pequeña descripción de las localidades, cantidades y cualidades de algunas de las fuentes en Bolivia y Brazil.

Caliza, mármol, calcita y dolomita

Este grupo de minerales está dividido en:

- a. Depósitos de caliza en la región de Vallemi,
(Nos. 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 22 y 23)
- b. Depósitos de caliza en la región de Villarica,
(Nos. 7, 12, 13 y 14)
- c. Depósitos de carbonita en el nordeste del Paraguay,
(No. 6)
- d. Depósitos de mármol y calcita,
(Nos. 15, 16, 17, 18, 19, 20 y 21)
- e. Depósitos de dolomita,
(Nos. 1 y 6)

a. Depósitos de caliza en la región de Vallemi

El mineral industrial más importante del que se ha podido comprobar que existe en cantidades económicas, es la piedra caliza en la región de Vallemi.

En los Nos. 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11 y 23 del mapa hay depósitos de caliza. Hay depósitos notables de caliza en la serie Cámbrica de Itapucumi en el rincón nordeste del Paraguay Oriental, como indica el mapa. En las cercanías de la región principal al este y al oeste se han encontrado indicaciones de caliza de la misma serie.

The Itapucumi series mainly consist of limestone and dolomite, but are interbedded with sandstones, siltstones, marls, arcoses and conglomerates. The limestone itself is fine grained with colour from light to dark gray in well defined relatively thin beds. Locally the beds are thick and massive, alternating with shaly limestone and marly shale.

Most of the Itapucumi series are covered with Quaternary deposits. The deposits are up to 30m thick and consist of sinter, breccias and calcite conglomerates as well as sand and gravel.

The Itapucumi series are gently folded with numerous fault zones. In the limestone beds dolomite is often interbedded in thickness of 2-5 meters.

Very little research has been done in the Itapucumi series to outline areas that would be suitable for mining of limestone and dolomite for different industrial purposes.

The typical chemical composition of the limestone is shown in the table below. (Altamirano 1973).

Sample no.1 Limestone in the "Cordillera de las 15 Puntas
10 kms WNW from Estancia Centurión

Sample no.2 Oolitic limestone 45 kms NNW from Puerto Max
by the Rio Paraguay

Sample no.3 Limestone from Cerro Paiva 10 kms SW of
San Carlos

<u>Sample no</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>
Insoluble	3.34	3.90	1.12
CaO	50.90	52.69	52.85
MgO	0.93	-	-
(Fe,Al) ₂ O ₃	2.97	1.97	3.03
H ₂ O	1.75	-	0.36
CO ₂	40.98	41.30	42.40
Organic matter	-	0.69	-
	<u>100.95</u>	<u>100.55</u>	<u>99.66</u>

In the paper "Proyecto Aquidaban" by OAS (Organization of American States) from 1975, there are analyses of 18 limestone samples from the Itapucumi series. In general it can be said that huge quantities of good limestone for all industrial and agricultural purposes can be found in the Itapucumi series. Very little investigation has however been done to outline the most favourable sites for limestone quarries. The best known area is on the banks of Rio Paraguay from San Lazaro in the north to Puerto Itapucumi in the south.

La serie de Itapucumi consiste principalmente de piedra caliza y dolomita, pero está intercalada con roca arenisca, silt, margas, arcoses y conglomerados. La caliza es de grano fino y el color varía de ceniza claro a ceniza oscuro, en capas finas, relativamente bien definidas. En ciertas partes las capas son gruesas y masivas, alternando entre caliza arcillosa y marga arcillosa.

La mayoría de las series de Itapucumi están cubiertas de depósitos Cuaternarios. Los depósitos tienen 30 m de espesor y consisten de siltos, brechas y conglomerados de calcita así como arena y grava.

Las series de Itapucumi están suavemente envueltas con varias zonas defectuosas. En las capas de caliza frecuentemente se encuentra dolomita intercalada en un espesor de 2 - 5 metros.

Se han efectuado muy pocos estudios de la serie de Itapucumi para establecer las regiones favorables para la explotación de caliza y dolomita para fines industriales.

La composición química típica de la caliza se indica en la table que sigue: (Altamirano 1973)

Muestra No. 1 Caliza en la Cordillera de las 15 Puntas
10 kms ONO de Estancia Centurión

Muestra No. 2 Calizaoolítica 45 kms NNO de Puerto Marx
a orillas del Rio Paraguay

Muestra No. 3 Caliza de Cerro Paiva, a 10 kms SO de San Carlos

<u>Muestra No.</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>
Insoluble	3.34	3.90	1.12
CaO	50.90	52.69	52.85
MgO	0.93	-	-
$(Fe, Al)_2 O_3$	2.97	1.97	3.03
H_2O	1.75	-	0.36
CO_2	40.98	41.30	42.40
Materia orgánica	-	0.69	-
	<u>100.95</u>	<u>100.55</u>	<u>99.66</u>

En el informe "Proyecto Aquidaban" de la OEA (Organización de los Estados Americanos) de 1975, se han analizado 18 muestras de caliza de las series de Itapucumi. Por lo general se puede decir que hay enormes cantidades de caliza que sirven para todos los fines industriales y agrícolas en las series de Itapucumi. Se ha hecho poca investigación para establecer los sitios más adecuados para canteras de caliza. La región más conocida es la de la orilla del Rio Paraguay, desde San Lázaro en el norte hasta Puerto Itapucumi en el sur.

The Vallemi cement plant with its corresponding limestone quarry lies on the eastern bank of Rio Paraguay, 7 kms south of San Lazaro. The quarry gives excellent limestone for cement production. One analysis from the paper "Proyecto Aquidaban" 1975 gave the following compositions:

SiO ₂	Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Ignition loss
1.87%	0.60%	53.68%	0.36%	42.58%
CaCO ₃	MgCO ₃			
96.08%	0.76%			

There are several continuous beds of pink to white dolomitic limestone in the quarry with thicknesses up to 3m. The dolomite has to be removed by hand or avoided by selective quarrying.

At the eastern bank of Rio Paraguay 12 kms. south of Vallemi at Puerto Riso a few diamond drill holes are said to have been drilled to approximately 60 meters depth. There are no known results from this work recorded. Further south, at Itapucumi, 56 kms from Vallemi about 10 diamond drill holes have been drilled by Industrias Militares. The limestone dips 4-6° to the east and one of the sections has the following analytical results over 45 m:

SiO ₂	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃ +Al ₂ O ₃
3.78%	53.35%	0.04%	0.27%

In the paper "Proyecto Aquidaban" 1975 (pp 166) good and extensive limestone deposits in the vicinity of Garay-cúe 55 kms to the east of Itapucumi are mentioned.

a. Limestone deposits in the Villarica area

West of Caaquazú at a distance of 30 kms east of Cnel Oviedo there is a small quarry (Calera Cachimbo) where limestone is produced for soil conditioning (no.7.). The limestone is of Permian age (Morinigo 1971). The localities nos. 12, 13 and 14 may be of the same type. In Calera Cachimbo 30-40 tons of soil conditioner is produced per day with the following composition: (average of 7 samples):

SiO ₂	Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Ignition loss
10.51%	1.25%	47.79%	1.16%	38.90%

La planta de cemento de Vallemi, con su cantera de caliza correspondiente, está situada en la orilla este del Río Paraguay, 7 kms al sur de San Isidro. La cantera produce caliza excelente para producción de cemento. Un análisis del informe "Proyecto Aquidaban" 1975 da las siguientes composiciones:

SiO_2	$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$	CaO	MgO	Pérdida de ignición
1.97%	0.60%	53.68%	0.36%	42.59%
CaCO_3	MgCO_3			
96.09%	0.76%			

Hay en la cantera varias camadas continuas de caliza dolomítica con hasta 3 m de espesor. La dolomita tiene que ser quitada a mano o quitada por explotación selectiva.

En la orilla este del Río Paraguay, 42 kms al sur de Vallemi en Puerto Rico, se dice haber hecho algunas perforaciones de diamante hasta una profundidad de 60 metros. No se sabe si existe algún resultado registrado de este trabajo. En Itapucumí más al sur, a 56 kms de Vallemi, las Industrias Militares han hecho aproximadamente 10 perforaciones de diamante. La caliza pende 4-6° hacia el este y una de las secciones demuestra los resultados analíticos siguientes sobre 45 m:

SiO_2	CaO	MgO	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$
3.78%	53.35%	0.04%	0.27%

En el informe "Proyecto Aquidaban" 1975 (pp 166) se mencionan buenos y extensos depósitos de caliza en la proximidad de Garay-cué 55 kms al este de Itapucumí.

b. Depósitos de caliza en la región de Villarica

Al oeste de Caaguazú a una distancia de 30 kms al este de Cne. Oviedo, hay una pequeña cantera (Calera Cachimbo) donde se produce caliza para el acondicionamiento de tierra, (No. 7). La caliza es de la edad Pérmica (Morinigo 1971). Las localidades Nos. 12, 13 y 14 pueden ser del mismo tipo. En la Calera Cachimbo se producen de 30-40 toneladas de acondicionamiento de tierra por día con la composición siguiente: (media de 7 muestras)

SiO_2	$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$	CaO	MgO	Pérdida de ignición
10.51%	1.25%	47.79%	1.16%	38.90%

The limestone which is oolitic is flatlying. In the quarry there are two beds with thicknesses of 1.0 and 1.3 m. Between the two beds there is a 0.3 m thick sandstone layer.

No information was available from a few 30 m deep diamond drill holes in the area. It is believed, though, that the thickness of the limestone beds do not exceed 5 meters. Sr. Casañas, Villarrica, owns the quarry and he also owns the limestone area (Pañetey No.13) NE of Villarrica.

A small sample from Calera Cachimbo analyzed in Norway gave the following composition:

SiO ₂	CaO	Fe ₂ O ₃ +Al ₂ O ₃	MgO	Ignition loss
29.21%	33.40%	3.61%	0.62%	28.2%

The other two localities nos. 12 and 14 are small, 1-2 m thick.

It would be of special interest if the limestone in this area could be used as raw material for a new cement plant, conveniently located near the Itapú, Yacyreta and Corpus hydropower constructions. Although quality and quantity of these deposits on presently known data do not look too promising for cement production, a prospecting program will have to be carried out to clarify whether these limestone sources are suitable for a cement plant.

c. Carbonatite deposits in North-Eastern Paraguay

Carbonatite is mined in several quarries at Cumbre 12 kms east of Cerro Corá (no.6). The carbonatite is used as soil conditioner in acid-rich soils in nearby Brazilian farmland.

A chemical analysis of a sample from the Carbonatite has the following composition (Proyecto Aquidaban 1975):

SiO ₂	Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Ignition loss
4.24%	3.93%	48.43%	2.48%	40.60%
CaCO ₃	MgCO ₃			
86.68%	5.20			

It is believed that there are possibilities to find similar types of carbonatite occurrences further to the south and south-west. If carbonatites are found further to the south, they could be a source of raw materials for a cement plant in the central parts of the country.

La caliza, que es oolítica, es plana. En la cantera hay dos capas con el espesor de 1.0 y 1.3 m. Entre las dos capas hay una capa de roca arenisca de 0.3 m.

No se pudieron recoger informaciones algunas sobre las perforaciones de diamante de 30 m de profundidad que se han hecho en la zona. Se supone que el espesor de las capas de caliza no pasarán de los 5 metros. El Sr. Casañas, Villarica, es el dueño de la cantera y también de la área de caliza (Panetey No. 13) NE de Villarica.

Una pequeña muestra de la Galera Cachimbo analizada en Foruega dió la composición siguiente:

SiO_2	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$	CaO	MgO	Pérdida de ignición
29.21%	3.61%	33.40%	0.62%	28.2%

Las dos otras localidades Nos. 12 y 14 son pequeñas con 1-2 m de espesor.

Sería de interés especial si la caliza en esta región podría ser usada como materia prima para una fábrica de cemento convenientemente localizada cerca de las centrales hidroeléctricas de Itaipú, Yacyretá y Corpus. Aunque la calidad y cantidad de estos depósitos basados en datos actualmente conocidos no parecen ser muy aptas para la producción de cemento, habrá que hacer exploraciones para establecer si estas fuentes de piedra caliza pueden ser adecuadas para una posible fábrica de cemento.

c. Depósitos de carbonita en el Nordeste del Paraguay

En varias canteras en Cumbre, 12 kms al este de Cerro Corá (No. 6) se extrae carbonita que se usa como acondicionador para tierras muy ácidas en estancias brasileñas cercanas.

Un análisis químico de una muestra de la carbonita da la composición siguiente: (Proyecto Aquidaban 1975).

SiO_2	$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$	CaO	MgO	Pérdida de ignición
4.24%	3.93%	48.43%	2.48%	40.60%
CaCO_3	MgCO_3			
86.68%	5.20%			

Se supone que es posible encontrar tipos semejantes de carbonita más al sur y sudoeste. Si se encuentran carbonitas más al sur podrían ser una fuente de materias primas para una fábrica de cemento en las partes centrales del país.

d. Marble and calcite deposits

The marble and calcite deposits are of minor importance for the power intensive industries, but they could be actual sources of lime if there are no good limestone alternatives in the vicinity. Nos. 16-21 are marble deposits and no.15 is a calcite deposit.

e. Dolomite deposits (no. 1 and 6)

Dolomite is a very important mineral in the production of magnesium. White dolomite is also used as a filler in the paper, plastic and paint industries. In the Itapucumi series there are several dolomitic horizons. The dolomites are often pink and white. No quantities of dolomite have been evaluated or mapped in the series of Itapucumi, but geologists who have worked in the area believe that there are good chances of finding sufficient deposits of dolomite for industrial purposes. In the Vallemi quarry there appear to be dolomitic beds with thicknesses up to 3m.

Analyses of the "Panceta" - horizon show the following composition:

SiO ₂	Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	CO ₂
12.4%	4.44%	28.33%	15.23%	38.55%

One sample of white dolomite has the following composition:

SiO ₂	Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	CO ₂
1.6%	3.7%	33.7%	15.1%	49.5%

Dolomite is also abundant in the carbonatites at Cerro Corá. There should be possibilities for enriched dolomite areas within the carbonatite bodies.

d. Depósitos de mármol y calcita

Los depósitos de mármol y calcita no son muy importantes para las industrias de alto consumo de energía, pero podrían ser fuentes de cal si no existen alternativas de caliza en la proximidad. Los Nos. 16-21 son depósitos de mármol y el No. 15 es un depósito de caliza.

e. Depósitos de dolomita (Nos. 1 y 6)

La dolomita es un mineral muy importante para producir magnesio. La dolomita blanca es también usada como rellenedor en las industrias de papel, plásticos y tintas. En las series de Itapucumi hay varios horizontes de dolomita. Las dolomitas son frecuentemente rosadas y blancas. No se han establecido en la serie de Itapucumi significantes cantidades de dolomita, pero geólogos que han trabajado en la región creen que debe haber posibilidades de encontrar depósitos de dolomita suficientes para fines industriales. En la cantera de Vallemi parece haber capas de dolomita con hasta 3 m de espesor.

Un análisis de la zona "Panceta" muestra la composición siguiente:

SiO ₂	Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	CO ₂
12.4%	4.44%	28.33%	15.23%	38.55%

Una muestra de dolomita blanca tiene la composición siguiente:

SiO ₂	Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	CO ₂
1.6%	3.7%	33.7%	15.1%	49.5%

La dolomita es también abundante en las carbonitas de Cerro Corá. Debe haber posibilidades de áreas ricas en dolomita dentro de las unidades de carbonita.

List of Limestone, Marble, Calcite and Dolomite deposits

<u>No.</u>	<u>County</u>	<u>Locality</u>
1	Concepcion	<u>The series of Itapucumi</u> which cover an area of about 2000 km ² are shaded on the map with NE-SW-striking lines. In the Itapucumi series limestone, marble, calcite, dolomite, sandstones, siltstones, marls, arcoses and conglomerates are found.
2	"	<u>Cerro Paiva</u> (limestone)
3	"	<u>Santa Maria</u> (limestone)
4	"	<u>Taga tiyá</u> (limestone)
5	"	<u>Machuca cue</u> (limestone)
6	Amambay	<u>Chirigüelo, Cumbre = Cerro Corá</u> (carbonatite)
7	Caaguazu	<u>Cachimbo</u> (limestone)
8	Alto Paraguay	<u>Cerro Galvan</u> (limestone)
9	"	<u>Cerro Colorado (= Pto Casado)</u> (limestone)
10	Hayes	<u>Pto Pinasco</u> (limestone)
11	Alto Paraguay	<u>Puerto Sastre</u> (limestone)
12	San Pedro	<u>San Estanislao</u> (limestone 1,5-2 in thickness)
13	Guaira	<u>Independencia, Pañetey</u> (limestone)
14	Caaguazu	<u>Dr. Cecilio Baez, Yhovy</u> (limestone)
15	Concepcion	<u>Puerto Max, Est. Postillon</u> (calcite)
16	"	<u>Col. San Lázaro</u> (marble)
17	"	<u>Cerro Santa Elena</u> (marble)
18	"	<u>Puerto Francia</u> (marble)
19	"	<u>Vallemi</u> (marble and limestone quarry of Vallemi cement plant)
20	Misiones	<u>Villa Florida</u> (marble, small veins)
21	Concepcion	<u>Itapuguacú</u> (marble)
22	"	<u>Itacuá</u> (limestone)
23	"	<u>Garay-cué</u> (limestone)
24 (1.)	"	<u>The series of Itampucumi</u> (also dolomite)
(6)	Amambay	<u>Chirigüelo, Cumbre = Cerro Corá</u> Carbonatite which also contains some dolomite

Lista de depósitos de Caliza, Mármol, Calcita y Dolomita

<u>No.</u>	<u>Departamento</u>	<u>Localidad</u>
1	Concepción	<u>Las series de Itapucumi</u> , que cubren una área de más o menos 2000 kms ² , están grafadas en el mapa con líneas de dirección NE-SO. En la serie de Itapucumi se encuentran caliza, mármol, calcita, dolomita, roca arenisca, silt, margas, arcosa y conglomerados.
2	"	<u>Cerro Poiva</u> (caliza)
3	"	<u>Santa María</u> (caliza)
4	"	<u>Taga tiyá</u> (caliza)
5	"	<u>Machuca cué</u> (caliza)
6	Amanbay	<u>Chirigüelo, Cumbre = Cerro Corá</u> (carbonita)
7	Caaguazú	<u>Cachimbo</u> (caliza)
8	Alto Paraguay	<u>Cerro Galvan</u> (caliza)
9	" "	<u>Cerro Colorado (=Pto Casado)</u> (caliza)
10	Itapúa	<u>Pto Pinasco</u> (caliza)
11	Alto Paraguay	<u>Puerto Sastre</u> (caliza)
12	San Pedro	<u>San Estanislao</u> (caliza 1,5-2 de espesor)
13	Caazapa	<u>Independencia, Pañetey</u> (caliza)
14	Caaguazú	<u>Dr. Cecilio Baez, Yhovv</u> (caliza)
15	Concepción	<u>Puerto Max, Est. Postillón</u> (calcita)
16	"	<u>Col. San Lázaro</u> (mármol)
17	"	<u>Cerro Santa Elena</u> (mármol)
18	"	<u>Puerto Francia</u> (mármol)
19	"	<u>Vallemi</u> (cantera de mármol y caliza de la fábrica de cemento de Vallemi)
20	Misiones	<u>Villa Florida</u> (mármol, vetas pequeñas)
21	Concepción	<u>Itapuguacú</u> (mármol)
22	"	<u>Itacuí</u> (caliza)
23	"	<u>Caray-cué</u> (caliza)
24 (1)	"	<u>La serie de Itapucumi</u> (dolomita también)
(6)	Amanbay	<u>Chirigüelo, Cumbre = Cerro Corá</u> (carbonita que contiene dolomita)

Quartz and Quarzite

Quartz occurs in several places in the country both as hydrothermal in veins and pegmatites and as metamorphosed sandstone in quartzites. The vein and pegmatite type of quartz is usually very pure and could possibly be a source in the industries of silica glass, silicon metal and silicon carbide. Quartzite usually contains impurities like iron and alumina. If the content of iron and alumina is not too high, it is possible to use quartzite in the silicon-alloys industries.

Very little of the quartz and quartzite localities have been mapped, sampled and analyzed, so here a lot of work remains to be done.

a. Localities of quartz occurrences:

The numbers 1,2,3 and 4 are Precambrian vein quartz and pegmatite quartz. No.1 is the area north and north-west of San Miguel. It is a highly fractured metaquartz and it does not seem to be very pure, because of the presence of some chlorite, but there should be good possibilities of finding veins with crystal quartz of high purity. Analysis of one sample gives the following values:

SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
99.05%	0.23%	Not analyzed

In the precambrian rocks in Concepcion there are several localities with pegmatite quartz (nos.2.3.4 and 14).

b. Localities of quartzites

There are several localities with sandstone and quartzites. In most cases they are too impure for industrial use, but within the quartzite layers there should be good chances of finding zones of rather pure quality. Nos.5,6,7 and 8 are localities of a Silurian sandstone and quartzite. Analysis from three of the localities have given the following results:

Locality No	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
5	96.68%	0.224%	5.11%
7	98.10%	0.24%	Not analyzed
8	97.88%	0.08%	2.47%

The analytical results of these samples show a poor quality quartz with an alumina-content that is far too high and a silica-content that is too low. If the zone, which is 80 km long, if thoroughly investigated one should have possibilities of finding quartzite deposits with a quality good enough to be used in the silicon-alloys industries.

Quarzo y cuarcita

Quarzo ocurre en varias regiones del país tanto hidrotérmico en vetas y pegmatitas, como en roca arenisca metamorfoseada en cuarcitas. El tipo de cuarzo de veta y pegmatita es generalmente muy puro y podría posiblemente ser usado en las industrias de vidrio de sílice, hierro silicio y carburo de silicio. La cuarcita generalmente contiene impurezas como hierro y alúmina. Si el porcentaje de hierro y alúmina no es demasiado alto, se puede usar la cuarcita en la industria de elecciones de silicio.

Muy pocas de las localidades de cuarzo y cuarcita han sido cartografiadas, muestreadas o analizadas, así que aquí queda mucho por hacer.

a. Localidades de ocurrencias de cuarzo

Los números 1, 2, 3 y 4 son cuarzo de vetas Precámbricas y cuarzo pegmatítico. El No. 1 es el área norte y nordeste de San Miguel. Es un metacuarzo altamente fracturado y no parece ser muy puro debido a la presencia de dorita, pero debe ser posible encontrar vetas con cuarzo de cristal de alta pureza. Un análisis de una muestra dió los valores siguientes:

SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3
99.05%	0.23%	No analizado

En las rocas precámbricas de Concepción hay varias localidades con cuarzo pegmatita (Nos. 2, 3, 4 y 14).

b. Localidades de cuarcita

Hay varias localidades de roca arenisca y cuarcita. Por lo general son demasiado impuras para uso industrial pero debe haber posibilidades de encontrar, entre las camadas de cuarcita, zonas de calidades bastante puras. Los Nos. 5, 6, 7 y 8 son localidades de roca arenisca cuarcita Silurianas. Análisis de tres de las localidades han dado los resultados siguientes:

<u>Localidad No.</u>	SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3
5	96.68%	0.224%	5.11%
7	98.10%	0.24%	No analizado
8	97.88%	0.08%	2.47%

Los resultados analíticos de estas muestras dan un cuarzo de calidad inferior, un contenido de alúmina muy alto y un contenido de silicio muy bajo. Si el área, que tiene 80 kms de longitud, fuera minuciosamente examinada, debería ser posible encontrar depósitos de cuarcita de calidad suficientemente buena como para ser usada en las industrias de elección de silicio.

Nos.9,10,11,12 and 13 are quartzite quarries mentioned in the paper "Plan Triangulo" (1966). The quartzite which belongs to the Misiones series of Triassic age is quarried and used as road material. It is in most cases a red iron-rich quartzite that is believed to be contact metamorphosed. No mapping or analysis has been carried out on this type of quartzite. Even if it is rich in iron it can very well be used in the ferrosilicon industry, provided the content of other impurities is low.

We would recommend that these deposits be investigated as soon as possible, as they provide a raw material that may be used in a ferrosilicon industry. If so, it should not be used as road building material.

There are also other possibilities for quartz sources in Paraguay.

On the river banks there are huge quantities of sand which may be of good quality suitable for industrial purposes. In the outer rim of the carbonatites quartz is often built. Quartz can also probably be found in pegmatites in the Precambrian formations south of Asuncion.

A locality of quartz is reported near Villa Florida.

List of Quartz and Quartzite localities

<u>No.</u>	<u>County</u>	<u>Locality</u>
1	Misiones	<u>San Miguel, Itayuru</u> (metaquartzite and vein quartz)
2	Concepcion	<u>Est. Santa Sofia</u> (Pegmatite quartz)
3	"	<u>Potrero Quien Sabe</u> (Pegmatite quartz)
4	"	<u>Zanja Moroti</u> (Pegmatite quartz)
5	Cordillera	<u>Emboscada Noeva</u> (Quartzite and sandstone)
6	"	<u>Colombia</u> (Quartzite and sandstone)
7	"	<u>Piribuy Pirarétá</u> (Quartzite and sandstone)
8	Paraguari	<u>Caballero</u> (Quartzite and sandstone)
9	Central	<u>Ypané</u> (Quartzite)
10	"	<u>San Antonio, Guarambaré</u> (Quartzite)
11	Misiones	<u>San Juan Baptista</u> (Quartzite)
12	"	<u>San Ignacio</u> (Quartzite)
13	Itapua	<u>San Cosme y Damián</u> (Quartzite)
14	Concepcion	<u>Est. J.E. Lopez, Puerto Sino</u> (pegmatite quartz)

Los Nos. 9, 10, 11, 12 y 13 son canteras de cuarcita mencionadas en el informe "Plan Triangulo" (1966). La cuarcita que es de la serie Misiones, de la edad Triásica, es explotada y usada para material de construcciones de carreteras. Es principalmente una cuarcita roja rica en hierro que se cree tener contacto metamórfico. Ninguna cartografía o análisis han sido efectuados en cuanto a este tipo de cuarcita. Añadirle mica en hierro puede muy bien servir en la industria de ferrosilicio, siempre y cuando el contenido de otras impurezas sea bajo.

Recomendamos que estos depósitos sean examinados lo más pronto posible ya que pueden proveer materia prima que se podrá usar en la industria de ferrosilicio. Si es así, no deberá ser usada en la construcción de caminos.

Hay también otras posibilidades de fuentes de cuarcita en el Paraguay.

En las orillas de los ríos hay enormes cantidades de arena que pueden ser de buena calidad para fines industriales. En las zonas exteriores de las carbonitas muchas veces se encuentra cuarzo. Es también probable que pueda haber cuarzo en las pegmatitas en las formaciones Precámbricas al sur de Asunción.

Una localidad de cuarcita ha sido observada cerca de Villa Florida.

Lista de localidades de cuarzo y cuarcita

<u>No.</u>	<u>Departamento</u>	<u>Localidad</u>
1	Misiones	<u>San Miguel, Itayuru</u> (metacuarcita y cuarzo en vetas)
2	Concepción	<u>Est. Santa Sofía</u> (cuarzo pegmatita)
3	"	<u>Potrero Quien Sabe</u> (cuarzo pegmatita)
4	"	<u>Zania Moroti</u> (cuarzo pegmatita)
5	Cordillera	<u>Emboscada Nueva</u> (cuarcita y roca arenisca)
6	"	<u>Colombia</u> (cuarcita y roca arenisca)
7	"	<u>Piriebuy Piraretá</u> (cuarcita y roca arenisca)
8	Paraguarí	<u>Caballero</u> (cuarcita y roca arenisca)
9	Central	<u>Ypané</u> (cuarcita)
10	"	<u>San Antonio, Guarambaré</u> (cuarcita)
11	Misiones	<u>San Juan Bautista</u> (cuarcita)
12	"	<u>San Ignacio</u> (cuarcita)
13	Itapúa	<u>San Cosme y Damían</u> (cuarcita)
14	Concepción	<u>Est. J.E. López, Puerto Sino</u> (cuarzo pegmatita)

Kaolin and Clay

Due to the climatic conditions in Paraguay kaolin and clay as weathered products are found all over the country in the favourable rock units. Kaolin and other clays are found mixed in several places and are used as a raw material in the production of tile, brick, pottery, sanitary porcelain and sewage pipes.

There are three different types of kaolin and clay deposits:

- a. One type occurs as weathered sediments in rather thin flatlying beds between layers of sandstone. (Nos. 1,2,3,4,5,6,7,10 and 11).

It is said to be of a good quality with very little iron salts.

- b. Nos. 8 and 9 are kaolin fillings in subvertical fault zones. Also this type is of good quality, but the quantities seem to be small.

- c. The Vargas Peña type (Nos 12,13,14,15,16 and 17) is weathered products of the Vargas Peña shale in the Itacurubi series of Silurian age.

There are several pits of the Vargas Peña type and the thickness of the clays are up to 20 m. The quality is not as good as the two types mentioned, but the zone of the Vargas Peña shale can be followed over several tens of kilometers, so there should be fairly good chances of finding more of these clays.

In general kaolin and clay are not minerals used in the power intensive industries. They are mentioned in this list for two reasons:

1. In the future kaolin and other clays rich in alumina may be used as a raw material for aluminium.
2. In a possible future paper mill, kaolin could be used as a filler.

According to Putzer and Eckel a few analyses have been made of the Paraguayan kaolins. The results of these do not indicate that they are very suitable as fillers in the paper industry, but the geological, mineralogical and chemical studies that still have to be made may give more positive indications.

Caolín y arcilla

Debido a las condiciones climatológicas del Paraguay se encuentran en todo el país caolín y arcillas como productos de desgaste en formaciones rocosas favorables. El caolín y otras arcillas se encuentran mezcladas en varias partes del país, y se usan como materia prima para producir ladrillos, cerámica, porcelana sanitaria y tubos para desagüe.

Hay tres tipos diferentes de depósitos de caolín y arcilla:

- a. Un tipo ocurre en sedimentos desgastados en capas planas finas entre estratos de roca arenisca. (Nos. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10 y 11) Parece ser de buena calidad con muy pocas sales de hierro.
- b. Nos. 8 y 9 son rellenos de caolín en zonas defectuosas subverticales. Este tipo también es de buena calidad, pero las cantidades parecen ser pequeñas.
- c. Los del tipo Vargas Peña (Nos. 12, 13, 14, 15, 16 y 17) son productos desgastados del esquisto arcilloso de Vargas Peña en la serie Itacurubi de la edad Silúrica.

Hay varios pozos del tipo Vargas Peña. El espesor de la arcilla es de hasta 20 m. La calidad no es tan buena como la de los dos tipos mencionados, pero la zona del esquisto arcilloso de Vargas Peña se puede seguir por una distancia de algunos diez kilómetros, así que deberá ser posible encontrar más de estas arcillas.

Generalmente caolín y arcilla no son minerales que se usan en la industria de alto consumo de energía. Están mencionados en esta lista por dos razones:

1. En el futuro el caolín y otras arcillas ricas en alúmina pueden llegar a ser usadas como materia prima para aluminio.
2. En una futura fábrica de papel, caolín podría ser usado como relleno.

Conforme Putzer (1962) y Eckel (1959) se han hecho unos análisis de las caolinas paraguayas. Los resultados de estos no indican que serían muy favorables como rellenos en la producción de papel, pero los estudios geológicos, mineralógicos y químicos que todavía quedan por realizarse, pueden dar resultados positivos.

List over Kaolin and Clay deposits

<u>No.</u>	<u>County</u>	<u>Locality</u>
1	Cordillera	<u>Piribebuy, Piraretá</u> (type a, weathered sediments in rather thin flatlying beds between layers of sandstone)
2	Paraguari	<u>Piribebuy, Itamoroti</u> (type a)
3,4	Cordillera	<u>Piribebuy, Paso Jhú and Itabyrá</u> (type a)
5	Paraguari	<u>Capilla Cue</u> (type a)
6	"	<u>Chololó, Guazú</u> (type a)
7	Cordillera	<u>Valenzuela, Tobatinguá</u> (type a)
8	Paraguari	<u>Escobar, Mbopicuá and Ybyra tŷ</u> (type b, kaolin fillings in subvertical fault zones)
9	"	<u>Sapucái: Cerro Roquẽ and Loma Guazú</u> (type b)
10	"	<u>Caballero, Horqueta and Guairá</u> (type a)
11	Caaguazu	<u>San Antonio, Yhú</u> (type a)
12	Central	<u>Aregua, Caacupemi and Estanzuela</u> (type c, Vargas-Peña type)
13	"	<u>Itauguá, Ybyraty</u> (Type c)
14	"	<u>Ipacarái Cerro Gufy and Mbcayaty</u> (type c)
15	Cordillera	<u>Tobatí, Cerro Aparypy</u> (type c, locality uncertain)
16	Cordillera	<u>Isla Pucú, Cerro Pero</u> (type c, locality uncertain)
17	Guairá	<u>Iturbe, Rojas Potrero</u> (type c, locality uncertain)

Lista de depósitos de caolin y arcilla

<u>No.</u>	<u>Departamento</u>	<u>Localidad</u>
1	Cordillera	<u>Piribebuy, Piraretá</u> (tipo a, sedimentos desgastados en capas finas horizontales entre estratos de roca arenisca.)
2	Paraguari	<u>Piribebuy, Itamoroti</u> (tipo a)
3, 4	Cordillera	<u>Piribebuy, Paso Jhú y Itabyrá</u> (tipo a)
5	Paraguari	<u>Capilla Cué</u> (tipo a)
6	"	<u>Chololó, Guazú</u> (tipo a)
7	Cordillera	<u>Valenzuela, Tobatinguá</u> (tipo a)
8	Paraguari	<u>Escobar, Mbopicuá y Ybyratý</u> (tipo b, cargamento de caolin en zonas falladas subverticales)
9	"	<u>Sapucái: Cerro Roque y Loma Guazú</u> (tipo b)
10	"	<u>Caballero, Horqueta y Guauigá</u> (tipo a)
11	Caaguazú	<u>San Antonio, Yhú</u> (tipo a)
12	Central	<u>Aregua, Caacupemi y Estanzuela</u> (tipo c, tipo Vargas Peña)
13	"	<u>Itanguá, Ybyratý</u> (tipo c)
14	"	<u>Ipacará Cerro Gurí y Mbcayaty</u> (tipo c)
15	Cordillera	<u>Tobatí, Cerro Aparypy</u> (tipo c, localidad dudosa)
16	"	<u>Isla Pucú, Cerro Aparypy</u> (tipo c, localidad dudosa)
17	Guairá	<u>Iturbe, Rojas Potrero</u> (tipo c, localidad dudosa)

Iron Ore

Several small magnetite and hematite deposits are known in Paraguay (Nos. 1, 2, 3, 4, 5 and 6). They were mined in the 18th century, especially during the War of the Triple Alliance 1865-70. The magnetite and hematite deposits mostly occur in the Precambrian rocks between Quiindy in Paraguari and San Juan Bautista in Misiones.

In Itapua large areas exist with low grade iron ore of lateritic material (no. 7). This type occurs in "Zona de Encarnacion" from Encarnacion in the south of Hehenau in the north. The deposits of Arroyo Pora, Barrero, Chaipé, antillán, Itá anguá, Col. Urú Sapucaí and San Juan belong to this zone. Each deposit covers an area from 1200-71500 m² with thicknesses 0.3 - 4 m. and contains:

Fe	20-40%
TiO ₂	2-4%
Al ₂ O ₃	10-20%
SiO ₂	30-40%
P	0%
S	0%

According to Industrias Militares about 5 million tons of this type of ore has been proven and there are indications of 30-50 million tons of probable ore. The Encarnacion area will be flooded by the Yacyreta power plant project. The laterites of this area have been investigated and found to be of no economic value.

Industrias Militares is presently investigating a number of other ore occurrences. No promising results have yet been obtained.

When the Anschutz Minerals has completed their planned aeromagnetic survey, one will have a much better base for judging the possibilities of large iron ore deposits to be found.

Even a non-magnetic hematite deposit with a size of economic interest should show up on an aeromagnetic survey due to the fact that there nearly always will be some magnetite mixed with the hematite.

The known magnetite and hematite deposits are well described by Eckel and Putzer.

Mineral de hierro

Varios pequeños depósitos de magnetita y hematita son conocidos en el Paraguay (Nos. 1, 2, 3, 4, 5 y 6). Fueron explotados en el siglo 18, especialmente durante la guerra de la Triple Alianza 1865-70. Los depósitos de magnetita y hematita ocurren principalmente en las rocas Precámbricas entre Quiindy en Paraguari y San Juan Bautista en Misiones.

En Itapúa existen extensas regiones con minerales de hierro de calidad inferior de material laterítico (No. 7). Este tipo ocurre en la Zona de Encarnación desde Encarnación en el sur hasta Hohenau en el norte. Los depósitos de Arroyo Pora, Barrero, Chaipé, Santillán, Itá Anguá, Col. Urú, Sapucaí y San Juan₂ pertenecen a esta zona. Cada depósito cubre una zona de 1200-71500 m² con espesores de 0.3-4 m y contiene:

Fe	20-40%
TiO ₂	2-4%
Al ₂ O ₃	10-20%
SiO ₂	30-40%
P	0%
S	0%

Según Industrias Militares se han constatado cerca de 5 millones de toneladas de este tipo de mineral de hierro y hay indicaciones de 30-50 millones de toneladas de mena. La región de Encarnación será inundada por el embalse de Yacyretá por lo cual las lateritas de esta región han sido examinadas. No demuestran ningún valor económico.

Actualmente Industrias Militares está examinando varias otras ocurrencias de mena, sin que hasta ahora se haya tenido resultado positivo.

Cuando Anschutz Minerals hayan completado su prospección aeromagnética, habrá una mejor base para juzgar las posibilidades de hallar grandes depósitos de mena de hierro.

Aún un depósito de hematita no-magnética de un tamaño de interés económico deberá aparecer en un levantamiento aeromagnético porque casi siempre existe magnetita mezclada con la hematita.

Los depósitos de magnetita y hematita conocidos están claramente definidos por Eckel (1959) y Putzer (1962).

List over Iron ore localities

<u>No.</u>	<u>County</u>	<u>Locality</u>
1	Paraguari	<u>Caapucú, Paso Pindó(=Villa Florida) (hematite)</u>
2	"	<u>Caapuca, Apichapá (hematite and magnetite)</u>
3	"	<u>Caapucú, Aguirre cüe(= Yaguary)</u> (horizontal layers with hematite)
4	"	<u>Caapucú, Est.Del Puerto (hematite and magnetite)</u>
5	Misiones	<u>San Miguel, Itacua (Magnetite)</u>
6	Caazapá	<u>Yuty, Yaratiti (magnetite and limonite)</u>
7	Itapúa	<u>"Zona de Encarnacion" with the deposits</u> <u>Arroyo Porá, Barrero, Chaipé, Santillan, Itá</u> <u>angua, Col.Uru Sapucaí and San Juan</u> (limonite)

Manganese minerals

Manganese deposits are known in several places in the eastern part of the country. The occurrences are impregnations and fracture fillings with manganese oxides (mainly psilomelan) in sandstones of Silurian and Triassic age. It is in general built by supergene water solutions from weathered rocks. This type of deposits are in general small and uneconomic. The occurrences of manganese are well described by Putzer.

If there are any hidden larger manganese deposits in Paraguay like Morro do Urucum in Brazil, chances are good to detect them with the aeromagnetic survey planned, as the Morro do Urucum type of ores also contains small amounts of magnetite together with the hematite and manganese oxides.

List over Manganese occurrences

<u>No.</u>	<u>County</u>	<u>Locality</u>
1	Cordillera	<u>"Zona de Emboscada" with the localities</u> <u>Ybera, Cerro Cabará, Cordillera güy and</u> <u>Dominguez (vein deposits in silurian</u> sandstone)
2	Paraguari	<u>Ita, Valle Yo-á</u>
3	"	<u>Ybycui, Cordillerita</u>
4	"	<u>Caacupe, Azcurra</u>

Other small deposits with Manganese mineralization are also mentioned by Putzer and Eckel.

Lista de localidades de minerales de hierro

<u>No.</u>	<u>Departamento</u>	<u>Localidad</u>
1	Paraguari	<u>Caapucú, Paso Pindó (=Villa Florida)</u> (hematita)
2	"	<u>Caapucú, Apichapí</u> (hematita y magnetita)
3	"	<u>Caapucú, Aguirre Cué (=Yaguary)</u> (camadas horizontales con hematita)
4	"	<u>Caapucú, Est. del Puerto</u> (hematita y magnetita)
5	Misioner	<u>San Miguel, Itacuí</u> (magnetita)
6	Caazapá	<u>Yutí, Yaraití</u> (magnetita y limonita)
7	Itapucá	<u>"Zona de Encarnación" con los depósitos</u> <u>Arroyo Porá, Barrero, Chaipé, Santillan,</u> <u>Itá agua, Co. Urú Sapucaí y San Juan</u> (limonita)

Minerales de manganeso

Hay depósitos de manganeso en varios sitios del este del país. Las ocurrencias son impregnaciones y cargamentos fracturados con óxidos de manganeso (principalmente psilomelane) en roca arenisca de la edad Silúrica y Triásica. Están por lo general formados por soluciones de agua supergena de rocas desgastadas. Estos tipos de depósitos son generalmente pequeños y poco económicos. Las ocurrencias de manganeso están bien descritas por Putzer (1962).

Si existen en el Paraguay mayores depósitos de manganeso escondidos, así como en el Morro do Urucum en el Brasil, es posible que se encuentren por la prospección aeromagnética que se prevee, ya que los tipos de minerales de hierro del Morro do Urucum contienen pequeñas cantidades de magnetita junto con los óxidos de hematita y manganeso.

Lista de ocurrencias de manganeso

<u>No.</u>	<u>Departamento</u>	<u>Localidad</u>
1	Cordillera	<u>"Zona de Emboscada" con las localidades</u> <u>Ybera, Cerro Cabará, Cordillera gúy</u> <u>y Domínguez</u> (depósitos de vetas en roca arenisca silúrica)
2	Paraguari	<u>Ita, Valle Yo-é</u>
3	"	<u>Ybycuí, Cordillerita</u>
4	"	<u>Caacupe, Acurra</u>

(Otros pequeños depósitos de mineralización de manganeso son también mencionados por Putzer (1962) y Eckel (1959).

Salt

Common salt or sodium-chloride is a very important industrial mineral. No economic salt deposits are known in Paraguay. Salt in sediments and ground water is reported from several places of the country, but the only interesting indication of possible salt deposits is the brine well at Lambaré a few kms south of Asuncion.

The salt line at Lambaré, is said to contain about 10% NaCl and to produce about 50 m³ per hour.

A company called CEISA (Construcciones e Inmuebles S.A.) in Asuncion owns the brine at Lambaré, and they have carried out a study on the brine.

Some salt has been produced by solar evaporation from the salt water at Lambaré. This production was not successful, because of the humid climatic conditions.

Lambaré is the most promising salt locality in Paraguay, and attention should be paid to it. Efforts should be made to determine whether the brine comes from dissolved salt layers or only from sediments containing brines. This can only be determined by diamond drilling.

The composition of salt from Lambaré is:

NaCl	91.40%
MgCl ₂	2.95%
Mg SO ₄	0.90%
CaSO ₄	4.23%
Difference	0.52%

In the western part of the country, in Gran Chaco, more than 100 water wells have been drilled over an area of 2 million hectares during the last years.

The wells are in average 200-220 m deep and the rocks are Quaternary and Tertiary sandstones. Very pure water is found in the western and northern part of Gran Chaco, while some water containing salt is found in the central part and east. Most of the salts in the wells are sulphates derived from gypsum pckets in the sandstones. The logs from the drillings for water in Gran Chaco are kept in the archives in Filadelfia.

There are several rivers and lakes in the Chaco that contain saline water but it is probably only salty surface ground water, accumulated under the semi-desert conditions of Gran Chaco.

Similar salty water and salt-containing soils are also reported by Eckel at some localities in the eastern part of the country. In the study "Plan Triangulo 1966" a salt indication (no.2) is reported from Pasroteo in the province of Caaguazu. The sediments contain salt, which is evidenced by the saline content of the ground water and the fact that the soils are treeless.

Sal

La sal común o el cloruro de sodio es un mineral industrial muy importante. En el Paraguay no se conoce ningún depósito de sal lo suficientemente grande como para poder ser considerado como económico. Hay informes de varias partes del país sobre sedimentos de sal y agua subterráneos, pero la única indicación de posibles depósitos de sal es el pozo de agua salobre de Iambaré, pocos kilómetros al sur de Itaipúa.

El agua salobre de Iambaré contiene aproximadamente 10% de NaCl y produce más o menos 50 m³ por hora.

Una compañía llamada CHISA (Construcciones e Inmuebles S.A.) en Itaipúa, que es el dueño de este pozo, ha hecho un estudio sobre la salinidad de sus aguas.

Durante una época se hicieron intentos de producir sal por medio de evaporación solar, pero esta producción no tuvo éxito debido a las condiciones climáticas muy húmedas.

Iambaré es la localidad más prometedora en el Paraguay y se debe darle atención. Se debe hacer un esfuerzo para determinar si la sal viene de capas de sal disueltas, o de sedimentos que contienen sal. Esto sólo se puede confirmar por medio de perforación de diámetro.

La composición de la sal de Iambaré es:

NaCl	91.40%
MgCl ₂	2.95%
Mg SO ₄	0.90%
CaSO ₄	4.23%
Diferencia	0.52%

Durante los últimos años, en la parte occidental del país en el Gran Chaco, se han perforado más de 100 pozos de agua en un área de dos millones de hectáreas.

Los pozos son de un promedio de 200-220 m de profundidad y los rocas son arenosas Cuaternarias y Mercenarias. En la parte norte y oeste del Gran Chaco se ha encontrado agua muy pura, mientras que en la parte central y este se ha encontrado agua que contiene sal. La mayoría de las sales en los pozos son sulfatos derivados de yeso en la roca arenosa. Los informes sobre las perforaciones de agua en el Gran Chaco están archivados en Filadelfia.

Hay varios ríos y lagunas en el Gran Chaco que contienen agua salina pero probablemente se trata de agua acumulada durante las condiciones de semi-sequía del Gran Chaco.

Agua salada y tierras con alto contenido de sal también han sido notadas por Schol en algunas partes del este del país. En el informe "Plan Triángulo 1966" una indicación de sal (No. 2) ha sido relatada por Recrotto en la provincia de Itapúa. Los sedimentos contienen sal, lo que es evidente por el contenido salino del agua subterránea y por la falta de árboles en la zona.

From a geological point of view there could very well be salt layers in the deep layers of Gran Chaco. Eckel: "Nearly all the Gran Chaco consists of hundreds of meters of sediments deposited under continental and desert conditions. It seems reasonable to suppose, therefore, that somewhere within this sequence of beds there may be beds or lenses that represent the evaporation of desert lakes that were high in sodium chloride".

Deep drilling for oil and gas in Gran Chaco started in 1949. Until 1972 - 29 holes had been drilled and today there are about 40 holes on record. With the exception of some gypsum pockets no findings of salt layers have yet been reported.

SALT LOCALITIES

<u>No.</u>	<u>County</u>	<u>Locality</u>
1	Central	<u>Lambaré, Yuguýtý</u> (brine)
2	Caaquazu	<u>Pastoreo</u> (salt in sediments and salty ground water)

Salty water is reported by Eckel in Fuerte Olimpio, Concepcion, Rio Piribebuy, Rio Salado and Rio Negro.

GYPSUM

Gypsum is not a very important mineral in the power intensive industries, but known deposits are incorporated in the map since it is used in the cement industry.

LIST OF GYPSUM LOCALITIES

<u>No.</u>	<u>County</u>	<u>Locality</u>
1	Concepcion	<u>Puerto Vallemi</u> (pockets with evaporite gypsum)
2	"	<u>Saladero Risso</u> (pockets with evaporite gypsum)
3	Neembucu	<u>Villa Franca</u>
4	San Pedro	<u>Rosari, Puerta Loma</u> (very small)

Phosphate rocks

Phosphate rock is a very important raw material that provide the phosphorous component for the production of fertilizers.

No phosphate rock deposits are known in Paraguay, but there are some indications that these minerals could be found. Robertson (1975) reports that in a north to north-west trending zone between Sao Paulo and Golanía in Brazil, at least seven alkali areas, some with carbonatites, have been investigated.

Two of these, Araxa and Tipara have large tonnages of niobium and phosphate that has been concentrated by weathering.

Cada vez que el punto de vista geológico puede muy bien haber camadas de sal en los estratos profundos del Gran Chaco. Eckel: "Casi todo el Gran Chaco consiste de centenas de metros de sedimentos depositados en condiciones continentales y de desierto. Por eso parece natural suponer que haya en algún lugar, dentro de esta secuencia de camadas, unas que representen la evaporación de lagunas en el desierto con alto contenido de cloruro de sodio."

Las perforaciones profundas en busca de petróleo y gas en el Gran Chaco empezaron en el 1949. Hasta 1972 se habían perforado 29 pozos y hoy día hay 40 pozos registrados. Con la excepción de algunas bolsas de yeso no se han registrado ningunas indicaciones de camadas de sal.

Localidades de sal

<u>No.</u>	<u>Departamento</u>	<u>Localidad</u>
1	Central	<u>Lambaré Yaguaty</u> (agua salobre)
2	Caaguazú	<u>Pastoreo</u> (sal en sedimentos y agua salobre subterránea)

Agua salada fué relatada por Eckel en Fuerte Olimpio, Concepción, Río Peribebuy, Río Salado y Río Negro.

Yeso

El yeso no es un mineral muy importante en las industrias de alto consumo de energía, pero los depósitos conocidos están incluidos en el mapa ya que el yeso se usa en la industria del cemento.

Lista de localidades de yeso

<u>No.</u>	<u>Departamento</u>	<u>Localidad</u>
1	Concepción	<u>Puerto Vallemi</u> (bolsas con yeso evaporita)
2	"	<u>Saladero Risso</u> (bolsas con yeso evaporita)
3	Neembucu	<u>Villa Franca</u>
4	San Pedro	<u>Rosari, Puerto Loma</u> (muy pequeñas)

Roca fosfática

La roca fosfática es una materia prima muy importante que proporciona el componente de fosfato para la producción de fertilizantes.

No se conoce ningún depósito de roca fosfática en el Paraguay, pero hay indicaciones de que estos minerales posiblemente existan. Robertson (1975) informa que en una zona norte a noroeste, entre São Paulo y Goiânia en el Brazil, se han encontrado por lo menos siete áreas alcalinas, algunas con carbonatitas.

Dos de estas, Araxá y Tipara tienen grandes cantidades de niobio y fosfato que han sido concentrados por alteración.

At Tapira, the carbonatite is hidden by a thick cover of limonitic canga, a fact which has to be taken into account when exploring these types of deposits.

Locality no.1 and 2 Cerro Cora and Cerro Sarambi are alkaline intrusive rocks, Cerro Cora with a rime of carbonatite. These localities are described in the paper "Proyecto Aquidaban(1975)". No analysis has been done on these alkaline rocks, but the soils in the area contain 3.3% P_2O_5 and the carbonatite rocks 0.1-0.3% P_2O_5 .

The phosphate mineral is a chlorine apatite.

It is believed that similar alkaline intrusions could well be found south of Cerro Cora and Cerro Sarambi, which however is an area that is very difficult to prospect due to thick overburden and dense tropical forests.

In the southern part of Paraguay between Asuncion and Villarica there are several alkaline intrusive rocks. The geological map in the paper "Plan Triangulo (1966)" was drafted from data of aerial photographs and shows the outlines of more than 30 alkaline intrusive rock bodies.

Eckel (1959) and Putzer (1962) give a very good description of the magmatic rocks of Post-Triassic age.

The Sapucaí area (No.3) is especially mentioned for its abundance of phosphatic soils.

As a whole there is good information on carbonatites and alkaline rocks in Paraguay that provides a good base for the prospecting for phosphate rocks.

LIST OVER ALKALI ROCKS AND POSSIBLE LOCALITIES FOR PHOSPHATE ROCKS

<u>No.</u>	<u>County</u>	<u>Locality</u>
1	Amambay	<u>Chiriquelo (=Cerro Cora)</u> (carbonatite and alkali rock in ring structure)
2	"	<u>Cerro Sarambi</u> (Alkali rock in ring structure)
3	Paraguari	<u>Sapucaí and Ybytym</u> (alkali rock)
4	"	<u>Acahay</u> (alkali rock)
5	"	<u>Paraguari</u> (alkali rock)
6	Guaira	<u>Mhocayata</u> (alkali rock)
7	Concepcion	<u>10 kms.SE of Est.Centurion</u> (alkali rock)

Bauxite and rocks that could be a source for bauxite

No bauxite occurrences have been found in Paraguay except for one location recently reported near the Villarica in Guaira. (Not shown on the map). Putzer (1962 and Eckel (1959) point at the possibilities of finding bauxite as alteration products of alkali rocks like nepheline-bearing syenite, shonkinite and basalt.

Alteration of alkali rocks gives bauxite when weathered under tropical conditions.

En Tapira, la carbonatita está cubierta de una camada gruesa de canga limonítica, lo que hay que tomar en cuenta al explorar estos tipos de depósitos.

Las localidades Nos. 1 y 2, Cerro Corá y Cerro Sarambi son rocas intrusivas salinas, siendo que Cerro Corá tiene un reborde de carbonatita. Estas localidades están descritas en el informe "Proyecto Aquidaban" (1975). No se ha hecho ningún análisis en estas rocas alcalinas, pero la tierra en la región contiene 3.3% P_2O_5 y la roca carbonatita 0.1-0.3% P_2O_5 .

El mineral fosfático es una apatita con contenido de cloro.

Se cree que semejantes intrusiones alcalinas podrán ser encontradas al sur de Cerro Corá y Cerro Sarambi, que es una región muy difícil de explorar debido a los gruesos recubrimientos y selvas tropicales impenetrables.

Al sur del Paraguay, entre Asunción y Villarrica hay varias rocas intrusivas. El mapa del informe "Plan Triangulo (1966)" fué delineado según datos obtenidos por fotos aéreas y demuestra los contornos de más de 30 grupos de roca alcalina intrusiva.

Rehel (1959) y Putzer (1962) dan una descripción muy buena de la roca magmática de la edad Post-Triásica.

La región de Sapucá, (No. 3) está mencionada especialmente por tener buenas ricas en fosfato.

Las informaciones sobre carbonatitas y rocas alcalinas en el Paraguay son, por lo general, buenas, y dan una buena base para la exploración de rocas de fosfato.

Lista sobre roca alcalina y posibles áreas de roca fosfática

<u>No.</u>	<u>Departamento</u>	<u>Localidad</u>
1	Amanhay	<u>Chirigüelo (=Cerro Corá)</u> (carbonatita, roca alcalina de estructura circular)
2	"	<u>Cerro Sarambi</u> (roca alcalina de estructura circular)
3	Paraguari	<u>Sapucá y Ybytyn</u> (roca alcalina)
4	"	<u>Aashay</u> (roca alcalina)
5	"	<u>Paraguari</u> (roca alcalina)
6	Guaira	<u>Mboacayata</u> (roca alcalina)
7	Concepción	<u>10 kms SE de Est. Centurión</u> (roca alcalina)

Bauxita y rocas que podrán ser una fuente de bauxita

Ninguna ocurrencia de bauxita ha sido registrada en el Paraguay a no ser una cerca de Villarrica en Guaira que fué notada recientemente (no está marcada en el mapa). Putzer y Rehel (1959) indican las posibilidades de encontrar bauxita como producto de alteración de rocas alcalinas así como sienita con nefelina, shonkinite y basalto. Alteraciones de rocas alcalinas dar bauxita cuando temperadas en condiciones tropicales.

Under the previous chapter reference is made to several alkali rocks in Paraguay as these also can be a source for phosphate rocks.

Bauxite deposits in the Pocos de Caldas area in Brazil have been altered from alkaline rocks of a similar type and age as the alkali rocks in Paraguay. (Patterson 1967). Bauxite deposits are often indicated by barren areas. Such areas should be picked out from studies of the air photos and checked on the spot.

The best chances of finding bauxite are possibly in the alkali areas in the eastern part of eastern Paraguay, where at present rainfall is heavier than in the western parts.

COAL, GAS AND OIL

Coal, gas and oil are by no means minerals on which power intensive industries are based, but are mentioned here because of their importance as input materials in several industries.

In Gran Chaco a deep drilling at Pirizal has perforated coal-like material at depths from 1668 to 1671 and from 1676 to 1687 m. reported by Eckel (1962).

One piece of coal is reported by Putzer (1967) from the upper parts of Rio Pirapo, a small tributary to Rio Alto Parana. Putzer means that this piece of coal comes from a small lense of coal in the Caiva-sandstone which lies above the basalt layers of the Sao-Bento-series which possibly is of Cretaceous age.

The western part of the Parana basin with the Gondwana series reaches into eastern Paraguay. In the same basin 1000 km's to the east there are several coal deposits in the Gondwana series. Coal findings are also reported in Brazil near the Paraguayan border in the area of Capitan Bado. The possibilities for coal findings in the north and mid-eastern part of the country should therefore be rather good.

Putzer (1962) has reported traces of oil and gas in the Gran Chaco from three deep drill holes.

In the drill hole at Picuiba traces of both oil and gas were found in several layers, and in the holes in Santa Rosa and Mendoza traces of gas was found.

The Oil and Gas Journal of April 12th 1976 pp.44 reports on three gas strikes in Bolivia 40-300 km's from the border of Paraguay.

En el capítulo anterior se ha hecho referencia a varias rocas alcalinas en el Paraguay que también pueden ser una fuente de fosfato de roca.

Los depósitos de bauxita en la región de Pocos de Caldas en el Brasil han sido alterados de las rocas alcalinas del mismo tipo y la misma edad que las rocas alcalinas del Paraguay. (Patterson 1967). Depósitos de bauxita son frecuentemente indicados por regiones estériles. Tales áreas deben poder ser localizadas estudiando las fotos aéreas para posteriormente ser examinadas in situ.

Probablemente la mayor posibilidad de encontrar bauxita es en las regiones del este del Paraguay oriental donde llueve más que en el oeste.

Carbón, gas y petróleo

Carbón, gas y petróleo no son minerales en los cuales se pueden basar industrias de alto consumo de energía, pero están mencionados aquí por causa de su importancia como insumos en varias industrias.

En el Gran Chaco una perforación profunda en Pinizal ha penetrado material tipo carbón en una profundidad de 1668 a 1671 y de 1676 a 1687 m conforme Rebel (1959).

Un pedazo de carbón encontrado en la parte superior del Rio Pirapo, un pequeño afluente del Rio Alto Paraná, fué registrado por Putzer (1962). Putzer cree que este pedazo de carbón viene de un pequeño depósito lenticular en la roca arenisca Caiva que se encuentra sobre las canchales de basalto en la serie de San Bento y que posiblemente es de la edad Cretácica.

La parte oeste de la cuenca del Paraná con la serie Gondwana se extiende hasta el este del Paraguay. 1000 kms al este de la misma cuenca hay varios depósitos de carbón en la serie Gondwana. En el Brazil también se ha encontrado depósitos de carbón cerca de la frontera con el Paraguay en la región de Capitán Redo. Las posibilidades de que se pueda hallar carbón en el norte y este del país deberían por lo tanto ser buenas.

Putzer (1962) ha registrado vestigios de petróleo y gas en el Gran Chaco en tres perforaciones profundas.

En la perforación de Picuiha se han encontrado señales tanto de petróleo como de gas en varias camadas, y en los pozos de Santa Rosa y Mendoza se encontraron vestigios de gas.

El periódico de Petróleo y Gas (The Oil and Gas Journal), del 12 de abril de 1976, pp 44 informe que se han hecho tres descubrimientos de gas en Bolivia, a 40-300 kms de la frontera con el Paraguay.

Possible import of raw materials

The neighbouring countries of Paraguay are relatively rich in minerals. Due to the lack of communication facilities and the vast distances only a few deposits can be considered as sources of raw material for power intensive industries in Paraguay. The most interesting deposits will be mentioned under this heading.

Iron and manganese

The Mutun iron ore deposit is situated on the border between Bolivia and Brazil with 7 parts on the Bolivian side and one part on the Brazilian side. It lies 350 km's north of San Lazaro and only 35 km's from Rio Paraguay.

N.H.Fisher (1955) describes it as a hematite deposit with 54% Fe, 20.7% SiO₂, 0.30% Mn, 0.5% S and 0.13% P.

The total tonnage of iron ore is estimated to be more than 50.000.000.000 tons.

Less than 30 km's to the east of Mutun is the Morro do Urucum iron and manganese deposit in Brazil. This deposit has been described by John V.D.Dorr, 2nd (1944) and Volker Eisenlohr (1964) and is very similar to Mutun. It contains about 4.500.000.000 tons of hematite ore and 4.420.000 tons of measured manganese ore. The hematite ore contains about 50% Fe and 25% SiO₂. No sulphur or phosphorus analysis are available, but it is believed that the contents are similar to those of the Mutun deposit. The manganese ore contained 45.6% Mn and 11.1% Fe.

Phosphate rock

In Brazil several phosphate rock deposits are known. Some of these deposits like Jazida de Cataloa in Goias, Patos de Minas, Cuzco do Barreiro and Jazida de Tapiro in Minas Gerais, Jazida de Ipanema, Serrote and Jacupiranga in Sao Paulo are located 800-1000 kms from the border of Paraguay (Anderson 1977).

In Eastern Bolivia near the Brazilian border 450 kms north of San Lazaro reserves of 20 million tons of phosphate rock is reported in Laguna Mandiore. "Industrial Minerals Nov. 1976".

Posibles importaciones de materias primas

Los países vecinos del Paraguay son relativamente ricos en minerales. Debido a la falta de facilidades de comunicación y las enormes distancias, muy pocos depósitos pueden ser considerados como fuentes de materia prima para las industrias de alto consumo de energía en el Paraguay. Los depósitos más interesantes son los siguientes:

Hierro y manganeso

El depósito de hierro del Mutún está situado en la frontera entre Bolivia y Brazil con 7 partes en Bolivia y 1 parte en Brazil. Queda 350 kms al norte de San Lázaro y solamente a 35 kms del Rio Paraguay.

M.H. Fisher lo describe como siendo un depósito de hematita con 54% Fe, 20,7% SiO₂, 0,30% Mn, 0,5% S y 0,13% P.

La cantidad total de mineral de hierro está calculada en más de 50.000.000.000 toneladas.

A menos de 30 kms al este del Mutún se encuentra el depósito de hierro y manganeso del Morro do Urucúm en el Brazil. Este depósito a sido descrito por John V.D. Dorr 2nd (1944) y Volker Eisenlohr (1964) y es muy semejante al del Mutún. Contiene aproximadamente 4.500.000.000 toneladas de mineral de hematita y 4.420.000 toneladas de mineral de manganeso. La hematita contiene aproximadamente 50% Fe y 25% SiO₂. No hay ningún análisis de azufre y fosfato, pero se cree que el contenido es el mismo que en el depósito del Mutún. El mineral de manganeso contiene 45,6% Mn y 11,1% Fe.

Roca fosfática

En el Brazil se conocen varios depósitos de roca fosfática. Algunos de estos depósitos, tales como Jazida de Cataloa en Goias, Patos de Minas, Mino do Barreiro y Jazida de Tapiro en Minas Gerais, Jazida de Ipanema, Serrote y Jacupiranga en São Paulo, están situados a 800-1000 kms de la frontera con el Paraguay. (Andery 1977).

En Bolivia Oriental, cerca de la frontera con el Brazil, 450 kms al norte de San Lázaro, se informa haber encontrado reservas de 20 millones de toneladas de roca fosfática en la Laguna Mandioré. ("Industrial Minerals, Nov. 1976").

REFERENCES

- Altamirano 1973 La materia prima para fabricacion del cemento Portland en el Paraguay. Unpublished report.
- Andery, P.A. 1977 Brazil's busy phosphate industry. World Mining February 1977
- Blade V. et al. 1971 Raw materials for fertilizers and soil conditioners in eastern Paraguay. U.S. Geological Survey.
- Dorr, J.V.N. 1945 Manganese and Iron Deposits of Morro do Urucum, Mato Grosso, Brazil. U.S. Geological Survey Bulletin 946-A
- Eckel, E.B. 1959 Geology and Mineral Resources of Paraguay - A Reconnaissance. U.S. Geological Survey Professional paper No. 327.
- Eisenlohr, V. 1964 Die Schwemmfächer der Eisenerze vom Morro do Urucum bei Curumbá/Brazilien als Beispiel terrestrischer Trümmer-eisenerz-Lagerstätten. Bergakademic Chlausthal/Technische Hochschule.
- Fernandez Lima y De La Inglesa 1963 Informe Sobre el mineral de Hierro de la Provincia de Misiones Informe Technico No.16. Direccion National de Geologia y Minería. Republica Argentina.
- Fisher, N.H. 1955 Geological report on the Mutun Iron Deposit. UNDP library, Asuncion.
- Harrington, H.J. 1955 Handbook of South American Geology. Industrial Minerals World Phosphate producers 1976 Industrial Minerals Nov. 1976
- Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones- Dpt, de Geologia 1966 Plan de Prospeccion Geologica y Mineral. Quadricula 40 "Ita"
- " " 1966 Plan de Prospeccion Geologia y Mineral. Quadriicula 41 "Coronel Oviedo"
- " " 1975 Lista de Manifestaciones Minerales conocidas del Paraguay. Direccion de Recursos Minerales.

BIBLIOGRAFIA











- Altamirano 1973 La materia prima para fabricación del cemento Portland en el Paraguay. Informe no publicado.
- Andery, P.A. 1977 Brazil's busy phosphate industry. World Mining February 1977
- Blado V. et al. 1971 Raw materials for fertilizers and soil conditioners in Eastern Paraguay. U.S. Geological Survey.
- Donn, J.V.N. 1945 Manganese and Iron Deposits of Morro do Urucum, Mato Grosso, Brazil. U.S. Geological Survey Bulletin 946-A
- Eckel, E.E. 1959 Geology and Mineral Resources of Paraguay - A Reconnaissance. U.S. Geological Survey Professional paper No. 327.
- Eisenlohr, V. 1964 Die Schwemmfächer der Eisenerze vom Morro do Urucum bei Curumbá/Brazilien als Beispiel terrestrischer Trümmer-eisenerz-Lagerstätten. Bergakademie Clausthal/Technische Hochschule.
- Fernández Lina y De La Inglesa 1963 Informe Sobre el Mineral de Hierro de la Provincia de Misiones. Informe Técnico No. 16. Dirección Nacional de Geología y Minería. República Argentina.
- Fisher, N.H. 1955 Geological Report on the Mutun Iron Deposit. Biblioteca de la UNDP, Asunción
- Harrington, F.J. 1955 Handbook of South American Geology.
- Industrial Minerals 1976 World Phosphate producers Industrial Minerals Nov. 1976
- Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, Dpto. de Geología 1966 Plan de Prospección Geológica y Mineral. Cuadrícula 40 "Ita"
- "- 1966 Plan de Prospección Geológica y Mineral. Cuadrícula 41 "Coronel Oviedo"
- "- 1975 Lista de Manifestaciones Minerales conocidas del Paraguay. Dirección de Recursos Minerales.

- Morinigo, V. 1971 Calizas Fosiliferas del Permico en "Cachimbo", oeste de Caaguazu. Rev. Soc. Cientifica-Vol.12 No.1, Universidad Nacional de Asuncion, Paraguay.
- Morinigo, V 1969 Informe sobre la Tectonica de la Republica del Paraguay, Ministerio de obras Publicas y Comunicaciones.
- Patterson 1967 Bauxite reserves and Potential Aluminum Resources of the World. U.S. Geological Survey, Bull. 1228
- Plan Triangulo 1966 Estudio Agricola y Vival. Zona: Asuncion- Encarnacion- Purto Pres. Stroessner. Consultores: Aero Service Corporation y Gannet Flammig Corddry and Carpenter Inc. UNDP-library, Asuncion.
- Proyecto Aquidaban 1975 Cuenca del Plata. Estudio para su planificacion y desarrollo. Republica del Paraguay - Proyecto Aquidaban. Desarrollo de la Region Nor-oriental. Secretaria General de la Organizacion de los Estados Americanos. Washington, D.C. 1975.
- Putzer, H. 1962 Geologie von Paraguay. Gebrüder Borntraeger, Berlin-Nikolassee.
- Robertson 1975 Note on Mineral development, Paraguay. UNDP - library, Asuncion.
- Vivar, V.D. y Morinigo, G.V. 1968 Geologia del Paraguay, Sintesis Descriptiva. Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones.

- Horinigo, V. 1971
y Vivar, V.D.
Galizas Fosilíferas del Permico en
"Sachinbo", oeste de Caabucú.
Rev. Soc. Científica-Vol.12 No.1,
Universidad Nacional de Asunción,
Paraguay.
- Horinigo, V. 1969
Informe sobre la Tectónica de la
República del Paraguay, Ministerio de
Obras Públicas y Comunicaciones.
- Batterson 1967
Bauxite reserves and Potential Aluminum
Resources of the World.
U.S. Geological Survey, Bull. 1228.
- Plan Triangulo 1966
Estudio Agrícola y Vival. Zona: Asunción-
Encarnación- Puerto Pras. Stroessner.
Consultores: Aero Service Corporation
y Garnet Flaming Corddry and Carpenter
Inc. Biblioteca de la UNDP, Asunción
- Proyecto Aquidaban 1975
Cuenca del Plata. Estudio para su
planificación y desarrollo.
República del Paraguay - Proyecto
Aquidaban. Desarrollo de la Región Nor-
oriental.
Secretaría General de la Organización
de los Estados Americanos.
Washington, D.C. 1975.
- Putzer, H. 1962
Geologie von Paraguay.
Gebrüder Borntraeger, Berlin-Nikolassee.
- Robertson 1975
Note on Mineral Development, Paraguay.
Biblioteca de la UNDP, Asunción
- Vivar V.D. y 1968
Horinigo, G.V.
Geología del Paraguay. Síntesis Descrip-
tiva. Ministerio de Obras Públicas y
Comunicaciones.

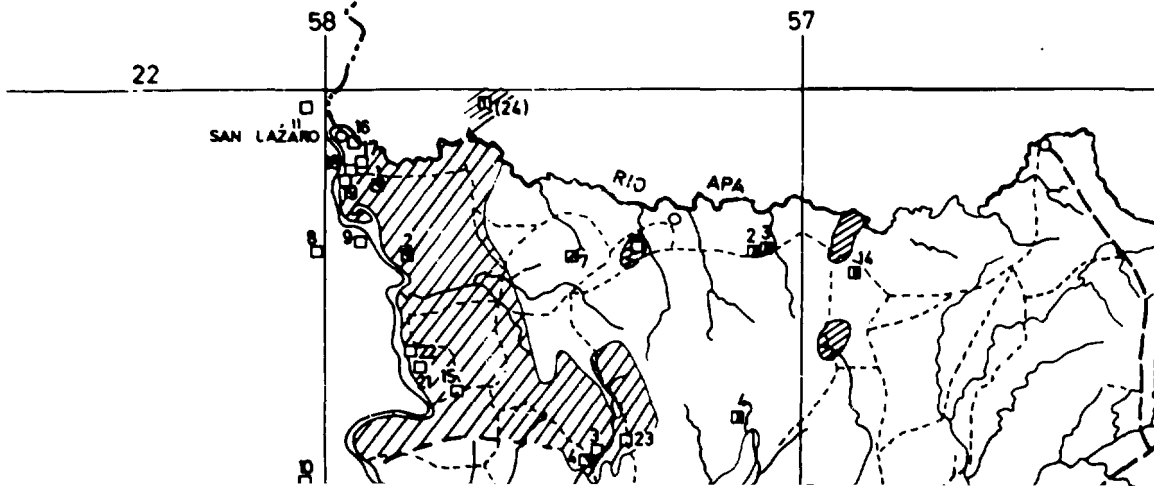
MINERAL DEPOSITS IN EASTERN PARAGUAY
on which power intensive industries
can be based.

LEGENDE:

-  The series of Itapucumi
-  Limestone, dolomite, marble, calcite
-  Quartz, quartzite
-  Kaolin
-  Iron ore
-  Iron ore, laterite
-  Manganese ore
-  Salt
-  Gypsum
-  Alkali rock



SECTION 1



DEPOSITOS DE MINERALES EN EL PARAGUAY ORIENTAL
que puedan servir como base industrias
de alto consumo energético.

LEYENDA:

Grupo de Itapucumi

Caliza, dolomita, mármol, calcita

Cuarzo, cuarcita

Caolin

Mineral de hierro

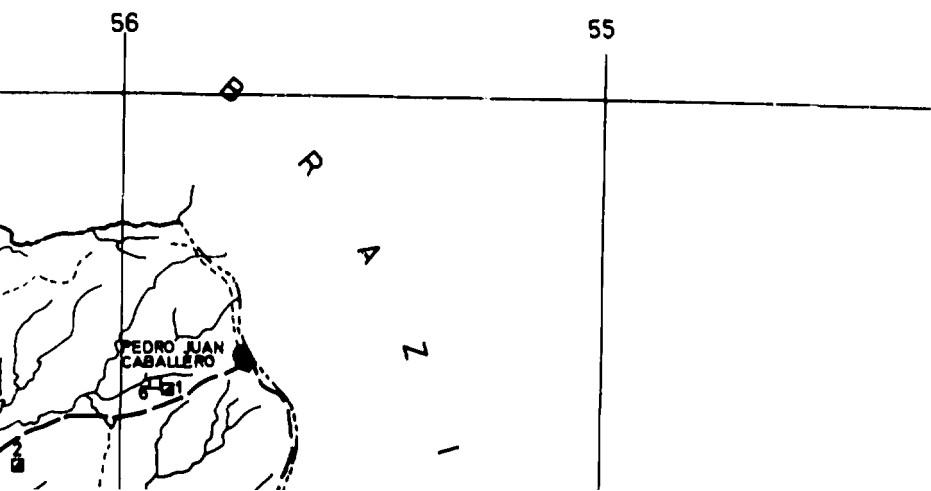
Mineral de hierro, laterita

Mena de manganeso

Sal

Yeso

Roca alcalina



23

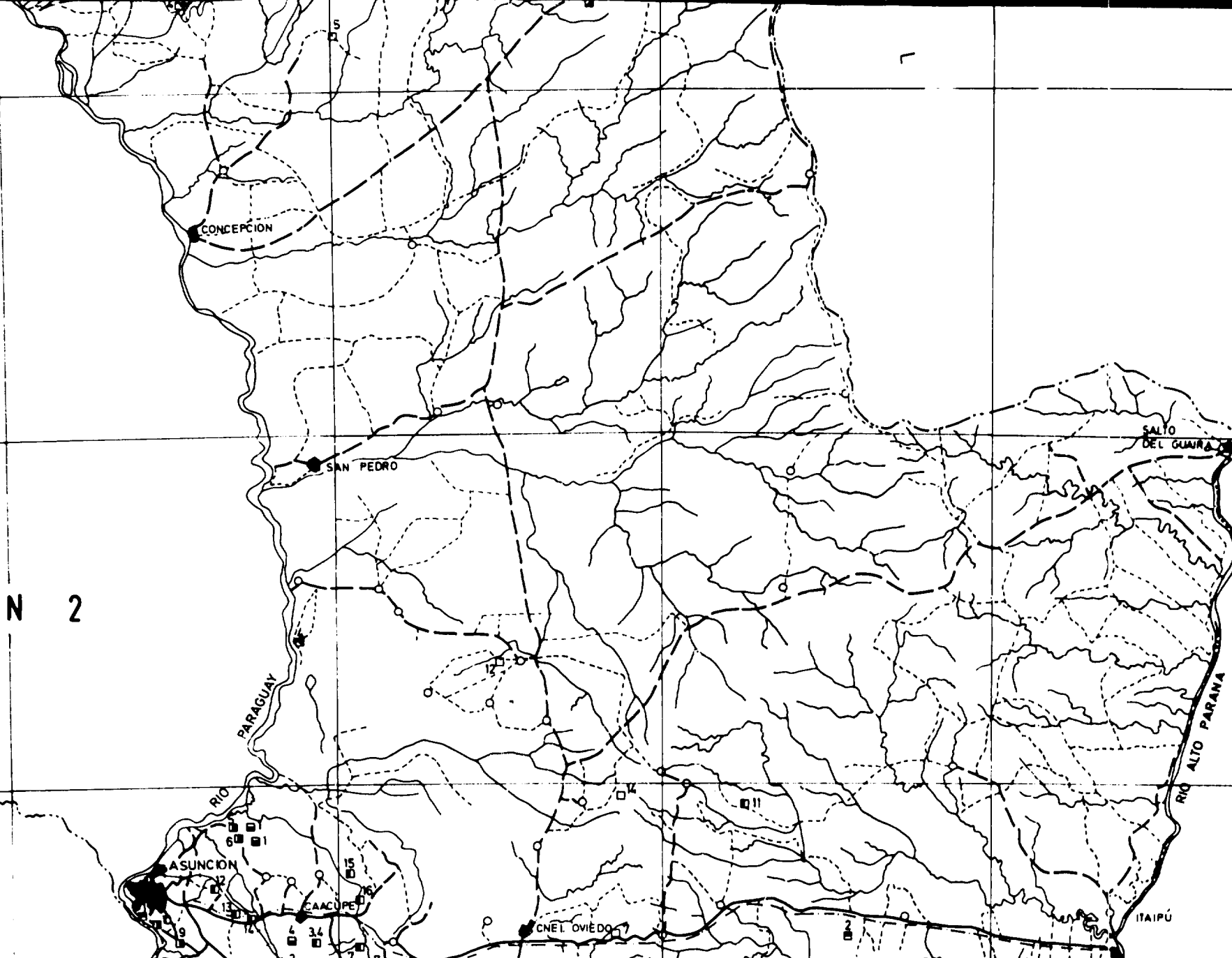
24

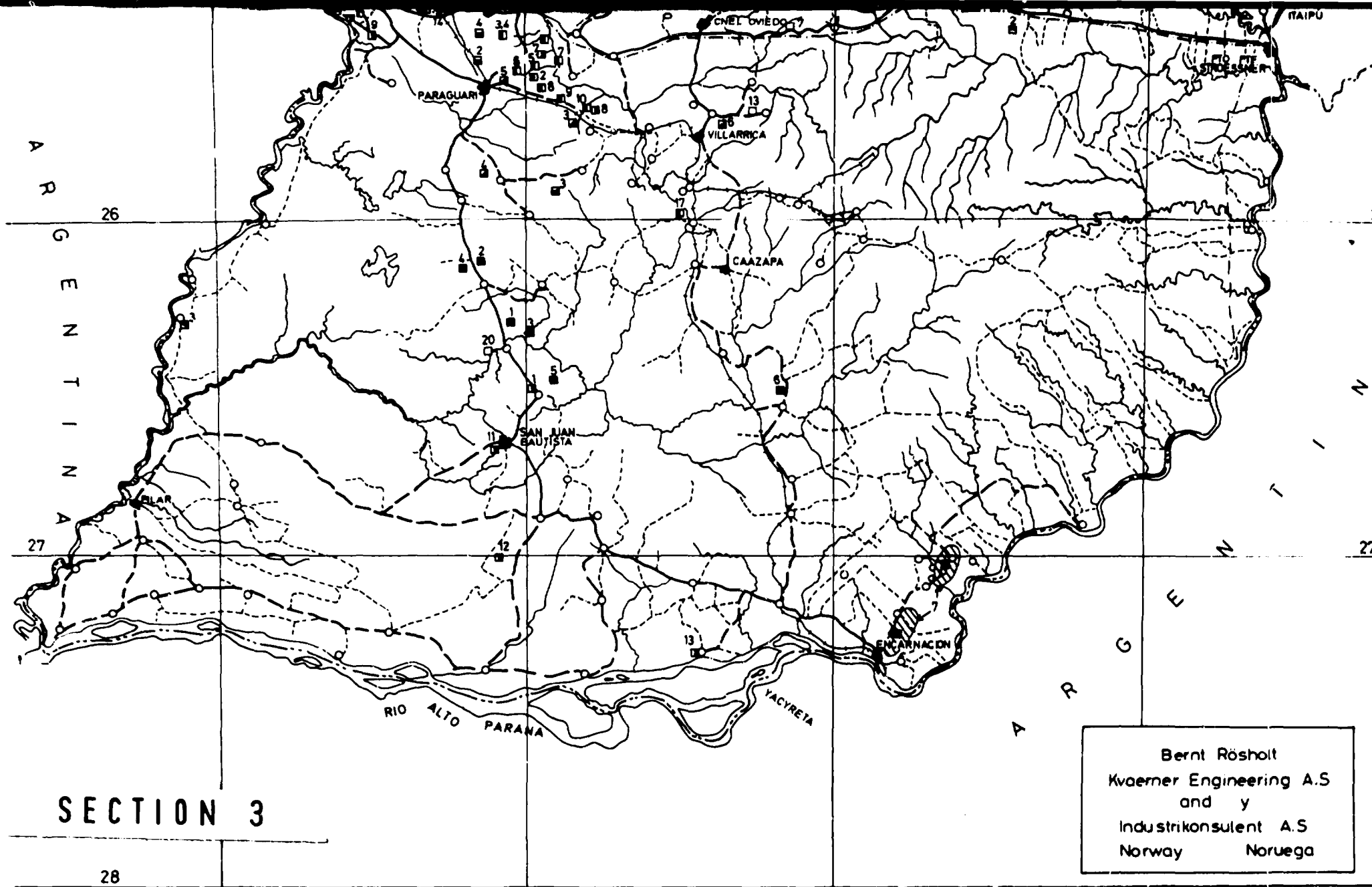
SECTION 2

25

08

05





SECTION 3

28

Bernt Røsholt
 Kvaerner Engineering A.S
 and
 y
 Industriksulent A.S
 Norway Noruega

