

Universidad Nacional del Callao  
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA



719  
000130  
M13

Proyecto de Pre-Factibilidad para la  
Producción Industrial del Oxiclورو  
de Cobre

Tesis

*Ref: 130*  
000265

Para Optar el Título de:  
INGENIERO QUIMICO



Presentada por:  
Leonardo Félix Machaca Gonzales

Promoción 81 - 'B'

CALLAO - PERU  
1985

A LA MEMORIA DE MI MADRE Y DE  
MIS TIOS: VICTOR, JOSE GONZA  
LES, GENOVEVA DE GONZALES Y  
CARLOS LOPEZ.

Con todo cariño os dedico es-  
te modesto Trabajo en gratitud  
a sus apoyos que siempre me  
han brindado. Así mismo ex-  
preso mis más sincero agrade-  
cimiento a los Ings. Arroyo  
Viale, Edwin Dextre, Moises  
Alvares, Estanislao Bellodas,  
José Pallet, por su valioso a  
porte en mi formación profe-  
sional y en especial al Ing.  
Lino Guardamino por sus suge-  
rencias oportunas en la reali-  
zación del presente trabajo.

## TABLA DE CONTENIDO

|   | <u>PAG.</u> |
|---|-------------|
| I. INTRODUCCION   | 5           |
| II. RESUMEN   | 7           |
| III. OBJETIVOS  | 9           |
| IV . MERCADO  | 11          |
| 4.1. Descripción del producto y Usos  | 11          |
| 4.2. Ambito del Estudio de Mercado  | 16          |
| 4.3. Demanda Total  | 30          |
| 4.4. Oferta   | 40          |
| 4.5. Demanda Aparente   | 42          |
| 4.6. Proyecciones   | 46          |
| 4.7. Pronóstico de Ventas   | 51          |
| 4.8. Precio   | 54          |
| 4.9. Comercialización   | 56          |
| 4.10 Tamaño de Planta   | 58          |
| V. INGENIERIA DEL PROYECTO  | 70          |
| 5.1. Selección de Tecnología  | 70          |
| 5.2. Descripción del Proceso seleccionado, Diagrama de Flujo                      | 73          |
| 5.3. Materias Primas. Descripción y Especificaciones Técnicas                     | 95          |
| 5.4. Balance de Materia y Energía   | 112         |
| 5.5. Requerimiento de Insumos y Servicios Auxiliares Cuadro de Consumos unitarios | 122         |

|  | Pag. |
|--|------|
| 5.6 Diseño de Planta. Lista de Equipo y Maquinaria principal | 126  |
| 5.7 Disposición de Planta                                    | 201  |
| 5.8 Cronograma de Implementación                             | 203  |
| VI. ESTUDIO ECONOMICO-FINANCIERO                             | 205  |
| 6.1 Inversión. Inversión fija y Capital de Trabajo           | 205  |
| 6.2 Estructura de Financiamiento                             | 209  |
| 6.3 Costos de Producción. Directos e Indirectos              | 210  |
| 6.4 Ingresos   | 220  |
| 6.5 Egresos  | 220  |
| 6.6 Estado de Pérdidas y Ganancias                           | 221  |
| 6.7 Flujo de Caja  | 223  |
| 6.8 Tasa Interna de Retorno Económico y Financiero           | 223  |
| 6.9 Valor actual Neto  | 225  |
| VII. CONCLUSIONES  | 227  |
| VIII. RECOMENDACIONES  | 230  |
| IX. BIBLIOGRAFIA   | 231  |

## I. INTRODUCCION.

El presente Proyecto tiene por finalidad obtener el oxiclорuro de cobre, cuyas especificaciones esten encuadrados dentro de las normas establecidas, para la exportación y consumo nacional de este producto.

La realización del proyecto puede llevarse a cabo por el sector privado o por el de propiedad social, estimándose que es de una posibilidad interesante, por cuanto la mayor parte de la producción pueden exportarse, ya que existe grandes mercados Internacionales para este producto, asimismo gozar las ventajas del Decreto Supremo 027-81 EF, que concede un CERTEX del 15% del valor de las ventas (F.O.B.) y 10% por descentralización.

El presente trabajo será proyectado en la localidad de Huancayo, porque dispone de abundante materia prima local y vías de comunicación en buenas condiciones.

A nivel mundial, el Perú es considerado uno de los más grandes productores de cobre, al que se le desea exportar con un mayor valor agregado, dándole mejores condiciones técnica-económico promoviendo de esta manera el desarrollo Industrial y el aumento de las reservas de divisas del País.

Con la descentralización desarrollaría el fortalecimiento interno de la Industria y mayor distribución de ingreso. El estudio alcanza un nivel de Pre-factibilidad.

En la etapa de mercado e Ingeniería, se realiza una exhaustiva investigación, llegando a un nivel de análisis adecuado para este tipo de estudio.

## II. RESUMEN.

El presente estudio de pre-factibilidad, está proyectado para un área de mercado que abarca los países del grupo Andino (Colombia, Ecuador, Venezuela y Brasil), así mismo para el consumo nacional.

Según el estudio de mercado realizado en los países mencionados se han obtenido los siguientes datos:

- 1º Que el Perú es uno de los países proveedor de éste producto por ser un centro minero y productor de cobre.
- 2º La participación del Perú en los últimos años han disminuido en cierta cantidad, así como en 1980, ocupa un 14.72% y en 1981 baja a 13.63%. (Ver cuadro Nº4).
- 3º El incremento de las importaciones de Colombia, Ecuador, Venezuela y Brasil, crece a mayor ritmo que el incremento de la Agricultura, tal como se muestra en el cuadro Nº 4 y 5.
- 4º Estos países mencionados son los que cultivan en gran extensión las plantas que requieren el uso del oxiclورو de cobre.
- 5º El incremento de las importaciones o lo que vende el mundo a éstos países a partir de 1970 han venido incrementándose en forma continua, y en el futuro el consumo del oxiclورو de cobre será mayor dado al crecimiento agrícola.

cola, sin tomar en consideración posibles cambios estructurales con la Reforma Agraria o factores circunstanciales como la aparición de plagas y enfermedades.

6º Las cantidades totales de la importación es bastante creciente, pues la cantidad importada en 1970 fue de 619 TM y en 1979 alcanza a 1985 TM y para 1984 fue estimado en 1042 TM, lo que significa que ha sobrepasado la cantidad importada en 1970 y para el año 1993 podrá alcanzar a 1291 TM.

En los países mencionados se han encontrado una demanda insatisfecha que permite la implementación de una planta de oxiclورو de cobre con una capacidad de 450 TM/año para determinar el tamaño de planta, se ha tomado en cuenta solo cubrir el 35% de la demanda total.

7º El incentivo a la exportación se da por la existencia del CERTEX que es del 15% para éste producto y 10% por descentralización y ésta es favorable para la empresa exportar los 400 TM de oxiclورو y adquirir una experiencia en el mercado exterior y para el País permite contribuir el incremento de divisas, buscar la expansión del mercado y por tanto exigir a las empresas productoras del oxiclورو de cobre crear nuevas tecnologías y aumentar el avance industrial del País.

El precio de venta del producto con las característi -



cas establecidas para la exportación es de \$1,322 la tonelada precio FOB y el precio para el mercado nacional - es de \$1.557 kilogramo.

Para el caso del proyecto se ha previsto que al mercado exterior puede ser transportado por medio de servicios de ferrocarril desde Huancayo hasta el Puerto del Callao, porque el flete es menor que el transporte por carretera y del puerto será envalado por medio de vías marítimas; para ello el producto será exportado en bolsas de papel o polietileno de 30 y 50 kgr. respectivamente, las que deben estar recubiertas por un saco de polipropileno a fin de evitar que pase la humedad.

Para la venta en el mercado nacional y zonal el producto deberá ser vendido en bolsas de polietileno o de papel de 1 y 25 kgr. respectivamente, que será presentado en relación a los competidores distribuyéndose el producto a las diferentes casas comerciales conocidos a nivel nacional.

En función a los criterios de localización y las exigencias de recurso, así mismo con las ventajas de exoneración de impuestos que ofrece la zona, se ha decidido su ubicación en Huancayo.

La utilización del cobre de la planta hidroeléctrica - del Mántaro y Centromin Perú (La Oroya) y la obtención - de un producto final de mejor calidad definieron el método del Acido Sulfúrico como el más adecuado. Este método consiste en hacer reaccionar la solución del ácido - sulfúrico con sal industrial (NaCl), haciendo pasar aire y a la temperatura de la solución, luego se agrega el HCl para aumentar la digestión del cobre y mantener la temperatura de la solución, luego es precipitado con amoníaco, esto sucede en la segunda fase; una vez obtenido el oxí-cloruro de cobre es lavado hasta que la densidad de la - solución sea de 0.80 Bé luego es bombeado al secador Spray drying para el secado y luego ser embolsado.

Este método es el más compatible a nivel industrial y el producto obtenido por el mencionado método compite en el mercado exterior por su mayor contenido de cobre, fi-nura y color.

Para la selección de la tecnología se ha realizado una serie de experimentos, teniendo en cuenta la influencia del tiempo, concentración del ácido, temperatura y el - flujo de aire sobre el proceso de reacción, tanto como para el método tradicional y el método del ácido sulfúri-co.

La planta para la producción industrial del oxiclóruo de cobre será implementado en un tiempo no mayor de 10 - meses, lo que significa que entrará a funcionar en el - presente año.

La Inversión total requerida para la instalación de la planta del oxiclóruo de cobre es de \$244,997.

El análisis de las fuentes de financiamiento y el aprovechamiento del Fondo de Inversiones Regionales (F.I.R.E.) permite determinar una estructura de 30% de capital propio y 70% de deuda para financiar el proyecto. El F.I.R.E. cobrará el préstamo otorgado en dólares Norteamericanos del 13% anual al rebatir por todo concepto incluyendo comisiones y con un plazo para pagar de 5 años incluyendo 1 año de gracia con pagos trimestrales.

El Proyecto de Pre-Factibilidad tiene una rentabilidad económica de 35.98%, lo que significa que trabajando al 80% de la capacidad instalada/año pasarán 3 años y medio para devolver la inversión total a base de utilidades y la rentabilidad financiera es de 50.7% y con el análisis de sensibilidad (con CERTEX) arroja una rentabilidad económica de 54.65%, lo que significa que trabajando al 80% de la capacidad instalada por año pasarán 3 años y 3 me-

ses para devolver la inversión total a basa de utilidades, y la rentabilidad financiera es de 102%; lo que permite recomendar la realización del estudio de Factibilidad.

De igual manera al evaluar el proyecto desde el punto de vista social crea una nueva fuente de trabajo para el País. .

### III. OBJETIVOS.

Los objetivos del proyecto son:

1. Determinar la Pre-factibilidad desde el punto de vista técnico-económico, para la instalación de una planta de oxiclорuro de cobre y abastecer las necesidades de este producto que demanda la Agricultura.
2. Aprovechar las ventajas de los recursos naturales de la subregión de Huancayo, para la producción Industrial del oxiclорuro de cobre.
3. Desarrollar en forma económica y rentable la producción del oxiclорuro de cobre para satisfacer la demanda nacional y la demanda exterior que conforman los países del Grupo Andino y el resto de los países de América del Sur.
4. Contribuir con una nueva actividad de exportación que conlleva a incrementar las divisas del País.
5. Acrecentar el desarrollo productivo de la agricultura en la subregión utilizando para ello el producto en estudio.
6. Aprovechar los productos residuales del complejo minero

Industrial como insumo en la elaboración del producto.

7. Aportar en los proyectos Industriales de aquellas Empre  
sas que realizan estudios con el fin de dar un mayor va  
lor agregado a los productos derivados del cobre.

#### IV. MERCADO

##### 4.1. Descripción del Producto y Usos

###### 4.1.1. Descripción del Producto

El oxiclорuro de cobre, es un polvo suelto muy fino de color azul verdoso, con un tamaño de partícula de 0.2 a 5 micras, su suspensión en el agua es mayor del 80% en peso, con una masa molecular de 431. Se obtiene por medio de conversión o digestión, lavado, filtrado y secado.

El oxiclорuro de cobre comercial de uso agrícola, tiene una composición que oscila entre  $\text{Cl}_2\text{Cu}_3 [\text{Cu}(\text{OH})_2] 4\text{H}_2\text{O}$  y  $\text{Cl}_2\text{Cu}_4 [\text{Cu}(\text{OH})_2] 4\text{H}_2\text{O}$ ; cuya formulación indica un contenido del 59% en peso de cobre, con una humectabilidad máxima de 60 segundos, por lo general se formula como polvo mojable en agua.

El oxiclорuro de cobre, es el fungicida más económico, porque no requiere de preparación alguna; se usa en menor dosis y es más compatible con varios plagicidas.

Las características físico-químicas del -

oxicloruro de cobre en relación con la peculiar composición de los tejidos de los mohos y de sus esporas son causas de su selectividad, se sabe que las esporas acumulan selectivamente el captán y también pueden concentrar iones de cobre tomándolo de una solución diluida exterior.

El oxiclóruo de cobre es un sólido que se funde a 140°C, se caracteriza por ser insoluble en el agua, muy soluble en amoníaco y ácidos; por acción del calor se convierte en sal básica anhidra de color negro, pasando nuevamente a su color anterior por absorción de agua, no es inflamable ni explosivo es un producto no tóxico para el hombre, en ratos la dosis letal media oral aguda es de 1,500 mg/Kgr.

#### 4.1.2. Usos

Es un insumo activo en fungicidas cúprico de polvo mojable con 59% en peso de cobre, que es recomendado para ser usado en el control de enfermedades que atacan a los cultivos en el agro. Es un fungicida altamente eficaz para combatir en forma económica las plagas de los si-



guientes cultivos (Cuadro Nº 1), también es usado junto con insecticidas, como folidol, parathión, metasystox, arsemiato de plomo y calcio.

#### A. Precauciones para su uso

Para usar el oxiclóruo de cobre como fungicida se debe tomar las siguientes precauciones:

- No fumar ni comer durante la aplicación de este producto.
- No debe ser empleado en la alimentación de los animales los forrajes fungados con este producto, sino después que haya sido lavado por acción de lluvias o mecánicamente.
- Terminada las labores, lavarse con agua y jabón las partes expuestas al contacto del producto.
- Se deberá tener cuidado de no aplicar a las variedades de peral y manzano, sensibles al cobre.

#### B. Recomendaciones para su uso

Para usar el oxiclóruo de cobre como fungicida

CUADRO Nº 1

USOS DEL OXICLORURO DE COBRE

| CULTIVO | ENFERMEDAD                    | AGENTE CAUSAL O NOMBRE TÉCNICA | DOSIS DEL PRODUCTO           |          | MODO DE EMPLEO   |
|---------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|----------|--|
|         |                               |                                | grs. de oxi.                 | Kgr./Ha. |  |
|         |                               |                                | 100 ltr. de H <sub>2</sub> O |          |  |
| Papa    | Hielo fungoso o rancha        | Phytophthora infestans         |                              |          | Repetir cada 7 días a 15 días según las condiciones climáticas.      |
| Tomate  | Kasahui                       | Stemphylium Consortiale        | 500                          | 3-4      |  |
| Café    | Arañero / o moho de hielachas | Corticium koleroja             | 400                          | 5-8      | Aplicar con intervalo a 20 días                                      |
|         | Manchas de Fruto              | Cercospora Caffaeicola         | 500                          | 5-8      | Durante la época de lluvia agregar un adhérente como Pagasol HR.     |
|         | Mancha de hie                 | Omphalia flavida               |                              |          |  |
|         | rro u ojo de gallo            |                                |                              |          |  |
|         | Roya amarilla                 | Hemileia Vastatrix             | 600                          | 4-5      |  |
| Cacao   | Podredumbre del fruto         | Phytophthora Parasitica        | 500                          | 3-4      | Destruir las mazorcas infectadas. Aplicar con intervalo de 3 semanas |

|            |  |  |                |                |  |
|------------|--|--|----------------|----------------|--|
| Cítricos   | Algas<br>Gamosis del cue<br>llo o podredum-<br>bre del fruto | Cephaleuros Virescena<br>Phytophthora Parasítica     | 300<br><br>300 | 3-4<br><br>3-4 | Pulverizar mezclado con<br>1 lt. de aceite emulsio<br>nable al 0.5% (Citowett),<br>con el fin de obtener un<br>perfecto moje del fruto<br>y prolongar su efecto. |
| Té         | Mancha de la<br>hoja   | Cercóspera Thease                                    | 400-500        | 3-5            | Varias pulverizaciones con<br>un intervalo de 7 a 15 días.   |
| Palto      | Antracosis   | Physolepora<br>perseae                               | 300            | 3-4            | Pulverizar en diferentes<br>períodos de floración y ma<br>duración para defenderlo de<br>los hongos  |
| Algodonero | Mancha de la<br>hoja carcospo<br>riosis                      | Macrosporium<br>nigricehtium<br>cercospora gossypina | 500<br>000     | 4-6<br>5-6     | Pulverizar cuando empieza<br>las manchas foliares<br>del algodón con un interva<br>lo de 7 - 15 días.  |

|        |   |  |                    |           |   |
|--------|---|--|--------------------|-----------|---|
| Frijol | Mancha angular de la hoja<br>Mancha de la hoja                    | Isariopsis griseola<br>Cercospora cruenta                                | 500                | 3-4       | Pulverizar cuando empiecen a observar los primeros síntomas de la enfermedad con intervalo de 15 a 20 días, se agrega adherentes en clima demasiado lluviosa. |
| Trigo  | Tizón del trigo   |  | 200/100 de semilla | 0.5 a 0.6 | Pulverizar a la semilla antes de su sembrío para evitar la infección de espigas o de las raíces o del germen y hongo patógena.                                |
| Vid    | Acaro de la vid<br>Antracnosis filoxera<br>Sallícola y radicícola | Eriophys vitis<br>Gloesporium limeticola<br>Phylloxera vitifoliae ficht. | 300-400            | 3-4       | Pulverizar cuando aparecen infectados en las hojas terminales y los tallos con intervalo de 10-12 días.   |

|           |               |                   |     |     |  |
|-----------|---------------|-------------------|-----|-----|--|
| Apio      |               |                   |     |     |  |
| Acelga    |               |                   |     |     |  |
| Ají       | Cercosporosis | Cercospera S.p.p. | 500 | 3.4 | Pulverizar al aparecer los primeros síntomas |
| Col       |               |                   |     |     |  |
| Beterraga |               |                   |     |     |  |

NOTA: También se puede usar conjuntamente son Aldrin y aceites emulsionables.

FUENTE: Cuadro de usos del oxiclورو de cobre del Ministerio de Agricultura.

cida se recomienda:

- El uso de bombas de alta presión para lograr una buena cobertura y penetración óptima.
- Aplicar poco antes del inicio del periodo de lluvias.
- Aplicar en mezcla con el adherente AGROTIN a razón de 150 ml/100 litros de agua para un buen efecto residual.
- Utilizar cuando empiecen a observarse los primeros síntomas de la enfermedad.
- No es recomendable el uso con el compuesto orgánico de mercurio (TMTD).
- Aplicar con un intervalo de acuerdo a los tipos de cultivo.
- Aplicar faltando aproximadamente 8 días para la cosecha.
- Preparar una mezcla diluyendo el producto en un volumen reducido de agua, luego se le agrega el agua agitando hasta completar el volumen requerido.

#### C. Síntomas de Intoxicación

La intoxicación con el fungicida del oxicloruro de cobre son:

- Vómitos azul-verdoso, algunas veces mezclado con sangre, cólicos y diarreas (leche).

#### D. Antídotos

Los antídotos utilizados en una intoxicación son:

- Carbón medicinal cinco cucharadas en 1/2 litro de agua y una cucharada de solución de ferrocianuro de potasio al 1% en peso.
- En una intoxicación aguda, suministrar solución diluida de ferrocianuro de potasio (2-3 cucharadas al 1% en peso), carbonato de sodio y abundante clara de huevo para precipitar el cobre, procediéndose inmediatamente a un lavado gástrico.
- Para una intoxicación grave aplicar inyecciones de Bal de 3 mg. por kilo de peso durante 2 días cada 4 horas.

#### 4.2. Ambito del Estudio de Mercado

##### 4.2.1. Características Generales

El presente estudio de mercado contiene aquellos elementos de juicio necesarios en la determinación de una demanda del producto en el mercado.

cado exterior y nacional, que justifican su producción del oxiclóruo por el método del ácido sulfúrico.

El mercado del producto de oxiclóruo de cobre está dado por los usuarios extranjeros y nacionales en la rama de la Agricultura.

La demanda del oxiclóruo de cobre está en función de las necesidades que presentan los sectores usuarios de dicho producto. En el Perú funcionan sólo tres fábricas que procesan usando el método tradicional.

El producto una vez procesado por el método del ácido sulfúrico compite en calidad, cantidad y en presentación en los usuarios nacionales y extranjeros.

En la parte correspondientes a la situación de la oferta del oxiclóruo de cobre se podrá observar la forma o tipo como la utilizan en el agro de acuerdo a los usos específicos, tal como se menciona en el cuadro Nº 1.

#### 4.2.2. Análisis del Mercado



El área geográfica que abarcará el presente estudio de mercado esta dado por el comercio exterior y nacional.

Para determinar la demanda y oferta correspondiente al mercado exterior se ha tomado el área del mercado del Grupo Andino, como son: Colombia, Ecuador, Venezuela y parte de América del Sur como el Brasil. Para el mercado nacional se ha preferido tomar el área del centro del País, como son: Huancayo (Junín), Ayacucho, Huancavelica, Apurímac, Huánuco, Ica, etc.

#### A. Mercado Exterior

El estudio de la demanda y oferta del mercado exterior tiene como objetivo ubicar las zonas más recomendables para la colocación del oxiclورو de cobre.

Según los estudios realizados y los datos obtenidos en el mercado exterior como se muestra en el cuadro N° 2, concluimos:

- 1º Que el Perú es uno de los países proveedores de éste producto, por ser un centro minero y productor de cobre.

2º La participación del Perú en las Importaciones de éstos países en los últimos años ha disminuido en cierta cantidad, como se muestra en el cuadro Nº 2; debido a que las fábricas productoras de éste producto están trabajando casi a su capaacidad máxima, además se ha incrementado la demanda nacional como se muestra en el cuadro Nº 3.

3º El incremento de las importaciones de Colombia, Ecuador, Venezuela y Brasil, crece a mayor ritmo que el incremento de la agricultura como se muestra en los cuadros Nº 4 y 5.

4º Estos países son los que cultivan en gran extensión las plantas que requieren el uso de este producto, como se muestra en el cuadro Nº 5.

5º Los canales de distribución también cuenta con dos tipos de participantes, queson los distribuidores mayoristas y minoristas.

CUADRO Nº 2

PERU: EXPORTACION HISTORICA DEL OXICLORURO DE COBRE

Unidades: Kilo Bruto

| PAISES         | 1973    | 1974    | 1975   | 1976    | 1977    | 1978    | 1979    | 1980    | 1981    | 1982  |
|----------------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| Colombia       | 196,860 | 161,180 | 60,570 | 50,575  | 110,875 | 95,729  | 141,100 | 113,225 | 94,099  | 110,5 |
| Ecuador        | 10,128  |         |        |         |         |         |         | 10,424  |         |       |
| Venezuela      |         |         |        |         | 30,220  | 25,860  | 23,230  | 15,845  | 38,152  | 75,5  |
| Brasil         | 108,175 | 20,200  |        | 3,026   |         | 50,280  |         |         |         |       |
| Alemania Occ.  | 50,500  | 86,255  | 5,020  | 21,575  | 24,200  | 8,070   | 16,112  | 24,168  | 8,056   |       |
| Costa Rica     |         |         |        |         | 10,130  |         |         |         | 10,550  | 15,7  |
| El Salvador    |         | 10,070  |        |         | 10,120  |         |         |         | 10,550  | 32,3  |
| Grecia         |         |         |        |         |         | 40,924  |         | 145,836 | 41,460  |       |
| Guatemala      |         | 30,210  |        |         | 30,150  |         |         |         | 12,430  | 15,7  |
| Reino Unido    |         |         | 20,140 |         |         |         |         |         | 10,337  |       |
| Argentina      |         |         |        |         |         |         |         | 15,502  |         |       |
| Nueva Zelandia |         |         |        |         |         |         |         |         | 180,720 |       |
| Países Bajos   | 181,440 | 60,547  |        | 8,040   | 20,240  | 30,150  | 78,780  |         | 8,056   |       |
| Tailandia      |         |         |        |         |         |         |         |         | 20,730  |       |
| Australia      |         |         | 10,000 | 1,814   |         |         |         |         |         | 113,3 |
| TOTAL          | 547,103 | 368,462 | 95,730 | 145,410 | 235,935 | 251,013 | 371,581 | 325,002 | 435,140 | 362,1 |

Fuente de Elaboración: Dirección General de Estadísticas de la Dirección General de Aduanas.

CUADRO Nº 2.A

PERU : EXPORTACION HISTORICA DEL OXICLORURO DE COBRE

Unidades: FOB \$ (\* Miles de soles)

| PAISES         | 1973*  | 1974*  | 1975   | 1976    | 1977    | 1978    | 1979    | 1980    | 1981    | 1982    |
|----------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Colombia       | 8,113  | 9,615  | 60,764 | 47,625  | 145,536 | 87,555  | 162,612 | 154,905 | 111,250 | 138,480 |
| Ecuador        | 356    |        |        |         |         |         |         | 11,895  |         |         |
| Venezuela      |        |        |        | 48,527  | 32,250  | 23,158  | 31,970  | 20,925  | 51,572  | 94,816  |
| Brasil         | 2,872  | 906    |        | 5,592   | 26,827  | 45,900  |         |         |         |         |
| Alemania Occ.  | 2,592  | 4,876  | 4,945  | 29,105  | 26,827  | 8,472   | 21,128  | 40,104  | 9,771   |         |
| Costa Rica     |        |        |        |         | 8,353   |         |         |         | 14,468  | 17,583  |
| El Salvador    |        | 585    |        |         | 8,353   |         |         |         | 14,102  | 36,738  |
| Grecia         |        |        |        |         |         | 38,762  | 119,266 | 168,610 | 49,070  |         |
| Guatemala      |        | 1,707  |        |         | 24,936  |         |         |         | 17,640  | 16,171  |
| Reino Unido    |        |        | 21,555 |         |         |         |         |         | 12,064  |         |
| Argentina      |        |        |        |         |         |         |         | 21,286  |         |         |
| Nueva Zelandia |        |        |        |         |         |         |         |         | 226,800 |         |
| Países Bajos   | 9,661  | 2,430  |        |         | 17,355  |         |         |         | 10,399  |         |
| Tailandia      |        |        |        |         |         | 23,377  | 93,431  |         | 26,077  |         |
| Australia      |        |        | 4,729  |         |         |         |         |         |         | 86,002  |
| TOTAL          | 23,613 | 20,119 | 91,993 | 141,995 | 233,610 | 227,224 | 428,407 | 417,725 | 543,213 | 389,792 |

Fuente de Información: Dirección General de Estadística de la Dirección de Aduanas.

CUADRO Nº 3

PRODUCCION HISTORICA DEL OXICLORURO DE COBRE

Unidades: Kilos.

| EMPRESAS         | Cap. Máxima<br>de<br>Producción | PRODUCCION |         |         |         |         |
|------------------|---------------------------------|------------|---------|---------|---------|---------|
|                  |                                 | 1978       | 1979    | 1980    | 1981    | 1982    |
| I.P.D.E.M.Y.S.A. | 300 TM                          | 99,150     | 210,225 | 246,894 | 250,705 | 260,000 |
| INDUSTRIA QUIMI- | 200 TM                          | 168,850    | 122,000 | 123,000 | 184,000 | 185,000 |
| CA OMICRON S.A.  |                                 |            |         |         |         |         |
| SULFATO DE COBRE | 350 TM                          | 58,000     | 300,000 | 237,000 | 299,916 | 310,000 |
| S.A.             |                                 |            |         |         |         |         |
| TOTAL PRODUCCION |                                 | 326,000    | 632,225 | 606,894 | 734,621 | 755,000 |
| TOTAL EXPORTADO  |                                 | 251,013    | 371,581 | 325,002 | 435,140 | 363,158 |
| CONSUMO NACIONAL |                                 | 74,987     | 260,644 | 281,892 | 299,481 | 391,842 |

Fuente de Información: Datos proporcionados por el Ministerio de Industrias, Turismo e Integración.

6º En el estudio, no se ha considerado los mercados de Grecia, Guatemala, El Salvador y entre otros que están considerados como los países consumidores de éste producto, lo cual significa la ampliación - del mercado exterior en el futuro.

7º El análisis del mercado se ha hecho en - base a la información obtenida del anua- rio estadístico del comercio exterior de cada país.

En el Grupo Andino se estudian los mercados de Colombia, Ecuador y Venezue- la y además el mercado del Brasil.

#### A.1. Competencia y Segmentación...

- La calidad y precio del producto a expor- tarse de una competencia digna de conside- rarse con el mercado exterior y con los - similares del Perú.
- Los precios y características del produc- to a exportarse están orientados a ser con- sumidos por los agricultores en general, así como grandes, medi nos y pequeños agri

cultores, ya que es un producto que se utiliza con mayor frecuencia en éstos países por su gran extensión de cultivo.

#### A.2. Incentivo a la Exportación

La existencia de los certificados de retribución tributaria a la exportación (CERTEX), para el caso de éste producto a exportar, favorece de la siguiente manera:

| Partida Arancelaria | Descripción   | Certex | Descen. |
|---------------------|---------------|--------|---------|
| 38.30.02.02         | Oxi. de Cobre | 15%    | 10%     |

#### A.3. Objetivo de la Exportación

##### 1) Para la Empresa.

- Exportar directamente 105 400 toneladas de oxiclорuro de cobre, aumenta la posibilidad económica de su comercio.
- Adquirir una experiencia de comercio exterior vigilante de la posibilidad de incrementar a otros mercados.

##### 2) Para el País.

- Permite contribuir el incremento de las reservas de divisas.
- Buscar la expansión del mercado y por

CUADRO Nº 4

DEMANDA INSATISFECHA DEL OXICLORURO DE COBRE EN EL

MERCADO EXTERIOR

(GRAN Y OTROS PAISES AMERICANOS)

Unidades: KILO BRUTO

| AÑO  | MUNDO     | PERU    | % QUE OCUPA PERU | ΔEXP. PERUANAS % |
|------|-----------|---------|------------------|------------------|
| 1970 | 619,050   | 20,200  | 3.263            | -----            |
| 1971 | 912,800   | 10,100  | 1.107            | -50              |
| 1972 | 765,793   | 133,010 | 17.369           | 1,217            |
| 1973 | 828,706   | 215,163 | 38.03            | 136.95           |
| 1974 | 1'014,112 | 181,380 | 17.89            | -42.45           |
| 1975 | 754,628   | 60,570  | 8.03             | -66.61           |
| 1976 | 853,638   | 113,981 | 13.35            | 88.18            |
| 1977 | 740,190   | 141,095 | 19.06            | 23.79            |
| 1978 | 928,353   | 171,869 | 18.51            | 21.81            |
| 1979 | 984,959   | 164,330 | 16.68            | -4.39            |
| 1980 | *947,827  | 139,496 | 14.72            | -15.11           |
| 1981 | *970,590  | 132,251 | 13.63            | -5.19            |
| 1982 | *993,901  | 186,092 | 18.72            | 40.71            |

NOTA: \* Dato estimado.

FUENTE DE ELABORACION: PROPIA.



CUADRO Nº 5

RESUMEN: DEL CUADRO ESTADISTICO DEL CRECIMIENTO AGRICOLA DE LOS PAISES: (BRASIL, COLOMBIA

ECUADOR, VENEZUELA)

Unidades: Miles de Hectáreas (Há)

| CULTIVOS | 1972     | 1973   | 1974   | 1975   | 1976   | 1977   | 1978   | 1979   | 1980   | 1981   |
|----------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Trigo    | 2,440    | 1,959  | 2,597  | 2,630  | 3,649  | 3,230  | 2,860  | 1,984  | 3,179  | 3,909  |
| Papa     | 389      | 350    | 323    | 330    | 382    | 378    | 398    | 396    | 372    | 401    |
| Frijoles | 3,802    | 4,042  | 4,421  | 4,310  | 4,296  | 4,791  | 4,810  | 4,433  | 4,875  | 5,275  |
| Algodón  | 2,973    | 2,760  | 2,705  | 2,622  | 2,279  | 2,600  | 2,423  | 2,271  | 2,351  | 2,354  |
| Col      | 3        | 3      | 3      | 3      | 11     | 14.1   | 15.2   | 15.4   | 15.3   | 16.5   |
| Tomate   | 57       | 53     | 56     | 61     | 71     | 77     | 79     | 73     | 75     | 84     |
| Café     | 3,902    | 3,400  | 3,755  | 3,448  | 2,430  | 3,470  | 3,692  | 3,971  | 3,832  | 3,926  |
| Té       | 5        | 5.98   | 5.87   | 6      | 6      | 8      | 6      | 6      | 7      | 4.99   |
| Cacao    | 886.4    | 754.4  | 859    | 972    | 816    | 778    | 877    | 856    | 868    | 920    |
| Uva      | 59       | 60.4   | 54.94  | 59.1   | 64.82  | 63     | 61     | 63.5   | 60.5   | 60.43  |
| TOTAL    | 14,516.4 | 13,388 | 14,780 | 14,441 | 14,005 | 15,407 | 15,223 | 14,069 | 15,634 | 16,953 |

Fuente de Elaboración: Anuario de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y

la Alimentación F.A.O.

## Cultivo: Trigo

| PAISES    | 1972  | 1973  | 1974  | 1975  | 1976  | 1977  | 1978  | 1979  | 1980  | 1981  |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Brazil    | 2,320 | 1,839 | 2,471 | 2,500 | 3,539 | 3,153 | 2,801 | 1,921 | 3,107 | 3,831 |
| Colombia  | 63    | 72    | 68    | 68    | 33    | 34    | 30    | 31    | 38    | 39    |
| Ecuador   | 56    | 47    | 56    | 60    | 76    | 41    | 27    | 30    | 32    | 37    |
| Venezuela | 1     | 1     | 2     | 2     | 1     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     |
| TOTAL     | 2,440 | 1,959 | 2,597 | 2,630 | 3,649 | 3,230 | 2,860 | 1,984 | 3,179 | 3,909 |

## Cultivo: Papa

|           |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Brazil    | 250 | 206 | 181 | 185 | 202 | 196 | 209 | 204 | 181 | 191 |
| Colombia  | 86  | 88  | 89  | 90  | 125 | 130 | 142 | 148 | 142 | 160 |
| Ecuador   | 38  | 44  | 39  | 40  | 41  | 36  | 30  | 27  | 30  | 31  |
| Venezuela | 13  | 12  | 14  | 15  | 14  | 16  | 17  | 17  | 19  | 19  |
| TOTAL     | 389 | 350 | 323 | 330 | 382 | 378 | 398 | 396 | 372 | 401 |

## Cultivo: Café

| PAISES    | 1972  | 1973  | 1974  | 1975  | 1976  | 1977  | 1978  | 1979  | 1980  | 1981  |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Brazil    | 2,600 | 2,080 | 2,450 | 2,700 | 1,065 | 1,941 | 2,067 | 2,406 | 2,207 | 2,337 |
| Colombia  | 810   | 820   | 800   | 830   | 840   | 1,000 | 1,100 | 1,050 | 1,084 | 1,075 |
| Ecuador   | 216   | 227   | 232   | 230   | 256   | 260   | 270   | 262   | 288   | 261   |
| Venezuela | 276   | 273   | 273   | 288   | 269   | 269   | 255   | 253   | 253   | 253   |
| TOTAL     | 3,902 | 3,400 | 3,755 | 3,448 | 2,430 | 3,470 | 3,692 | 3,971 | 3,832 | 3,926 |

## Cultivo: Te

|         |     |      |      |      |   |   |   |   |   |   |
|---------|-----|------|------|------|---|---|---|---|---|---|
| Brazil  | 4.6 | 4.5  | 4.5  | 4.5  | 5 | 5 | 6 | 5 | 5 | 5 |
| Ecuador | 0.4 | 1.48 | 1.48 | 1.37 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| TOTAL   | 5.0 | 5.98 | 5.98 | 5.87 | 6 | 6 | 8 | 6 | 6 | 7 |

## Cultivo: Cacao

| PAISES    | 1972  | 1973  | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 |
|-----------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Brazil    | 445   | 416   | 509  | 600  | 459  | 412  | 460  | 454  | 470  | 500  |
| Colombia  | 54    | 55    | 58   | 62   | 55   | 58   | 61   | 63   | 68   | 70   |
| Ecuador   | 320   | 213   | 222  | 230  | 230  | 238  | 287  | 270  | 270  | 283  |
| Venezuela | 67.4  | 70.4  | 70   | 80   | 72   | 70   | 69   | 69   | 60   | 67   |
| TOTAL     | 886.4 | 754.4 | 859  | 972  | 816  | 778  | 877  | 856  | 868  | 920  |

## Cultivo: Uva

|           |      |      |       |      |       |    |    |      |      |       |
|-----------|------|------|-------|------|-------|----|----|------|------|-------|
| Brazil    | 55   | 56   | 51    | 55   | 62    | 60 | 58 | 60   | 57   | 57    |
| Colombia  | 1    | 1    | 1     | 1    | 1     | 1  | 1  | 1    | 1    | 1     |
| Ecuador   | 1.2  | 1.4  | 0.94  | 1.1  | 0.82  | 1  | 1  | 1.5  | 1.5  | 1.43  |
| Venezuela | 1.8  | 2    | 2     | 2    | 1     | 1  | 1  | 1    | 1    | 1     |
| TOTAL     | 59.0 | 60.4 | 54.94 | 59.1 | 64.82 | 63 | 61 | 63.5 | 60.5 | 60.43 |

## Cultivo: Frijoles

| PAISES    | 1972  | 1973  | 1974  | 1975  | 1976  | 1977  | 1978  | 1979  | 1980  | 1981  |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Brazil    | 3,560 | 3,815 | 4,163 | 4,046 | 4,038 | 4,551 | 4,586 | 4,212 | 4,638 | 5,030 |
| Colombia  | 97    | 94    | 111   | 115   | 101   | 116   | 111   | 112   | 115   | 115   |
| Ecuador   | 62    | 66    | 66    | 60    | 68    | 59    | 39    | 44    | 48    | 51    |
| Venezuela | 83    | 67    | 81    | 89    | 89    | 65    | 74    | 65    | 74    | 79    |
| TOTAL     | 3,802 | 4,042 | 4,421 | 4,310 | 4,296 | 4,791 | 4,810 | 4,433 | 4,875 | 5,275 |

## Cultivo: Algodón

|           |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Brazil    | 2,631 | 2,428 | 2,307 | 2,226 | 1,902 | 2,145 | 2,023 | 2,023 | 2,064 | 2,064 |
| Colombia  | 270   | 250   | 287   | 281   | 286   | 377   | 328   | 187   | 217   | 220   |
| Ecuador   | 16    | 23    | 46    | 26    | 30    | 26    | 20    | 20    | 25    | 30    |
| Venezuela | 56    | 59    | 65    | 89    | 61    | 52    | 52    | 41    | 45    | 40    |
| TOTAL     | 2,973 | 2,760 | 2,705 | 2,622 | 2,279 | 2,600 | 2,423 | 2,271 | 2,351 | 2,354 |

## Cultivo: Col

| PAISES    | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Colombia  |      |      |      |      | 8    | 12   | 13   | 13   | 13   | 14   |
| Ecuador   | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| Venezuela | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1.1  | 1.2  | 1.4  | 1.3  | 1.5  |
| Total     | 3    | 3    | 3    | 3    | 11   | 14.1 | 15.2 | 15.4 | 15.3 | 16.5 |

## Cultivo: Tomate

|        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Brazil | 47 | 43 | 46 | 51 | 49 | 52 | 55 | 48 | 46 | 50 |
|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|

tanto exigir a las empresas productoras del oxiclóruo de cobre, crear nuevas tecnologías y aumentar el avance industrial del país, compitiendo de ésta manera con la tecnología mundial.

#### A.4. Selección del Mercado

Se ha seleccionado éstos países por los siguientes motivos:

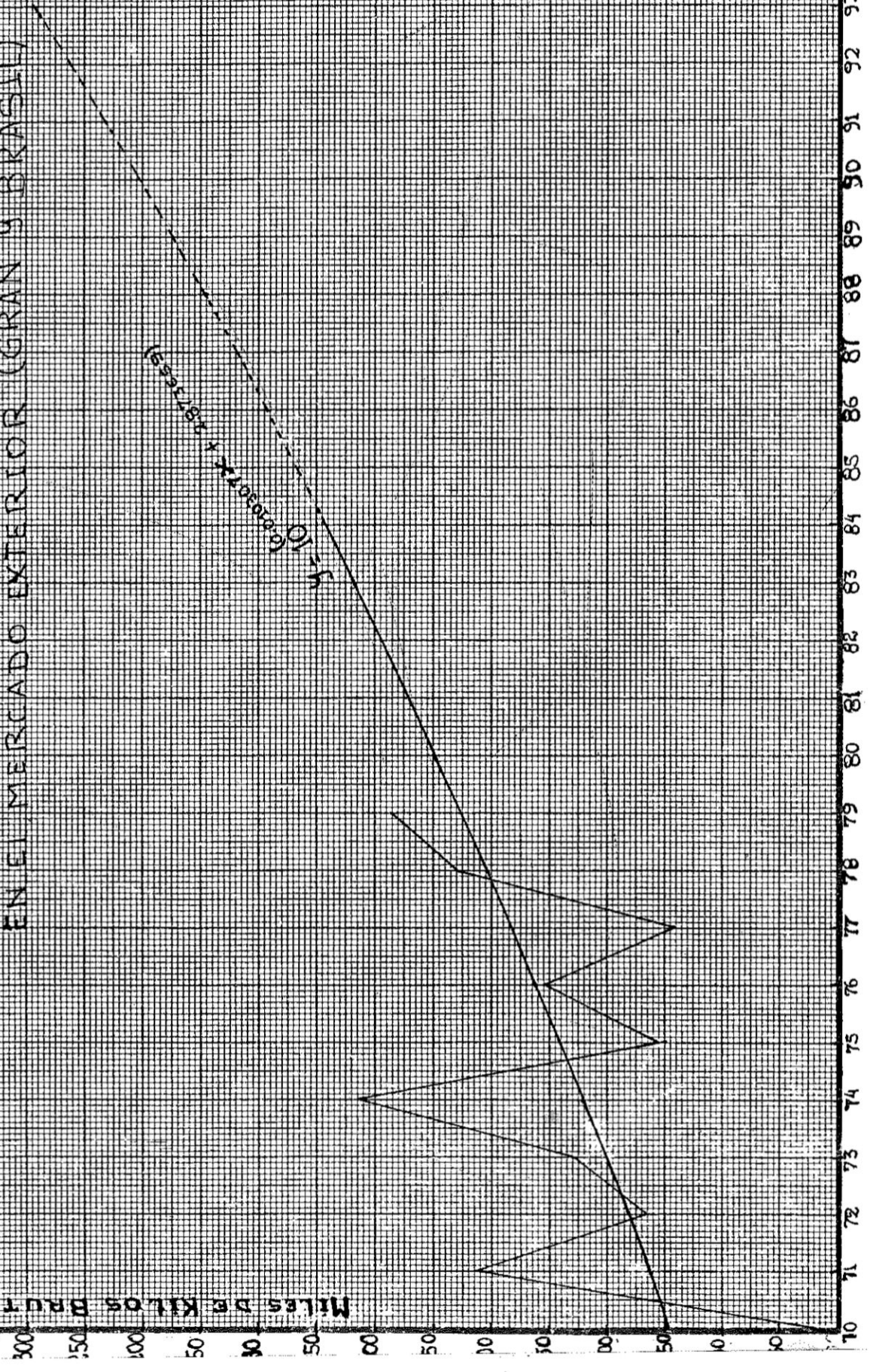
- Por ser países vecinos y cercanos, conformantes del Grupo Andino y americanos.
- Por la facilidad en el transporte que nos une directamente con el mercado más importante de los países seleccionados, permitiendo llegar directamente al importador.
- El producto a exportar son conocidos en los países mencionados y goza de prestigio.
- Por la existencia de la demanda insatisfecha y creciente, tal como se observa en el cuadro Nº 4 y en los gráficos Nº 1 y 2.
- Por considerarse el producto a exportar como producto no tradicional y no son productores estos países.

#### B. Mercado Nacional

# GRAFICA N° 1

## DEMANDA INSATISFECHA Y SU PROYECCION EN EL MERCADO EXTERIOR (GRAN Y BRASIL)

Miles de Kilos Brutos



10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 años

# GRAFICO N° 2

DEMANDA INSATISFECHA Y  
OFERTA PERUANA EN EL  
MERCADO EXTERIOR

MILES DE KILOS BRUTOS

$$Y=10(600707X+2873659)$$

$$Y=10(5.34162 \times 10^8 X + 245383)$$

En la parte correspondiente a la situación del mercado nacional, de acuerdo al estudio realizado se podrá observar la forma o tipo que lo utilizan en el agro, de acuerdo a los usos específicos, así como se mencionó en el cuadro de usos.

Como se puede apreciar el cuadro Nº 3, la producción nacional y el consumo, se ha incrementado a mayor ritmo.

Debido a la riqueza de cobre que contiene y por ser el fungicida más económico.

Realizado en estudio según los datos estadísticos del consumo nacional se concluye que el mercado para este producto se ha situado en la parte centro del país, como los departamentos: Junín, Cerro de Pasco, Huánuco, Ucayali, Ayacucho, Huancavelica, Cuzco, Madre de Dios e Ica.

Se ha seleccionado estos departamentos por lo siguiente:

- Por estar cerca a la localización de la planta de producción del oxiclورو de cobre.
- Por la facilidad de transporte y las vías

de comunicación que los une a los departamentos mencionados.

- Porque en éstos departamentos se cultivan en gran extensión las plantas que utilizan este producto.
- Porque se cuentan con los distribuidores mayoristas como son las casas comerciales "Carlessi", los distribuidores minoristas y otros representantes que se dedican en el sector agrario.

#### 4.3. Estudio de la Demanda Total

##### 4.3.1. Demanda Exterior

###### A. Análisis del Comportamiento Histórico del Consumo Exterior.

Los países usuarios como son: Colombia, Ecuador, Venezuela y Brasil importan el producto bajo la partida nomenclatoria 28.30.02.02. oxiclóruo de cobre.

Para el presente análisis del comportamiento histórico del consumo, se tomó preferentemente la atención a las importaciones de este producto a dichos países, como se muestra en el cuadro N° 6.

El cuadro Nº 6 muestra la información histórica de los países que importan este producto para el agro.

Mediante el comportamiento histórico del consumo de los países mencionados, se analiza el volumen de la demanda exterior.

El incremento de las importaciones o lo que vende el mundo a estos países, a partir de 1,970 a venido incrementándose en forma continua; en el futuro el consumo será mayor dado al crecimiento agrícola, sin tomar en consideración posibles cambios estructurales con la Reforma Agraria o factores circunstanciales como la aparición de plagas y enfermedades.

#### A.1 Crecimiento de las Importaciones

La tendencia que se observa en la serie histórica, representa la importación para un periodo de 10 años. Las cantidades totales de la importación como se puede apreciar es de crecimiento bastante considerado, pues la cantidad importada en 1,970 fue de 619,050



kilos brutos ó 619 toneladas, en 1,974 llega a su máxima cantidad importada de 1'014,112 kilos brutos (1,014 toneladas), en 1,979 alcanza a 984,959 kilos brutos (985 toneladas) y para 1,984 fue estimado en 1'042,214 kilos brutos, lo que significa que ha sobrepasado la cantidad importada en 1,974.

Para apreciar con mayor claridad la evaluación de las importaciones de estos países, se ha tomado como año base 1,970, igual a 100%, y observando el crecimiento en 1,971 llega a 147.5%, luego bajando en 1,972 a 123.7%, recuperándose en 1,974 hasta 163.8% bajando nuevamente en 1,977 a 19.6% que es el más bajo de las cantidades importadas por estos países durante el comportamiento histórico; a partir de ese año el crecimiento es ascendente llegando hasta el 159% en 1,979 y para 1,984 se ha estimado en 168.4%, lo que indica el aumento notable en estos 7 años.

#### A.2 Países Proveedores

Del cuadro Nº 6 se observa que el país prin

principal proveedor del oxiclóruo de cobre para los tres países (Colombia, Ecuador y Brasil) es Chile, que en el periodo de 1,970 a 1,979 exportó aproximadamente el 80% de la demanda de estos países y para Venezuela es México, que exportó aproximadamente el 60% de la demanda total, siguiendo en forma descendente Alemania Occidental.

#### B. Metodología de la Demanda del Producto

Para determinar los consumos del oxiclóruo de cobre por los demandantes, se ha tomado como fuente de información el anuario estadístico de cada país y para la extensión agrícola el anuario de la F.A.O., como se muestra en los cuadros 5.A y 6.

#### 4.3.2. Demanda Nacional

El cuadro Nº 3 permite analizar el volumen de la demanda nacional del oxiclóruo de cobre, en el que se observa que la producción interna fue de 326 en 1,978 y de 755 toneladas métricas en 1,982 respectivamente, de las tres empresas y estando ellos trabajando casi al 100% de su capacidad.

El volumen de crecimiento del consumo nacional, a partir de 1,978 demuestra que el pro ducto ha venido ampliándose en forma continua y se prevee que en el futuro el consumo será - mayor debido al crecimiento agrícola que estan elaborando el Centro Experimental de Expansión Agrícola, sin tomar en consideración los facto res circunstanciales como la aparición de las plagas y enfermedades.

La calidad del producto y su bajo costo - permitirá a la empresa satisfacer la demanda - de la región del centro y en el futuro la deman da total del país.

#### A. Crecimiento del Consumo Nacional

En el cuadro Nº 3, se observa que el creci miento es bastante notorio, ya que en 1,978 la cantidad consumida fue de 74,987 kilos - brutos y en 1,982 alcanza a 391,842 kilos - brutos.

Para una mejor apreciación de la eva - luación del consumo nacional se ha tomado - como año base a 1,979 igual al 100%, en 1,980

CUADRO Nº 6

COLOMBIA: IMPORTACIONES HISTORICAS DE OXICLORURO DE COBRE  
(EXCEPTO PERU)

| AÑO  | PAIS DE ORIGEN | CANTIDADES<br>KILO BRUTO | CIF                |                    | TOTAL      |                    |         |
|------|----------------|--------------------------|--------------------|--------------------|------------|--------------------|---------|
|      |                |                          | Peso Colom.<br>S/. | Peso Colom.<br>S/. | KILO BRUTO | Peso Colom.<br>S/. |         |
| 1970 | Chile          | 62,771                   | 1'098,650          |                    | 62,771     | 1'098,650          |         |
| 1971 | Chile          | 160,000                  | 2'703,337          |                    | 167,140    | 4'151,421          |         |
|      | Alemania Occ.  | 76,140                   | 1'448,084          |                    |            |                    |         |
| 1972 | Chile          | 264,453                  | 4'812,327          |                    | 264,453    | 4'812,327          |         |
| 1973 | Chile          | 333,210                  | 8'649,278          |                    | 333,210    | 8'649,278          |         |
| 1974 | Chile          | 161,180                  | 5'966,019          |                    |            |                    |         |
|      | EE.UU.         | 3,756                    | 176,980            |                    | 164,936    | 6'142,999          |         |
|      |                |                          | FOB \$             | CIF \$             |            | FOB \$             | CIF \$  |
| 1975 | Chile          | 124,164                  |                    | 113,045            | 209,697    |                    | 208,667 |
|      | Alemania Occ.  | 85,533                   |                    | 95,622             |            |                    |         |
| 1976 | Chile          | 190,625                  | 173,553            | 187,659            | 190,625    | 173,553            | 187,659 |
| 1977 | Chile          | 141,110                  | 142,776            | 153,103            | 141,110    | 142,776            | 153,103 |
| 1978 | Chile          | 248,812                  | 227,138            | 247,396            | 248,812    | 227,138            | 247,596 |
| 1979 | Chile          | 221,143                  | 292,261            | 315,705            | 211,143    | 292,261            | 315,705 |

FUENTE DE INFORMACION: ANUARIO DE COMERCIO EXTERIOR DE COLOMBIA

CUADRO. N° 6

ECUADOR: IMPORTACIONES HISTORICAS DEL OXICLORURO DE COBRE (EXCEPTO PERU)

| AÑO  | PAIS DE<br>ORIGEN | CANTIDADES<br>KILO BRUTO | FOB<br>\$ | CIF<br>\$ | TOTAL<br>KILO BRUTO | TOTAL  |        |
|------|-------------------|--------------------------|-----------|-----------|---------------------|--------|--------|
|      |                   |                          |           |           |                     | FOB \$ | CIF \$ |
| 1970 | Alemania Occ.     | 15,000                   | 9,712     | 11,193    | 34,880              | 22,309 | 24,954 |
|      | Bélgica           | 2,000                    | 1,393     | 1,681     |                     |        |        |
|      | Chile             | 7,880                    | 6,205     | 6,347     |                     |        |        |
|      | Dinamarca         | 10,000                   | 4,999     | 5,733     |                     |        |        |
| 1971 | Chile             | 5,000                    | 3,607     | 4,328     | 28,339              | 20,559 | 24,671 |
|      | Alemania Occ.     | 23,339                   | 16,952    | 10,342    |                     |        |        |
| 1972 | Alemania Occ.     | 5,118                    | 3,704     | 4,384     | 15,806              | 13,996 | 15,526 |
|      | Chile             | 10,244                   | 8,292     | 8,754     |                     |        |        |
|      | EE.UU.            | 444                      | 2,000     | 2,388     |                     |        |        |
| 1973 | Chile             | 7,923                    | 7,629     | 8,591     | 19,264              | 17,650 | 19,103 |
|      | EE.UU.            | 8,191                    | 7,697     | 7,736     |                     |        |        |
|      | Reino Unido       | 3,150                    | 2,324     | 2,776     |                     |        |        |
| 1974 | Alemania Occ.     | 8,501                    | 7,944     | 8,591     | 26,077              | 24,992 | 27,092 |
|      | Chile             | 12,264                   | 11,950    | 12,803    |                     |        |        |
|      | EE.UU.            | 5,312                    | 5,098     | 5,698     |                     |        |        |
| 1975 | Alemania Occ.     | 3,315                    | 3,182     | 3,706     | 28,907              | 28,385 | 32,859 |
|      | Chile             | 16,200                   | 15,785    | 18,111    |                     |        |        |
|      | EE.UU.            | 4,082                    | 4,000     | 4,800     |                     |        |        |
|      | Noruega           | 4,320                    | 4,329     | 4,935     |                     |        |        |
|      | Reino Unido       | 990                      | 1,089     | 1,307     |                     |        |        |
| 1976 | Alemania Occ.     | 17,527                   | 18,929    | 21,763    | 39,553              | 38,852 | 43,773 |
|      | Chile             | 17,488                   | 15,682    | 17,036    |                     |        |        |
|      | España            | 241                      | 234       | 281       |                     |        |        |
|      | EE.UU.            | 2,188                    | 2,079     | 2,329     |                     |        |        |
|      | Noruega           | 2,109                    | 1,918     | 2,364     |                     |        |        |
| 1977 | Chile             | 13,280                   | 11,881    | 12,672    | 16,961              | 17,930 | 19,653 |
|      | España            | 3,681                    | 6,049     | 6,981     |                     |        |        |

CUADRO Nº 6

ECUADOR: IMPORTACIONES HISTORICAS DEL OXICLORURO DE COBRE (EXCEPTO PERU)

| AÑO  | PAIS DE ORIGEN | CANTIDADES<br>KILO BRUTO | FOB<br>\$ | CIF<br>\$ | TOTAL<br>KILO<br>BRUTO | TOTAL  |         |
|------|----------------|--------------------------|-----------|-----------|------------------------|--------|---------|
|      |                |                          |           |           |                        | FOB \$ | CIF \$  |
| 1977 | Chile          | 13,280                   | 11,881    | 12,672    | 16,961                 | 17,930 | 19,553  |
|      | España         | 3,681                    | 6,049     | 6,981     |                        |        |         |
| 1978 | Alemania Occ.  | 5,185                    | 4,336     | 5,232     | 28,288                 | 34,576 | 38,202  |
|      | Chile          | 15,070                   | 15,957    | 16,945    |                        |        |         |
|      | EE.UU.         | 8,033                    | 14,283    | 16,025    |                        |        |         |
| 1979 | Alemania Occ.  | 8,000                    | 9,276     | 10,904    | 68,172                 | 84,860 | 100,546 |
|      | Chile          | 15,000                   | 16,985    | 18,258    |                        |        |         |
|      | EE.UU.         | 45,172                   | 58,599    | 71,384    |                        |        |         |

FUENTE DE INFORMACION: ANUARIO DE COMERCIO EXTERIOR DE ECUADOR

CUADRO Nº 6

VENEZUELA: IMPORTACIONES HISTORICAS DEL OXICLORURO DE COBRE  
(EXCEPTO PERU)

| AÑO  | PAIS DE<br>ORIGEN | CANTIDADES<br>KILO BRUTO | FOB<br>\$ | CIF<br>\$ | TOTAL<br>KILO BRUTO | TOTAL   |         |
|------|-------------------|--------------------------|-----------|-----------|---------------------|---------|---------|
|      |                   |                          |           |           |                     | FOB \$  | CIF \$  |
| 1970 | Alemania Occ.     | 31,951                   | 29,395    | 33,510    |                     |         |         |
|      | España            | 16,575                   | 19,890    | 23,470    |                     |         |         |
|      | México            | 65,271                   | 58,091    | 62,738    | 170,651             | 160,464 | 181,199 |
|      | Bélgica Lux.      | 46,154                   | 42,923    | 49,791    |                     |         |         |
|      | Alemania Orie.    | 10,700                   | 10,165    | 11,690    |                     |         |         |
| 1971 | Alemania Occ.     | 65,841                   | 60,594    | 69,077    |                     |         |         |
|      | España            | 5,607                    | 5,719     | 6,748     |                     |         |         |
|      | México            | 111,750                  | 104,423   | 112,777   | 227,847             | 209,469 | 233,532 |
|      | Alemania Orie.    | 41,649                   | 38,733    | 44,930    |                     |         |         |
| 1972 | Alemania Occ.     | 66,268                   | 65,528    | 74,702    |                     |         |         |
|      | España            | 18,819                   | 19,195    | 22,650    |                     |         |         |
|      | Mexico            | 91,504                   | 85,096    | 91,904    | 235,534             | 225,228 | 253,530 |
|      | Bélgica Lux.      | 58,946                   | 55,409    | 64,274    |                     |         |         |
| 1973 | Alemania Occ.     | 64,632                   | 65,925    | 75,155    |                     |         |         |
|      | España            | 15,602                   | 15,914    | 18,779    | 173,232             | 171,777 | 190,489 |
|      | México            | 95,998                   | 90,238    | 96,555    |                     |         |         |
| 1974 | Alemania Occ.     | 103,325                  | 105,908   | 120,735   |                     |         |         |
|      | España            | 13,396                   | 13,664    | 16,124    | 223,099             | 227,125 | 253,016 |
|      | México            | 106,377                  | 107,553   | 116,157   |                     |         |         |
| 1975 | Alemania Occ.     | 72,620                   | 79,882    | 91,305    |                     |         |         |
|      | España            | 4,166                    | 5,208     | 6,145     | 200,010             | 213,243 | 235,855 |
|      | México            | 123,224                  | 128,153   | 138,405   |                     |         |         |
| 1976 | Alemania Occ.     | 60,280                   | 69,322    | 79,374    |                     |         |         |
|      | México            | 100,900                  | 111,999   | 121,295   | 216,460             | 243,235 | 272,489 |
|      | Alemania Orie.    | 55,280                   | 61,914    | 71,820    |                     |         |         |

CUADRO Nº 6.1

VENEZUELA: IMPORTACIONES HISTORICAS DEL OXICLORURO DE COBRE (EXCEPTO PERU)

| AÑO  | PAIS DE<br>ORIGEN | CANTIDADES<br>KILOBRUTO | FOB<br>\$ | CIF<br>\$ | TOTAL<br>KILO BRUTO | TOTAL   |         |
|------|-------------------|-------------------------|-----------|-----------|---------------------|---------|---------|
|      |                   |                         |           |           |                     | FOB \$  | CIF \$  |
| 1977 | Alemania Occ.     | 92,020                  | 98,461    | 112,738   | 197,119             | 215,273 | 240,967 |
|      | España            | 15,847                  | 17,749    | 20,944    |                     |         |         |
|      | México            | 89,252                  | 99,063    | 107,285   |                     |         |         |
| 1978 | Alemania Occ.     | 108,497                 | 131,281   | 150,317   | 257,779             | 314,201 | 349,899 |
|      | España            | 12,400                  | 15,252    | 17,998    |                     |         |         |
|      | México            | 136,882                 | 167,668   | 181,584   |                     |         |         |
| 1979 | Alemania Occ.     | 121,101                 | 163,486   | 163,486   | 273,535             | 369,881 | 412,375 |
|      | España            | 12,200                  | 17,080    | 20,155    |                     |         |         |
|      | México            | 140,234                 | 189,315   | 205,028   |                     |         |         |

FUENTE DE INFORMACION: ANUARIO DE COMERCIO EXTERIOR DE VENEZUELA



CUADRO Nº 6

BRASIL: IMPORTACIONES HISTORICAS DEL OXICLORURO DE COBRE  
(EXCEPTO PERU)

| AÑO  | PAIS DE ORIGEN | CANTIDADES KILO BRUTO | FOB \$  | CIF \$  | TOTAL KILO BRUTO | TOTAL   |         |
|------|----------------|-----------------------|---------|---------|------------------|---------|---------|
|      |                |                       |         |         |                  | FOB \$  | CIF \$  |
| 1970 | Chile          | 350,748               | 273,583 | 280,338 | 350,748          | 273,583 | 280,338 |
| 1971 | Chile          | 393,474               | 318,714 | 326,583 | 393,474          | 318,714 | 326,583 |
| 1972 | Chile          | 250,000               | 216,000 | 221,333 | 250,000          | 216,000 | 221,333 |
| 1973 | Chile          | 300,000               | 262,500 | 273,134 | 300,000          | 262,500 | 273,134 |
| 1974 | Chile          | 600,000               | 654,000 | 677,270 | 600,000          | 654,000 | 677,270 |
| 1975 | Chile          | 316,014               | 343,402 | 365,517 | 316,014          | 343,402 | 365,517 |
| 1976 | Chile          | 407,000               | 461,945 | 491,424 | 407,000          | 461,945 | 491,424 |
| 1977 | Chile          | 385,000               | 415,800 | 442,334 | 385,000          | 415,800 | 442,334 |
| 1978 | Chile          | 393,474               | 566,603 | 613,631 | 393,474          | 566,603 | 613,631 |
| 1979 | Chile          | 432,105               | 639,515 | 695,153 | 432,105          | 639,515 | 695,153 |

FUENTE DE INFORMACION: ANUARIO DE COMERCIO EXTERIOR DE BRASIL

se observa el crecimiento del 108.2% y en 1,982 llega a un valor equivalente al 150.3% lo que indica el aumento notable en estos 4 años.

#### B. Empresas Proveedoras

Como se puede observar el cuadro Nº 3, las empresas proveedoras son tres: Industria Peruana de Metales y Derivados S.A. (I.P.D. E.M.Y.S.A.), Industria Química "OMICRON" S.A. y Sulfato de Cobre S.A.

#### C. Metodología de la Demanda Nacional

Para determinar el consumo nacional se ha tomado las fuentes de información proporcionada por el Ministerio de Industrias, Turismo e Integración y del anuario estadístico Industrial del Perú, la que queda presentada en el cuadro Nº 3.

### 4.4. Estudio de la Oferta

#### 4.4.1. Situación de la Oferta del Perú en el Mercado Exterior

Como se señaló anteriormente en el Perú existen tres empresas productoras del oxiclóruo -

de cobre que estan produciendo casi al 100% de su capacidad instalada y habiéndose incrementado el consumo nacional, se llega a la conclusión de que la oferta del Perú en el mercado exterior va decreciendo, como se observa en el cuadro N° 4 y en la gráfica N° 2, el Perú en 1,970 ocupa el 3.263%, llegando a su máxima oferta en 1,973 con un 38%, y posteriormente va decreciendo en forma notoria, llegando en 1,980 al 14.72%. Y para ello es necesario crear una nueva empresa con una tecnología renovada y a bajo costo.

#### 4.4.2. Situación de la Oferta del Oxidloruro en el Perú

La oferta nacional la constituye:

I.P.D.E.M.Y.S.A. con una capacidad de: 300 T.M.

Industria Química "Omicron" S.A. con : 200 T.M.

Sulfato de Cobre S.A. con : 350 T.M.

Capacidad total instalada 850 T.M.

En el cuadro N° 3, se presenta el comportamiento de la producción para estas tres empresas, y en el mismo se observa que la producción ve incrementándose en forma notoria, lle-

gando en 1982 al 90% de la capacidad instalada.

Las empresas anteriormente mencionadas es tan ubicadas en la ciudad de Lima y producen - con una tecnología tradicional.

Para el proyecto, la materia prima que se utiliza, es el cobre electrolítico, que se caracteriza por ser de alta calidad, motivo por el cual alrededor del 80% de la producción será destinada a la exportación.

#### 4.5. Demanda Aparente

##### 4.5.1. Demanda Aparente en el Mercado Exterior

Para determinar la demanda aparente exterior - del oxiclорuro de cobre se utilizó la siguiente ecuación:

Demanda aparente = Producción + Importación - Exportación.

Los cuatro países mencionados no producen el oxiclорuro de cobre, por lo tanto no exportan, del cual se deduce que la demanda aparente es igual a la importación.

##### 4.5.2. Demanda Aparente en el Mercado Nacional

La demanda aparente del consumo nacional está determinado por la producción mas la importación menos la exportación. Como somos países productores del oxiclورو de cobre, la importación es prácticamente céro del cual se deduce que:

Demanda aparente = Producción - Exportación.

El análisis de la producción abarca el periodo de 1,978 - 1,982, como se puede apreciar en el cuadro N<sup>o</sup> 7, la producción sigue un comportamiento aceleradamente creciente para los años 1,978, 1,981 y 1,982, incrementándose para 1,979 en un 94% y llegando en 1,982 a 132%, es decir más del doble que la producción en - 1,978.

El análisis de la exportación como se puede apreciar en el mismo cuadro, tiene un comportamiento creciente mínimo, así como en 1979 llegó a 372 T.M., bajando en 1982 a 363 T.M.

Al realizar estos análisis y reemplazando en la ecuación dada, se obtiene la demanda aparente, tal como se puede apreciar en el cuadro

Nº 7, la demanda aparente ha seguido un comportamiento creciente, que desde 1,978 hasta 1,982 se ha incrementado en un 50%, tomando como base a 1,979.

#### 4.5.3. Análisis de las Posibilidades de Sustitución Tecnológica que afecta al Producto

Existe una opinión entre los consumidores del oxicloruro de cobre, que como fungicida se usa en poca dosis y por tener un precio más bajo - que otros fungicidas orgánica, se seguirá usando por muchos años.

El oxicloruro de cobre, a pesar de los progresos de los fungicidas orgánicas y similares, se puede usar mezclando con otros compuestos orgánicos como son dicarbamato de calcio.

Por el momento se puede decir que los fungicidas orgánicas, no lo sustituyen debido a la riqueza de cobre en su contenido y de ser de uso fácil y menos peligroso que los fungicidas orgánicas. En caso de proceder la sustitución mencionada, el oxicloruro de cobre se puede usar como pigmento sin mayor problema.

CUADRO Nº 7

PERU: SERIE HISTORICA DE LA DEMANDA APARENTE DEL OXICLORURO  
DE COBRE Y SU PROYECCION

Unidades: KILO BRUTO

|          | AÑO  | PRODUCCION | EXPORTACION | DEMANDA APARENTE |
|----------|------|------------|-------------|------------------|
| REAL     | 1978 | 326,000    | 251,013     | 74,987           |
|          | 1979 | 632,225    | 371,581     | 260,644          |
|          | 1980 | 606,894    | 325,002     | 281,892          |
|          | 1981 | 734,621    | 435,140     | 299,481          |
|          | 1982 | 755,000    | 363,158     | 391,842          |
|          | 1983 | 899,300    | 385,150     | 514,150          |
|          | 1984 | 995,400    | 410,320     | 585,180          |
|          | 1985 | 1'091,500  | 437,140     | 654,360          |
|          | 1986 | 1'187,600  | 465,710     | 721,890          |
|          | 1987 | 1'283,700  | 496,150     | 787,550          |
| ESTIMADO | 1988 | 1'379,800  | 528,582     | 851,218          |
|          | 1989 | 1'475,900  | 563,130     | 912,670          |
|          | 1990 | 1'572,000  | 599,938     | 972,062          |
|          | 1991 | 1'668,100  | 639,150     | 1'028,950        |
|          | 1992 | 1'764,200  | 680,936     | 1'083,264        |
|          | 1993 | 1'860,300  | 725,433     | 1'134,867        |

FUENTE DE ELABORACION: PROPIA

#### 4.6. Proyecciones

Para realizar la proyección de la demanda para 10 años, se hará el uso del análisis de regresión.

El análisis de regresión incluye las técnicas usadas en dos operaciones principales:

- 1) Derivar una ecuación de una línea que represente la ecuación para describir la forma de la relación entre las variables.

La ecuación y su línea son llamadas ecuación en líneas de regresión, la relación entre las variables pueden ser lineal y curvilínea.

- 2) Estimar una variable llamada dependiente a partir de otra variable independiente, basados en la relación descrita por la ecuación de regresión:

Regresión lineal:  $Y = a + bx$  (recta)

Regresión no lineal:

$Y = 10^{(bx+a)}$  (función exponencial)

$Y = a+bx+cx^2$  (parábola cuadrática)



La selección de la ecuación se ha tomado de acuerdo al coeficiente de correlación  $(-1 \leq r \leq 1)$ .

#### 4.6.1. Proyecciones de la Demanda Exterior

Para el cálculo de la demanda proyectada se ha seleccionado a la siguiente ecuación:

Regresión no lineal:  $Y=10^{(0.010307x+2.874)}$  (función Exponencial)

$$r=0.48 \text{ (óptima)}$$

$$Y=741.4+29.78x-1.231x^2 \text{ (parábola cuadrática)}$$

$$r=0.466$$

Regresión lineal:  $Y=756.2+18.7x$  (recta)

$$r=0.46$$

Como se muestra en el gráfico N° 1 la proyección en 1,984 asciende a 1,042 T.M. y para el año 1,993 podría alcanzar a 1,291 T.M. Con el desarrollo de la agricultura es probable que estas cifras varíen debido a cambios estructurales y/o a contingencias no predecibles.

#### 4.6.2. Proyección de la Oferta Peruana en el Mercado Exterior

Para la proyección de la oferta peruana se se-

lección a la ecuación siguiente:

Regresión no lineal:

$$Y=10^{(5.34182 \times 10^{-3} X + 2.154)}$$

$$R^2=0.131 \text{ (óptima)}$$

$$Y=134.874 + 0.6727X + 1.4126X^2$$

$$R^2=0.121$$

Regresión lineal:  $Y=149+0.6727X$

$$R^2=0.054$$

Como se aprecia en el cuadro N° 8 y el gráfico N° 2 y 3, la proyección de la oferta es casi constante decreciendo de 14.90% en 1,984 hasta 13.44% en 1,993.

#### 4.6.3. Proyección del Consumo Nacional o Demanda Aparente

Para estimar la proyección del consumo nacional se ha utilizado la siguiente ecuación:

PRODUCCION:

Regresión lineal:  $Y=418.8+96.1X$  (línea recta)

$$R^2=0.92 \text{ (óptima)}$$

Regresión no lineal:

$$Y=10^{(0.1496X + 2.0632)}$$

$$R^2=0.84$$

$$Y=100.114 + 121.287X - 13.643X^2$$

$$R^2=0.82$$

CUADRO N° 8

DEMANDA INSATISFECHA PROYECTADA DEL OXICLORURO DE COBRE EN  
EL MERCADO EXTERIOR (GRAN Y OTROS PAISES AMERICANOS)

Unidades: KILO BRUTO

| AÑO  | MUNDO     | PERU    | % QUE OCUPA PERU | Δ EXP. PERUANAS % |
|------|-----------|---------|------------------|-------------------|
| 1984 | 1'042,214 | 155,318 | 14.90            | 1.2371            |
| 1985 | 1'067,245 | 157,241 | 14.73            | 1.2381            |
| 1986 | 1'092,876 | 159,187 | 14.57            | 1.2376            |
| 1987 | 1'119,124 | 161,157 | 14.40            | 1.2375            |
| 1988 | 1'146,001 | 163,151 | 14.24            | 1.2373            |
| 1989 | 1'173,524 | 165,170 | 14.07            | 1.2372            |
| 1990 | 1'201,708 | 167,214 | 13.92            | 1.2373            |
| 1991 | 1'231,535 | 169,284 | 13.75            | 1.2379            |
| 1992 | 1'261,113 | 171,379 | 13.56            | 1.2376            |
| 1993 | 1'291,400 | 173,500 | 13.44            | 1.2375            |

FUENTE DE ELABORACION: PROPIA.

Como se aprecia en el cuadro N° 7 la producción proyectada va creciendo en forma acelerada, de donde se concluye que en 1,984 la capacidad instalada llega a ser 995 T.M. estimándose para 1,993 en 1,860 T.M.

EXPORTACION:

Regresión no lineal:

$$Y = 10^{(0.027497X + 2.28316)}$$

$$r^2 = 0.34 \text{ (óptima)}$$

$$Y = 327.109 - 52.188X + 6.970X^2$$

$$r^2 = 0.30$$

Regresión lineal:

$$Y = 243.47 + 10.54X$$

$$r^2 = 0.22$$

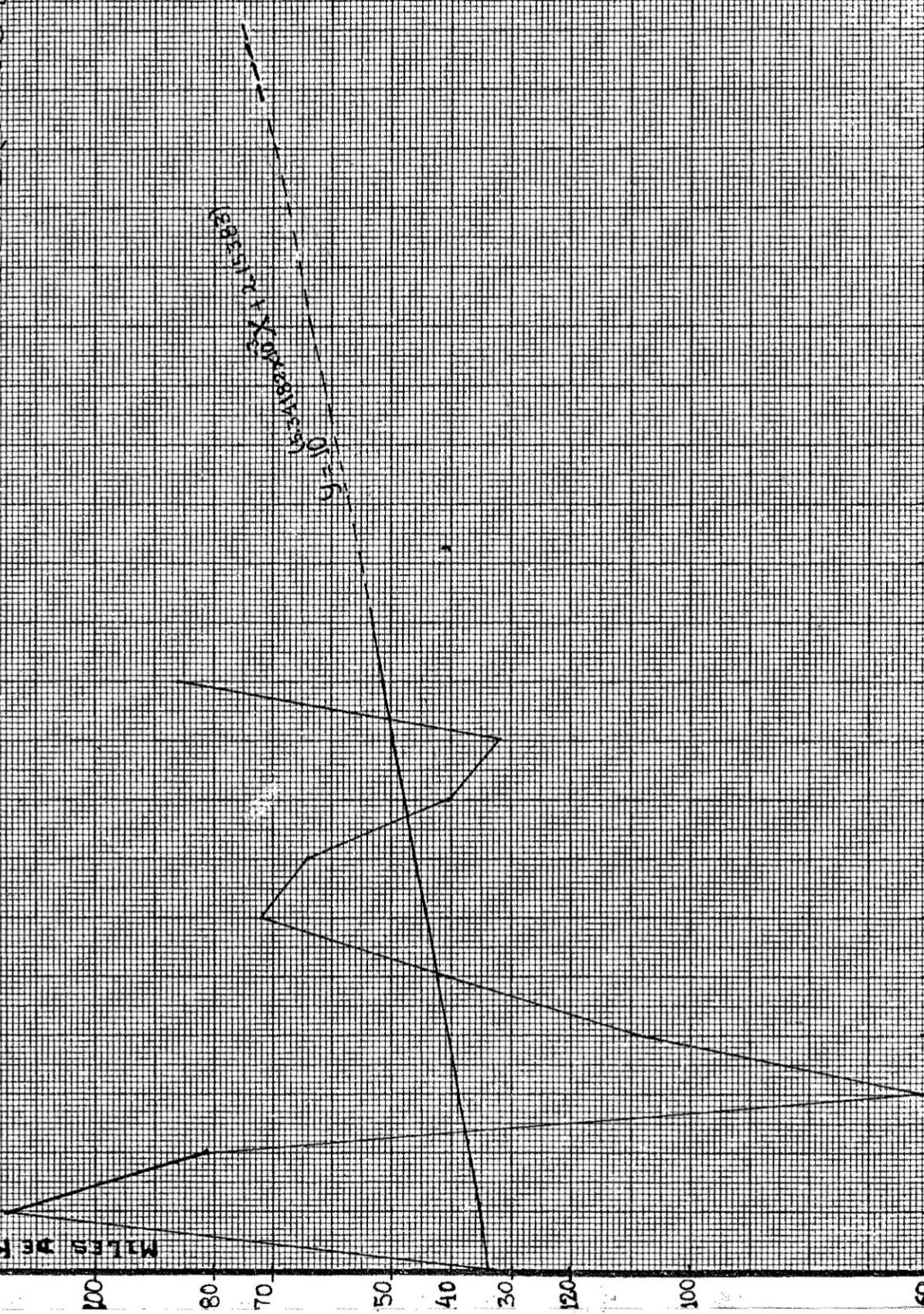
Para determinar la demanda aparente que es igual a la producción más la importación menos la exportación, y conociendo la producción y la exportación se obtiene la proyección del consumo nacional.

El análisis del consumo nacional proporciona la tendencia de crecimiento con un incremento relativamente apreciable, como se observa en el gráfico N° 4.

MILES DE KILOS

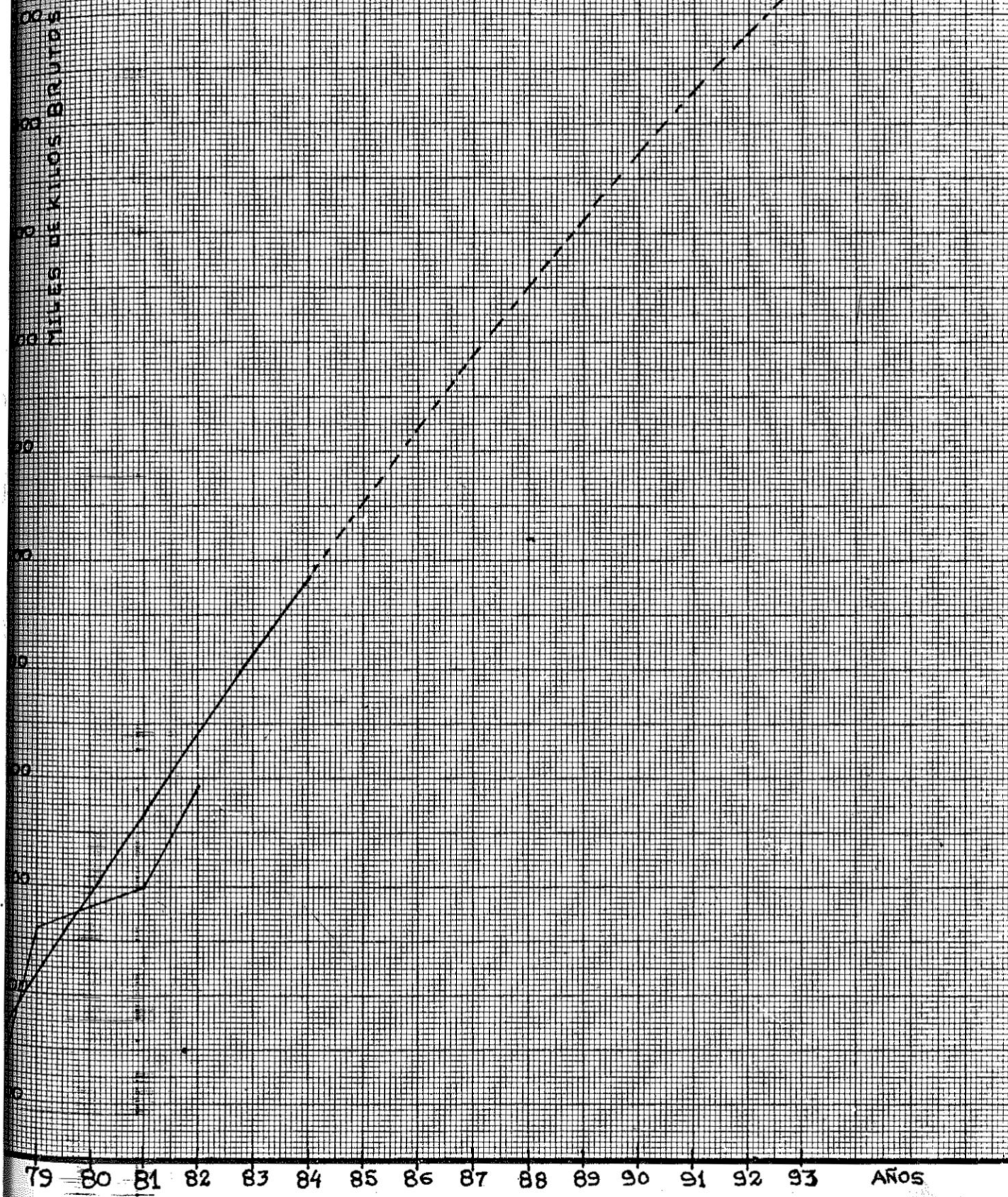
### GRAFICO N° 3

OFERTA PERUANA EN EL MERCADO EXTERIOR



72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 AÑOS

GRAFICA N° 4  
CONSUMO NACIONAL O  
DEMANDA APARENTE  
D.A.P. = PROD. - EXP.



En 1,984 se prevee que se consumirá 585 - T.M. y según la proyección estimada para 1,993 llegará a 1,135 T.M., de lo que se concluye que para 1,989 la producción de las tres empresas existentes en el Perú, no podrán cubrir el consumo nacional, por lo que es necesario crear una nueva empresa.

#### 4.6.4. Proyección del Crecimiento Agrícola Exterior

Para determinar el crecimiento agrícola exterior se ha seleccionado la siguiente ecuación:

Regresión no lineal:

$$Y = 10^{(6.5524 \times 10^{-3} X + 4.1411)}$$

$$R^2 = 0.671 \text{ (óptima)}$$

Del cuadro Nº 9 y del gráfico Nº 5 se aprecia que la extensión del cultivo de las plantas que utilizan el oxiclورو de cobre va incrementando en forma notoria, llegando de esta manera en 1,993 a 18'999,400 Hectáreas.

#### 4.7. Pronóstico de Ventas

Para programar el ingreso o flujo que tendría la planta de oxiclورو de cobre por concepto de ventas, es necesario señalar el precio de venta del producto pa-

CUADRO Nº 9

CRECIMIENTO AGRICOLA PROYECTADO DE LOS PAISES (BRASIL, CO-  
LOMBIA, ECUADRO, VENEZUELA)

|          | AÑOS | MILES DE HAS. |
|----------|------|---------------|
| REAL     | 1972 | 14,516.4      |
|          | 1973 | 13,387.8      |
|          | 1974 | 14,779.9      |
|          | 1975 | 14,441.0      |
|          | 1976 | 14,004.8      |
|          | 1977 | 15,407.1      |
|          | 1978 | 15,223.2      |
|          | 1979 | 14,068.9      |
|          | 1980 | 15,633.8      |
|          | 1981 | 16,952.9      |
| ESTIMADO | 1982 | 16,091.8      |
|          | 1983 | 16,336.4      |
|          | 1984 | 16,584.7      |
|          | 1985 | 16,836.0      |
|          | 1986 | 17,092.8      |
|          | 1987 | 17,352.6      |
|          | 1988 | 17,616.4      |
|          | 1989 | 17,884.2      |
|          | 1990 | 18,156.1      |
|          | 1991 | 18,432.1      |
|          | 1992 | 18,712.2      |
|          | 1993 | 18,997.0      |

FUENTE DE ELABORACION: PROPIA



GRANIO MIO

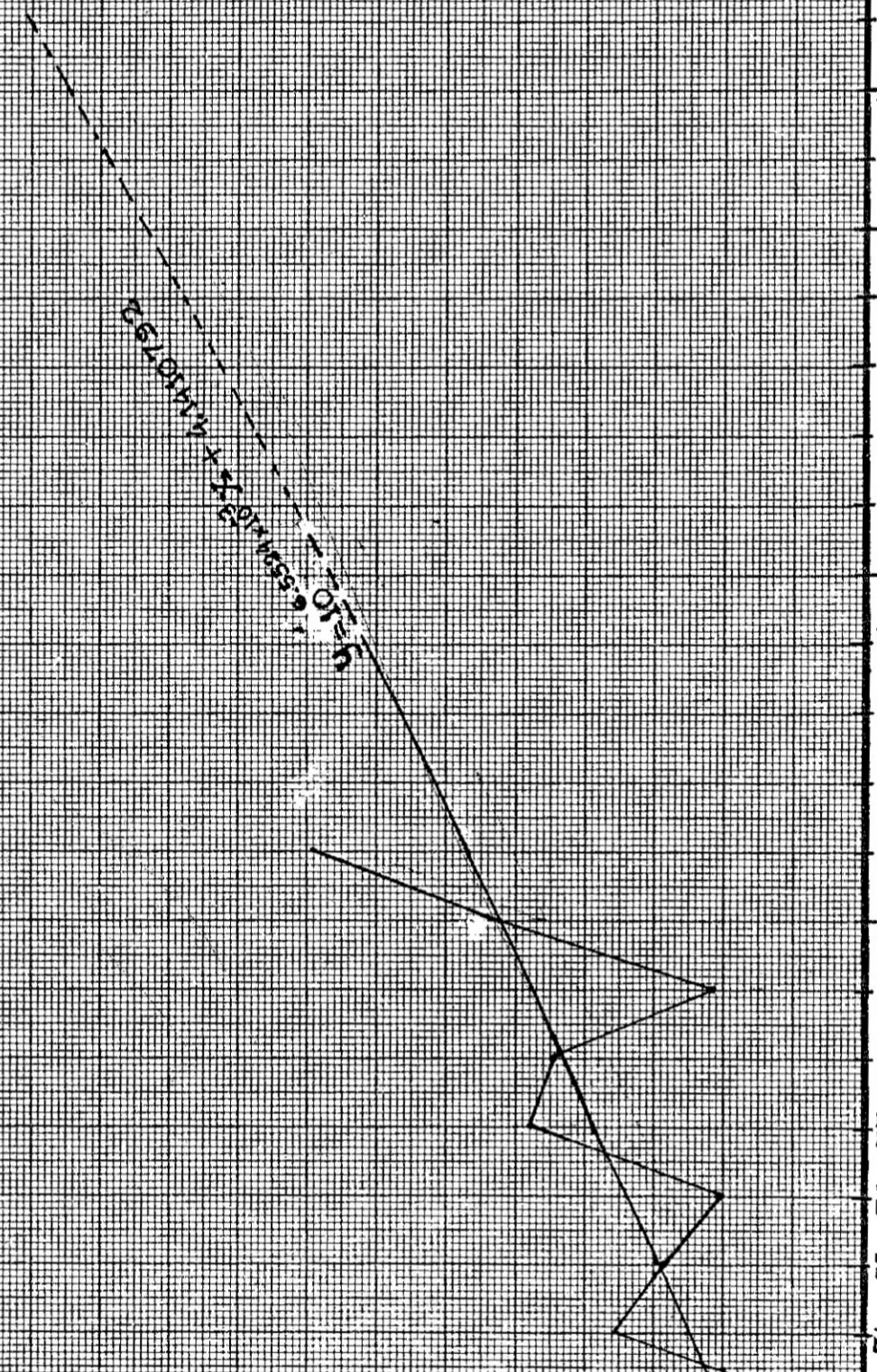
# CRECIMIENTO AGRICOLA DE LOS PAISES DEL GRAN BRASIL Y SU PROYECCION

MILES DE HECTAREAS

19,000  
18,500  
18,000  
17,500  
17,000  
16,500  
16,000  
15,500  
15,000  
14,500  
14,000  
13,500  
13,000

72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93

AÑOS



$$Y = 110.6534x + 14107.92$$

ra el mercado exterior y nacional.

Se ha previsto que el producto sea vendido en el mercado exterior a 1,322 dólares la tonelada (costo - F.O.B.) y en el mercado nacional a 1.552 dólares el kilogramo. (Cambio: 1\$ = 4,000 Soles).

Los volúmenes de venta señaladas para la demanda futura, se muestra en el cuadro Nº 10, el pronóstico de ventas de la planta tanto en volumen como en dólares.

CUADRO Nº 10  
PRONOSTICO DE VENTAS

| AÑO  | DEMANDA (T.M.) |          | INGRESO \$ |          | TOTAL \$ |
|------|----------------|----------|------------|----------|----------|
|      | EXTERIOR       | NACIONAL | EXTERIOR   | NACIONAL |          |
| 1985 | 320            | 40       | 384,000    | 62,080   | 446,080  |
| 1986 | 360            | 45       | 432,000    | 69,840   | 501,840  |
| 1987 | 396            | 49.5     | 475,200    | 76,824   | 552,024  |
| 1988 | 400            | 50       | 480,000    | 77,600   | 557,600  |
| 1989 | 400            | 50       | 480,000    | 77,600   | 557,600  |
| 1990 | 400            | 50       | 480,000    | 77,600   | 557,600  |
| 1991 | 400            | 50       | 480,000    | 77,600   | 557,600  |
| 1992 | 400            | 50       | 480,000    | 77,600   | 557,600  |
| 1993 | 400            | 50       | 480,000    | 77,600   | 557,600  |
| 1994 | 400            | 50       | 480,000    | 77,600   | 557,600  |

FUENTE DE ELABORACION: PROPIA

Para los años comprendidos entre 1988-1994, se considera una producción de 450 T.M./año.

#### 4.8. Precio del Producto

Las estadísticas de precio de exportación (F.O.B.), publicado por el Ministerio de Comercio, se da en el cuadro N° 11.

#### CUADRO N° 11

#### PRECIO DE VENTAS DE EXPORTACION DEL OXICLORURO DE COBRE

| AÑO  | MES       | PRECIO F.O.B.<br>\$/T.M. | PAIS COMPRADOR |
|------|-----------|--------------------------|----------------|
| 1980 | Mayo      | 1,237.89                 | Grecia         |
| 1980 | Setiembre | 1,494.00                 | Colombia       |
| 1980 | Noviembre | 1,237.89                 | Grecia         |
| 1981 | Mayo      | 1,350.00                 | Colombia       |
| 1981 | Julio     | 1,380.00                 | Colombia       |
| 1983 | Julio     | 1,440.00                 | Colombia       |
| 1983 | Julio     | 1,697.00                 | Venezuela      |

FUENTE DE INFORMACION: Lista de Precios del Ministerio de Comercio.

Como se observa el cuadro N° 11, el precio de exportación (F.O.B.) del oxiclورو de cobre se va incrementando cada año y es diferente para cada país com - prador.

En el futuro el precio del oxiclورو de cobre - está supeditado a la valorización que se le asigne a las materias primas.

En el mercado nacional no hay control de precio de éste producto, así como se puede apreciar los precios de venta de cada empresa, en el cuadro N° 12.

CUADRO N° 12  
PRECIO DE VENTA DE OXICLORURO DE COBRE EN EL MERCADO  
NACIONAL

| EMPRESA               | PRECIO DE EX-PLANTA<br>S./kilo (fuera del 18%) |
|-----------------------|--|
| I.P.D.E.M.Y.S.A.      | 6,900  |
| QUIMICA "OMICRON"     | 7,600  |
| SULFATO DE COBRE S.A. | 7,170  |

FUENTE: Precio de Venta de cada Empresa

Para fines del proyecto se ha estimado un precio de venta del oxiclорuro de cobre de \$ 1,322 la T.M. - precio F.O.B., y el precio en la planta (Huancayo) será de \$ 1,200 la T.M., mientras que el precio del mercado nacional es de S/.6,210 el kilogramo (\$ 1,552/kilogramo), siendo el cambio: 1\$ = S/. 4,000.

COSTO DE PRODUCCION:

Para determinar el costo de exportación se considera los siguientes costos:

|  | \$/ T.M.           |
|--|--------------------|
| a) Precio en Huancayo  | 1,200.00           |
| b) Transporte y cargío de la planta al FF.CC.                | 0.750              |
| c) Flete de Huancayo al puerto del Callao                    | 0.850              |
| d) Gastos de Operación, tramitación y agentes 10% del Precio | <u>120.000</u>     |
| Total Costo F.O.B.   | 1,321.60 ≅ \$1,322 |

4.9. Comercialización

En el mercado existe dos tipos de canales de comercialización para el oxiclорuro de cobre, estos son:

- a) El de pedido directo y a través de agencias de exportación de productos no tradicionales. Para ello

el producto será exportado en bolsas de papel o polietileno en 30 y 50 kilogramos respectivamente, - las que deben estar recubiertas por un saco de polipropileno a fin de evitar que pase la humedad.

Por ser una carga seca el producto final no tiene inconveniencias de ser transportado por las vías de comunicación ferroviario, carreteras o en el caso de comercio exterior por servicios marítimos regulares.

Para el caso del proyecto se ha previsto que el comercio exterior puede ser transportado por medio de servicios de ferrocarril desde Huancayo hasta el puerto del Callao, porque el flete es menor que el transporte por carretera; del puerto será envalado por medio de vías marítimas o aéreas.

- b) Para la venta en el mercado nacional y zonal, el producto deberá ser vendidos en bolsas de polietileno o de papel de 1 y 25 kilogramos respectivamente, que será presentado en relación de los competidores, distribuyéndose el producto a las diferentes casas comerciales para su venta, Los representantes comerciales conocidos a nivel nacional como

es "Carlessi S.A.", "Agro Sumi", "Agro Perú", son las casas comerciales con bastante prestigio en la zona y a nivel nacional.

#### 4.10. Localización y Tamaño de Planta

##### 4.10.1. Localización

###### A. Determinación de la Ubicación

El área del centro del país, como es Huancayo se ha determinado preliminarmente para la ubicación del proyecto; por razones de política de descentralización para la producción Industrial del oxicloruro de cobre.

Se ha determinado esta localidad por ser una zona comercial e industrial, la figura No 1, muestra la zona determinada.

El mayor mercado de consumo de este producto se encuentra en la región antes mencionado por ser zonas agrícolas que consumen este producto, como se ha mencionado en el estudio de mercado.

###### B. Estudio de las Variables Locacionales



FIGURA N° 1

REFERENCIAS

- AREA DEL MERCADO
- CARRETERAS
- ||||| FERROCARRIL
- ⊗ UBICACIÓN DE LA PLANTA DEL OXICLORURO DE COBRE
- LUGARES CONSUMIDORES
- ⊙ LUGAR DE EMBARQUE PARA



CUADRO Nº 13

CALIFICACION Y PUNTAJE DE LAS VARIABLES LOCACIONALES

| NOMBRE DEL FACTOR         | PUNTAJE | IMPORTANCIA | PESO     |
|---------------------------|---------|-------------|----------|
|                           |         | RELATIVA %  | RELATIVO |
| Materia Prima             | 8       | 17.0        | 150      |
| Mano de Obra              | 9       | 15.0        | 80       |
| Energía                   | 10      | 10.5        | 120      |
| Agua                      | 10      | 10.5        | 120      |
| Infraestructura del       |         |             |          |
| Transporte terrestre      | 8       | 10.5        | 100      |
| Terreno                   | 9       | 5.5         | 60       |
| Mercado                   | 7       | 8.5         | 60       |
| Efecto sobre el medio     |         |             |          |
| ambiente                  | 7       | 6.0         | 40       |
| Facilidad de construcción | 7       | 7.0         | 40       |
| Infraestructura socio-eco |         |             |          |
| nómica industrial y admi- |         |             |          |
| nistrativa                | 9       | 5.5         | 100      |
| Política de descentraliza |         |             |          |
| ción                      | 9       | 4.0         | 60       |
|                           | Total   | 100.0%      |          |

De acuerdo a metodologías seguidas por diversos tipos de proyecto de Pre-factibilidad e incluso de factibilidad, se han identificado factores de localización, de los cuales se analizará en detalle asignándole una calificación de tipo subjetivo, como la que se muestra.

| PUNTAJE | CALIFICACION |
|---------|--------------|
| 9-10    | Optima       |
| 7-8     | Muy buena    |
| 5-6     | Buena        |
| 3-4     | Regular      |
| 1-2     | Deficiente   |

A cada puntaje ya calificado se lo asigna un factor de importancia, tomando como base referencias a estudios locales de industrias muy semejantes, los cuales se señalan en el cuadro N<sup>o</sup> 13.

Los factores que incluyen en la localización los que se examina a continuación son los siguientes:

1. MATERIAS PRIMAS

El proceso seleccionado para la obtención del oxiclорuro de cobre requiere como insumo principal cobre, ácido sulfúrico y sal industrial, el ácido clorhídrico y amoníaco en un segundo plano (a menor escala).

Las condiciones técnicas que implican la producción del ácido sulfúrico, es decir de unidades lo suficientemente grande para aprovechar economía de escala, para el proyecto se considera contar con el ácido sulfúrico producido localmente por Centro-Min Perú, que tiene su planta en la Oroya, en el área del complejo metalúrgico, la planta tiene una capacidad de 1,200 T.M./día proporcionando un producto a bajo costo y de óptima calidad, la nueva planta produce un ácido sulfúrico que tiene una concentración en peso del 98% y un bajo contenido de impurezas. El bajo costo se debe en que se aprovecha los gases sulfuróicos que salen de las fundiciones.

Para la producción del oxiclورو de cobre del proyecto, esta materia prima será comprada a Centro-Min Perú porque reúne las condiciones de calidad, es más barato y además están en el área de localización de la planta de estudio.

La materia prima cobre se considera aprovechar las resistencias del campo electromagnético que se queman en las plantas hidroeléctricas del Mantaro que prácticamente son inservibles a ellos, en el caso de no tener suficiente cantidad de cobre, tenemos la facilidad de contar con el cobre que produce Centro-Min Perú (La Oroya).

La materia prima sal industrial, ácido clorhídrico y amoníaco serán comprados de Química del Pacífico y FERTISA, que se encuentran cerca al terminal ferroviario del Callao, que luego será trasladado a la ciudad de Huancaayo.

Las situaciones señaladas anteriormente indican una clara ventaja de la zona del centro (Huancayo).

## 2. MANO DE OBRA

Todo proceso requiere de personal calificado, tanto como técnicos y supervisores. En Huancayo existe personal calificado para la mano de obra indirecta y obreros para la mano directa.

Para el proyecto no se requiere de obreros calificados, y en esta localidad hay mano de obra directa barata.

## 3. ENERGIA

La ciudad de Huancayo es una zona electrificada que tiene las plantas hidroeléctricas del Mantaro, Antúnes de Mayolo, Quichuas, etc; que generan cantidades fabulosas de kilowatts, siendo esto la ventaja para el proyecto.

## 4. AGUA

En la ciudad de Huancayo los suminis -

tros de agua son suficientes y en grandes cantidades por poseer grandes reservas de la laguna del Huaytapallana, también es favorable para el proyecto.

#### 5. INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE TERRESTRE

La ciudad de Huancayo está interconectado con la carretera central, marginal de la Selva y la carretera de penetración por vías asfaltadas con los departamentos de Lima y otras ciudades que están considerados en el proyecto; también esta ciudad está conectada entre Huancayo, Lima y Callao por el ferrocarril central, que permite llegar directamente a los agentes vendedores del producto y también para el traslado de los insumos necesarios, los que favorecen al proyecto.

#### 6. TERRENO

En la ciudad de Huancayo el terreno estará ubicado muy próximo a la línea del

ferrocarril.

Se estima que la localidad presenta ven  
tajas favorables con respecto al terre  
no y a precios módicos que tienen és #  
tos.

#### 7. MERCADO

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, los consumidores del mercado se en  
cuentra en sus alrededores de la loca-  
lización de la futura planta, razón por  
el cual el producto puede ser transporta  
tado con mucha facilidad a éstos luga-  
res, de igual manera para la exporta-  
ción.

#### 8. EFECTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

La ciudad de Huancayo presenta buenas  
condiciones climatológicas, por lo que  
se estima que la planta del oxiclóruro  
de cobre, trabajando en condicio  
nes naturales de operación, no tendría efec-  
tos sobre el medio ambiente que alte-  
ren mayormente la ecología del lugar.

#### 9. INFRAESTRUCTURA SOCIO-ECONOMICA INDUS-

## TRIAL Y ADMINISTRATIVA

La ciudad de Huancayo presenta una agrupación urbana con servicios básicos ya establecidos y con buena disponibilidad de vivienda.

### 10. POLITICA DE DESCENTRALIZACION Y ACONDICIONAMIENTO INDUSTRIAL

La ciudad señalada a sido considerada en la política de descentralización y acondicionamiento industrial agrupado, por su planificación y desarrollo en el futuro que es señal en ésta zona, lo que favorece la ubicación de la planta.

#### 4.10.2. Tamaño de Planta

Para determinar el tamaño de planta se ha considerado los siguientes criterios:

- 1º Del estudio de mercado exterior del oxiclouro de cobre, la demanda para 1,985 al 1,993 fluctúa entre 1,067 T.M./año a 1,291 T.M./año; y del mercado nacional la demanda para 1,985 al 1,993 fluctúa entre 654 T.M./año a 1,135 T.M./año.



2º Para determinar el tamaño de planta, se ha tomado en cuenta cubrir sólo el 35% de la demanda total, dando prioridad a las empresas exportadoras nacionales y extranjeras de los países de estudio y del mercado nacional, lo que sugiere plantear una capacidad de planta de 450 T.M./año de oxiclورو de cobre, trabajando 8 horas diarias durante 260 días al año.

Los porcentajes de utilización de la capacidad instalada, por año, se ha establecido por los factores de producción anual en el siguiente orden:

| Factor de Producción | AÑO |
|----------------------|-----|
| 80%                  | 1   |
| 90%                  | 2   |
| 99%                  | 3   |

El porcentaje de utilización muestra el plazo en que la capacidad real entrará en funcionamiento, Este es del 80% para el primer año, 90% para el segundo año y 99% para el tercer año.

## V. INGENIERIA DEL PROYECTO

### 5.1. Selección de Tecnologías.

Las tres empresas productoras del oxiclорuro de cobre usan el método tradicional.

#### A. METODO TRADICIONAL

Este método consiste en las siguientes operaciones y procesos:

##### 1) Preparación de la Solución

Se diluye con agua el ácido clorhídrico concentrado (36%), hasta que su concentración sea del 12%, esta solución es bombeada al reactor.

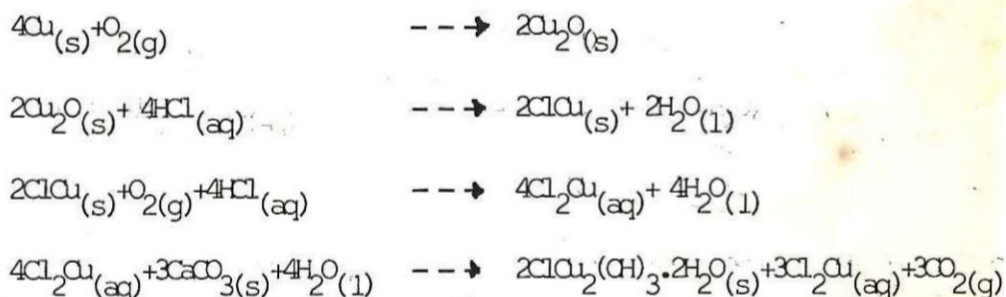
##### 2) Obtención del Oxiclорuro de Cobre

Luego de la dilución, el ácido clorhídrico al 12% es enviado al reactor, donde por acción de ésta solución sobre el cobre metálico y en presencia de aire, se obtiene el cloruro correspondiente al número de oxidación superior del metal y a una temperatura de 60°C; luego esta solución es precipitado con una suspensión de carbonato de calcio al 20%.

La reacción se realiza durante 21 horas y se considera terminada cuando el PH de la solu-

ción llega a los valores comprendidos entre 5 a 6.

La reacción se realiza de acuerdo a la siguiente ecuación:



El producto obtenido por este método es de un color verde oscuro, y contiene 40% a 60% de agua (suspensión).

Analizando el producto final se ha encontrado los siguientes porcentajes:

|                       |   |               |
|-----------------------|---|---------------|
| Cobre                 | = | 48.5%         |
| Cloro                 | = | 18.46%        |
| Agua de constitución  | = | 9.09%         |
| Sustancias de relleno | = | <u>23.95%</u> |
|                       |   | 100.00%       |

### 3) Lavado y Secado

El precipitado del oxiclорuro de cobre se lava

con agua y se filtra hasta tres veces, luego se seca en un secador tipo bandeja a una temperatura de 160 a 170°C.

#### 4) Molienda y Embolsado

El oxiclорuro de cobre sale del secador en forma de torta, luego es enviado al molino donde es triturado para obtener la finura requerida del producto y es mezclado con agentes mojantes y aspersantes para luego ser embolsado en envases de 1, 25, 30 y 50 kilogramos respectivamente en bolsas de papel o de polietileno.

#### B. METODO ESPAÑOL

Este método es similar al anterior con la única diferencia de que el ácido clorhídrico usado es del 36% de concentración en peso, el que es enviado al reactor para luego completar con agua hasta cubrir el cobre, en presencia de aire, a una temperatura de 60°C y finalmente es precipitado con bicarbonato de calcio.

#### C. EL METODO DE ACIDO SULFURICO

Este método consiste en hacer reaccionar la solución del ácido sulfúrico con sal industrial (NaCl), haciendo pasar aire y a la temperatura de la solu-

ción; luego se agrega al ácido clorhídrico para aumentar la digestión del cobre y precipitándolo con amoniaco.

Este método es el más compatible a nivel industrial, y el producto obtenido por éste método compite en el mercado exterior por su mayor contenido de cobre, finura y color.

Para la selección de la tecnología se ha realizado una serie de experimentos, teniendo en cuenta la influencia del tiempo, concentración del ácido, temperatura y el flujo de aire sobre el proceso de reacción; tanto como el método tradicional y el método del ácido sulfúrico, del cual ha sido seleccionado éste último.

## 5.2. Descripción del Proceso Seleccionado, Diagrama de Flujo

Para la selección de este proceso se han realizado 8 pruebas de laboratorio y luego llevado a nivel de planta piloto donde también se realizaron 8 pruebas con la finalidad de establecer la dependencia del contenido de cobre en la solución y del tiempo de reacción. Siendo seleccionado la prueba N° 4 que reúne las con-

diciones más óptimas en operación, rendimiento, contenido de cobre en el producto (% en peso) y la calidad de dicho producto.

En la prueba Nº 4, efectuada en la planta piloto para establecer la dependencia entre el contenido de cobre en la solución y el tiempo de reacción se ha trabajado con 160 kg. de ácido sulfúrico (98%), 376 kg. de cobre, 203 kg. de sal, 2,475 kg. de agua, 31 litros de ácido clorhídrico (36%), 9.5 litros de amoníaco (25%) y un flujo de aire de  $0.436 \text{ m}^3/\text{mm.}$ , tiempo de reacción 24 horas, en forma analítica se ha determinado todos los parámetros, obteniéndose los valores del cuadro Nº 14.

#### 5.2.1. Descripción del Proceso Seleccionado

Por su mayor rendimiento técnico y económico de equipo, se ha seleccionado preliminarmente esta tecnología que se empleará en el presente proyecto.

Las operaciones y procesos que se realizan en ésta tecnología son: mezclado, digestión, precipitación, lavado, secado y envasado.

#### A) PREPARACION DE LA MATERIA PRIMA

La materia prima cobre metálico es acondicionado, pesado y colocado en el reactor discontinuo (Batch).

B) PREPARACION DE LA SOLUCION (MEZCLA  $H_2SO_4 + H_2O$  NaCl)

En forma paralela al acondicionamiento del cobre metálico se prepara la solución mezclando el ácido sulfúrico de 98% en peso; sal industrial y agua. Este mezclado se realiza de la siguiente manera:

Se bombea el agua al tanque de mezclado la cantidad prevista y luego es enviado el ácido sulfúrico (98%), por medio de un dosificador, agitándose para homogenizar la mezcla.

Realizada la preparación de ésta solución se introduce la sal industrial al tanque mezclador el cual debe homogenizarse agitándose hasta que se disuelva completamente.

Esta solución preparada debe tener una concentración de 13  $^{\circ}Be'$  lo que representa 6N

CUADRO Nº 14

TABLA DE RESULTADOS DE LA PRUEBA Nº 4

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| OPERACIONES Y PROCESOS:     |  |
| Rendimiento:                | 58%  |
| Conversión:                 | 64%  |
| Velocidad de sedimentación: | 0.295 m/hr.                                    |
| Capacidad de espesamiento:  | 0.297 m <sup>3</sup> /TM de sólido seco/24 hr. |
| Temperatura de secado:      | 150 - 80°C ΔT = 70°C                           |
| Velocidad del atomizador:   | 15,000 R.P.M.                                  |
| PH de la suspensión:        | 6  |
| PRODUCTO FINAL:             |  |
| Cobre:                      | 59.2%  |
| Cloro:                      | 12.3%  |
| Agua de constitución:       | 9.05%  |
| Densidad aparente:          | 0.45 gr/c.c.                                   |
| Humedad final:              | 0.98%  |
| Suspensiabilidad:           | 80%  |

FUENTE DE ELABORACION: PROPIA



y una temperatura de 32°C generada por la reacción del ácido sulfúrico con el cloruro de sodio y agua.

Una vez obtenida la mezcla es bombeada al reactor donde se encuentra introducido el cobre metálico.

### C) CONVERSION @ DIGESTION

Luego de realizar éstas operaciones comienza el proceso de reacción haciéndose pasar aire por un tubo conectado del soplador hacia el reactor.

El proceso se realiza en dos fases:

#### PRIMERA FASE

Se realiza la oxidación del cobre donde se controla el flujo de aire con la finalidad de obtener una oxidación homogénea y máxima formación de  $\text{Cu}^{+2}$ .

Esta fase termina cuando el PH pasa de 1 a 3, formándose gran cantidad de espumas y la solución comienza a cambiar de color a un verde oscuro.

Este proceso dura aproximadamente 10 - horas, por lo que se debe controlar para dar inicio a la segunda fase.

#### SEGUNDA FASE

Esta fase comienza cuando el PH llega a ser 3 y el color cambia a verde oscuro.

En esta fase se bombea al dosificador el ácido clorhídrico de 36%, donde es preparada en una relación de 3 a 1 con agua y el cual es enviado al reactor lentamente por el dosificador, luego de ser agregado la solución de ácido clorhídrico, la coloración formada desaparece, pasando a su estado inicial PH = 1.

En esta fase se agrega el ácido clorhídrico para aumentar la velocidad de la corriente de las sustancias reaccionarias y mantener la temperatura de la solución.

Después de agregar el ácido clorhídrico se deja transcurrir 45 minutos, para luego agregarle la solución amoniacal prepara-

da en una relación de 1 a 3 con agua.

Esta solución se agrega con la finalidad de precipitar el oxiclورو de cobre.

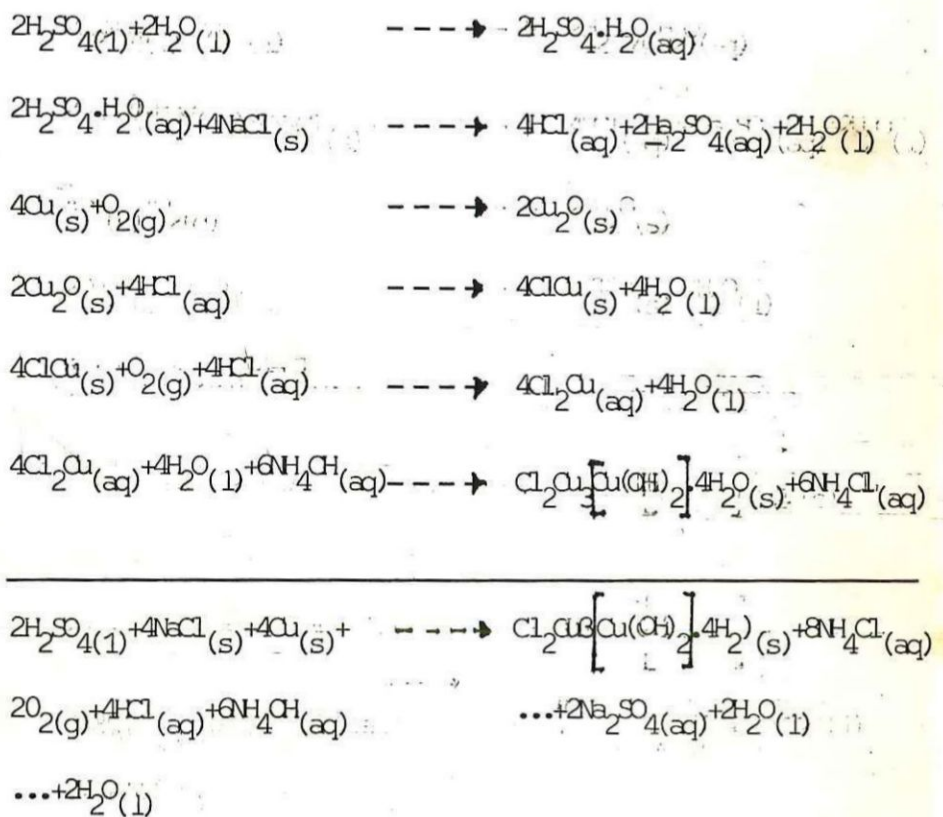
Luego de agregarle la solución amoniacal comienza a formarse el oxiclورو de cobre de color azul verdoso, con bastante espuma y con un olor agradable, y a medida que transcurre el tiempo de reacción la solución se va tornándose más espeso, tomando la apariencia de pintura.

La reacción se considera terminada cuando el PH de la solución llega a los valores comprendidos entre 5 y 6. El proceso de la segunda fase se realiza durante 14 horas.

La velocidad de la solución amoniacal influye en la formación de la fineza del oxiclورو de cobre, por lo tanto se recomienda agregar paso a paso la solución amoniacal para poder obtener un producto cuan mas fino, porque los índices de calidad más favorable del oxiclورو de cobre utilizados en ...

la agricultura es la fineza del precipitado o sea su capacidad de mantenerse en suspensión de un tiempo más prolongado.

La reacción se realiza de acuerdo a la siguiente ecuación:



El producto obtenido en forma de suspensión contiene 40 a 60% de agua.

Analizando el producto final se ha encontrado las siguientes composiciones porcentuales en peso.

Cobre = 59.2%

|                        |               |
|------------------------|---------------|
| Cloro =                | 12.3%         |
| Agua de constitución = | 9.05%         |
| Otras sustancias =     | <u>19.45%</u> |
| Total                  | 100.00%       |

### C.1 Estudio Cinético del Cobre no

Las reacciones de la disolución del cobre, se debe a una oxidación de  $\text{Cu}^0$  a  $\text{Cu}^{+2}(\text{aq})$ , fácilmente reconocible por su color azul en solución. Tal semi-reacción involucra la reducción del ión  $\text{Cl}^{-1}$ .

Por ser esta una reacción heterogénea consta de dos etapas:

- a) De la difusión de las sustancias reaccionantes hacia la superficie de las fases.
- b) De la difusión de los productos a partir de dicha superficie.

La velocidad de todo el proceso se determina por la etapa más lenta, son característicos dos razones:

- 1) Que la velocidad de la reacción química en la superficie sea muy lenta, - considerablemente mayor que la velocidad

dad de desplazamiento de las sustancias reaccionantes hacia la superficie. En tal caso la reacción se desarrolla a medida que la sustancia reaccionante llega a la superficie, por consiguiente la velocidad del proceso completo es igual a la velocidad del proceso físico de desplazamiento.

- 2) Que la velocidad de reacción química sea muy lenta e inferior a la velocidad de desplazamiento. En éste caso la velocidad del proceso será la de la reacción química, tanto la velocidad de desplazamiento como la velocidad de la reacción química dependen de la concentración de las sustancias en todo el volumen, así como también de la temperatura.

Sin embargo estas dependencias se rigen por diferentes leyes. Por ejemplo al elevar la temperatura, la velocidad de la reacción química aumenta bruscamente, mientras que la velo-

NO

cidad de difusión es insignificante; de tal manera que si la velocidad del proceso heterogéneo se frena debido a la velocidad de difusión, el aumento de la temperatura no influirá mucho sobre la velocidad general del proceso. Pero la velocidad de dicho proceso puede ser elevada al aumentar la velocidad de la corriente de las sustancias reaccionantes o al mezclar energicamente las mismas, en éste caso la solución del ácido clorhídrico que agrega en la segunda fase aumenta la velocidad del proceso.

Para las reacciones de éste tipo, en que es un sólido el que toma parte como reaccionante, el concepto de concentración no tiene significado, de tal modo que la constante de la velocidad de reacción no puede ser definida de la misma manera tal cual como se define en el proceso homogéneo.

Es por ésta razón que se lleva a

NC

cabo procedimientos especiales según el método de trabajo para cada caso - en particular.

Por la misma razón la energía de activación para una reacción en estado sólido pierde el significado asimilado corrientemente.

Una reacción en una superficie, como en éste caso puede constar de los siguientes pasos elementales consecutivos:

- 1) Difusión de los reactantes hacia la superficie.
- 2) Adsorción de los mismos en la superficie.
- 3) Reacción química en la superficie.
- 4) Desorción de los productos de la superficie.
- 5) Difusión de los productos fuera de la superficie.

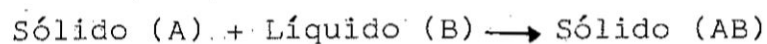
De todo los pasos citados, evidentemente es el paso más lento el que



gobierna la velocidad de reacción total, sucede a menudo que los pasos 1 y 5 son relativamente rápidos.

Los pasos 2 y 4 por lo común son más rápidos que el 3, siendo éste último por lo tanto la determinante de la velocidad del proceso total, sin embargo es de notar que éste paso 3 - de reacciones en la superficie puede ser predominante en la determinación de la velocidad de la reacción, puede suceder como ocurre en algunos casos, que una molécula de la fase fluida sea capaz de reaccionar con alguna especie absorbida.

La reacción de la materia del presente trabajo como se muestra en el paso anterior puede estar dentro del tipo general.



En tales casos el producto AB puede permanecer como una capa alrededor

No

del reactante sólido.

Se puede presentar hasta 2 posibilidades:

1) Que el volumen molar del producto AB sea menor que el de A. Si éste es el caso la capa deberá ser porosa probablemente, de tal manera que el paso predominante es el proceso químico que ocurre en la superficie de "A", se dice entonces que esta es una reacción "topo Química".

2) En el caso de que el producto AB tenga un volumen molar mayor que el de "A" ocurrirá probablemente que se forma una capa protectora alrededor de "A" entonces la velocidad de la reacción será "controlada difusionalmente" y se puede aplicar la ley de fick para la difusión lineal:

$$\frac{dn}{dt} = \frac{D A C}{\delta}, \text{ donde:}$$

D= coeficiente de difusión

$\delta$  = espesor efectivo de la capa de  
Herst.

C = concentración de la solución

A = superficie de 1 metal.

Las operaciones del tipo topoquí  
mico pueden tratarse suponiendo que +  
la disminución del volumen del sólido  
es proporcional a la superficie del -  
mismo, ésto es en términos matemáticos:

$$- \frac{dV}{d\theta} = K S, \text{ donde:}$$

V = volumen del cobre.

S = Superficie del cobre

$\theta$  = tiempo.

K = velocidad específica.

Este modelo cinético será usado  
en el presente trabajo por adaptarse  
al primer caso mencionado.

Puede derivarse de ella una ecua  
ción integrado por la ecuación:

Si  $\rho$  es la densidad del sólido en cues  
tión, tendremos que:  $V = \frac{m}{\rho} \dots (1)$

NO

m = masa

Derivando la ecuación (1) se tiene:

$$dV = \frac{1}{\rho} dm \dots\dots(2)$$

reemplazando (2) en (1) e integrando entre límite de medida de masa entre  $W_0$  a  $W_1$  para un tiempo  $\theta$ , obtendremos.

$$\int_{W_0}^{W_1} \frac{V dm}{m} = \int_0^{\theta} -KS d\theta \dots\dots(3)$$

Si los cambios en volumen y la superficie son pequeños, podemos asumir que  $V$  y  $S$  son constantes, entonces la ecuación (3) integrado se transforma en:

$$V \ln m \Big|_{W_0}^{W_1} = -KS\theta \dots \text{o también} \dots$$

$$\frac{V}{S\theta} \ln \frac{W_0}{W_1} = K \quad \text{finalmente se tiene,}$$

$$K = \frac{V}{S\theta} \ln \frac{W_0}{W_1} \dots\dots(4)$$

No.

$$K = \frac{\pi/4 D^2 h x \text{Ln } \frac{W_0}{W_1}}{\pi D h \theta} , K = \frac{D}{4 \theta} \text{Ln } \frac{W_0}{W_1} , \frac{D \text{Ln } \frac{W_0}{W_1}}{4 \theta} = K \theta$$

El ploteo  $\theta \cdot \frac{D}{4} \text{Ln } \frac{W_0}{W_1}$  es por general lineal para una reacción heterogénea, de modo similar como ocurre en una reacción homogénea.

La parte experimental de éste estudio se realizó de la siguiente manera:

- Se eligió sobre en forma de alambres y enrollado en un espiral para aumentar la superficie de ataque.
- El alambre de cobre fue de 0.5mm. de diámetro y un metro de longitud.
- El peso de una muestra de cobre fue de 1.80 ± 0.02 al inicio de la reacción.
- El cobre fue de calidad reactiva para análisis Backer 99.9% de pureza.

Las soluciones fueron preparados por disolución del ácido sulfúrico en agua y luego la sal en el mismo sol-

vente, la solución preparada poseía una concentración de 1.095 gr/ml (6N) con respecto al ácido clorhídrico formado.

X El tiempo de reacción fue controlado en un cronómetro y la temperatura alcanzada por la solución fue de 32°C.

X C.2 Resultados Experimentales y Cálculos obtenidos

Temperatura de la solución: 32°C

Presión: Barométrica

Concentración de la solución de: 6N

Volumen de la solución: 50 c.c.

Los resultados experimentales se muestran en el cuadro Nº 15.

Pana el cálculo de la superficie del cobre se ha despreciado el área de las bases del cilindro (alambre) y solo se considera el área lateral del mismo.

Ejemplo de Cálculo:

$$K = \frac{V}{S\theta} \ln \frac{W_0}{W_1} \quad K = \frac{\pi/4 D^2 h}{\pi D h \theta} \times \ln \frac{W_0}{W_1}$$

NO

CUADRO Nº 15  
RESULTADOS EXPERIMENTALES

| TUBO Nº | [SOLUCION] | (hors.) | $W_0$  | $W_1$  |
|---------|------------|---------|--------|--------|
| 1       | 6 N        | 1       | 1.7900 | 1.6876 |
| 2       | 6 N        | 2       | 1.8042 | 1.6851 |
| 3       | 6 N        | 3       | 1.7875 | 1.5945 |
| 4       | 6 N        | 5       | 1.7996 | 1.5101 |
| 5       | 6 N        | 9       | 1.8135 | 1.2883 |
| 6       | 6 N        | 13      | 1.7810 | 1.0728 |
| 7       | 6 N        | 14      | 1.7980 | 1.0889 |

CUADRO Nº 16  
CALCULOS TABULADOS

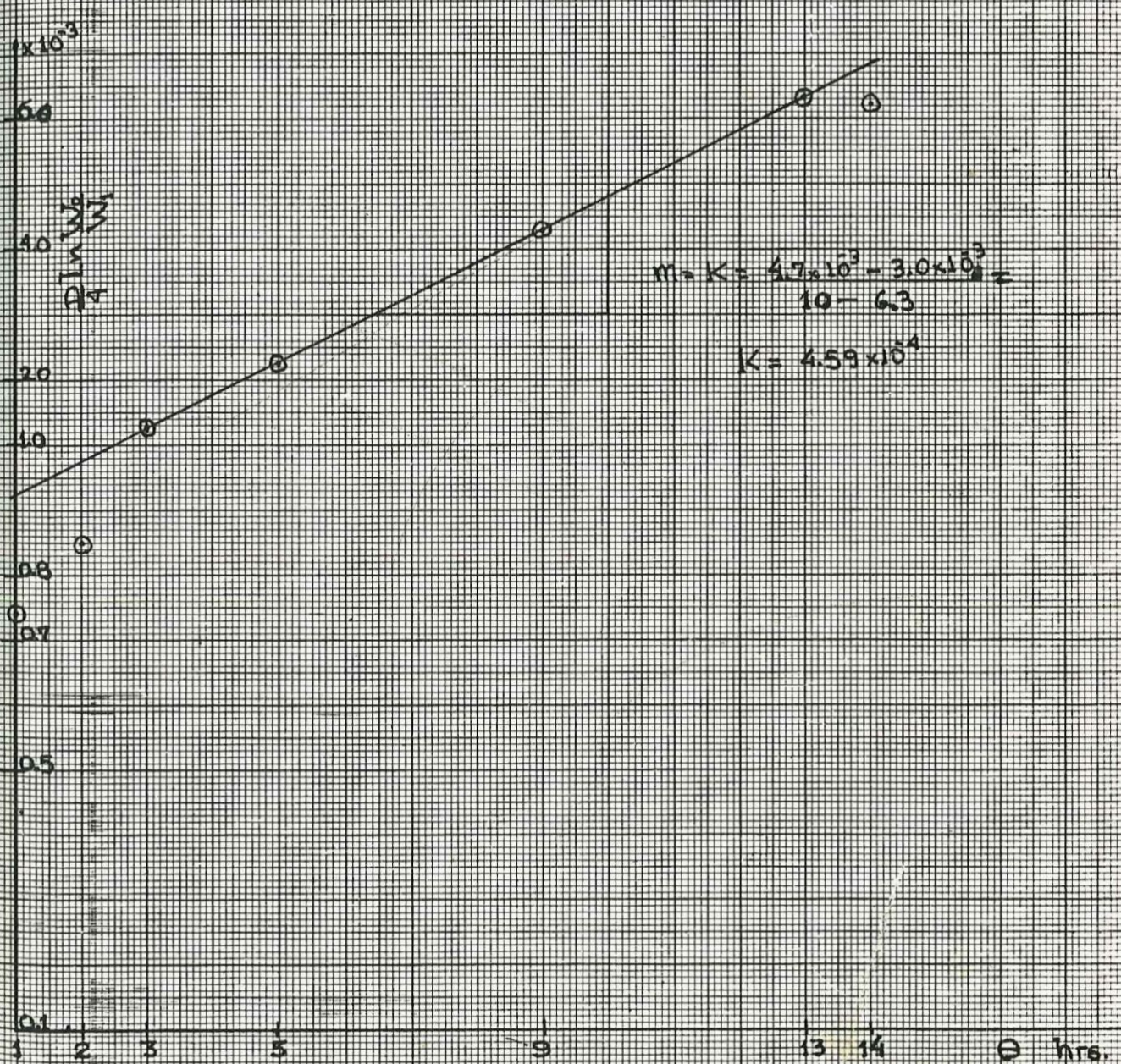
| TUBO Nº | $\Delta W$ | $\frac{\Delta W}{W_0} \times 100$ | $W_0/W_1$ | $\ln W_0/W_1$ | $0.0125/\theta$       | K                         |
|---------|------------|-----------------------------------|-----------|---------------|-----------------------|---------------------------|
| 1       | 0.1024     | 5.7207                            | 1.0607    | 0.0589        | 0.0125                | * $7.3625 \times 10^{-4}$ |
| 2       | 0.1191     | 6.6020                            | 1.0707    | 0.0683        | $6.25 \times 10^{-3}$ | $4.2688 \times 10^{-4}$   |
| 3       | 0.1931     | 10.8028                           | 1.1211    | 0.1143        | $4.16 \times 10^{-3}$ | $4.7625 \times 10^{-4}$   |
| 4       | 0.2887     | 16.0425                           | 1.1910    | 0.1748        | $2.50 \times 10^{-3}$ | $4.3700 \times 10^{-4}$   |
| 5       | 0.5252     | 28.9606                           | 1.4077    | 0.3419        | $1.38 \times 10^{-3}$ | $4.7486 \times 10^{-4}$   |
| 6       | 0.7081     | 39.6007                           | 1.6600    | 0.5068        | $9.62 \times 10^{-3}$ | $4.8731 \times 10^{-4}$   |
| 7       | 0.7093     | 39.4494                           | 1.6511    | 0.5014        | $9.93 \times 10^{-4}$ | $4.4768 \times 10^{-4}$   |

K Promedio  $4.5833 \times 10^{-4}$

Nota \*: Para el cálculo de K promedio se desprecia el valor obtenido, porque es demasiado alto con respecto con los demás

GRAFICO N°6

PLOTEO DE  $D/4 \ln \frac{W_0}{W_t}$  VS. TIEMPO ( $\theta$ )





$$K = \frac{D \ln \frac{W_0}{W_1}}{4\theta}$$

Reemplazando los datos del cuadro N° 15 en esta ecuación se obtiene el valor tabulado en el cuadro N° 16 y en la gráfica N° 6 para cada tubo donde D es el diámetro del alambre.

Finalmente se obtiene la velocidad de disminución del volumen del cobre, se tiene:

$$\frac{dV}{d\theta} = 4.5833 \times 10^{-4} \text{ x s}$$

Reemplazando en esta ecuación se obtiene que la velocidad de disminución del cobre es igual  $7.2024 \times 10^{-3} \text{ Cm.}^3/\text{hora.}$

#### D) LAVADO Y SECADO

Terminado el proceso de conversión se realiza la operación de descarga a un tanque de lavado. La suspensión obtenida es lavada tres veces, con agua secándose la solución sobrenadante (agua madre) por medio de sifón.

Este lavado se realiza hasta que la so

lución clarificada tenga una densidad de -  
1.00865 (0.8°Bé).

Esta solución madre puede ser reciclado o  
bombeado al tanque de mezclado (sal, agua,  
✓ ácido sulfúrico) para el nuevo proceso, por  
que contiene cobre como cloruro e hidróxidos  
etc., experiencia que no fue realizada.

Luego de esta operación se le agrega a  
ditivos y humectantes tal como el Wanin en  
✓ la cantidad de 5kg/1000kg de oxiclорuro al  
tanque de lavado que es mezclado hogénemen-  
te por el agitador para luego ser bombeado  
al secador spray drying, en el cual la sus-  
pensión debe de contener 40 a 60% en peso -  
de sólido.

El secado del producto se realiza a un  
incremento de temperatura de  $\Delta T = 70^{\circ}\text{C}$ , es  
✓ decir que la temperatura del aire caliente  
a la entrada es de  $150^{\circ}\text{C}$  y la salida del ai  
re húmedo es de  $80^{\circ}\text{C}$ .

#### E) EMBOLSADO Y EMPACADO

Luego de ser secado el producto es llevado

por el barredor de aire a la tolva con filtros, que lleva una válvula para el control del polvo, de esta tolva el producto ingresa por gravedad a báscula automática para el embolsado.

Los envases a llenarse tiene una capacidad de 1, 25, 30, 50 kilogramos y estas bolsas pueden ser de papel o polietileno.

Luego de ser envasado y etiquetado es trasladado al almacén.

#### V VENTAJA DEL PROCESO

Este proceso es más ventajoso y económico, porque no emplea los siguientes equipos en comparación al proceso tradicional y estos son:

- 1) Intercambiadores
- 2) Filtros
- 3) Molinos y mezcladores (del producto).

En este proceso se realiza con un abastecimiento garantizado de la calidad de las materias primas necesarias para el proceso.

del oxiclórico de cobre descrito, además asegura un producto de las siguientes características:

- A) Alto contenido del porcentaje de cobre
- B) Producto de calidad superior cualitativa<sup>mente</sup> y cuantitativamente.
- C) Economía y fácil operación
- D) Suspensiabilidad muy buena
- E) Mínimos problemas en el manipuleo
- F) Optimización del material y equipo seleccionado para un fácil y mínimo mantenimiento.

#### 5.2.2. Diagrama de Flujo

El diagrama de flujo para el proceso será representado por dos formas:

Diagramas de bloques (diagrama Nº 1) y  
Diagramas de flujo (diagrama Nº 2).

#### 5.3. Materias Primas. Descripción y especificaciones técnicas

Las materias primas de consumo que constituyen para la producción industrial del oxiclórico de cobre, son de origen nacional, que se consigue con mucha facilidad en el lugar donde está localizado el presente pro

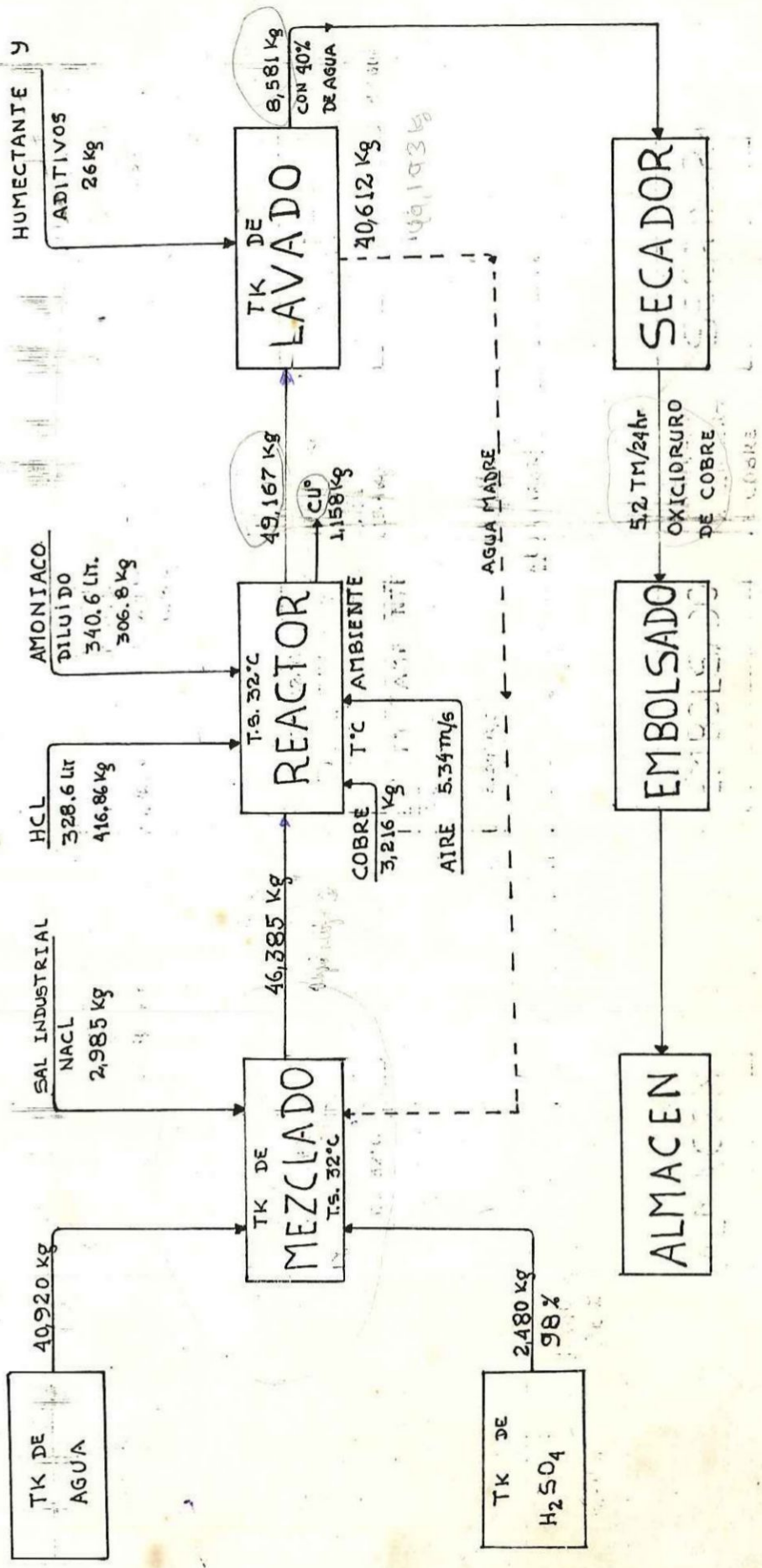


DIAGRAMA DE BLOQUES

yecto.

Las materias primas para la producción son:

1) COBRE

El cobre es la materia prima principal para la producción industrial del oxiclорuro de cobre.

El cobre, de número atómico 29 y de peso atómico - 63.57 pertenece al grupo IB de la serie periódica de los elementos, se encuentra inmediatamente encima de la plata y horizontalmente entre el níquel y el zinc. Forma compuestos de números de valencia +1 cuproso, +2 cúprico y algunos compuestos inestables de +3.

Una superficie nueva de cobre tiene color rojo claro, pero el producido por la reflexión selectiva es roja - rosa oscuro. La luz transmitida - por láminas muy delgadas de cobre tiene color verde y el cobre fundido emite también luz verde a - temperaturas elevadas.

En el cobre natural hay 2 isotopos con peso atómico 63 y 65.

PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL COBRE

El cobre cristaliza en el sistema cúbico de caras

centradas en una constante reticular de  $3.6078 \text{ \AA}^{\circ}$  y una distancia de acercamiento máximo de  $2.5512 \text{ \AA}^{\circ}$  el metal puro tiene las siguientes constantes: p.f.  $1,083^{\circ}\text{C}$ , p.eb.  $2,325^{\circ}\text{C}$ ; d, 8.92; calor específico 0.0918; calor de fusión, 50.6 cal./gramo; coeficiente de dilatación lineal,  $16.42 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ; conductividad térmica a  $20^{\circ}\text{C}$ ,  $0.923 \text{ cal/seg-cm}^2/^{\circ}\text{C/cm}$ , dureza de mohs, 3.0. La resistencia de la tracción varía entre 55,000 y 33,000 lb./in<sup>2</sup> ( $3,867-2,320 \text{ kg/cm}^2$ ), según el metal está estirado en frío o completamente recocido. El potencial de oxidación electroquímico a  $25^{\circ}\text{C}$  (electrodo de hidrógeno = 0) es 0.344 voltios. La resistencia específica del cobre electrolítico puro a  $20^{\circ}\text{C}$  es  $1.682/10^6$  ohmios cm, resistencia que es notablemente afectada por la presencia de cantidades muy pequeñas de determinadas impurezas.

El cobre es un metal relativamente estable en las condiciones atmosféricas, hasta el punto de que se le ha llamado "el metal eterno".

La superficie del cobre, si no se mantiene pulida, varía de color por la formación de una delgada capa de algún compuesto de cobre, de ordinario

uno o varios de los siguientes:

- 1) Oxido cuproso  $\text{Cu}_2\text{O}$ , sustancia roja que comunica su color vívido a la superficie de los y las piezas fundidas que se han enfriado sumergiéndolas en agua cuando estaban calentadas al rojo.
- 2) Oxido cúprico,  $\text{CuO}$ , oxido negro que se forma sobre el cobre caliente cuando se enfria al aire.
- 3) Carbonato cúprico hidratado,  $\text{CuCO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , o carbonato básico de cobre,  $\text{CuCO}_3, \text{Cu}(\text{OH})_2$ , la sustancia verde llamada erróneamente cardenillo que se forma sobre el cobre expuesto al aire por absorción de ácido carbónico de la atmósfera.

Este revestimiento superficial es más duro y menos poroso que el herrumbre formado sobre el hierro y protege al cobre contra ulterior ataque.

El cobre metálico resiste a las soluciones alcalinas, salvo las que contienen AMONIACO.

El que sea atacado por los ácidos minerales y orgánicas dependen en gran parte de la presencia de un oxidante en solución. El cobre resiste también a la oxidación por el vapor de agua a temperaturas elevadas y tiene buena resistencia a casi to



das las soluciones salinas. Resiste mal a la corrosión por el azufre y los compuestos de azufre.

Si bien aleándolo con el zinc para producir latón se aumenta mucho a la resistencia al azufre, aunque el cobre no desplaza al hidrógeno de los ácidos, se disuelve fácilmente en los ácidos oxidantes como el ácido sulfúrico y clorhídrico.

#### ESPECIFICACION TECNICA DEL COBRE

|        |            |
|--------|------------|
| Pureza | 98.4%      |
| As     | 0.02%      |
| Sb     | 0.178%     |
| Pb     | 0.001%     |
| Ni     | 0.005%     |
| Fe     | 0.13%      |
| S      | 0.20%      |
| Ag     | 3496 gr/TM |
| Au     | 9.2 gr/TM  |

#### 2) ACIDO SULFURICO

El ácido sulfúrico es un líquido viscoso, incoloro, cuyo punto de fusión es de  $10.31^{\circ}\text{C}$ . Cuando se calienta desprende trióxido de azufre y empieza a hervir a  $290^{\circ}\text{C}$ . Sin embargo, el punto de ebullición

ción normalmente alcanza los 317°C, a cuya temperatura el ácido es de 98.5% en ácido sulfúrico. El ácido sulfúrico forma los siguientes hidratos:

$H_2SO_4 \cdot H_2O$  (p.f. = 9.97°C),  $H_2SO_4 \cdot 2H_2O$  (p.f. = -39.46°C) y el  $H_2SO_4 \cdot 4H_2O$  (p.f. = -28.25°C).

La estructura de la molécula del ácido sulfúrico es un tetraedro con un átomo de azufre en el centro y dos grupos oxidrilos, y dos átomos de oxígeno en los vértices. La longitud del enlace azufre-oxígeno es de 1.51 Å. La densidad del ácido puro es 1.84 (G.e) aproximado.

El ácido se disocia completamente en el agua, dando un protón hidratado y el ión sulfato. Acido (bisulfato), el ión bisulfato se disocia en gran extensión en disoluciones acuosas diluídas, dando el anión sulfato normal y otro protón hidratado.

El ácido sulfúrico es un ácido fuerte diluído en 1,000 veces su peso en agua, enrojece la tintura de tornasol. Es un ácido dibásico y forma en consecuencia dos clases de sales, unas ácidas y otras neutras.

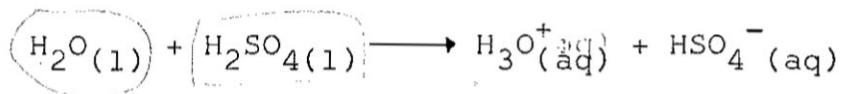
Expuestas al aire húmedo, el ácido sulfúrico

absorbe hasta 15 veces su peso en agua.

Cuando se mezcla con agua desprende calor, debido a su calor de disolución. La preparación del ácido sulfúrico diluido debe efectuarse con cuidado, pues al mezclar el ácido concentrado desprende una cantidad considerable de calor que asciende a 17.75 calorías, cuando se disuelve una mol de ácido sulfúrico en agua.

Por esta razón debe añadirse siempre el ácido concentrado al agua en pequeñas proporciones, de no ser así, éste será suficiente para convertir el agua en vapor, luego esparcir el ácido concentrado que calienta en todas las direcciones, el ácido concentrado y caliente es un oxidante, es un ácido diprótico.

En disolución diluida experimenta una ionización primaria casi total, la ionización secundaria es menos completa:



Debido al elevado punto de ebullición el ácido

sulfúrico se utiliza para desplazar de sus sales, -  
los ácidos que hierven a baja temperatura.

#### ESPECIFICACION TECNICA DEL ACIDO FULFURICO

Condición: Líquido

Concentración en Peso: 98%

Agua: 2% mínimo

G.e. 60°F/60°F: 1.84

### 3) LA SAL DE CLORURO DE SODIO

El término Sal siempre se ha usado para especificar al cloruro sódico, NaCl, llamado sal común. La sal es un producto necesario para la alimentación, pues el sodio y el cloro son indispensables en la vida a animal, y el cloruro de sodio satisface muy bien esa necesidad. La sal es un producto de gran importancia por su consumo directo, pero es aún indispensable como materia prima química. En la fabricación de productos químicos se usa más sal que cualquier otra materia básica. La sal es una materia prima - más importante para casi todos los productos que - contienen sodio y cloro, pues en la naturaleza no abundan otros compuestos de sodio. La primera patente expedida en América fue concedida a un proceso - para extraer sal. Se concedió en 1,641 a San Wins-

low por la Corte General de Elecciones de la Colonia de la Bahía de Massachusetts.

#### PROPIEDADES DEL CLORURO DE SODIO

El cloruro de sódico puro es incoloro y cristaliza en el sistema isométrico en forma de cubos, de cara centrada. Su peso molecular es 58.454 y su composición centesimal es 39.342% de sodio y 60.658% de cloro. El cristal iónico es una red cristalina cúbica simple, en el cual los iones positivos de sodio y negativos de cloro ocupan posibles alternadas. Al cristalizar en agua forma capas concéntricas y cuando se rompe un cristal muestra una fractura concoidea. Por evaporación superficial en una salmuera a la presión atmosférica, se produce una cristalización en pirámides cuadradas, huecas, en forma de tolva, formadas por cubos muy pequeños. La dureza es 2.5 mohs; la densidad es 2.1-2.6 para la sal gema, 2.163 para los cristales puros; índice de refracción,  $n_D^{20}$  1.554; p.f.  $800.8 \pm 0.5^\circ\text{C}$ ; p.eb.  $1,413^\circ\text{C}$ ; calor de fusión, 123.59 cal/gr. Se volatiliza a temperaturas de color blanco sin descomponerse. No es mucho más soluble en agua caliente que en agua fría, pues 35.7 partes se disuelven en 100 partes de agua a  $0^\circ\text{C}$  y 39.8 partes en 100 partes de agua a  $100^\circ\text{C}$ . Su  $\gamma$ -

lor de disolución es negativo,  $-1.281$  kilocal/mol. a  $18^{\circ}\text{C}$  en 200 moles de agua. Su solución acuosa + tiene un pH de 6.7-7.3.

Su solubilidad a la temperatura eutéctica,  $-21.11^{\circ}\text{C}$  es 23.31%. El "hielo salado" que se forma en esa solución tiene un punto de fusión constante de  $-14.4^{\circ}\text{C}$  y su calor latente de fusión es  $56.39$  kilocal/kg. Salmueras más concentradas que la solución eutéctica despositan por enfriamiento cristales monoclínicos grandes de  $\text{NaCl}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

A la presión atmosférica normal, la salmuera saturada hierve a  $108.7^{\circ}\text{C}$  y contiene 28.41% de cloruro de sodio. La salmuera saturada a  $15.56^{\circ}\text{C}$  contiene 26.395% de cloruro sódico puro, su densidad es 1.204 y su tensión de vapor 7.2 mm Hg.

La Sal Gema o Sal de roca o halita. Es la forma más abundante de la sal, excepto la del agua del mar.

Algunos de estas sales, contienen 99.98% de cloruro sódico.

La sal gema se presenta en cristales transparentes o translúcidos, incoloros o de diversos colores: blanco o gris, amarillo, anaranjado, rojo, rosa o pardo, según las impurezas, y algunas veces azul o

púrpura.

Es la principal fuente de sal que utiliza en la industria, se ha formado por cristalización de agua salada estancada. La salmuera ocupa el primer lugar en la fabricación de productos químicos.

#### 4) ACIDO CLORHIDRICO

El ácido clorhídrico es una solución de cloruro de hidrógeno, HCl, peso molecular 36.47 en agua, este cloruro de hidrógeno es un gas incoloro, de olor - picante.

En el aire húmedo forma intensos humos blancos. Es tóxico si se respira en forma concentrada. Es muy soluble en agua con producción de calor. El ácido clorhídrico acuoso es incoloro cuando está puro y amarillo en presencia de hierro, cloro o sustancias orgánicas. Aunque el gas anhidro no es corrosivo, la solución acuosa ataca a todos los metales comunes. Es irritante para la piel y las membranas mucosas; debe evitarse el contacto con el gas o la - solución.

En la naturaleza se encuentra minúsculas cantidades de cloruro de hidrógeno en las zonas volcánicas y en el agua de algunos ríos. Se halla también en - el jugo gástrico de los mamíferos.

El ácido clorhídrico se emplea mucho industrialmente en limpieza de locales para quitarles el óxido (decapado), en la refinación del azúcar de cada, en la producción de caucho sintético, en la producción de glucosa y azúcar de maíz, partiendo del almidón, en la activación de los pozos de petróleo, etc.

#### PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL ACIDO CLORHIDRICO

El HCl, tiene p.f.  $-114.2^{\circ}\text{C}$ ; p.eb.  $-85^{\circ}\text{C}$ ;  $n_D^{20}$  del líquido, 1.256;  $n_D^{20}$  del gas, 1.00045;  $n_D^{18}$  de la solución acuosa 1.0 N., 1.34168, densidad de vapor + (aire=1), 1.268; tensión superficial a  $-92.9^{\circ}\text{C}$ , 24,718 dinas/cm., viscosidad específica de la solución 1.0 M a  $-25^{\circ}\text{C}$ , 1.0671; calor específico a  $15^{\circ}\text{C}$  Cp, 0.1939, Cv, 0.1375, Cp/Cv, 1.41; calor de fusión a  $-114.2^{\circ}\text{C}$ , 476 cal/mol.; calor de vaporización a  $-85^{\circ}\text{C}$ , 3,860 cal/mol.; calor de disolución a dilución infinita, 17.88 kilocal/mol.; temperatura crítica,  $51.4^{\circ}\text{C}$ ; presión crítica 81.6 atm.; densidad crítica 0.42 gr./ml.; calor de formación a  $-25^{\circ}\text{C}$  del gas; 22.063 kilocal/mol.; de la solución acuosa (400 Moles  $\text{H}_2\text{O}$ /Mol. HCl), 39.85 kilocal/mol. energía libre de formación a  $25^{\circ}\text{C}$  del gas, 27.78 kilocal/mol.; de la solución acuosa (400 moles  $\text{H}_2\text{O}$



(400 moles  $H_2O/mol.$   $HCl$ ), 31.33 kilocal/mol.; conductividad eléctrica del líquido a  $-96^{\circ}C$ ,  $1 \times 10^{-8}$  moh/cm.; momento dipolar, 1.03; constante dieléctrica del gas a  $0^{\circ}C$  1.0046. La solubilidad del ácido clorhídrico en agua es como sigue:

| Temp. $^{\circ}C$ .....       | 0    | 0    | 30   | 40   | 50   | 60 |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|----|
| Solub. partes/100 p. $H_2O$ . | 82.3 | 67.3 | 63.3 | 59.6 | 56.1 |    |

De las soluciones acuosas comprendidas entre 25.1 y 42.5% se separa un trihidrato sólido,  $HCl \cdot 3 H_2O$ , de punto fusión  $-24.4^{\circ}C$  a temperaturas comprendidas entre  $-25.65$  y  $-80^{\circ}C$  de las soluciones comprendidas entre 43.93 y 48.81% se separa un dihidrato  $HCl \cdot 2H_2O$ , p.f.  $0^{\circ}C$ , a temperaturas comprendidas entre  $-17.5$  y  $-26.25^{\circ}C$  a concentraciones más altas, existe un monohidrato,  $HCl \cdot H_2O$ , p.f.  $-15.36^{\circ}C$ . El ácido clorhídrico gas es un compuesto relativamente estable con ligeros indicios de disociación a temperaturas superiores a  $1500^{\circ}C$ . Es completamente miscible con el agua; forma una solución azeotrópica de temperatura de ebullición máxima a  $110^{\circ}C$  a presión de 1 atm. que contiene 20.24% en peso de  $HCl$ .

EL  $HCl$  reacciona formando cloruros con los metales que están por encima del hidrógeno en la se-

rie de fuerzas electromotrices y con los óxidos e hidróxidos metálicos.

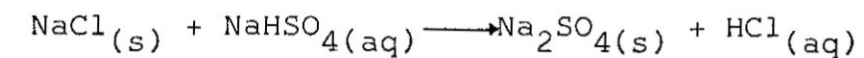
#### FORMACION DEL ACIDO CLORHIDRICO POR EL PROCESO DE LA SAL CON ACIDO SULFURICO

La sal y el ácido sulfúrico reaccionan fácilmente, las materias primas como son sal industrial y ácido de 60 a 66°Bé', los productos son ácidos clorhídricos, sulfato de sodio (bisulfato sódico),  $\text{NaHSO}_4$  y sulfato normal (sulfato sódico),  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  a temperaturas próximas a 150°C, el producto es el sulfato ácido y puede llamarse torta de nitro, por sus semejanza con la sal que resulta de la reacción del nitro con ácido sulfúrico, en la fabricación del ácido nítrico. A temperaturas próximas a 540°C, el producto es el sulfato sódico normal, y llamado en el comercio torta de sal (sal cake). La descomposición completa se produce al rojo en presencia de un ligero exceso de ácido sulfúrico.

La temperatura suele mantenerse por debajo de 640°C Para evitar la fusión, pues el producto fundido no es vendible. El sulfato puede sustituir al ácido sulfúrico en la reacción a temperatura más alta.

Las reacciones son las siguientes:





La agitación de la masa reaccionante se realiza por medio de brazos giratorios, previstos de arados y montados sobre un eje central movido por medio de un motor eléctrico estándar de tipo A.G.M.A.

#### ESPECIFICACION TECNICA DEL ACIDO CLORHIDRICO

Condición : Líquido

Concentración Porcentual: 36%

Agua: 64%

p.e.: 60°F/60°F : 1.1789

#### 5) AMONIACO

##### PROPIEDADES FISICAS

Su fórmula química es  $\text{NH}_3$ , es incoloro y tiene un olor fuerte y astringente, con un sabor alcalino, su gravedad específica a 0°C/0°C es 0.6382, su punto de ebullición es de 2.2°C bajo cero (-2.2°C) a la presión atmosférica y se solidifica en una masa blanca cristalina a 42.1°C.

El amoníaco es explosivo en las proporciones de 13.1 a 26.7% en aire. A temperatura y presiones normales, el amoníaco es estable. Su temperatura

de combustión es de 651°C.

#### PROPIEDADES QUIMICAS

El amoníaco siendo un alcali fuerte, ATACA EL COBRE, latón, el zinc y el aluminio. Para su empleo se utiliza materiales de hierro, acero o plomo. El amoníaco es sumamente soluble en agua. Esta propiedad se emplea en caso de alguna fuga de amoníaco. El amoníaco no es venenoso, sin embargo, es un poderoso irritante de las membranas mucosas. Y sobre cualquier parte de la piel que es húmeda.

Entre los materiales empleados para procesos con amoníaco tenemos: para cientos de válvulas, plomo; aluminio, monel, acero y fierro, cuando se trabaja con amoníaco frío y asbesto, neopremo y teflón, cuando se emplea amoníaco caliente.

El acero ASTM 304 y 316 se emplea para todo tipo de equipo y accesorios, otros materiales empleados son: el hierro y el latón (para superficies de condensadores), bronce (como guarnición de válvula, tubería) y el cobre (cuando se emplea amoníaco seco, para tuberías, tanques, rellenos de torres). Envases, el amoníaco anidro se comercializa en cilindros de 50, 100 ó 150 libras de líquido, se re-

quiere de recipientes especiales a prueba de explosión. Todos los cilindros de amoníaco anhidro enviados en cualquier medio de transporte debe ser - identificado por la etiqueta verde IIC (Código Internacional).

#### ESPECIFICACION TECNICA

Grado A: para refrigeración

Grado B; uso industrial

Grado C: solución amoniacal

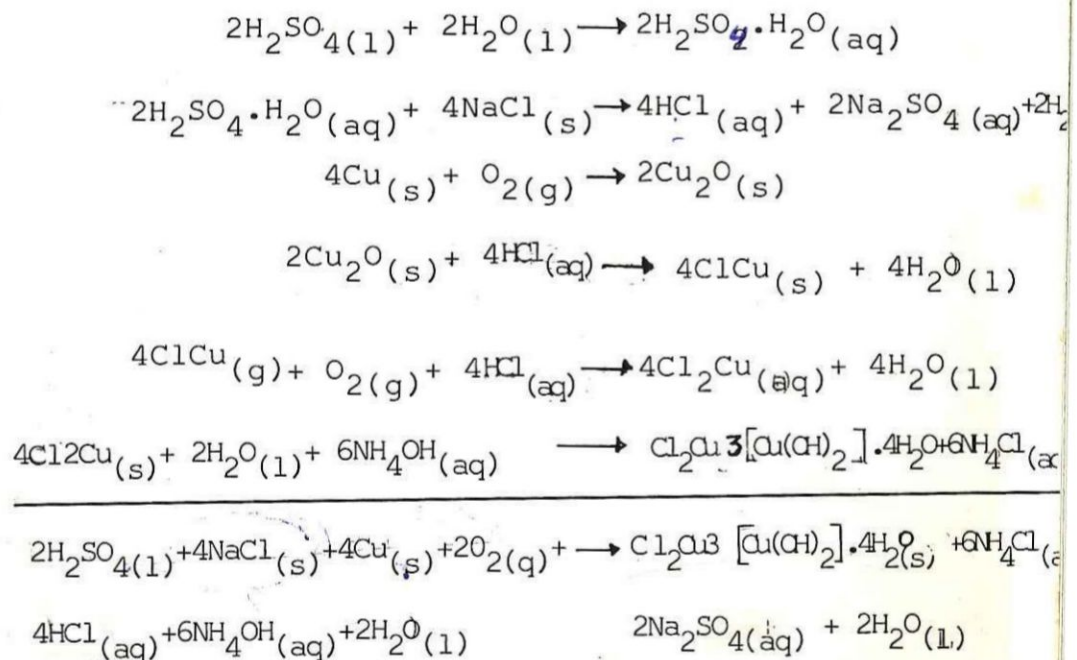
|                                  | A     | B     | C     |
|----------------------------------|-------|-------|-------|
| CENTRACIONES PORCENTUALES        | 99.95 | 99.5  | 25    |
| Densidad relativa<br>a 15°C/15°C | ----  | ----  | 0.922 |
| Aceite p.p.m.                    | 20    | 20    | --    |
| Residuos por evaporación         | 500   | 5,000 | 300   |
| Gases inertes en ml/100gr.       | 20    | ---   | ---   |

#### 5.4. Balance de Materia y Energía

##### 5.4.1. Balance de Materia

El balance de materia se realizará mediante la ecuación de las reacciones químicas que a continuación se presenta, es decir, para determinar el balance de los insumos principales de -

la producción industrial del oxiclорuro de cobre:



#### APRECIACIONES SOBRE EL SISTEMA DE REACCIONES QUIMICAS

Como se aprecia las reacciones para la obtención del oxiclорuro de cobre es muy compleja y se presenta de la siguiente manera: dilución del ácido sulfúrico en agua y sal industrial, formación del ácido clorhídrico, oxidación del cobre, formación del cloruro cúprico finalmente la obtención del oxiclорuro de cobre.

REQUERIMIENTO TEORICO DE MATERIA PRIMA PARA LA PRODUCCION INDUSTRIAL DEL OXICLORURO DE COBRE

Base: 1TM de oxiclорuro de cobre (100%)

CANTIDAD DE COBRE: De acuerdo a la interacción del cobre con el HCl formado y con una pérdida de 5%, se tiene:

$$1 \text{ TM oxi.} \times \frac{1 \text{ mol TM oxi.}}{431 \text{ TM oxi.}} \times \frac{4 \text{ mol TM CuO}}{1 \text{ mol TM oxi.}} \times \frac{63.54 \text{ TM CuO}}{1 \text{ mol TM CuO}} =$$

Cantidad de cobre: 0.5896 + 5% de pérdida = 0.6191 TM.

CANTIDAD DE NaCl:

$$1 \text{ TM oxi.} \times \frac{1 \text{ mol TM oxi.}}{431 \text{ TM oxi.}} \times \frac{4 \text{ mol TM NaCl}}{1 \text{ mol TM oxi.}} \times \frac{58.45 \text{ TM NaCl}}{1 \text{ mol TM NaCl}} =$$

NaCl: 0.5695 TM

CANTIDAD DE H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:

$$1 \text{ TM oxi.} \times \frac{1 \text{ mol TM oxi.}}{431 \text{ TM oxi.}} \times \frac{2 \text{ mol TM H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol TM oxi.}} \times \frac{98.06 \text{ TM H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol TM H}_2\text{SO}_4} =$$

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: 0.47765 TM

CANTIDAD DE AGUA:

a) Para la disolución del H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:

$$0.47765 \text{ TM} \times 98\% = X \text{ (TM)}$$

$$X = 6.68 \text{ TM de solución}$$

$$6.68 - 0.47765 = 6.21 \text{ TM de agua} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ TM}} \times \frac{1 \text{ lit}}{0.99812165 \text{ kg}}$$

$$= 6,222 \text{ Litros de agua}$$

b) Para la disolución del HCl : (relación de 3 a 1)

$$51 \text{ lit. HCl} \times \frac{1 \text{ lit. agua}}{3 \text{ lit. HCl}} = 17 \text{ litros de agua}$$

c) Para la disolución del amoníaco: (relación de 1 a 3)

$$16 \text{ lit. NH}_3 \times \frac{3 \text{ lit agua}}{1 \text{ lit. NH}_3} = 48 \text{ lit de agua.}$$

$$\text{Total: } 6.222 + 17 + 48 = 6,286 \text{ lit} = 6.3 \text{ m}^3 \text{ de agua.}$$

CANTIDAD DE AIRE:

$$\begin{aligned} & 1 \text{ TM oxi} \times \frac{1 \text{ mol TMoxi.}}{431 \text{ TM oxi.}} \times \frac{2 \text{ mol TM O}_2}{1 \text{ mol oxi.}} \times \frac{1 \text{ mol TM aire}}{0.21 \text{ mol TM O}_2} \times \frac{28.95 \text{ TM aire}}{1 \text{ mol TM aire}} \\ & \dots \times \frac{5.5 \text{ oxi.}}{24 \text{ hr}} \times \frac{1 \text{ m}^3 \text{ aire}}{1,222 \times 10^{-3} \text{ TM aire}} \times \frac{1 \text{ hr.}}{60 \text{ min.}} = 1.999 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Las cantidades de ácido clorhídrico y amoníaco que se le adiciona en la segunda fase son tomadas de la experiencia, por ser una ecuación - muy compleja de la reacción química para la obtención del oxiclورو de cobre, finalmente se tiene:

HCl: 51 litros/TM de oxiclورو.

NH<sub>3</sub>: 16 litros/TM de oxiclورو.

#### 5.4.2. Balance de Energia

Como el proceso se realiza a una temperatura ambiente (en frío), solo requiere del calor de las materias primas, es decir está en función de la preparación de soluciones:

(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O y NaCl), donde la temperatura de la solución es de 32°C, es decir, a esta tempe



ratura ocurre la reacción por esta razón es ésta parte del capítulo se enfocará el calor estándar de la reacción para el proceso. ✓

#### 5.4.2.1. Efecto de la Temperatura

Aplicando la ley de Van'thoff; "Cuando se aumenta la temperatura de un sistema en equilibrio, éste se desplaza en el sentido en que se absorbe el calor". \*

Esta ley quiere decir, que cuando un proceso es endotérmico el incremento de la temperatura es favorable y cuando el proceso es exotérmico el incremento de temperatura es desfavorable para su realización. ✓

En la producción del oxiclورو de cobre, la reacción es exotérmica, de acuerdo al análisis termoquímico, por esta razón no es necesario la adición del calor, solamente se mantiene la temperatura de la solución (30 - 32°C), por acción del calor de reac ✓

ción, de las sustancias reaccionantes agregadas como es: HCl, NH<sub>3</sub> y agua.

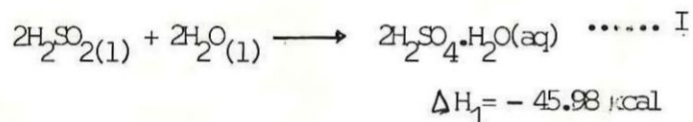
#### 5.4.2.2. Estudio Termoquímico

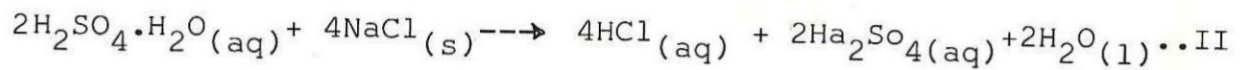
Se ha realizado en base a la reacción teórica del ácido sulfúrico con agua, cloruro de sodio, cobre, ácido clorhídrico, amoníaco y oxígeno. Del cual se deduce que es una reacción exotérmica, que al reaccionar dos moles de ácido sulfúrico con dos moles de agua, hay una emisión de energía equivalente a 45.9 kilocal./mol.

El calor de reacción para el proceso será calculada de la siguiente forma:

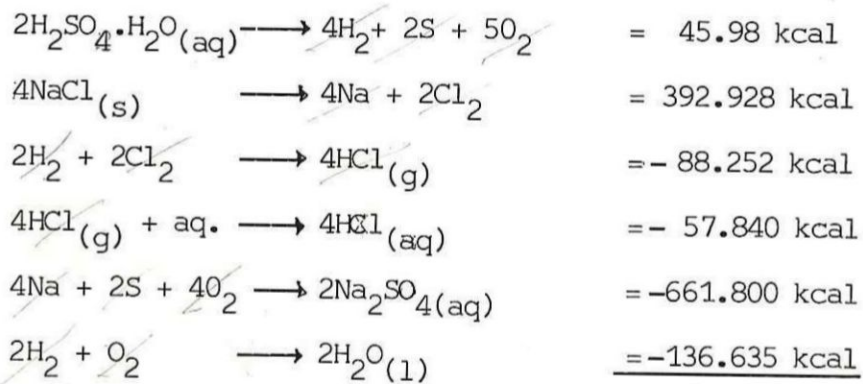
$$\Delta H_{\text{(Reacción)}} = \Delta H^{\circ}_{(2980k)} + \sum \Delta H_2(\text{Productos}) - \sum \Delta H_1(\text{Reaccionantes})$$

CALCULO DE  $\Delta H^{\circ}_{(2980k)}$ , para las ecuaciones siguientes:

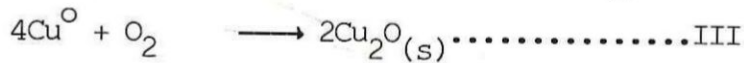




Interviniendo las ecuaciones de los reaccionantes, se tiene:



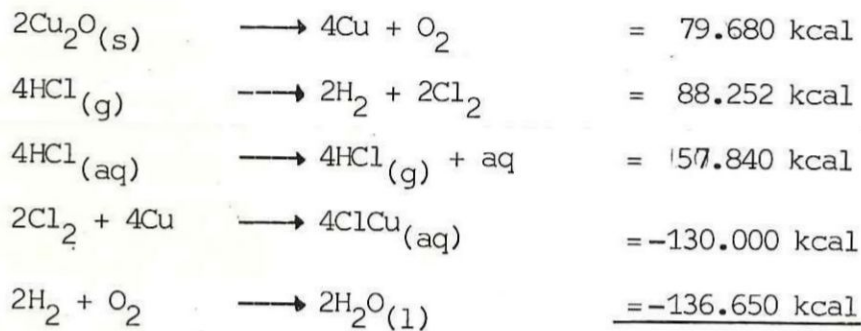
$$\Delta H_2 = -505.618 \text{ kcal}$$



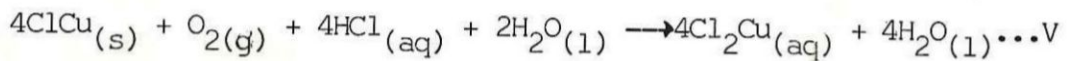
$$\Delta H_3 = -79.68 \text{ kcal}$$



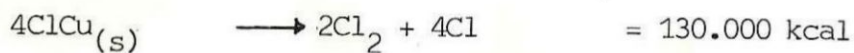
Invirtiendo las ecuaciones de los reaccionantes, se tiene:

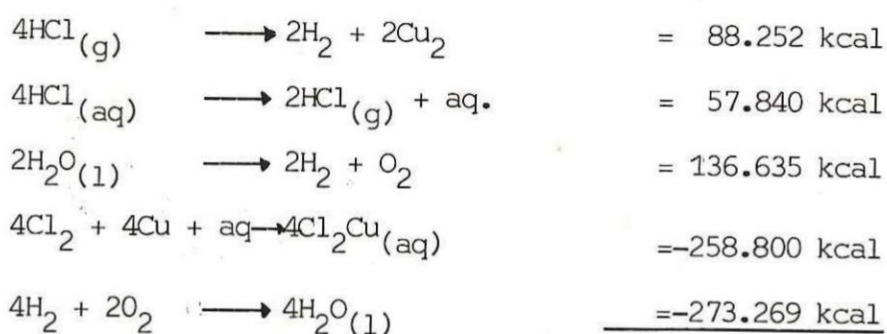


$$\Delta H_4 = -40.863 \text{ kcal}$$

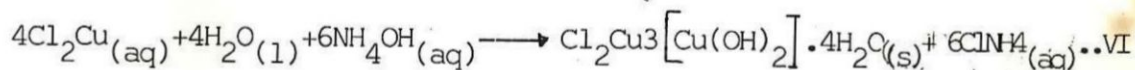


Invirtiendo las ecuaciones de los reaccionantes, se tiene:

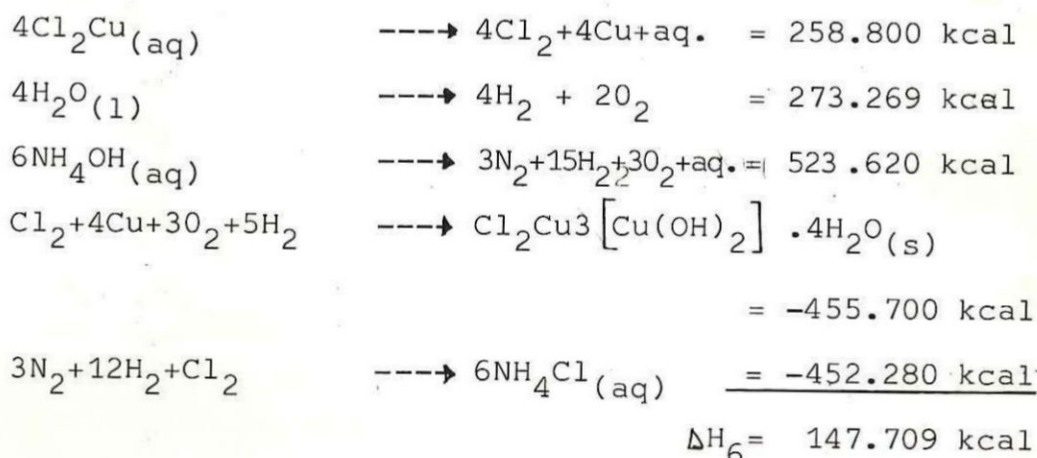




$$\Delta H_5 = -119.342 \text{ kcal}$$



Invirtiendo las ecuaciones de los reaccionantes, se +  
tiene:



Finalmente sumando las entalpias de cada reacción:

$$\Delta H_{\text{total}}(298\text{ok}) = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5 + \Delta H_6$$

$$\Delta H_{\text{total}}(298\text{ok}) = -643.775 \text{ kcal}$$

CALCULO DE  $\Delta H_2$ (productos)

$$\Delta H_2(\text{productos}) = \int_{T_1}^{T_2} \text{CpdT}$$

$$\Delta H_2(\text{p}) = \int_{T_1}^{T_2} (\text{Cp Oxi.} + 6\text{CpNH}_4\text{Cl} + 2\text{CpNa}_2\text{SO}_4 + 2\text{CpH}_2\text{O}) \text{ dT}$$

$$\text{Cp Oxidloruro} = 18.216 \text{ cal/molok}$$

$$C_p \text{ NH}_4\text{Cl} = 9.8 + 0.0368T \text{ cal/mol}^\circ\text{K}$$

$$C_p \text{ Na}_2\text{SO}_4 = 32.8 \text{ cal/mol}^\circ\text{K}$$

$$C_p \text{ H}_2\text{O} = 0.99892 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

$$\Delta H_{\text{Oxi.}} = \int_{298^\circ\text{K}}^{305^\circ\text{K}} (18.216) dT = 18.216(305 - 298)^\circ\text{K} = 32.8 \text{ cal}$$

*= 127.512*

$$\Delta H_{\text{NH}_4\text{Cl}} = \int_{298^\circ\text{K}}^{305^\circ\text{K}} 6(9.8 + 0.0368T) dT = 58.8(305-298) + \frac{0.2208(305^2 - 298^2)}{2}$$

$$\Delta H_{\text{NH}_4\text{Cl}} = 877.6 \text{ cal} \quad | \quad 2$$

$$\Delta H_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = \int_{298^\circ\text{K}}^{305^\circ\text{K}} 2(32.8) dT = 65.6(305-298) = 459.2 \text{ cal} \quad |$$

$$\Delta H_{\text{H}_2\text{O}} = \int_{298^\circ\text{K}}^{305^\circ\text{K}} 2(0.99892) dT = 1.99784(305-298) \times 18 \frac{\text{gr.}}{\text{mol}} = 251.73 \text{ cal} \quad \checkmark$$

$$\Delta H_{2(p)} = (32.8 + 877.6 + 459.2 + 251.73) \text{ cal/mol} = 1,621 \text{ cal/mol}$$

$$= 1.621 \text{ kcal}$$

CALCULO DE  $\Delta H_1(\text{reaccionantes})$ :

$$\Delta H_1(\text{reaccionantes}) = \int_{T_1}^{T_2} C_p dT$$

$$\Delta H_1(r) = \int_{T_1}^{T_2} (2C_p \text{H}_2\text{SO}_4 + 4C_p \text{NaCl} + 4C_p \text{Cu} + 2C_p \text{O}_2 + 4C_p \text{HCl} + 6C_p \text{NH}_4 \dots \text{OH} + 2C_p \text{H}_2\text{O}) dT$$

$$C_p \text{H}_2\text{SO}_4 = 0.9549 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

$$C_p \text{NaCl} = 10.79 + 0.00420T \text{ cal/mol}^\circ\text{K}$$

$$C_p \text{Cu} = 5.44 + 0.01462T \text{ cal/mol}^\circ\text{K}$$

$$C_p \text{O}_2 = 8.27 + 0.258 \times 10^{-3}T - 1.877 \times 10^{-5}T^{-2} \text{ cal/mol}^\circ\text{K}$$

$$C_p \text{HCl} = 0.591 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

$$C_p \text{NH}_4\text{OH} = 0.99 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

$$C_p \text{H}_2\text{O} = 0.99892 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned} \Delta H \text{H}_2\text{SO}_4 &= \int_{298^\circ\text{K}}^{305^\circ\text{K}} 2(0.9549) dT = 1.9098(305 - 298) \times 98.06 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} \\ &= 1,311.1 \text{ cal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H \text{NaCl} &= \int_{298^\circ\text{K}}^{305^\circ\text{K}} 4(10.79 + 0.42 \times 10^{-2}T) dT = 43.16(305 - 298) + \\ &\quad + \frac{0.0168(305^2 - 298^2)}{2} \\ &= 337.6 \text{ cal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H \text{Cu} &= \int_{298^\circ\text{K}}^{305^\circ\text{K}} 4(5.44 + 0.01462T) dT \\ &= 21.76(305 - 298) + \frac{0.05848(305^2 - 298^2)}{2} \\ &= 275.7 \text{ cal} \end{aligned}$$

$$\Delta H \text{O}_2 = \int_{298^\circ\text{K}}^{305^\circ\text{K}} 2(8.27 + 0.258 \times 10^{-3}T - 1.877 \times 10^{-5}T^{-2}) dT$$

$$= 16.54(305-298) + \frac{5.16 \times 10^{-4} (305^2 - 298^2)}{2} + \frac{3.754 \times 10^5}{(305-298)}$$

$$= 53,745.7 \text{ cal}$$

$$\Delta H_{\text{HCl}} = \int_{298\text{ok}}^{305\text{ok}} 4(0.591)dT = 2.364(305 - 298) \times \frac{36.5 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 604.0 \text{ cal}$$

$$\Delta H_{\text{H}_2\text{O}} = \int_{298\text{ok}}^{305\text{ok}} 2(0.99892)dT = 1.99784(305-298) \times \frac{18 \text{ gr}}{1 \text{ mol}} = 251.73 \text{ cal}$$

$$\Delta H_{1(r)} = (1,311.1 + 337.6 + 275.7 + 53,745.7 + 604 + 251.73) \text{ cal} = 56,526 \text{ cal} = 56.526 \text{ kcal}$$

Reemplazando todo los valores obtenidos, en la ecuación ( $\alpha$ )

$$\Delta H_{(\text{reacción})} = (-643.775 + 1.392 - 56.526) \text{ kcal}$$

$$\Delta H_{(\text{reacción})} = -698.91 \text{ kcal}$$

Finalmente se concluye que la reacción es exotérmica, en la producción del oxocloruro de cobre, porque hay una emisión de 698.91 kcal.

## 5.5. Requerimiento de Insumos y Servicios Auxiliares, Cuadro de Consumos Unitarios.

### 5.5.1. Requerimientos de Insumos

De acuerdo a los balances realizados se proce-

derá a cuantificar los requerimientos de las -  
materias primas para el proceso de fabricación  
del oxiclорuro de cobre.

A) BASES DE LOS REQUERIMIENTOS

Se ha tomado como base los siguientes:

- 1) La cantidad propuesta para la planta de  
oxiclорuro de cobre: 450 TM/año
- 2) Cantidad de cobre (59%): 265.5 TM/año
- 3) Pureza del oxiclорuro de cobre: 99.5%

B) REQUERIMIENTOS DE CLORURO DE SODIO, ACIDO -  
SULFURICO, COBRE, ACIDO CLORHIDRICO, AMONIA  
CO PARA PRODUCIR OXICLORURO DE COBRE AL -  
99.5%

- Requerimiento de cobre:

$$\frac{0.6191 \text{ TM CuO}}{\text{TM oxi.}} \times \frac{450 \text{ TM oxi.}}{\text{año}} \times 0.995 = 277.2 \text{ TM CuO/año}$$

- Requerimiento de ácido sulfúrico

$$\frac{0.47765 \text{ TM H}_2\text{SO}_4}{\text{TM oxi.}} \times \frac{450 \text{ TM oxi.}}{\text{año}} \times 0.995 = 214 \text{ TM H}_2\text{SO}_4/\text{año}$$

- Requerimiento de Sal:

$$\frac{0.5695 \text{ TM NaCl}}{\text{TM oxi.}} \times \frac{450 \text{ TM oxi.}}{\text{año}} \times 0.995 = 255 \text{ TM NaCl/año}$$

- Requerimiento de ácido clorhídrico

$$\frac{51 \text{ litros HCl}}{\text{TM oxi.}} \times \frac{450 \text{ TM oxi.}}{\text{año}} \times 0.995 = 22,835 \text{ litros HCl/año}$$



- Requerimiento de amoniaco:

$$\frac{16 \text{ litros NH}_3}{\text{TM oxi.}} \times \frac{450 \text{ TM oxi.}}{\text{año}} \times 0.995 = 7,164 \text{ litros NH}_3/\text{año}$$

Estos dos últimos datos se ha tomado de acuerdo a las experiencias realizadas.

### 5.5.2. Servicios Auxiliares

Estas comprenden básicamente energía eléctrica y agua, las cantidades de éstos servicios se muestran a continuación:

1) Energía eléctrica: De acuerdo a la capacidad de producción prevista requerirán de 192,473 Kw-hr/año.

2) Agua: Se necesitarán alrededor de 2,853 m<sup>3</sup>/año, para la formulación como solución líquida, 3,566 m<sup>3</sup>/año para el lavado del producto y 2000 m<sup>3</sup>/año para uso personal.

La valorización de los servicios auxiliares para éste proceso es:

Energía eléctrica: \$15,601/año

Agua: 8,500 m<sup>3</sup>/año: \$ 2,550/año

TOTAL \$18,151/año

### 5.5.3. Cuadro de Consumos Unitarios

Por el balance de materia:

| PRODUCCION                           | 1 TONELADA DE OXICLORURO DE COBRE |
|--------------------------------------|-----------------------------------|
| CONSUMO UNIT.                        |                                   |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (98%) | 0.478 TM                          |
| NaCl G.e. 15°C/15°C                  |                                   |
| 2.163                                | 0.5695 TM                         |
| Cu <sub>2</sub> O (98.4%)            | 0.620 TM                          |
| HCl (36%)                            | 51.000 Litros                     |
| NH <sub>3</sub> (25%)                | 16.000 litros                     |
| H <sub>2</sub> O                     | 6.300 m <sup>3</sup>              |
| Aire (Flujo)                         | 1.999 m <sup>3</sup> /min.        |

#### 5.5.4. Requerimiento de Mano de Obra para el Proceso Productivo

La estructura orgánica de las plantas en estudio se encuentra basados en recomendaciones de la empresa que ofrece la tecnología o ciertas modificaciones efectuadas en plantas existentes, para conseguir una óptima funcionalidad de la planta, y lograr así una eficiencia de las operaciones. Para el logro de los objetivos contará con: Gerente, Jefe de planta, Laboratorista, mecánico y obreros, de acuerdo a la siguiente estructura tentativa:

Planta de Oxidloruro

|                                    | Hombre/mes |
|------------------------------------|------------|
| Gerente                            | 1          |
| Jefe de Planta (Ingeniero Químico) | 1          |
| Jefe de Ventas                     | 1          |
| Contador                           | 1          |
| Secretaria                         | 1          |
| Despachadores y Recibidores        | 2          |
| Portero                            | 1          |
| Laboratorista-supervisor           | 1          |
| Mecánico                           | 1          |
| Obreros                            | <u>7</u>   |
| TOTAL                              | 17         |

5.6. Diseño de Planta. Lista de Equipos y Maquinarias Prin  
cipal

5.6.1. Diseño de Planta

El diseño de planta se realizará en base a la cantidad de producción del oxidloruro de cobre; siendo el tiempo de residencia de 24 horas para un batch (lote), entonces será:

450 TM oxi. x 1 año = 1.731 TM, conociendo el tiempo de

año 260 días día

resistencia para un batch, la producción será de 5,200 kgrs. de oxidloruro de cobre por lote.

5.6.1.1. Diseño de Equipos, Maquinarias Principales

5.6.1.1.1. Diseño del Tanque Mezclador

A) BASES DE DISEÑO

Operación: Mezclado y agitado.

Tiempo de operación: 20 minutos -  
(Dato práctico)

Que debe ser sometido a la correspondiente mezcla a la temperatura de la solución de 32°C y a la presión atmosférica.

Para 5,200 Kgrs. de oxiclорuro de cobre mediante el balance de materia se requiere:

B) CALCULO DE LA CAPACIDAD

Volumen de  $H_2SO_4 = 2480 \text{ Kgrs.} \times 1 \text{ litro} =$   
1.84 Kg

1,348 lit.

Volumen de  $NaCl = 2,958 \text{ Kgrs.} \times 1 \text{ lit.} = 1,368 \text{ lit.}$

2,163 Kg.

Volumen de  $H_2O = 40,920 \text{ Kgrs.} \times 1 \text{ lit.} = 40,997 \text{ lit.}$

0.998 Kg.

Volumen de la carga total... 43,713 lit.

Teniendo en cuenta el tiempo de operación de mezclado y siendo la -

producción en 2 reactores, se hará el diseño del tanque para la mitad del volumen total de la carga - (21,857 litros de carga), que será operado cada 20 minutos con un tiempo muerto de 10 minutos para cargarlo; por lo consiguiente el volumen de la carga será de:

$$21,857 \text{ lit. de carga} \times \frac{1 \text{ gal.}}{3.8 \text{ lit.}} = 5,752 \text{ galns, pero}$$

el volumen práctico debe ser un 20% del teórico:

$$\text{Volumen práctico} = 5,752 \text{ gal.} \times \frac{120 \text{ galns.}}{100 \text{ galns.}} = 902 \text{ gal.}$$

### C) DIMENSIONAMIENTO

#### CALCULOS DE DISEÑO

Datos de diseño:

|                                       |             |
|---------------------------------------|-------------|
| % en peso del sólido:                 | 6.4         |
| G.e. de la suspensión $(Sg)_{S1}$ :   | 1.1534      |
| G.e. del sólido $(Sg)_S$ :            | 2.163       |
| G.e. del sólido en líquido $(Sg)_1$ : | 1.046       |
|                                       | al 6.4%     |
| Tamaño de partículas:                 | 40.0 mallas |

Volumen de la suspensión ha ser agitado (V) = (V) = 5,752 galones

Viscosidad: (aproximadamente) 1.0 cp.

Cálculo del volumen equivalente (veq.).

$$\text{Veq.} = (Sg)_{s1} \cdot V \dots (1)$$

$$\text{Veq.} = 1.1534 \times 5,752 \text{ gal.} = 6,634$$

galones

Cálculo de la Velocidad Final (Ut)

De la gráfica Nº 2 de Chemical Engineering (Selección de Sistemas de Agitación para suspender sólidos en líquidos 1976). Pag. 114

Con  $[(Sg)_S - (Sg)_1] = 1.12$  y tamaño de partículas 40 mallas:

$$U_t = 11.2 \text{ ft./seg.}$$

Cálculo de la Velocidad de Diseño - (Ud)

$$U_d = U_t \times fw \text{ (factor de corrección)..(2)}$$

De la tabla 1 de la misma revista, para un 6.4% de sólido,  $fw = 0.8596$ .

De la ecuación 2:

$$U_d = 11.2 (0.8596) = 9.63 \text{ ft./seg.}$$

$$= 10 \text{ ft./seg.}$$

Cálculo de la potencia del Remove - dor Principal y la Velocidad del Eje.

En la tabla III de la misma revista, para una velocidad de diseño = 10 ft./seg., con una escala de agitación = 6 y para un volumen equivalente = 6,624 gal.; se encuentra la relación de:

10 Hp/84 R.P.M.

Cálculo de la altura  $h$  y diámetro del tanque ( $D$ )

Fondo principal tipo plato:

Volumen = 420 gal.

$h = 17$  inch.

$D = 119$  inch.

$d = 57$  inch.

$V_t = V$  parte superior +  $V$  fondo principal.

$V$  parte superior =  $V_t - V$  fondo principal.

Cálculo de la altura del líquido ( $z$ )

$V = V_t - V_{fp} = 5,752 - 0,420 = 5,332$  gal.

$V = \frac{\pi}{4} D^2 Z$ , pero  $D/Z = 1$

4

$V = \frac{\pi}{4} Z^3 = 5,332/7.48 = 712.8 \text{ ft}^3 = \frac{\pi Z^3}{4}$

4

$Z = 9.68$  ft.

$D = 9.92 \text{ ft.}, 119 \text{ in. } \acute{o} 3.00 \text{ mt.}$

$Z \text{ líquido} = 11.1 \text{ ft. } \acute{o} 133 \text{ in. } \acute{o} -$   
 $3.40 \text{ mt.}$

Cálculo de la altura del tanque (H)

$$6,482/7.48 \text{ ft}^3 = \pi/4 (9.92)^2 \times H$$

$H \text{ tanque} = 11.21 \text{ ft. } \acute{o} 135 \text{ in. } \acute{o} -$   
 $3.42 \text{ mt.}$

$H \text{ total} = 12.7 \text{ ft. } \acute{o} 152 \text{ in. } \acute{o} -$   
 $3.86 \text{ mt.}$

Cálculo de número de impulsores:

$$Z/D = 133/119 = 1.1176 = 1.2$$

De la tabla V de la revista antes  
mencionada, para una relación  $Z/D$   
 $= 1.2$  el Nº de impulsores = 1.

Cálculo de la altura del líquido -  
libre desde el fondo principal hasta  
el impulsor:

$$Z/4 = 133/4 = 33.25 = 33 \text{ in.} = 0.85 \text{ mt.}$$

Longitud total del eje:

Amplitud del travesado para soporta  
r el motor:

$$D/12 = 119/12 \times 1.2 = 11.9 \text{ in.} = -$$
  
 $12 \text{ in.}$

Longitud del Eje:



135 + 17 + 12 - 33 = 131 in. ó -  
3.35 mt.

Cálculo del diámetro de la paleta:

$$D = 394 \left[ \frac{H_p}{n \cdot N^3 (Sg)_{sl}} \right]^{0.2}, \text{ donde:}$$

$H_p$  = potencia del removedor principal

$n$  = número de impulsores

$N$  = Velocidad del eje R.P.M.

$(Sg)_{sl}$  = G.E. de la suspensión

$$D = 394 \left[ \frac{10}{(1) (84)^3 (1.1535)} \right]^{0.2} = 43 \text{ in.}$$

ancho de la paleta = 5 in.

espesor de la paleta = 3/4 in.

Revista "Chemical Engineering" Ma-  
yo 24-1976

Cálculo del espesor de la plancha:

Area lateral del cilindro =  $2\pi rz =$

$2 (59.5 \text{ in.}) (133 \text{ in.}) = 49,722 \text{ in.}^2$

Peso de la solución a ser agitada =

$23,179 \text{ kg.} \times 2.2 \text{ lb./kg.} = 50,994 \text{ lb.}$

Presión lateral =  $\text{Peso/área} = \frac{50,994 \text{ lbs.}}{49,722 \text{ in.}^2}$

Presión lateral = 1.03 lbs./in.<sup>2</sup>

Presión sobre el fondo principal -  
tipo plato

$$\text{Area} = 2\pi r \times h = 2\pi(59.5)(17) = 6,356 \text{ in.}^2$$

Presión sobre el fondo:

$$50,994 \text{ lbs.} / 6,356 \text{ in.}^2 = 8.023 \text{ lbs.} / \text{in.}^2$$

$$\text{Presión total} = 1.03 + 8.023 = 9.053 \text{ lbs/in.}^2$$

Ecuación para hallar el espesor:

$$E = \frac{q \times D}{2 \times S \times t} + 1/8 =, \text{ donde:}$$

E = espesor

q = presión total

D = diámetro

S = esfuerzo permisible a la tensión = 10,000 lb/ in.<sup>2</sup>

t = factor de eficiencia de la junta

$$E = \frac{9.053 \times 119}{2 \times 10,000 \times 0.7} + 1/8$$

$$E = 0.2021 \text{ in.} = 1/4 \text{ in.}$$

#### D) ESPECIFICACIONES

Datos Operativos:

- 1) Debe tener un tanque de acero i noxidable tipo A.S.T.M. 316, se gún normas americanas, resistentes a las ácidos.
- 2) Debe tener agitador de paleta - tipo Hélice (2), la hélice irá forrada con plomo.
- 3) Con motor eléctrico estándar de tipo A.G.M.A. (Asociación Ameri cana de manufactura de engranaje).
- 4) Fondo tipo plato: 420 gal.
- 5) Capacidad: 6,902 gal.
- 6) Debe tener un aerómetro para - marcar las concentraciones en -  
°Bé.

E) DATOS DE CONSTRUCCION

- 1) Diámetro interior: : 3 mts.
- 2) Espesor de la plancha : 1/4 in.
- 3) Altura total : 3.86 mts.
- 4) Altura del líquido : 3.40 mts.
- 5) Altura de los soportes: 18 in.
- 6) Brida de descarga : 6 in. +  
de  $\emptyset$  por la parte inferior.
- 7) El agitador : 2 paletas:  
Diámetro= 43 in.(hélice)

8) Motor eléctrico : Potencia = 10 HP  
Velocidad = 84 -  
R.P.M.

9) La parte superior del tanque abierta.

#### 5.6.1.1.2. Diseño del Reactor (Tanque de Reacción)

##### A) BASES DE DISEÑO

Proceso: Digestión y Reacción.

Tiempo de operación: 24 horas (dato práctico)

La reacción debe ser sometida a la digestión del cobre a una concentración de la solución de 13 Bé, (6N) a la temperatura de la solución (32°C) y a la presión atmosférica.

La reacción se hará en dos reactores para la producción total de 5,200 kg., por lote. El diseño se hará en base de 2,597 kg. de oxígeno de cobre por reactor, para lo cual el volumen de carga que ingresará es el siguiente:

##### B) CALCULO DE LA CAPACIDAD

Volumen de la mezcla =  $(H_2SO_4 + NaCl + H_2O) =$

21,857 lit.

Volumen del cobre: 1,608 kg. x 1 lit. =

8192kg

180.3 lt.

Volumen de  $\text{NH}_4\text{OH}$ : 170.3 lt.

Volumen de la solución HCl: 176.3 lt.

Volumen ocupado del aire: 25% del volumen = 5,500 lit.

27,884 lit. Volumen de la carga total

Flujo de entrada = 1,162 lt/hora.

### C) DIMENSIONAMIENTO

#### CALCULO DE DISEÑO

Datos de diseño:

Concentración = 130Bé

PH = 1

Temperatura de la solución = 32°C

Tiempo de residencia = 24 horas

$V_t = F_a \times \theta$ , donde:  $F_a$  = flujo de entrada

$V_t = 1,162 \text{ lit./hora} \times 24 \text{ horas} \times 1.2$

$V_t = 8,806.7 \approx 8,807 \text{ gal.}$

Fondo principal tipo tronco de cono:

Cálculo del volumen del fondo prin

cipal:

$$V = h/3 \left[ (A_1 + A_2) + \sqrt{(A_1 \cdot A_2)} \right] d/D = 2/3$$

$$V = 640 \text{ gal.}$$

$$h = 16 \text{ in.} = 0.40 \text{ mts.}$$

$$D = 129 \text{ in.} = 3.28 \text{ mts.}$$

$$d = 86 \text{ in.} = 2.20 \text{ mts.}$$

Cálculo de la altura del líquido:

$$V = V_t - V_{\text{fonfo}}$$

$$V = 7,339 - 640 = 6,699 \text{ gal.}$$

$$V = \frac{\pi Z^3}{4} \quad D/Z = 1$$

$$6,699/7.48 \text{ ft.}^3 = \pi/4 Z^3$$

$$Z = 10.45 \text{ ft.} + 1.33$$

$$Z = 11.78 \text{ ft.} = 141.36 \text{ in.} = 3.60 \text{ mts.}$$

$$D = 10.76 \text{ ft.} = 129 \text{ in.} = 3.28 \text{ mts.}$$

Cálculo de la altura del tanque:

$$V_t = 8,807 - 640 = 8,167 \text{ gal.}$$

$$8,167/7.48 \text{ ft.}^3 = \pi/4 (10.76)^2 \times H$$

$$H = 12.00 \text{ ft.} = 144.00 \text{ in.} = 3.66 \text{ mts.}$$

$$H \text{ total} = 13.33 \text{ ft.} = 159.96 \text{ in.} = - \\ 4.00 \text{ mts.}$$

Cálculo de la altura del líquido libre desde el fondo principal hasta la plataforma:

$$D/8 = 129/8 = 16 \text{ in.}$$

Cálculo del espesor de la madera:

$$\text{Area lateral del cilindro: } 2\pi rz = 2 (64.5) (141.28) = 57,256 \text{ in.}^2.$$

$$\text{Peso de la solución a reaccionar} = 25,114 \text{ kg.} \times 2.2 \text{ lb/kg.} = 55,252 \text{ lb.}$$

$$\text{Presión lateral} = \text{Peso/área} = 55,252 \text{ lbs./}57,256 \text{ in.}^2 = 0.965 \text{ lbs./in.}^2.$$

Presión sobre el fondo principal:

$$\text{Area lateral del cono: } g(r + r_1), g = \text{generatriz}$$

$$g = \sqrt{(21.5)^2 + (16)^2}$$

$$g = 26.8 \text{ in.}$$

$$\text{Area lateral del cono} = (26.8) (64.5 + 43) = 9,051 \text{ in.}^2$$

$$\text{Presión sobre el fondo:} = 55,252 + \text{lbs./}9,051 \text{ in.}^2 = 6.10 \text{ lbs./in.}^2$$

$$\text{Presión total} = 0.965 + 6.10 = 7.065 \text{ lbs./in.}^2$$

Ecuación para hallar el espesor:

$$E = \frac{P \times D}{2 \times S \times t} + C$$

donde: S = esfuerzo permisible a la tensión = 500 lbs./in.<sup>2</sup> y C = 0.5 - in. = 1/2

$$E = \frac{7.065 \times 129}{2 \times 0.7 \times 500} + 1/2 = 1.8 \text{ in.} = 2 \text{ in.}$$

Longitud total del tubo de aire:

$$4 \text{ mts.} - 0.4 \text{ mts.} = 3.60 \text{ mts.}$$

#### D) ESPECIFICACIONES

Datos Operativos:

- 1) Debe tener un tanque de madera circular.
- 2) Debe tener una plataforma circular de madera, agujereada para la distribución del aire, colocado en el interior del tanque.
- 3) Fondo tipo tronco de cono.
- 4) Capacidad: 8,800 gal.
- 5) La parte superior abierta.
- 6) Debe tener un potenciómetro (registrador), PH de 0 a 7.
- 7) Debe tener un controlador de flujo de aire.

#### E) DATOS DE CONSTRUCCION

- 1) Diámetro interior = 2.20 y superior 3.28 mts.
- 2) Espesor de la madera = 2 in.
- 3) Altura total = 4 mts.



- 4) Altura de la carga = 3.60 mts.
- 5) Altura de los soportes = 0.5 mts.
- 6) Brida de descarga = 6 in. de  $\varnothing$  por la parte inferior.
- 7) Distribuidor de Aire=
  - a) Tubo PVC de 6 in. de  $\varnothing$  y 3.70 mts. de altura.
  - b) Plataforma=

Espesor = 2 1/2 in.  
Diámetro = 3.28 mts.  
 $\varnothing$  de orificio = 3/4 in.  
 $\varnothing$  para introducir el tubo = 6 in.  
Altura entre la plataforma y la base del fondo = 0.40 mts.

#### 5.6.1.1.3. Diseño del Tanque Lavador

##### A) BASES DE DISEÑO

Operación: Lavado

Tiempo de operación: 8 hrs.

La operación debe ser sometido al lavado del oxiclórico de cobre, has ta que la solución sobrenadante ten ga una concentración de 0.8 °Bé - ( $\rho = 1.00865$ ), a la temperatura am

biente y a la presión atmosférica.

#### B) CALCULO DE LA CAPACIDAD

Capacidad de clarificación: Es la relación en las velocidades de sedimentación de las partículas en diversas, en función del área necesaria del espesador, se expresa por la siguiente ecuación: (Perry 3ª Ed.)

$$A = \frac{0.0416 (F-D)}{R \times \text{dens.}}$$
, donde:

$R \times \text{dens.}$

$$A = \text{m}^2 / \text{TM. de sólidos seco} / 24 \text{ hrs.}$$

$R = \text{Velocidad de sedimentación} =$

$$0.295 \text{ m/hr.}$$

$F = \text{Relación del peso del líquido a los sólidos para la velocidad } R.$

$$F = \frac{46,358 \text{ Kgrs.}}{5,193 \text{ Kgrs.}} = 8.93$$

$$5,193 \text{ Kgrs.}$$

$D = \text{Relación, en peso del líquido a los sólidos en la descarga.}$

$$D = \frac{8,655 \text{ Kgrs.}}{5,193 \text{ Kgrs.}} = 1.667$$

$$5,193 \text{ Kgrs.}$$

$\text{den.} = \text{densidad de la solución clara} = 1.00865$

$$\text{den.} = 1.00865 \text{ TM/m}^3.$$

De la ecuación se tiene:

$$A = \frac{0.0416 (8.93 - 1.667)}{0.295 \text{ m/hr.} \times 1.00865 \text{ TM/m}^3} =$$

$$A = 1.015 \text{ m}^2/\text{TM. de sólido seco}/24\text{hrs.}$$

Capacidad de espesamiento:

El volumen que proporciona un tanque en la zona de sedimentación, depende directamente del periodo de detención necesario para que el limo o fango alcance la densidad deseada y se determina por la siguiente ecuación:

$$V = \frac{0.0416 T (G - \text{dens.})}{G (S - \text{dens.})}, \text{ donde:}$$

$V = \text{m}^3$  necesario para el espesamiento por tonelada de sólido seco/24 hrs.

$T =$  Periodo de detención en hrs, = 4 hrs.

$G =$  Densidad de los sólidos en la pulpa  $1.18 \text{ TM/m}^3$

$S =$  Densidad media de la pulpa espesada durante el periodo de compresión =  $1.09 \text{ TM/m}^3$ .

dens. = Densidad de la solución clara  
1.00865 TM/m<sup>3</sup>.

De la ecuación se tiene:

$$V = \frac{0.0416 \times 4 \text{ hrs.} (1.18 - 1.00865) \text{ TM/m}^3}{1.18 \text{ TM/m}^3 (1.09 - 1.00865) \text{ TM/m}^3}$$

$$V = 0.297 \text{ m}^3/\text{TM. de sólido seco}/24 \text{ hrs.}$$

Volumen del espesamiento:

$$V = \frac{0.297 \text{ m}^3 \times 5.2 \text{ TM. de sólido seco}}{\text{TM. de sólido seco}/24 \text{ hrs.} \times 8 \text{ hrs.}}$$

$$V = 4.627 \text{ m}^3 \text{ de oxiclورو espesado.}$$

Volumen del tanque = V<sub>espesado</sub> x F  
(relación del Peso del líquido a los Sólidos)

$$V_t = 4.627 \text{ m}^3 \times 8.93 = 41.319 \text{ m}^3$$

### C) DIMENSIONAMIENTO

CALCULOS DE DISEÑO:

Volumen total de la solución a sedimentar

$$V = 41.319 \text{ m}^3$$

Volumen práctico = Volumen teórico  
x 10% = 11,960 gal.

Fondo principal tipo cono:

$$V = 1/3 \pi / 4 D^2 h \quad \text{donde } D/H = 1$$

$$V = 1,300 \text{ gal.}$$

$$1,300/7.48 = 1/3 /4 (12.197)^2 h.$$

$$h = 4,462 \text{ ft.} = 53.55 \text{ in.} = 1.36 \text{ mts.}$$

Cálculo de la altura del tanque:

$$V = V_t - V_{\text{fondo}} = 11,960 - 1,300 =$$

$$10,660 \text{ gal. } 10,660/7.48 \text{ ft}^3 =$$

$$\pi/4 D^3$$

$$D = 12.197 \text{ ft.} = 146.368 \text{ in} = 3.72$$

mts.

$$H = 12.197 + 4.462 = 16.66 \text{ ft.} =$$

$$199.91 \text{ in} = 5.1 \text{ mt.}$$

Cálculo de la altura de la solución.

$$V = 10,873 - 1,300 = 9,573 \text{ gal.}$$

$$9,573/7.48 \text{ ft}^3 = \pi/4 (12.197)^2 \times h$$

$$h_1 = 10.95 \text{ ft} + 4,462 \text{ ft} = 15.42 \text{ ft.}$$

$$h_{\text{líq.}} = 15.42 \text{ ft.} = 184.97 \text{ in} = -$$

$$4.70 \text{ mts.}$$

Cálculo de la potencia del remove-

dor y la velocidad del eje:

Datos de diseño:

$$\% \text{ en peso del sólido} = 11.2$$

$$\text{G.e. de la suspensión} = 1.18$$

$$\text{G.e. del sólido } (Sg)_s = 3.76$$

G.e. del sólido en

$$\text{líquido al } 11.2\% = 1.1165$$

$$\left[ (Sg)_s - (Sg)_{liq.} \right] = 3.76 - 1.1165 = 2.6435.$$

Tamaño de partícula = 106.5  $\mu$

Volumen de la suspensión ha ser agitada.

$$V = 10,873 \text{ gal.}$$

Viscosidad = 1 cp. aproximadamente.

Cálculo del volumen equivalente:

$$V_{eq.} = (Sg)_{sl.} \times V$$

$$V_{eq.} = 1.18 \times 10,873 = 12,830 \text{ gal.}$$

Cálculo de la velocidad final:

Del gráfico N<sup>o</sup> 2 (Chemical engineering) Mayo 1976 se tiene:

$$U_t = 8.5 \text{ ft/min.}$$

Cálculo de la velocidad de diseño:

$$U_d = U_t \times f_w = 8.5 \times 0.98 = 8.33 = 10 \text{ ft/min.}$$

En la tabla III de la misma revista para una velocidad de diseño = 10 ft/min., con escala de agitación = 2 y un volumen equivalente = 12,830 galones, se encuentra la relación = 10 Hp/45 RPM.

Cálculo de N<sup>o</sup> de impulsores.

$Z/D = 184.97/146.4 = 1.2$ , de la tabla, de la misma revista se tiene para  $Z/D = 1.2 = 1$  impulsor.

Cálculo de la altura del líquido - libre desde el fondo principal hasta el impulsor.

$$Z/4 = 184.9/4 = 46.24 \text{ in.}$$

Amplitud del travesado para soportar el motor.

$$D/12 = 146.4/12 = 12.2 \text{ in.}$$

$$\text{Longitud del eje} = 199.91 + 12.2 - 46.24 = 165.87 = 4.2 \text{ mts.}$$

Cálculo del diámetro de la paleta:

$$D = 394 \left[ \frac{10}{(1) (45)^3 (1.18)} \right]^{0.2} = 62 \text{ in} = 1.56 \text{ mts.}$$

Ancho de la paleta = 5 in.

Espesor de la paleta = 3/4 in.

Cálculo del espesor de la madera:

Area lateral del cilindro =  $2\pi r H$

$$\text{Area} = 2\pi (73.184) (184.97) \text{ in}^2 = 85,045.5 \text{ in}^2.$$

Peso de la solución ha ser agitado =

$$\text{Peso} = 41.319 \text{ m}^3 \times 1,180 \text{ Kgrs./m}^3 \\ \times 2.2 = 107.264 \text{ lbs.}$$

Presión lateral =  $\text{Peso/área} = \frac{107,264 \text{ lbs.}}{85,054.5 \text{ in}^2}$

$$= 1.261 \text{ lb/in}^2.$$

Presión sobre el fondo principal ←

(cono).

Dimensiones sobre el fondo:

Area lateral del cono: Alc. =  $\sqrt{r^2 + g^2}$   
 $g, (g)^2 = (73.184)^2 + (53.55)^2 = 90.68 \text{ in.}$

Alc. =  $90.68 \text{ in.} \times 73.184 \text{ in.} = 20,848 \text{ in}^2$

Presión sobre el fondo =  $\frac{107,264 \text{ lbs.}}{20,848 \text{ in}^2} = 5.149 \frac{\text{lbs.}}{\text{in}^2}$

Presión total =  $1.25 + 5.149 = 6.395 \text{ lbs./in}^2$ .

Ecuación para hallar el espesor:

$$E = \frac{P \times D}{2 \times S \times t} + C$$

$$E = \frac{6.395 \times 146.368}{2 \times 0.7 \times 500} + 1/2 = 1.84 \text{ in.} = 2"$$

$$E = 2 \text{ in.}$$

Cálculo del diámetro del sifón:

$$Q = 160.94 \text{ G.P.M.}$$

rango de la velocidad de descarga

$$[3 - 10] \text{ ft./seg.}$$

Asumiendo  $d = 3 \text{ in.}$

$$v = 0.408 \frac{Q}{d^2} = 0.408 \times \frac{160.94}{(3)^2} =$$



7.295 ft./seg.

entonces  $d = 3$  in.

D) ESPECIFICACIONES

DATOS OPERATIVOS:

Debe tener los siguientes:

- 1) Un tanque de madera circular -  
con fondo cónico.
- 2) Un agitador de paletas (2) fo -  
rrados, con motor eléctrico s -  
tándar de tipo A.G.M.A.
- 3) Un sifón oscilante sostenida con  
cadena.
- 4) Fondo tipo cónico: 1,300 gal.
- 5) Capacidad: 11,960 galones.
- 6) Un aerómetro para marcar la con -  
centración en °Bé de la solución.
- 7) En el fondo debe llevar una vál -  
vula para la descarga.

E) DATOS DE CONSTRUCCION

- 1) Diámetro interior del tanque:  
3.72 mts.
- 2) Espesor de la madera: 2.00 in.
- 3) Altura del tanque: 5.10 mts.

- 4) Altura de la carga: 4.70 mts.
- 5) Altura de los soportes: 0.50mts.
- 6) Brida de descarga: 3/8 in.
- 7) Agitador: paletas: 2  
 $\phi$ : 62 in (hélice)  
ce)
- 8) Motor eléctrico: Potencia: 10  
Hp.  
Velocidad: 45RPM.
- 9) Parte superior del tanque abierta.
- 10) Diámetro del sifón: 3 in.

5.6.1.1.4. Diseño del Secador Spray Drying (Atomización)

A) BASES DE DISEÑO

Operación: Secado

La cámara de secado diseñada para la producción del oxiclورو de cobre, se tomó datos prácticos realizados en planta piloto, a una temperatura de 150°C - 80°C, para una producción de 5,200 Kgrs. de oxiclورو de cobre.

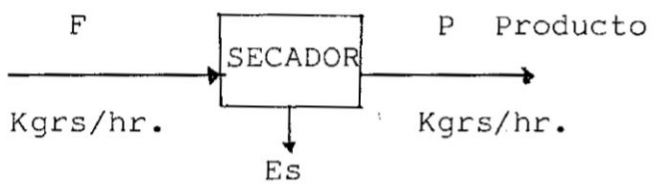
Datos:

- 1) Materia prima: oxiclورو de - cobre (pasta)
- 2) Carga: 413 lit./hr.
- 3) % de oxiclورو en la pasta: 60%
- 4) Densidad inicial de la pasta: - 1.3 Kgrs./lit.
- 5) Humedad en la producción final: 0.5 - 1 %
- 6) Tiempo: 16 hrs.
- 7) Producto final: 325 Kgrs./hr.

#### B) CALCULO DE LA CAPACIDAD

Balace de materia en la operación de secado por atomización:

Cálculo de la alimentación al seca dor:



Donde:

F = Flujo de entrada del oxiclورو de cobre.

P = Producto final Kgrs/hr.

Es= Cantidad de agua que debe evaporarse.

Xf= Fracción molar del flujo de entrada: 60%

Xp= Fracción molar del producto: -  
(99% de sólidos totales en polvo)

Balance global:

$$F = P \dots\dots(1)$$

Balance de componente:

$$Xf \cdot F = Xp \cdot P \dots\dots(2)$$

De la ecuación (2) se tiene:

$$0.60x F = 0.99 x 325 \text{ Kgr/hr.}$$

$$F = 538.3 \text{ Kgrs/hr.} \times 1 \text{ lit}/1.3 \text{ Kgrs.}$$

$$F = 413 \text{ lit/hr.}$$

Alimentación o rata de solución de  
de entrada = F = 540 kgrs./hr. ó  
19.8 libs./min.

Carga: 413 lit./hr.

Balance en el secador:

$$F = Es + P \dots\dots(3)$$

$$Es = F - P$$

$$Es = (540 - 325) \text{ Kgr/hr.} = 215 \text{ Kgrs/hr.}$$

Cálculo de la cantidad de aire necesario:

La cantidad de aire necesario para extraer el agua a evaporarse en el secador se calcula de la siguiente manera:

Asumiendo que las condiciones ambientales de Huancayo es:

Temperatura promedio:  $15^{\circ}\text{C}$

Humedad relativa: (Hr) 70%

Humedad absoluta (Ha), leída de la carta Psicométrica en: 0.008 Kgrs. de agua/Kgrs. de aire seco.

El aire debe ser limpio y exento de  $\text{CO}_2$ , para lo cual se debe usar un filtro de aire.

Condiciones de ingreso:

Temperatura:  $302^{\circ}\text{F} = 150^{\circ}\text{C}$

$\text{Ha}_1 = 0.008$  Kgrs. de agua/Kgrs. de aire seco, esto pasará por el secador.

En la carta Psicométrica seguirá una línea de enfriamiento adiabático.

Asumimos, 6% de pérdida respecto a un secador adiabático del calor introducido:

Cálculo de la temperatura de saturación (Ts)

$$0.06 = \frac{T_s - T_2}{T_1 - T_2} = \frac{(T_s - 80)^\circ\text{C}}{(150 - 80)^\circ\text{C}}$$

$$T_s = 84.2^\circ\text{C} = 184^\circ\text{F}$$

Con  $T_s = 84.2^\circ\text{C}$ , se obtiene de la carta psicométrica la:

$Ha_2 = 0.035$  Kgrs. de agua/Kgrs. de aire seco.

El agua extraída por el aire será:

$$\frac{(0.035 - 0.008) \text{ Kgrs. de agua}}{\text{Kgrs. de aire seco}} = 0.027$$

Kgrs. de agua/ Kgrs. de aire seco, debemos extraer 215 Kgrs. de agua/hora, luego la cantidad de aire necesario será:

$$\frac{215 \text{ Kgrs. de agua} \times 1 \text{ Kgr. de aire seco}}{\text{Hr.} \quad 0.027 \text{ Kgrs. de agua}} =$$

7,963 Kgrs. de aire/hr. ó 17,519 lbs. de aire/hr.

Cálculo de cantidad de calor necesario para el secado.

En el texto de Liddell apare -

cen datos de funcionamiento para se  
 cadores por atomizacion. El calor  
 asumido en éste secador varían entre  
 2,000 a 5,000 BTU/lb. de agua evapo  
 rada, asumiendo que el calor consu  
 mido sería de 2,000 BTU/lb. de agua  
 evaporada para una temperatura de -  
 302°F, luego:

215 Kgrs de agua ó 473 lbs. de agua a evap.

Hr.

Hr.

473 lbs. de agua evap. x 2,000 BTU

Hr.

lbs. de agua evap.

Cantidad de calor necesario = 946,000  
 BTU/hr. ó 283,392 Kcal/hr., este es  
 un dato práctico donde se considera  
 las pérdidas por radiación y conduc  
 ción, etc.

Cálculo del tiempo de secado:

Cálculo del periodo de secado cons-  
 tante (Constant rate); en términos  
 de transferencia de calor la veloci  
 dad de evaporación está dado por:

$$\frac{dW}{d\theta} = \frac{2 hf \cdot Dp \cdot (T_a - T_s)}{\lambda}, \text{ donde:}$$

kf = Conductividad térmica de la pe

lícula, gota (como agua) a una temperatura de bulbo húmedo de  $107^{\circ}\text{F} = 0.38 \text{ BTU/ft-hr-}^{\circ}\text{F}$ .

$D_p$  = Diámetro promedio de la gota.

$T_a$  = Temperatura del medio de secado =  $302^{\circ}\text{F}$

$T_s$  = Temperatura en la superficie de la partícula (calculado),  $113^{\circ}\text{F}$ .

$\lambda$  = Calor latente de evaporación =  $1,022 \text{ BTU/lb}$ .

Cálculo del tamaño de gota:

Según la ecuación de Marshall

$$\frac{X}{r} = 0.4 \left[ \frac{m}{N r^2} \right]^{0.6} \left[ \frac{u}{m} \right]^{0.2} \left[ \frac{L_w}{m^2} \right]^{0.1}$$

Datos:

$r$  = Radio del atomizador:  $0.25 \text{ ft}$ .

$N$  = Velocidad del disco:  $15,000 \text{ RPM}$ .

$L_w$  = Longitud de la circunsferencia mojada:  $2\pi r = 1.571 \text{ ft}$ .

$u$  = Viscosidad de la masa, asumimos aproximadamente  $1.6 \text{ cp} = 0.067$



lb. 0.067 lb/ft-min.

$\sigma$  = Tensión superficial, asumimos +  
la del agua a 70°F = 577 lbm/min.<sup>2</sup>

$\rho_l$  = Densidad del líquido

N = R.P.M.

$\rho_l = 1.3 \text{ gr/c.c. } \text{ó} \text{ } 81.08 \text{ lbm/ft}^3 \text{ (densidad del líquido acuoso al 60\%)}$

$\dot{m}$  = Carga

$\dot{m} = 19.82 \text{ lbm/min}$

$\dot{m}$  = Velocidad de la masa por unidad de longitud de la circunsferencia mojada)

$m = \frac{\dot{m}}{L_w} = \frac{19.82 \text{ lbm/min.}}{1.571 \text{ ft}} = 12.62 \text{ lbm/ft-min.}$

$L_w = 1.571 \text{ ft}$

Reemplazando los valores en la ecuación se tiene:

$$X = 0.4 \times 0.25 \text{ ft} \left[ \frac{12.62}{81.08 \times 15,000 \times (0.25)^2} \right]^{0.6} \left[ \frac{0.06}{12.62} \right]^{0.2} \dots$$

$$\dots \left[ \frac{577 \times 81.08 \times 1.571}{(12.62)^2} \right]^{0.1} = 3.495 \times 10^{-4} \text{ ft} \times \frac{0.3048 \text{ mt.}}{1 \text{ ft}} \dots$$

$$\dots \times \frac{1 \text{ micra}}{10^{-6} \text{ mt.}} = 106.5 = 106.5 \mu$$

Cálculo del diámetro final de la -  
partícula:

Según marshall y Cresby (1958 Chem.

Eng. Prog. Junio)

$$\frac{Dp_2}{Dp_1} = \sqrt[3]{\frac{\rho_1 Co}{\rho_2 Cf}}, \text{ donde:}$$

$Dp_2$  = Diámetro final de la partícula  
la seca

$Dp_1$  = Diámetro de las gotas iniciales (106.5)

$\rho_1$  = Densidad inicial de la suspensión (1.3 gr/c.c.)

$\rho_2$  = Densidad final del sólido seco. (0.5 gr/c.c.)

$Co$  = Concentración inicial del sólido (60%).

$Cf$  = Concentración final del sólido (99%), con éstos datos hallaremos el diámetro final y que será también aproximadamente al final del constant rate.

$$Dp_2 = 106.5 \sqrt[3]{\frac{1.3 \times 60\%}{0.5 \times 99\%}} = 124 \mu$$

$$Dp_{\text{promedio}} = \frac{106.5 + 124}{2} = 115.2 \mu$$

Usando éste diámetro promedio de la gota, la velocidad promedio de evaporación en el periodo de constant rate es reemplazando en la ecuación:

$$\frac{dW}{d\theta} = \frac{2\pi \times 0.3 \text{ BTU/ft-hr-}^\circ\text{F} \times 115.2 \times 10^{-4} \text{ cm.} (302 - 113)^\circ\text{F}}{1,022 \text{ BTU/lb.} \times 30.48 \text{ cm/ft.}}$$

$$\frac{dW}{d\theta} = 1.669 \times 10^{-4} \text{ lb/hr.} = 0.0758 \text{ gr./hr.}$$

En éste periodo se puede decir que por estar la superficie de la gota completamente mojada predominará la conductividad térmica del agua. El contenido de la humedad inicial de la gota (gr) es:

$$\% \text{ Humedad ini. liq.} \times \text{Volumen} \times \text{densidad} = 0.4 \times \frac{4}{3} \pi r_1^3 \times \rho = 0.4 \times \frac{3}{4} \pi (106.2 \times 10^{-4})^3 \text{ cm}^3 \times 1.3 \text{ gr/cm}^3 = 3.29 \times 10^{-7} \text{ grs.}$$

Como el contenido de humedad en el punto crítico (30%) de la humedad relativa es asumida por Masters.

$$(30/70) \times \frac{4}{3} \pi (106.5 \times 10^{-4})^3 \text{ cm}^3 \times 0.5 \text{ grs./cm}^3.$$

2

$$\text{Humedad final} = 1.3553 \times 10^{-7} \text{ grs.}$$

La cantidad de humedad a ser extraí

da en el periodo de constant rate =  
es:

$$(3.29 \times 10^{-7} - 1.355 \times 10^{-7}) = 1.935 \times 10^{-7} \text{ grs.}$$

por lo tanto el tiempo requerido ( $\theta_R$ ) =

$$\theta_R = \frac{\text{Humedad extraída}}{\text{Velocidad de evaporación}}$$

$$\theta_R = \frac{1.935 \times 10^{-7} \text{ grs.}}{0.0758 \text{ grs./hr.}} = 2.554 \times 10^{-6} \text{ hr}$$

$$\theta_R = 9.19 \times 10^{-3} \text{ seg.} = 0.01 \text{ seg.}$$

Cálculo del periodo de falling rate:

La velocidad de extracción de humedad en el periodo de falling rate = es diferenciando la ecuación siguiente:

$$\theta = \frac{k(Dp_2)^2 \cdot \rho_s (w_c - w_0)}{12 k_f x \Delta T} ; \text{ donde:}$$

$\rho_s$  = Densidad de la partícula seca.

$w_c$  = Humedad crítica o sea la humedad de la partícula al final del periodo de constant rate

$k_f$  y  $\lambda$ : tienen el mismo significado de la ecuación anterior.

$Dp_2$  = Diámetro de la partícula al fi

nal del periodo de constant ra  
te.

$$dW = Wc - W_o.$$

Diferenciando la ecuación anterior  
se tiene:

$$d\theta = \frac{\lambda (Dp'_2)^2 \rho_s dW}{12 kf \Delta T}, \text{ luego se tiene:}$$

$$12 kf \Delta T d\theta = \lambda (Dp'_2)^2 \rho_s dW$$

finalmente se tiene:

$$\frac{dW}{d\theta} = \frac{12 kf \Delta T}{\lambda (Dp_2)^2 \rho_s}$$

La temperatura de la partícula en -  
éste periodo, comienza ha aumentar  
por encima de la temperatura del --  
bulbo húmedo y aproximarse a la tem  
peratura del aire que lo rodea, en-  
tonces se asume una temperatura pa-  
ra el aire que se ha enfriado de:

$$T_a = \frac{302 + 113}{2} = 207.5^\circ F$$

$$\text{Luego: } \Delta T = (207.5 - 113)^\circ F = 94.5^\circ F$$

Con la temperatura media:  $T = 207.5^\circ F$ ,  
se encuentra la conductividad térmi

ca del aire,

$k_f = 0.017543 \text{ BTU/hr-ft-}^\circ\text{F}$ , reemplazando los valores en la ecuación dada:

$$\frac{dW}{d\theta} = \frac{12 \times 0.017543 \text{ BTU/hr-ft-}^\circ\text{F} \times 94.5 \text{ }^\circ\text{F}}{1022 \frac{\text{BTU}}{\text{lbm.}} \times \left[ \frac{124 \times 10^{-4} \text{ cm}}{30.48 \text{ cm/ft}} \right]^2 \times 0.50 \frac{\text{grs. sól.}}{\text{c.c.}} \times 62.5}$$

$$\frac{dW}{d\theta} = 3.764 \times 10^3 \frac{\text{lbs. de humedad}}{\text{lbs. de sólido hr.}} \times 1.0995 \times 10^{-9}$$

$$\text{lbs de sólido} = 4.1383 \times 10^{-6} \frac{\text{lbs. de humedad}}{\text{hr.}}$$

$$= 1.879 \times 10^{-3} \text{ grs./hr.}$$

El peso de ésta partícula esférica de = 0.5 grs. y  $D_p = 124 \mu$ , se obtiene c.c.

tiene de la siguiente manera:

$$0.5 \frac{\text{grs}}{\text{c.c.}} \times \frac{4}{3} \pi \left[ \frac{124 \times 10^{-4}}{2} \right]^3 \text{ c.c.} \times \frac{1 \text{ lbm}}{454 \text{ grs.}} = 1.0995 \times 10^{-9} \text{ lbs. de sólido.}$$

Cantidad de humedad a ser extraída en el periodo de falling rate:

Cálculo de la humedad final en el

falling rate:

$$0.01 \times \frac{4}{3} \pi \left[ \frac{124 \times 10^{-4} \text{ cm}}{2} \right]^3 \times 0.5 \text{ grs/c.c.} = 4.992 \times 10^{-9} \text{ gr.}$$

la humedad inicial es:  $1.355 \times 10^{-7}$  grs.,  
luego:  $(1.355 \times 10^{-7} - 4.992 \times 10^{-9})$   
grs. =  $1.3054 \times 10^{-7}$  grs.

finalmente el tiempo requerido es:

$$\theta_f = \frac{1.3054 \times 10^{-7} \text{ grs.}}{1.879 \times 10^{-3} \text{ grs./hr.}} = 6.948 \times 10^{-5} \text{ hrs.}$$

$$= 0.250 \text{ seg.}$$

el tiempo total de secado es:

$$\theta_t = \theta_R + \theta_f = 9.19 \times 10^{-3} + 0.250 = 0.250$$
$$\text{seg.} = 0.26 \text{ seg.}$$

### C) DIMENSIONAMIENTO

#### CALCULOS DE DISEÑO

Diseño de la cámara:

Este diseño nos permite establecer la estimación del tamaño de la cámara de secado.

Según los datos prácticos, la capacidad de evaporación por  $\text{ft}^3$  de cámara en un secador atomizador es:

Del texto de Liddell donde el factor de capacidad es 0.1 a 3.0 -

lbs. de agua evap.

hr-ft<sup>3</sup> de cámara.

Otro factor es reportado por estudios de TSAO en una Universidad China (Ind. Eng. Chem. N°43 Pag.1458), 1951), es igual a 0.8 + 2.5 lbs. de

de agua evaporada

hr-ft<sup>3</sup> de cámara

Usando un factor de acuerdo a la temperatura del aire de entrada será: 1.2, éste factor dependerá de la temperatura del aire de entrada, mientras más alto es la temperatura, más alto será la capacidad evaporativa. Luego se tiene:

473 lbs. de agua evap./hr. =

1.2 lbs. de agua evap./hr. x ft<sup>3</sup> de cámara

394 ft<sup>3</sup> de cámara. Este dato será el volumen que debe tener la cámara.

En el manual del Ingeniero Químico (Jhon Perry 4ª Ed.), da las dimensiones estemáticas de una cámara de Spray Draying, según el tipo cilindrico.



$$V = 0.175 \pi D^3 \quad D/H = 0.7$$

$$394 \text{ ft}^3 = 0.175 \pi D^3$$

$$D = 8.948 \text{ ft} = 2.73 \text{ mts.}$$

$$H = 12.783 \text{ ft} = 3.89 \text{ mts.} =$$

$$3.90 \text{ mts.}$$

Espesor de la cámara:

Asumiendo el 6% de pérdida respecto a un secador adiabático del calor introducido es

$$Q = 56,760 \text{ BTU/hr.}$$

Ecuación para hallar el espesor:

$$Q = \frac{K A \Delta T}{x}$$

x (espesor del ladrillo),

donde:

K = Conductividad térmica del ladrillo.

$$= 0.4 \text{ BTU/hr.ft.}^\circ\text{F}$$

A = Area lateral del cilindro (cámara)

$\Delta T$  = Caída de temperatura.

X = Espesor del ladrillo.

Despejando la ecuación anterior:

$$X = \frac{K \cdot 2 \pi r h \cdot \Delta T}{Q}$$

tos se tiene:

$$X = \frac{0.4 \text{ BTU/hr-ft-}^{\circ}\text{F} \times 2 \times 4.48 \text{ ft} \times 12.8 \text{ ft} \times 244^{\circ}\text{F}}{56,760 \text{ BTU/hr.}}$$

$$X = 0.62 \text{ ft.} = 19 \text{ cms.}$$

Potencia del Quemador:

La potencia del quemador para calentar aire se tiene que suministrar 946,000 BTU/hr., del dato se tiene, como:

$$1 \text{ BHp} = 33,471 \text{ BTU/hr.}$$

$$\text{Potencia} = \frac{946,000 \text{ BTU/hr.}}{33,471 \text{ BTU/hr.}} = 28.3 \text{ BHp}$$

1 BHp

Capacidad del Blower (Ventilador):

Como la cantidad a utilizarse es de 17,519 lbs. de aire/hr. y el volumen del aire a 302°F es de 19.29 ft.<sup>3</sup>/lbs., luego:

$$\frac{17,519 \text{ lbs. de aire}}{60 \text{ min.}} \times 19.28 \frac{\text{ft.}^3}{\text{lb.m.}} = 5,629.4 \text{ ft}^3/\text{min.}$$

$$\text{ó } 159.4 \text{ mts}^3/\text{min.}$$

Presión del ventilador:

$$h = m \cdot v^2 / 8 \text{ mm.c.a.}$$

v = velocidad del aire = 38 mts/seg.

m = 0.66 (coeficiente de ventiladores del tipo II) de las tablas

y Gráficos para cálculos de instalaciones industriales Pag. 105 (EK SARHO VALENTIN).

$$h = 0.66 (38^2)/8 = 119.13 \text{ m.m.c.a.}$$

Potencia absorbida:

$$N = \frac{Q \cdot h}{e} \text{ Hp, donde:}$$

$$e = 0.75$$

Q = caudal en metros cúbicos/seg.

$$= 2.66 \text{ mt}^3/\text{seg.}$$

h = presión en m.m.c.a.

e = coeficiente de rendimiento = 0.75

$$0.50$$

Reemplazando:

$$N = \frac{2.66 \text{ mt}^3/\text{seg.} \times 119.13 \text{ m.m.c.a.}}{0.50 \times 0.75} = 8.5 \text{ Hp}$$

$$0.50 \times 0.75$$

Rotor:

$n = A/N$  r.p.m., con  $Q = 159.4 \text{ mt}^3/\text{min.}$  y la presión estática = 119.13

m.m.c.a. se obtiene de la gráfica de ventiladores centrífugas instalaciones industriales Pag 109 (EK SARHO VALENTIN).

$$A = 5,750$$

$$N = 5, n = 5,750/5 = 1,200 \text{ r.p.m.}$$

Diseño del Atomizador de rueda:

La fuerza requerida está dada por:

$$P_k = 6.65 \times 10^{-12} \cdot ML \cdot N^2 (D^2 - 1/2d^2), \text{ donde:}$$

$P_k$  = potencia

$N$  = Velocidad de rotación r.p.m. -  
(15,000)

$ML$  = Proporción de carga operable -  
en lbs./min. = 19.82 lbs./min.

$d$  = diámetro de la gota en in. (1152) ó  $4.54 \times 10^{-3}$  in)

$D$  = diámetro del atomizador en in.  
( 6 in.)

$$P_k = 6.65 \times 10^{-12} \times 19.82 \text{ lbs/min.} (15,000)^2 \cdot 36 - 1/2 (4.54 \times 10^{-3})^2$$

$$P_k = \underline{1.07 \text{ Kw} \times 1.379 \text{ Hp}} = 1.5 \text{ BHp}$$

kw.

$$\text{Motor} = 1.5 / 0.9 = 2 \text{ Hp.}$$

De la tabla Nº 2 de la Revista Chemical Engineering progress Nº 12 # Pag. 602 Diciembre 1951, para un tipo de disco atomizador B-4, se tiene los siguientes datos:

Diámetro del disco: 6 in

Ancho de la paleta : 0.625 in

Longitud de la paleta: 1.0 in

Número de paletas o abertura radial

del atomizador: 18

Diseño de la tolva de filtros:

$$V = 1/3 \times \pi/4 \times 0.5 D^3 \quad H/D = 0.5$$

$$\text{Volumen de la carga (polvo)} = 1.3\text{m}^3$$

Volumen práctico = 20% del teórico.

$$\text{Volumen práctico} = 1.3\text{m}^3 \times 1.2 = -$$

$$1.56\text{m}^3$$

$$V = 1/3 \times \pi/4 \times 0.5 D^3$$

$$1.56 \text{ m}^3 = 1/3 \times \pi/4 \times 0.5 D^3$$

$$D = 2.30 \text{ mts.}$$

$$H = 1.15 \text{ mts.}$$

Diámetro del filtro de bolsa o manga = 40 cms.

Tela: proporción de aire:  $0.91\text{m}^3/\text{min. por m}^2$

Número de bolsas o mangas = 5

Potencia del sacudidor mecánico =  
1/2HP

Potencia total del secador:

Una fórmula dada por el reporte sobre secado por atomización aparecido en el Chemical Engineering (noviembre 1,955) es como sigue:

Hp total = 0.018 Hp/libra de agua evaporada/hr, para este caso la po

tencia será:

$$\begin{aligned} \text{Hp}_{\text{total}} &= 0.018 \frac{\text{Hp}}{\text{lb. de agua evap./hr.}} \times \\ &= 473 \frac{\text{lb. de agua evaporada}}{\text{hr}} = \end{aligned}$$

$$\text{Hp}_{\text{total}} = 8.5 \text{ Hp}$$

#### D) ESPECIFICACIONES

Datos operativos:

Debe de tener los siguientes:

- 1) Una cámara de secado de forma cilíndrica de ladrillo, con entradas tangenciales de aire frío para mantener frías las paredes de la cámara de secado.
- 2) Un atomizador centrífugo de una velocidad de 15,000 RPM, hecho de acero especial. El atomizador es impulsado por una correa de transmisión en V, por un motor; todas las partes del atomizador expuestas al líquido y al polvo son de acero inoxidable, el atomizador debe llevar 18 paletas.

- 3) Dispersador de aire, especialmente diseñado para la distribución del aire dentro de la cámara de secado por las cuatro laterales y alrededor del disco giratorio.
- 4) Calentador de aire por medio de resistencia de un quemador de aire.
- 5) Un conducto para el aire de secado desde la entrada del aire hasta la cámara hecho de acero dúctil galvanizado.
- 6) Un conducto de salida de aire desde la cámara de secado hasta la tolva de filtro, hecho de lámina de acero galvanizado.
- 7) Una tolva con filtro o mangas en reemplazo del ciclón para la mayor descarga de colección de polvo y un sacudidor mecánico, tal como se muestra en la figura N° 2. La tolva será hecha de madera que debe llevar una válvula para el control del polvo.

vo, las mangas serán de telas, montadas mediante hebillas giratorias, de modo que el desmontado y limpieza puedan efectuarse rápida y fácilmente.

- 8) Un barredor de aire impulsado a motor de construcción especial para sacar el producto de la cámara de desecación.
- 9) Un ventilador para el transporte de aire a través del secador de rociado completo con correas de transmisión en V y motor.
- 10) Un filtro de aire para la limpieza del aire de secado que se colocará a la entrada del aire.
- 11) Sistemas para regular la alimentación del secador para conseguir una temperatura concreta de los gases de salida.
- 12) Un panel de instrumentos con amperímetro y termómetros automáticos para la temperatura de entrada y salida del aire de secado.

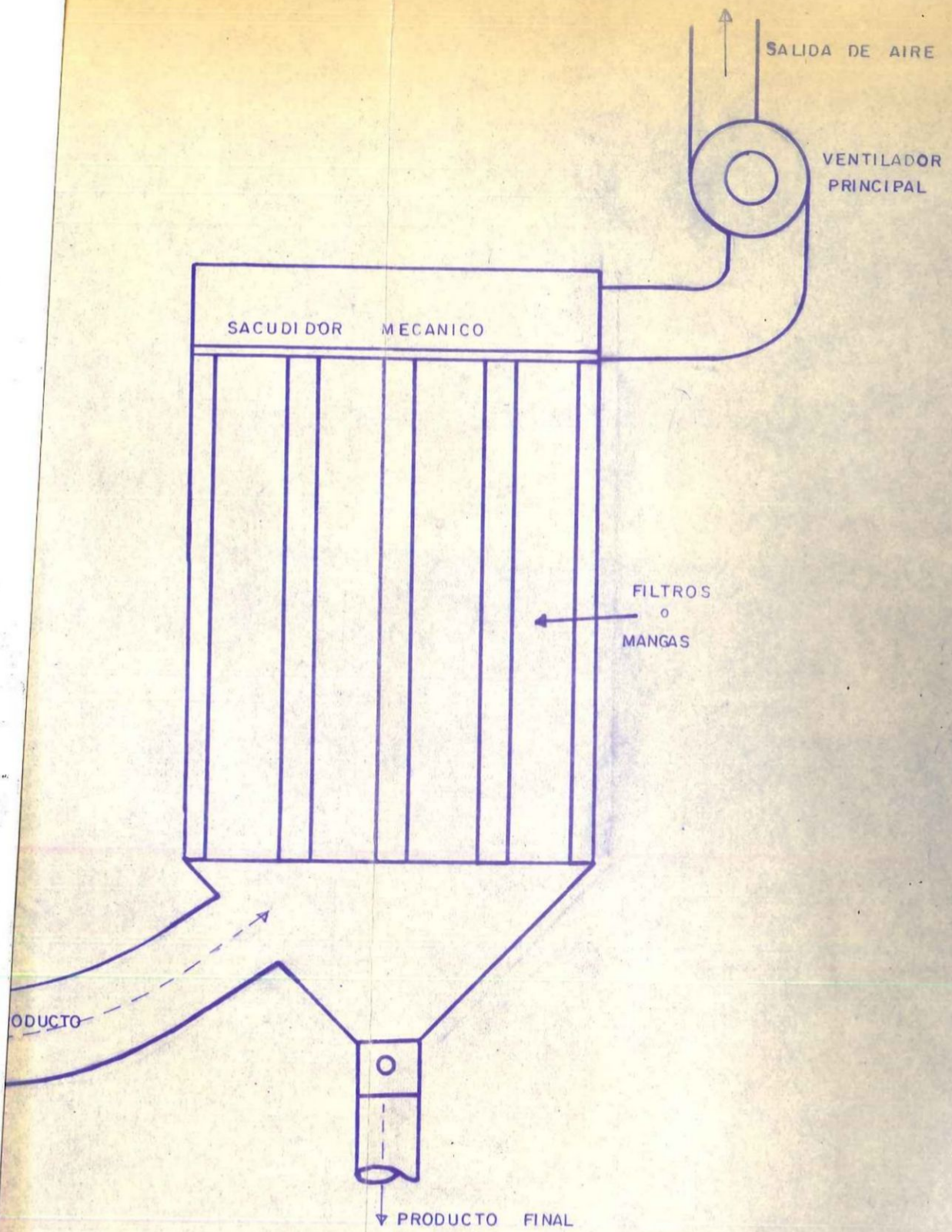


- 13) Tubo de alimentación de PVC.
- 14) Estructura de soporte para el filtro y el secudódor mecánico con plataforma y escalera, además debe tener baranda.
- 15) El atomizador será móvible e independiente de la cámara para el desmontado y limpieza rápida y fácilmente.

E) DATOS DE CONSTRUCCION

- 1) Diámetro de la cámara 2.70 mts.
- 2) Altura de la cámara: 3.90 mts.
- 3) Espesor: 19 cms.
- 4) Diámetro de los ductos: 30 cms.
- 5) Diámetro de la tolva: 2.2 mts.  
Altura de la tolva: 0.65 mts.
- 6) Diámetro de la manga: 0.40 mts.
- 7) Número de mangas: 5.
- 8) Horno: cilíndrico concéntrico con quemador de potencia: 28.4 Hp.
- 9) Ventilador: Capacidad de 159.4 mts.<sup>3</sup>/min.

Velocidad 1,200 r.  
p.m.



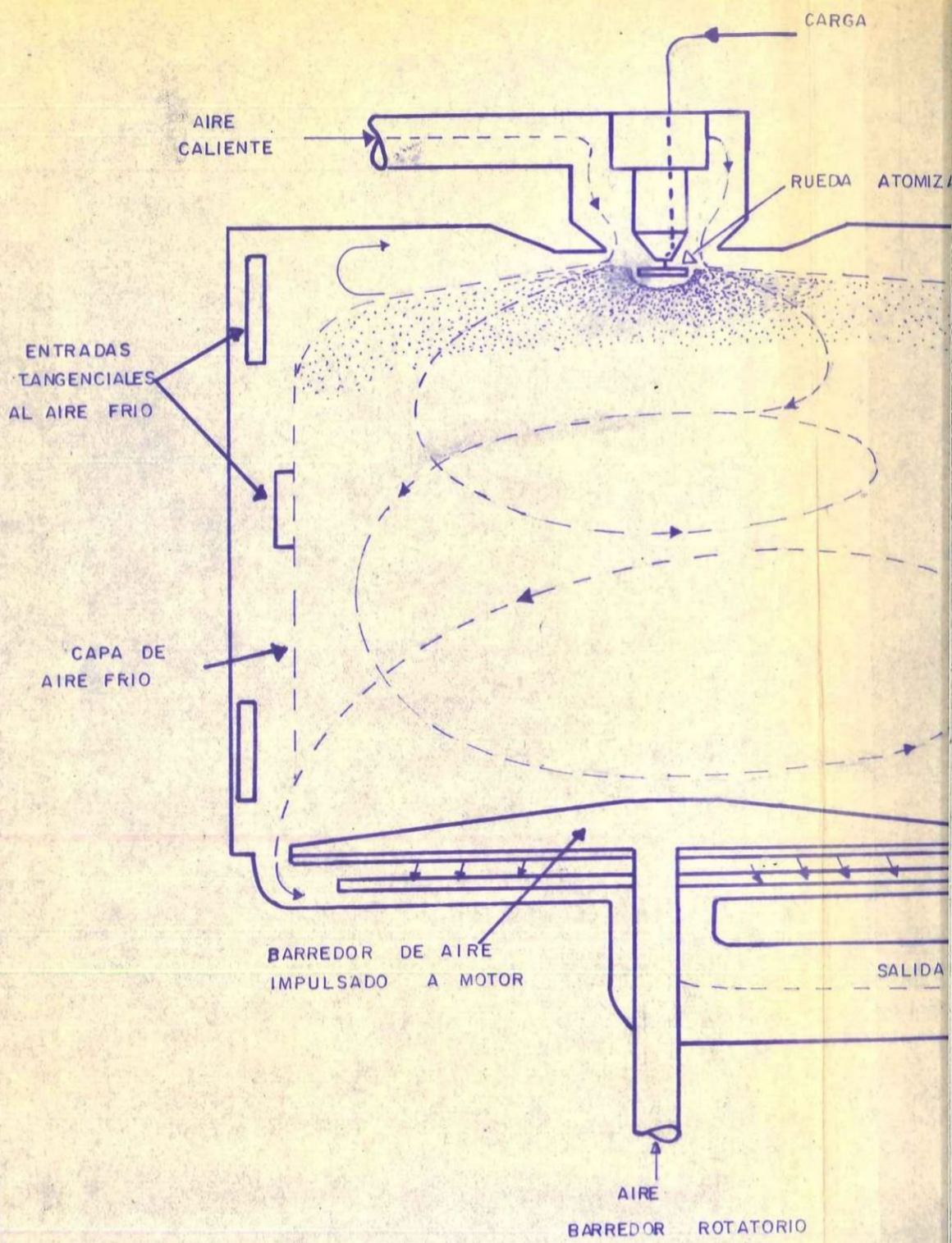


FIG. N° 2 CAMARA CILINDRICA DE FON

Cabeza estática: 119.3mm.c.a.

Potencia de motor: 8.5 Hp

10) Atomizador: Capacidad: 0.54TM/hr.

Velocidad: 15,000r.p.m.

Potencia: 2 Hp

Diámetro: 6 in.

Ancho de la pelota:

0.625 in.

Longitud de la paleta

ta: 1.0 in.

Número de paletas:

18.

11) Sacudidor mecánico: 1/2Hp.

#### 5.6.1.2. Diseño de Equipos, Maquinarias de uso Genérico

##### 5.6.1.2.1. Selección del Soplador para el Reactor

Para la selección del ventilador so - plante, se ha tomado como elemento principal, la velocidad del aire que ingresa y la fuerza que debe romper la altura de la solución para la oxidación homogénea:

Datos de diseño:

$$Q = 10.39 \text{ mts.}^3/\text{min.}$$

$$v = 5.34 \text{ mts./seg.}$$

La potencia teórica adiabática necesi-

ria para un turbo soplador de un salto se calcula con la siguiente ecuación: tomada del Manual del Ingeniero Químico Perry)

$$CV = 2.222 V_1 P_1 \left( \frac{n}{n-1} \right) \left[ \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{n-1/n} - 1 \right]$$

La ecuación dada por el reporte sobre turbo soplante, se encuentra en el Perry (Tercera Edición), donde:

$V_1$  = volumen manipulado en mts.<sup>3</sup>/min.

$P_1$  = presión en la entrada en kgs./cms.<sup>2</sup>.

$P_2$  = presión de descarga en kgs./cm.<sup>2</sup>

$n$  = relación de los calores específicos a presión constante y volumen constante: 1.3947 para el aire

Cálculo de  $P_2$  = Presión de descarga.

$P_2$  = Presión hidrostática + presión atmosférica + Pérdida por fricción ( $\Delta H_{f_t}$ )

Presión Hidrostática = 1,120 Kgrs/m.<sup>2</sup> x

3.6 mts. = 0,4032

Kgrs/cm<sup>2</sup>, para

los dos reactores será = 0.8064 Kgrs/cm<sup>2</sup>.

$$P_2 = (0.8064 + 1.033) \text{Kg/cm}^2 = 1.8394 \text{Kgrs/cm}^2$$

Cálculo de pérdida por fricción para los siguientes conductos, según la ecuación se tiene:

$$\Delta H_{f_t} = \mu \times \gamma \times \frac{v^2}{2g}, \text{ donde:}$$

$\mu$  = Coeficiente de los conductos.

$\gamma$  = Peso específico del aire,  $1.2 \text{Kgr/m}^3$ .

$v$  = Velocidad del aire,  $5.34 \text{ mts/seg.}$

Para diámetro de 8 in.

$\mu$  del codo =  $0.25 \times 2 \text{ codos} = 0.5$ , reemplazando los valores en la ecuación se tiene:

$$\begin{aligned} \Delta H_{f_1} &= 0.5 \times 1.2 \times \frac{(5.34)^2}{2 \times 9.81 \times 1 \times 10^4} = 8.73 \times 10^{-5} \\ &= 8.73 \times 10^{-5} \text{Kgrf./cm}^2. \end{aligned}$$

Ramal en Y:

$$\mu = 0.15$$

$$\begin{aligned} \Delta H_{f_2} &= 0.15 \times 1.2 \times \frac{(5.34)^2}{2 \times 9.81 \times 10^4} = \\ &= 2.6 \times 10^{-5} \text{Kgrf./cm}^2. \end{aligned}$$

Para un diámetro de 6 in.,  $v = 9.493 \text{ m/seg.} = 9.493 \text{m/seg.}$

$$\mu \text{ del codo} = 0.25 \times 2 \text{ codos} = 0.5$$

$$\begin{aligned} \Delta H_{f_3} &= 0.5 \times 1.2 \times \frac{(9.493)^2}{2 \times 9.81 \times 10^4} = 2.76 \times 10^{-4} \text{Kgrf./cm}^2. \end{aligned}$$

Pérdida de la fricción en conductos -  
rectos, según la ecuación se tiene:

$$\Delta H_f = \lambda \frac{\gamma v^2}{2g} \cdot \frac{L}{D}, \text{ donde:}$$

$\lambda$  = coeficiente de rozamiento según -  
Blasius, 0.02

$\gamma$  = Peso específico del aire,  $1.2 \text{ Kgr/m}^3$ .

$$g = 9.81 \times 10^4 \frac{\text{Kgrm-cmts.}}{\text{Kgrf-seg}^2}$$

L = largo del conducto en cm.

D = Diámetro de conducto en cm.

Para un diámetro de 8 in.

$$\begin{aligned} \Delta H_{f_4} &= 0.02 \times 1.2 \times \frac{(5.34)^2}{2 \times 9.81 \times 10^4} \times \frac{450}{20.32} = \\ &= 7.72 \times 10^{-5} \text{ Kgf/cm}^2. \end{aligned}$$

Para un diámetro de 6 in.

$$\begin{aligned} \Delta H_{f_3} &= 0.02 \times \frac{1.2 \times (9.493)^2}{2 \times 9.81 \times 10^4} \times \frac{584}{15.24} = \\ &= 4.02 \times 10^{-4} \text{ Kgf/cm}^2. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_{f_t} &= (8.886 \times 10^{-4} + 2.643 \times 10^{-3} + 7.39 \times 10^{-4} \\ &\quad + 4.05 \times 10^{-3}) \end{aligned}$$

$$\Delta H_{f_t} = 8.886 \times 10^{-4} \text{ Kgf/cm}^2.$$

$$\begin{aligned} P_2 &= (1.8394 + 8.886 \times 10^{-3}) \text{ Kgf/cm}^2 = \\ &= 1.84 \text{ Kgf/cm}^2. \end{aligned}$$

Finalmente la potencia teórica será:

$$Cv = 2.222 \times 10.39 \times 1.033 \times 3.534 \left[ \frac{(1.84)^{0.283}}{(1.033)} - 1 \right]$$

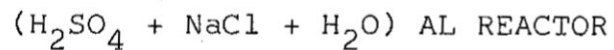
$$Cv = 14.96 \text{ cv} \times 0.986 \text{ Hp/cv} = 15 \text{ Hp}$$

$$\text{Potencia del motor} = 15 \text{ Hp} / 0.9 = 17 \text{ Hp.}$$

Del gráfico N<sup>o</sup> 214 de Perry 3<sup>a</sup> Edición de las curvas características de turbo soplante se obtiene la velocidad del eje, 3,500 RPM.

#### 5.6.1.2.2. Selección de Bombas

A) PARA BOMBEAR LA SOLUCION PREPARADA



La solución preparada, debe ser bombeada a través de tuberías, a razón de 1,091 lts./min. ó 287 gal./min. al reactor de oxícloruro de cobre; sabiendo que la distancia del tanque de mezclado al reactor es de 16.4 ft, y la altura a elevarse es de 14.2 ft.

Características de la solución:

Flujo: 287 GPM

Sp Gr: 1.153

Densidad: 71.64 lbs/ft<sup>3</sup>.



Viscosidad: 0.79 cp.  
Temperatura: 32°C  
Tiempo: 20 minutos

Cálculo de NPSH:

$NPSH = P + LH - (P_v + \Delta P_{fs})$ , donde:

P = Presión atmosférica.

LH = Presión Hidrostática.

$P_v$  = Presión de vapor

$\Delta P_{fs}$  = Caída de presión por fricción.

Cálculo del diámetro del tubo:

Asumiendo un diámetro de 6 in.

Chequeo de la velocidad:

$v = 0.408 \times Q/d^2$ , donde:

Q = Flujo en GPM

d = Diámetro en in.

Para un diámetro nominal de 6 in,

$d_i = 6.069$  in reemplazando valores

en la ecuación se tiene:

$$v = 0.408 \times 287 / (6.069)^2 = 3.18 \text{ ft/seg.}$$

Rango de la velocidad en la succión

1 - 3 ft/seg.

Como la velocidad calculada se encuentra dentro del rango, entonces el diámetro asumido es lo correcto,

siendo éste valor elegido para los cálculos correspondientes:

Cálculo de la caída de presión por fricción en la succión:

$\Delta P_{fs} = \Delta P_{100} \times L_e \times S$ , donde:

$\Delta P_{100}$  = Caída de presión por cada ft de línea

$L_e$  = Longitud equivalente, en ft.

$S$  = Gravedad específica.

Con  $Q = 287$  GPM y relación de la viscosidad con la gravedad específica,  $\mu/S = 0.79/1.153 = 0.7$

De la gráfica de los abacos de 6 - INH STANDAD PIPE, ID 6.069 INCH. - publicada en Company Confidential, Noviembre 1967, Pag. 21 se obtiene que:

$$\Delta P_{100}/S = 0.24 \frac{\text{lbf/in}^2}{100 \text{ ft.}}$$

Longitud equivalente:

Línea de 6 in de: 3.28 ft.

Conección: 0.08 ft.

Válvula de compuerta: 6.5 ft.

Filtro: 0.5 ft.

reductor de 6" a 4" 3.0 ft.

Le: 13.36 ft.

Entonces:

$$\Delta P_{fs} = 0.24 \frac{\text{lbs.}}{\text{in}^2} \times \frac{13.36 \text{ ft}}{100 \text{ ft.}} \times 1.153 = 0.037 \frac{\text{lb}_f}{\text{in}^2}$$

Cálculo de la presión hidrostática  
o carga estática:

$$LH = \gamma h = \underline{11.155 \text{ ft}} \times 1.153 = 5.57 \text{ lbs/in}^2.$$

2.31

Cálculo de la presión de vapor:

De las tablas, para una solución -  
de 10% de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  se tiene que la  $p_v$   
presión de vapor es:  $0.58 \text{ lb}_f/\text{in}^2$

Finalmente:

$$\begin{aligned} \text{NPSH} &= [14.7 + 5.6 - (0.58 + 0.037)] \text{ lb}_f/\text{in}^2 \\ &= 19.63 \text{ lb}_f/\text{in}^2 = 39.5 \text{ ft.} > 18 \text{ ft.}, \text{ es} \end{aligned}$$

decir que la bomba va funcionar  
sin ningún problema porque no hay  
cavitación.

Presión de succión:

$$\begin{aligned} P_s &= LH_s - \Delta P_{fs}. \\ &= (5.6 - 0.037) \text{ lb}_f/\text{in}^2 = 5.563 \text{ lb}_f/\text{in}^2. \end{aligned}$$

Cálculo de la presión de descarga:

$$P_d = LH_d - \Delta P_{fd}.$$

Cálculo del diámetro de la línea:

Asumiendo un diámetro nominal de 4 in (di = 4.026)

Chequeo de la velocidad:

$$v = 0.408 \times 287 / (4.026)^2 = 7.22 \text{ ft/seg.}$$

Rango de la velocidad en la descarga (3 - 10 ft/seg.)

Como la velocidad calculada se encuentra dentro del rango, entonces el diámetro asumido será el diámetro de la línea.

Cálculo de la caída de presión en la descarga:

$$\Delta P_{ft} = \Delta P_{100} \times L_e \times S.$$

Con  $Q = 287$  GPM y  $\mu/S = 0.7$ , de la gráfica de los abacos para una tubería standar de un diámetro nominal = 4 in (di = 4.026 in), se obtiene:

$$\Delta P_{100} \cdot S = \frac{2.0 \text{ lbf/in}^2}{100 \text{ ft.}}$$

Longitud equivalente:

|              |                  |
|--------------|------------------|
| línea de 4": | 21.65 ft.        |
| Codos 3:     | <u>32.00 ft.</u> |
| Le:          | 53.65 ft.        |

Entonces:

$$\Delta P_{fd} = 2.0 \text{ lbf/in}^2 \times \frac{53.65 \text{ ft}}{100 \text{ ft}} \times 1.153 =$$

$$= 1.24 \text{ lbf/in}^2$$

Cálculo de la carga estática:

$$LH_d = \frac{14.764 \text{ ft}}{2.31} \times 1.153 = 7.37 \text{ lbf/in}^2.$$

$$P_d = (7.37 + 1.24) \text{ lbf/in}^2 = 8.61 \text{ lbf/in}^2$$

finalmente la carga total será:

$$P_d - P_s = (8.61 - 5.563) \text{ lbf/in}^2 = 3.05 \text{ lbf/in}^2$$

$$= 7.1 \text{ ft de agua.}$$

Cálculo de la potencia hidráulica (BHp), tomada del Perry 3ª Edición.

$$BHp = \frac{\Delta T \times Q}{1714 \times e_b}, \text{ donde:}$$

$$\Delta T = \frac{\text{carga total en lbf/in}^2}{\text{lbf/in}^2} = \frac{3.05}{1} = 3.05$$

$$Q = \text{caudal en GPM, } 287 \text{ GPM.}$$

$e_b$  = Eficiencia de la bomba, reemplazando valores en la ecuación anterior se tiene:

$$BHp = \frac{3.05 \times 287}{1,714 \times 0.60} = 0.85 \text{ BHp.}$$

$$\text{Motor: } BHp/0.9 = 0.85/0.9 = 0.95 = 1 \text{ Hp.}$$

B) PARA BOMBEAR EL PRECIPITADO DEL OXI

CLORURO DE COBRE AL TANQUE LAVADOR.

El precipitado de oxiclорuro de cobre obtenido en el reactor debe ser bombeada a través de tuberías a razón de 1,016 lit./min. ó 267 GPM,, habiendo que la distancia entre el reactor y el tanque de lavado es de 21.32 ft y la altura a elevarse es de 16.73 ft.

Características del precipitado:

Flujo: 267GPM.  
SpGr: 1.18  
Densidad: 73.43 lbs/ft<sup>3</sup>  
Viscosidad: 1.0 cp.  
tiempo: 22 minutos.  
Temperatura: 25°C

Cálculo de NPSH:

$$NPSH = P + LH - \Delta Pfs.$$

Cálculo del diámetro de la línea:

Asumiendo que el diámetro nominal sea de 6" di = 6.069".

Chequeo de la velocidad:

$$v = 0.408 \times 267 / (6.069)^2 = 2.96 \text{ ft/seg.}, \text{ se encuentra dentro del rango de la velocidad de } \pm$$

succión, entonces el diámetro, será el diámetro de la línea:

Cálculo de la caída de presión por fricción en la succión:

$$\Delta P_{fs} = \Delta P_{100} \times L_e \times S$$

Con  $Q = 267$  y  $\mu/s = 0.85$ , de la gráfica de los abacos se tiene por:

$$\Delta P_{100} = \frac{0.2 \text{ lbf/in}^2}{100 \text{ ft.}}$$

Longitud equivalente:

Línea de 6" de  $\Phi$ : 13.12 ft.

Conección: 0.07 ft.

Válvula de compuerta: 6.5 ft.

Filtro: 0.41 ft.

Reductor de 6" a 4": 3.0 ft.

Le total: 23.1 ft.

Entonces:

$$\Delta P_{fs} = \frac{0.2 \text{ lbf/in}^2}{100 \text{ ft.}} \times 23.1 \text{ ft.} \times 1.18 =$$

$$= 0.055 \frac{\text{lbf}}{\text{in}^2}.$$

Cálculo de la carga estática:

$$LH = \delta H = \frac{11.77 \text{ ft.}}{2.31} \times 1.18 = 6.012 \text{ lbf/in}^2.$$

Finalmente:

$$\text{NPSH} = (14.7 + 6.012 - 0.055) \text{ lbf/in}^2 =$$

$$20.67 \frac{\text{lbf}}{\text{in}^2}$$

$$\text{NPSH} = 20.657 \text{ lbf/in}^2 \times \frac{144}{73.43} = 40.5 \text{ ft} >$$

18 ft.

Es decir que la bomba funcionará - normalmente porque no hay cavitación.

Presión de succión será:

$$P_s = LH_2 - \Delta P_{fs} = (6.012 - 0.055)$$

$$\text{lbf/in}^2$$

$$P_s = 5.957 \text{ lbf/in}^2$$

Cálculo de la presión de descarga:

$$P_d = LH_d + \Delta P_{fd}$$

Cálculo del diámetro de la línea de descarga:

Asumiendo que la línea de descarga sea de un diámetro nominal igual a 4" (di = 4.026 in)

Cheque de la velocidad:

$$v = 0.408 \times 267 / (4.026)^2 = 6.73 \text{ ft/seg.},$$

la velocidad calculada está dentro del rango de la velocidad de descarga, por lo tanto el diámetro asumido será el diámetro de la línea de



descarga.

Cálculo de la caída de presión por fricción en la descarga:

$$\Delta P_{fd} = \Delta P_{100} \times L_e \times S.$$

Con  $Q = 267$  GPM. y  $\mu/S = 0.85$ , de la gráfica de los abacos se tiene que:

$$\Delta P_{100} = \frac{1.7 \text{ lbf/in}^2}{100 \text{ ft.}}$$

Longitud equivalente:

Longitud total del circuito = 23.62 ft.

Codos  $32(4/12) \times 3$  codos = 32.00 ft.

Le total = 55.62 ft.

Entonces:

$$\begin{aligned} \Delta P_{fd} &= 1.7 \text{ lbf/in}^2 \times \frac{55.62 \text{ ft.} \times 1.18}{100 \text{ ft.}} \\ &= 1.12 \frac{\text{lbf}}{\text{in}^2} \end{aligned}$$

Cálculo de la carga estática:

$$\begin{aligned} L_{hd} = \gamma H &= \frac{16.73 \text{ ft}}{2.31} \times 1.18 = 8.55 \\ &\text{lbf/in}^2. \end{aligned}$$

$$P_d = (8.55 + 1.12) \text{ lbf/in}^2 = 9.67 \text{ lbf/in}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Carga total} &= P_d - P_s = (9.67 - 5.957) \\ &\text{lbf/in}^2 = 3.713 \text{ lbf/in}^2 \end{aligned}$$

= 9 ft c.a.

Finalmente la potencia de la bomba será:

$$\text{BHp} = \frac{\Delta T \times Q}{1,714 \times e_B} = \frac{3.713 \text{ lbf/in}^2 \times 267 \text{ GPM}}{1,714 \times 0.6}$$

$$\text{BHp} = 0.96 \text{ BHp}$$

$$\text{Motor} = \text{BHp}/0.9 = 1.072 \text{ Hp} = 1 \text{ Hp.}$$

C) PARA BOMBEAR LA SUSPENSION DEL OXICLORURO DE COBRE AL SECADOR SPRAY DRYING

La suspensión del oxiclорuro de cobre debe ser bombeado a través de una tubería a razón de 413lit/hr. (2 GPM.), al secador por atomización, sabiendo que la distancia del tanque de lavado al secador es de 13.8 ft. y la altura a elevarse es de 14 ft., según el catálogo de Spray Drying, de Niro Atomeizer, para un flujo de 3 GPM, a través de una tubería de 3/8 in de diámetro, la potencia de la bomba para una carga de impulsión mencionada es de 1 Hp.

D) PARA BOMBEAR ACIDO SULFURICO (98%)

AL DOSADOR

La distancia del depósito de  $H_2SO_4$  al dosador es de 65.6 ft (20mts.) y la altura a elevarse es de 18 ft, debe ser bombeado a través de tuberías a razón de 12 GPM, 4960Kgr/hr.

Condiciones:

Temperatura del ácido: 20°C

Densidad: 1.84gr/c.c.  
ó 114.8 lbm/ft<sup>3</sup>.

Tiempo: 15 min.

Tubería cobre rojo de 1" de diámetro nominal.

di = 1.3 in.

Chequeo de la Velocidad:

$$v = 0.408 \times 12(1.3)^2 = 4.896 \text{ft/seg.},$$

la velocidad calculada se encuentra dentro del rango de la velocidad de descarga, por lo tanto el diámetro es el mencionado.

Cálculo de la caída de presión por fricción (impulsión).

De la monografía de circulación de fluidos por tuberías se encuentra

los valores de las coordenadas para el ácido sulfúrico (98%). Perry 3ª Edición.

$$X = 3.5$$

Y = 4.8, y con un flujo másico de 4,960 Kgr/hr., para un diámetro de 1.3 se obtiene:

$$\Delta P/L = 0.02 \text{ Kg/cm}^2 \times \text{mt.} = 0.0867 \text{ lbf/in}^2 \times \text{ft.}$$

Longitud equivalente:

Longitud total del circuito: 83.6ft.

Codos, 4 x 32 (1.3/12) = 14 ft.

Adicionales: 10 ft.

Le total 107.6ft.

La caída de presión por fricción - será:

$$\Delta P_{fd} = 0.08075 \frac{\text{lbf}}{\text{in}^2 \times 1 \text{ ft.}} \times 107.6 \text{ ft} = 8.69 \frac{\text{lbf}}{\text{in}^2}$$

Pérdida estática de la carga:

$$LH = 18 \text{ ft} \times 114.8 \frac{\text{lbm}}{\text{ft}^3} \times 1 \text{ ft} / 144 \text{ in}^2 = 14.35 \frac{\text{lbf}}{\text{in}^2}$$

Pérdida de la carga total:

$$\Delta T = (14.35 + 8.69) \frac{\text{lbf}}{\text{in}^2} = 23.04 \frac{\text{lbf}}{\text{in}^2} = 53 \text{ ft c.a.}$$

La potencia hidráulica será:

$$\text{BHp} = \frac{23.04 \frac{\text{lbf}}{\text{in}^2} \times 12 \text{ GPM}}{1,714 \times 0.3} = 0.53 \text{ HP.}$$

$$1,714 \times 0.3$$

Motor :  $0.53/0.9 = 0.59 = 3/4$  Hp.

E) PARA BOMBLEAR AGUA PARA TODO EL PROCESO EN  
GENERAL

Cantidad total a bombearse:

Flujo: 179 GPM.

Sp Gr: 1

Densidad:  $62.3 \text{ lbm/ft}^3$

Cálculo del diámetro de la línea:

Asumiendo que el diámetro nominal

sea de 4in (4.0269 in)

Chequeo de la velocidad:

$$v = 0.408 \times 179 / (4.0269)^2 = 4.5 \text{ ft/eg.}$$

La velocidad calcula se encuentra dentro del rango de velocidades de descarga, por lo tanto el diámetro asumido será el diámetro de la línea de descarga.

Cálculo de la caída de presión por fricción:

$$\Delta P_{fd} = P_{100} \times L_e \times S,$$

Con  $Q = 179$  GPM y  $\mu/S = 1$ , de la gráfica de los abacos se tiene que:

$$P_{100} = 0.8 \frac{\text{lb/in}^2}{100 \text{ ft.}}$$

Longitud equivalente:

Longitud total del circuito: 82 ft.

Codos: 4 x 32 (4/12) 43 ft.

Le. total 125 ft.

Cálculo de la carga estática:

$$LH = 33 \text{ ft} / 2.31 \times 1 = 14.29 \text{ lbf/in}^2$$

$$\Delta P_{fs} = \frac{0.8 \text{ lbf}}{\text{in}^2} \times \frac{125 \text{ ft.}}{100 \text{ ft.}} = 1 \text{ lbf/in}^2.$$

$$\text{Carga total} = (14.29 + 1) \text{ lbf/in}^2 = 15.29 \text{ lbf/in}^2. = 35.3 \text{ ft c.a.}$$

Finalmente la potencia será:

$$\text{BHp} = \frac{15.29 \text{ lbf/in}^2 \times 179 \text{ GPM}}{1,714 \times 0.6} = 2.66 \text{ Hp.}$$

$$\text{Motor: } 2.66 \text{ Hp} / 0.9 = 2.95 = 3 \text{ Hp.}$$

#### 5.6.1.2.3. Selección del Llenador y Empacador - (Bascula Automática)

El producto terminado para venta se empacará en bolsas de papel de cuatro pliegos y en bolsas de polietileno, respectivamente con válvula de un mango en una máquina.

Para envasar 100 lbs/mín. de un material finamente pulverizada con una densidad aparente de 30 a 32 lbs/ft<sup>3</sup>,

la potencia necesaria para mover todo ante el mecanismo patentado, los fabricantes lo estiman en 1/3 de Hp. La operación debe ejecutarse durante 2 horas (120 min.), para ser económica se dispone de 1 obrero para el manejo.

Datos de selección:

Será recomendable una báscula de las siguientes características:

- 1) Máquina de San Regus, tipo báscula de pesada bruta.
- 2) El eje impulsor se pone en marcha una palanca manual y se detiene en forma automática al llegar al peso adecuado. (1, 25, 30 y 50 Kgrs.) - respectivamente.
- 3) La alimentación a la báscula se hace por gravedad desde la tolva de secado con descarga central mediante una válvula de compuerta.

#### 5.6.1.3. Dimensionamiento de los Tanques de Almacenamiento y Dosadores.

A) CAPACIDAD DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE  $H_2SO_4$  CONCENTRADO (98%)

El volumen de  $H_2SO_4$  de 98%, para la producción de 450 TM. de oxicluro de cobre/año es de:

$$\frac{214 \text{ TM.} \times 1 \text{ m}^3}{\text{año } 1.84 \text{ TM.}} = 116.3 \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \times \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} = 9.688 \frac{\text{lit.}}{\text{mes}}$$

$$\text{Volumen del tanque} = 9.688 \frac{\text{lit.}}{\text{mes}}$$

$$\frac{1 \text{ gal.}}{3.8 \text{ lit.}} = 2,950$$

$$= 2,550 \text{ gal./mes.}$$

$$\text{Volumen práctico} = 2550 \times 1.2 = 3,060$$

$$\text{galones/mes}$$

Dimensiones:

$$3,060/7.48 = \pi/4 D^3 \quad D/H = 1$$

$$D = H = 8.045 \text{ ft} = 96.55 \text{ in} = 2.45 \text{ mts.}$$

Cálculo del espesor de la plancha:

$$E = \frac{P \times D}{2 \times Sxt} + 1/8$$

$$2 \times Sxt$$

$$\text{Area lateral del cilindro} = 2\pi rh =$$

$$2 \pi (48.275") \times 96.55" = 29,286 \text{ in}^2.$$

$$\text{Peso del ácido sulfúrico: } 9.688 \text{ lit.}$$

$$\times 1.84 \text{ Kgr/lit.} = 17,825.9 \text{ Kgr} \times 2.2$$

$$\text{lbs/Kgr} = 39,217 \text{ lbs.}$$

$$\text{Presión lateral: } \frac{\text{Peso } 39,217 \text{ lbs.}}{\text{área } 29,286 \text{ in}^2} = 1.34 \text{ lbf/in}^2$$

$$\text{área } 29,286 \text{ in}^2$$



Presión sobre el fondo:

$$\text{Area} = \pi r^2 = \pi \times (48.275)^2 = 7,321 \text{ in}^2.$$

$$\text{Presión} = \frac{39,217 \text{ lbs.}}{7,321 \text{ in}^2} = 5.357 \text{ lbf/in}^2.$$

$$\text{Presión total} = (1.34 + 5.357) \text{ lbf/in}^2.,$$

finalmente:

$$E = \frac{6.697 \text{ lbf/in}^2 \times 96.55 \text{ in}}{2 \times 10,000 \times 0.7} + 1/8 = 0.1712 \text{ in}$$

$$= 1/4 \text{ in.}$$

El cálculo se ha hecho en base que la compra de ácido sulfúrico sea mensual.

#### ESPECIFICACIONES

- El tanque debe ser de acero inoxidable, tipo N° 316 A.S.T.M. resistente al ácido sulfúrico.
- La parte superior debe ser cubierta y con tapa.
- Capacidad: 3,060 galones.

#### DATOS DE CONSTRUCCION

- Diámetro y altura de 2.45 mts.
- Espesor de la plancha: 1/4 in.
- Brida de descarga: 1 in.

B) CAPACIDAD DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE HCl 36%

El volumen de ácido muriático para producir 450 TM/año de oxiclórico de cobre es de:

$$\frac{22,835 \text{ lit} \times 1 \text{ año}}{\text{año} \quad 2 \text{ semestres}} \times \frac{1 \text{ gal.}}{3.8 \text{ lit.}} \times 1.2 = 3,606 \text{ gal.}$$

Volumen práctico: 3,606 gal/semestral.

Dimensiones:

$$3,606 / 7.48 = \pi/4 D^3$$

$$D = H = 8.5 \text{ ft.} = 102 \text{ in} = 2.6 \text{ mts.}$$

Espesor del tanque:

$$\text{Area lateral del cilindro: } 2 \times \pi \times 51" \times 102" = 32,685 \text{ in.}$$

$$\text{Peso del HCl: } 11,418 \text{ lit.} \times 1.1789 \text{ Kgr/lit.} \times 2.2 \text{ lbs.}$$

Kgr.

$$\text{Presión lateral: } \frac{29,614 \text{ lbs}}{32,685 \text{ in}^2} = 0.906$$

$$\text{lbs/in}^2.$$

Presión sobre el fondo:

$$\text{Area: } \pi (51)^2 = 8,171 \text{ in}^2.$$

$$\text{Presión: } \frac{29,614 \text{ lbs}}{8,171 \text{ in}^2} = 3.624 \text{ lbs/in}^2.$$

$$\text{Presión total} = (0.906 + 3.624) \text{ lbs/in}^2 = 4.53 \text{ lbs/in}^2.$$

$$\text{Espesor: } \frac{4.53 \text{ lbs/in}^2 \times 102 \text{ in} + 1/2}{2 \times 500 \text{ lbs/in}^2 \times 0.7} = 1.16 \rightarrow 1.5''$$

$$E = 1\frac{1}{2} \text{ in.}$$

El cálculo se ha hecho en base que la compra sea semestral.

#### ESPECIFICACIONES

- El tanque debe ser de madera de forma cilíndrica.
- Cubierta por la superficie y con tapa.
- Capacidad: 3,606 galones.

#### DATOS DE CONSTRUCCION

- Diámetro y altura del tanque: 2.6 mts.
- Espesor de la madera:  $1\frac{1}{2}$  in.
- Brida de descarga: 1 in de
- Altura de los soportes: 18 in.

#### C) CAPACIDAD DEL DOSADOR DE ACIDO SULFURICO (98%)

$$\text{Volumen} = 674 \text{ lit/carga} \times 1/3.8 = 177 \text{ gal.}$$

$$\text{Volumen práctico} = 177 \times 1.2 = 213 \text{ gal.}$$

Dimensiones:

$$D = H = 1 \text{ mts.}$$

D) CAPACIDAD DEL DOSADOR DE ACIDO CLOR  
HIDRICO. (DILUIDO)

Volumen = 177 lit. de solución/car  
ga.  $\times 1/3.8 = 46.5 \text{ gal.}$

Volumen práctico =  $46.5 \times 1.2 = 56 \text{ galones.}$

Dimensiones:

$$D = H = 0.65 \text{ mts.}$$

E) CAPACIDAD DEL DOSADOR DE AMONIACO  
(DILUIDO)

Volumen de la solución amoniacal:  
116 lits./carga.

Volumen práctico:  $116 \times 1.2/3.8 =$   
53 gal.

Dimensiones:  $D = H = 0.64 \text{ mts.}$

NOTA: El dosador de ácido sulfúri-  
co será de acero inoxidable  
tipo A.S.T.M. Nº 316.

Los dosadores de las solucio  
nes de ácido muriático y amo  
niacal, serán de madera, por  
ser más económico.

F) CAPACIDAD DEL TANQUE DE AGUA

De acuerdo a la cantidad de agua a utilizarse durante el proceso es como sigue:

Agua de dilución = 20,460 litros

Para uso personal

(20% de 20,460) = 4,092 litros

Volumen total 24,552 litros.

Volumen práctico =  $24,552 \times 1.1 \times 1/3.8 = 7,107$  gal.

Tanque de forma cuadrada.

Dimensiones: Altura = 2.30 mts.

Lado = 3.42 mts.

EL tanque debe ser construido a base de concreto y a una altura de 6 mts. desde la superficie al tanque.

5.6.2. Listado de Equipo y Maquinaria Principal

A) EQUIPO Y MAQUINARIA PRINCIPAL

| Especificación                  | capacidad  | unidades | potencia |
|---------------------------------|------------|----------|----------|
| Tanque mezclador                | 6,300gal.  | 1        | 10 Hp    |
| Tanque de reacción              | 8,800gal.  | 2        | -----    |
| Tanque de lavado (sedimentador) | 11,830gal. | 1        | 10 Hp    |

| Especificación                  | Capacidad                           | unidades | Potencia |
|---------------------------------|-------------------------------------|----------|----------|
| Secador Spray drying            | 325 Kgr. de<br>oxiclo/hr            | 1        | 8.5 Hp   |
| Soplador                        | 10.39m <sup>3</sup> de<br>aire/min. | 1        | 15.0 Hp  |
| Bomba centrífuga.               | 286 GPM                             | 1        | 1.0 Hp   |
| Bomba centrífuga.               | 267 GPM                             | 1        | 1.0 Hp   |
| Bomba centrífuga.               | 179 GPM                             | 1        | 3.0 Hp   |
| Bomba de pistón.                | 2.2 GPM                             | 1        | 1.0 Hp   |
| Bomba Centrífuga.               | 12 GPM                              | 1        | 3/4 Hp   |
| Llenador y empacador automático | 100lbs/min.                         | 1        | 1/3 hp   |
| Tanque de ácido sulfúrico.      | 3,060gal.                           | 1        |          |
| Tanque de HCl.                  | 3,606gal.                           | 1        |          |
| Dosador de ácido sulfúrico      | 213 gal.                            | 1        |          |
| Dosador de HCl.                 | 56 gal.                             | 1        |          |
| Dosador de NH <sub>3</sub>      | 53 gal.                             | 1        |          |

B) EQUIPO AUXILIAR

| Especificaciones              | capacidad | unidades |
|-------------------------------|-----------|----------|
| balanza platafor <u>ma</u>    | 1/2 TM    | 1        |
| Carretillas de<br>plataforma. | 1/4 TM    | 2        |
| Tecla                         | 1/2 TM    | 1        |
| Extintidor                    |           | 4        |

5.6.3. Iluminación

El consumo de Kw, para el alumbrado es también variable como fuerza motriz dependiendo de una serie de factores.

Se puede asumir un 10% del destinado a la fuerza motriz.

Cálculo de la fuerza motriz:

Total de las fuerzas motrices = 112.33 Hp.

$$112.33 \text{ Hp} \times \frac{0.75 \text{ KW}}{1 \text{ Hp}} \times \frac{24 \text{ hrs.}}{1 \text{ lote}} \times \frac{1 \text{ lote}}{5.2 \text{ TM}} \times \frac{450 \text{ TM}}{1 \text{ año}} =$$

174,976 Kw-hr/año.

Consumo para el alumbrado (10%)

$$174,976 \times 0.1 = 17,497.6 \text{ Kw-hr/año.}$$

Consumo total: (174,976 + 17,497.6) Kw-hr/año

: 192,473 Kw-hr/año.

### 5.7. Disposición de Planta

La planta ocupará un área rectangular de  $1000 \text{ m}^2$  (40x25).

La disposición de planta se hará de la siguiente forma:

- 1) Pabellón Industrial.
- 2) Pabellón Administrativo.

1) Pabellón Industrial, constará de las siguientes secciones:

- a) Mezclado, conversión, lavado, secado, embolsado, soplador, bombas y tanque.
- b) Almacenes, taller y depósitos.

Este pabellón será construido de ladrillo común con muros de concreto armado de  $0.40 \times 0.40$  mts., distanciados cada 5 mts. y vigas de concreto de  $0.30 \times 0.45$  mts.

El techo será de tijerales de madera a dos aguas - con planchas de calamina, por ser el más liviano, con una altura de 8 y 6.5 mts. respectivamente.

El piso será de concreto de 0.20 mts. de espesor, con un ligero declive para hacer posible un desagüe eficiente por los canales de desagüe y a la vez una limpieza en el momento oportuno.



Las puertas y ventanas serán de madera, éste último deben ser altas.

Los servicios de agua y luz, se hallarán convenientemente distribuido en toda la planta para conseguir que cumpla su misión.

Se habilitará una plataforma para la descarga de materia prima y para cargar el producto que se despacha, ubicada en forma accesible al almacén de productos terminados, se ha considerado en 1.05 mts. de altura.

- 2) El pabellón administrativo constará de las siguientes secciones:

Oficinas, laboratorio, baños, vestuario para el personal en general, servicios para obreros y guardiana.

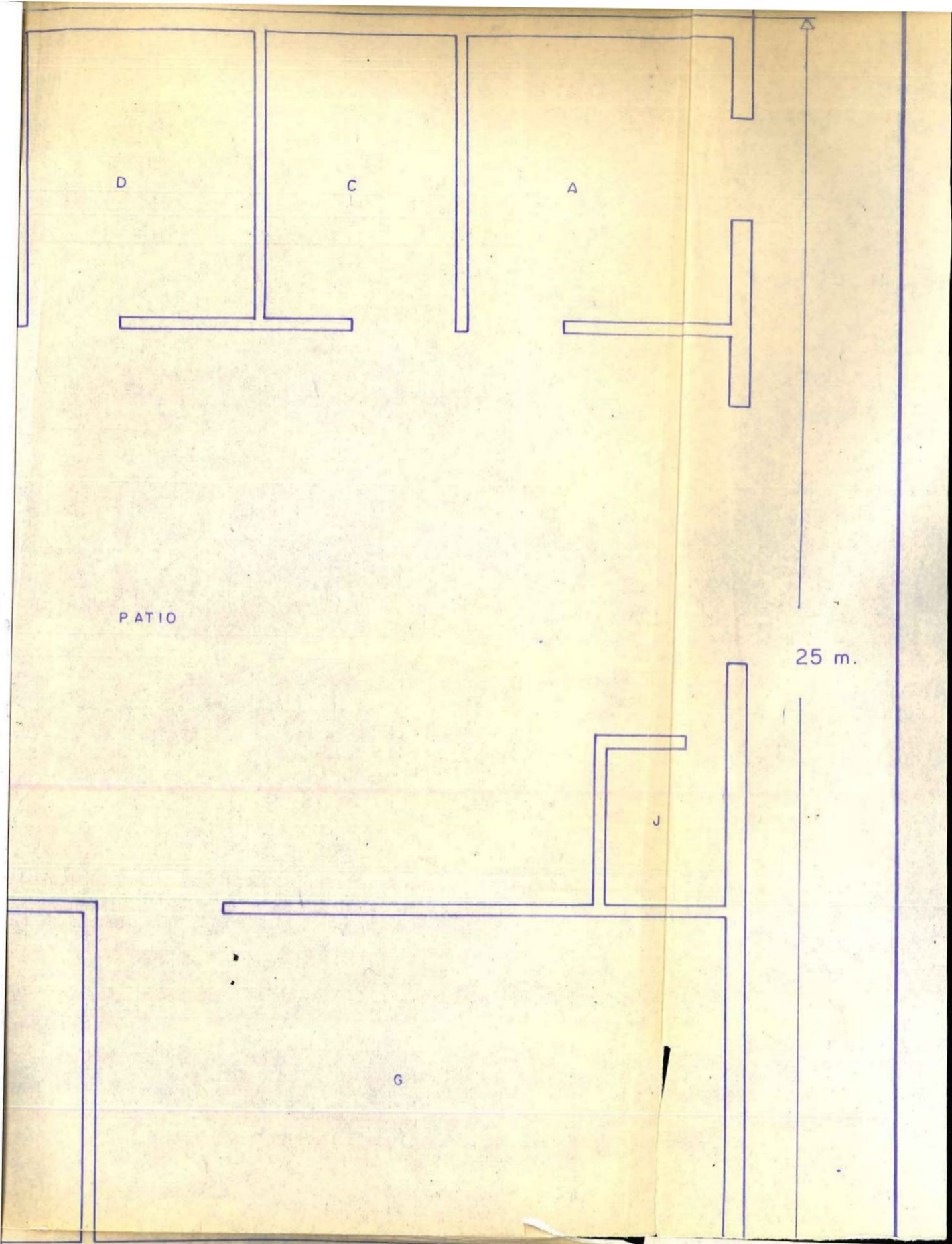
Este pabellón será construido de ladrillo, con techos aligerados, pisos de locetas, puertas y ventanas de madera, estas últimas convenientemente situadas para asegurar una buena ventilación.

| Descripción               | Dimensiones<br>mts. | Nomenclatura | Espacios requeridos m <sup>2</sup> |
|---------------------------|---------------------|--------------|------------------------------------|
| Oficina de administración | 5.2 x 5.7           | A            | 29.64                              |

| Descripción  | Dimensiones<br>mts.     | Nomen-<br>clatura | Espacios re-<br>queridos m <sup>2</sup> |
|--|-------------------------|-------------------|---|
| Servicios higiéni-<br>cos de empleados                 | 2.3 x 2.5               | B                 | 8.0                                     |
| Oficina de ventas                                      | 3.7 x 5.7               | C                 | 21.09                                   |
| Laboratorio  | 5.7 x 4.5               | D                 | 25.65                                   |
| Almacén de materia<br>prima                            | 6.7 x 11.3              | E                 | 75.6                                    |
| Taller mecánica  | 4.0 x 4.1               | F                 | 16.4                                    |
| Almacén de produc-<br>tos acabados                     | 6.7 x 12.5              | G                 | 83.79                                   |
| Servicios higiéni-<br>cos de obreros                   | 3.2 x 3.0               | H                 | 9.60                                    |
| Vestuarios de o-<br>breros                             | 5.7 x 4.0               | I                 | 22.80                                   |
| Guardianía   | 3.0 x 2.4               | J                 | 7.2                                     |
|  | 6.8 x 4.1               |                   |   |
| Patios   | 9.4 x 11.8<br>4.1 x 6.1 | K                 | 163.81                                  |
| Ubicación de los<br>equipos, maquina-<br>ria y tanques | 18.2 x 24.0             | L                 | 436.80                                  |

### 5.8. Cronograma de Implementación

| Año                                  | 1985 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|--------------------------------------|------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| Meses                                | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| ACTIVIDAD                            |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Construcción de la planta.           |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Acondicionamiento de oficina.        |      | — |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Implementación física de los equipos |      | — | — | — |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Implementación de laboratorio        |      |   |   |   | — | — |   |   |   |    |    |    |
| Pruebas.                             |      |   |   |   |   | — | — | — |   |    |    |    |
| Puesta en marcha.                    |      |   |   |   |   |   |   | — | — |    |    |    |
| Selección de control de calidad.     |      |   |   |   |   |   |   |   | — | —  |    |    |
| Producción                           |      |   |   |   |   |   |   |   |   | —  | —  |    |



PATIO

25 m.

PROY. PRE. FAC. PARA PROD. DEL OX  
ESQUEMA DE DISTRIBU

|         |
|---------|
| E COBRE |
| ANTA.   |
| 1:100   |

SOPLADOR

3.30  
REACTOR 1

DOSADOR

NH<sub>3</sub>

HCL

DOSADOR

3.30  
REACTOR 2

2.75  
SECADOR  
SPRAY

BOMBA

101

BOMBA

102

BOMBA

103

2.20  
TOLVA DE  
PRODUCTOS

DOSADOR  
H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

BOMBA

104

3.00  
TK MEZCLADO

3.70  
T.K LAVADO

BASCULA  
Y  
EMBOLSADO

4,

## I. ESTUDIO ECONOMICO - FINANCIERO

### 6.1. INVERSION. INVERSION FIJA Y CAPITAL DE TRABAJO

La inversión total requerida para la instalación de la planta del oxiclورو de cobre, se obtiene sumando la inversión fija y el capital de trabajo.

#### 6.1.1. INVERSION FIJA

##### I.- Costo del terreno y Edificio

|   |              |
|---|--------------|
| 1. Costo del terreno                            | \$           |
| Area 1,000 m <sup>2</sup> a \$ 40.35            | 10,350       |
| 2. Costo del Edificio                           |              |
| a) Pabellón Industrial:                         |              |
| 777.56M <sup>2</sup> a 23.9 \$/m <sup>2</sup>   | 18,584       |
| b) Pabellón Administrativo                      |              |
| 127.70 m <sup>2</sup> a \$ 41.59 m <sup>2</sup> | <u>5,312</u> |
| Costo total del terreno<br>y Edificio           | 34,246       |

Información: Cuadro de Valores Oficiales de Edificaciones en la Sierra Actualizados al 30-06-84.

##### II.- Costo del Equipo Industrial.

|                      |       |
|----------------------|-------|
| 1. Equipo Industrial | \$    |
| 1 Tanque mezclador   | 4,750 |

|  |            |
|--|------------|
| 2 Tanques de reacción                  | 3,060      |
| 1 Tanque lavador                       | 5,530      |
| 1 Secador Spray                        | 35,000     |
| 1 Soplador                             | 8,000      |
| 1 Báscula                              | 5,500      |
| 1 Bomba de 1 Hp                        | 2,100      |
| 1 Bomba de 1 Hp                        | 1,700      |
| 1 Bomba 3/4 Hp                         | 800        |
| 1 Bomba de 3 Hp                        | 900        |
| 1 Bomba de 3/4 Hp                      | 650        |
| 1 Tanque de Almacenamiento<br>de ácido | 3,000      |
| 1 Tanque de Almacenamiento<br>de HCl   | 820        |
| 1 Dosador                              | 612        |
| 2 Dosadores (madera)                   | <u>204</u> |
| Costo del Equipo Ind.                  | 72,626     |

2. Equipo Auxiliar

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| 1 Balanza plataforma        | 220        |
| 2 Carretillas de plataforma | 180        |
| 1 Tecla para 1/2 T.M.       | 140        |
| 4 Extinguidores             | <u>300</u> |
| Costo del Equipo Auxiliar   | 840        |
| Costo total del equipo Ind. | 73,466     |

Información: Costo proporcionado por Peru

vian Trading y Peterson (NiroAtomeizer).

III.- Costo de Instalación del Equipo.

30% del costo del equipo Industrial:

73,466 x 0.30 = 22,040

Escalamiento 2% 1,910

Total del costo de Instalación 23,950

IV.- Imprevistos.

10 % del costo Industrial

73,466 x 0.1 7347

Inversión Fija: Item I 34,246

Item II 73,466

Item III 23,950

Item IV 7,347

Inversión Fija. 139,009

6.1.2. CAPITAL DE TRABAJO.

El capital de trabajo para una planta , es la cantidad de dinero necesario para hacer la funcionar la planta hasta que produzca y se autoabastezca, para efectos del presente proyecto se estimará el capital de trabajo tomando como base un trimestre.



Generalmente su estimación corresponden a los siguientes Items:

Base: 1 Trimestre.

- a) Costo de Materia Prima. \$  
 $306,865 \times 0.25 = 76,716$  40/11
- b) Costo de supervisión y mano de obra directa:  
Costo de labor (M.O.D. + M.O.IN.)  
 $16,852 \times 0.25 = 4,213$
- c) Costo de mantenimiento y cargas fijas  
 $(2,780 + 12,662) \times 0.25 = 3,861$
- d) Imprevistos.

Lo estimo en 25% de los acápites a,b,c.

$84,790 \times 0.25 = 21,198$

Valor total del Capital de trabajo:

\$ 105,988

#### ESTIMACION DE LA INVERSION TOTAL.

Habiéndose estimado la inversión fija y el capital de trabajo, la inversión total para una producción de 450 TM./año, asciende a:

|                    |                   |
|--------------------|-------------------|
| Inversión fija     | \$ 139,009        |
| Capital de trabajo | <u>\$ 105,988</u> |
| Inversión total:   | \$ 244,997        |

## ESTRUCTURA DE FINANCIAMIENTO.

### 6.2.1. ESQUEMA DE FINANCIAMIENTO.

Por ser el presente, un Proyecto regional se ha adoptado el criterio del FONDO DE INVERSIONES REGIONALES (F.I.R.E.), que otorga financiar proyectos localizados en cualquier lugar de la República, excepto el área de Lima y del Callao.

Podrán actuar como intermediario de los créditos del F.I.R.E. todo el sistema Bancario, Empresas Financieras, COFIDE, la Caja de Ahorros de Lima y Fonaps.

El fondo financiará el 70% del proyecto y el 30% restante será por el aporte propio o por capital social.

Los créditos que otorga el F.I.R.E. no podrán ser menores al equivalente de \$ 20,000 ni mayores al equivalente de \$ 2'000,000.

#### MONEDAS A EMPLEARSE.

Los créditos F.I.R.E. serán otorgados en Dólares Norteamericanos, al Intermediario

financiero y éste cubrirá preferentemente los costos en soles.

El esquema de financiamiento de acuerdo al F.I.R.E. será:

|                                 |            |                |
|---------------------------------|------------|----------------|
| Capital propio y de accionistas | 30%        | \$ 73,499.     |
| F.I.R.E.                        | <u>70%</u> | <u>171,498</u> |
| Total:                          | 100%       | 244,997        |

#### 6.2.2. CARACTERISTICAS DE FINANCIAMIENTO.

Los créditos necesarios para el financiamiento de la inversión será otorgados por: Fondo de Inversiones Regionales \$ 171,498  
Tasa de Interés: El F.I.R.E. cobrará del préstamo otorgado en Dólares Norteamericanos, el interés de 13% anual al rebatir por todo concepto, incluyendo comisiones, Intermediario, etc.

Plazos: 5 años incluyendo 1 año de gracia con pagos Trimestrales.

#### 6.3. COSTOS DE PRODUCCION. DIRECTOS E INDIRECTOS.

El costo anual de producción total, se estimará de acuerdo de la siguiente ecuación:

Costo de Manufactura + Gastos Administrativos y de Ventas

Base: 5.2 TM de Producto Final por lote de 24 horas. (Cambio: 1\$ = 4,000)

1) COSTO DE MANUFACTURA.

A) COSTO DE PRODUCCION DIRECTA.

a) Materia Prima.

|                                      |                             |           |
|--------------------------------------|-----------------------------|-----------|
| Cobre metálico                       | = 3216 Kg. x 0.964 \$/Kg. = |           |
|                                      |                             | \$ 3,100  |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (98%) | = 2480 Kg. x 0.064 \$/Kg. = | 159       |
| Sal Industrial                       | = 2950 Kg x 0.070 \$/Kg. =  | 207       |
| HCl (36%)                            | = 265 Kg x 0.148 \$/Kg. =   | 39        |
| NH <sub>3</sub> Líquido              | = 77 Kg. x 0.534 \$/Kg. =   | <u>41</u> |
| Total:                               |                             | \$ 3,546  |

Información: Precios Proporcionados por cada Empresa Productora.

$$\begin{array}{r} \text{\$} \\ \underline{3,546 \text{ \$}} \times 450 \text{ TM} = \text{\$} 306,865 \\ \text{5.2 TM} \quad \text{año} \end{array}$$

Costo anual de Materia Prima 306,865\$/año  
(Incluyendo el flete de transporte).

b) Mano de obra directa (Jornales).

Se necesitarán el siguiente personal obrero por día (8 horas).

| ESPECIFICACION   | NUMERO |
|------------------|--------|
| Tanque Mezclador | 2      |

|  |            |
|--|------------|
| Reactor                                      | 2          |
| Secador                                      | 1          |
| Envasador                                    | 1          |
| Transportador de Materiales<br>y etiquetador | <u>1</u>   |
| Son en total                                 | 7 Hombres. |

$7 \text{ Hombres} \times 0.259 \text{ \$/Homb.} - \text{hr.} \times 24\text{hrs./}$

$1 \text{ lote} \times 1 \text{ lote/5.2TM} \times 450 \text{ TM/año} =$

$\$ 3,766$

Costo de mano de obra directa al año

$\$ 3,766.$

c) Mantenimiento.

El costo de mantenimiento de la Industria, según las normas establecidas para plantas Químicas, se ha tomado el 2% de la inversión Fija.

$139,009 \times 0.02 = \$ 2780$

d) Servicios Auxiliares.

La energía eléctrica se utilizará de la Hidroeléctrica del Mantaro, y se necesita:

$112.33 \text{ Hp} \times 0.75 \text{ Kw/ Hp} \times 24\text{hrs./lote} = 2,022 \text{ kw-hr}$  y un 10%

lote

de éste valor para el resto del edificio.

$(2,022 + 202.2) \text{ Kw-Hr/lote} \times 1 \text{ lote}/5.2$

$\text{TM} \times 0.081 \text{ \$/Kw-Hr} \times 450 \text{ TM/año} = \$15,601$

Agua:  $8,500 \text{ m}^3 \times 30 \text{ \$/m}^3 = \underline{2,550}$

Costo total de servicios Auxiliares  $\$18,151$

e) Suministros Varios.

El envasado necesitará la siguiente cantidad de bolsas de embalaje.

13,333 bolsas de 30 Kgr. con Etiqueta de Especificación

800 bolsas de 24 Kgr. con Etiqueta de Especificación

30,000 bolsas de 1 Kgr. con Etiqueta de Especificación

Bolsas de Pre-embalaje =  $13,333 \text{ bol.} \times 0.172 \text{ \$} = 2,293$

bol.

Bolsas de embalaje =  $13,333 \text{ bol} \times 0.21 \text{ \$} = 2,800$

bol.

Bolsas de envasado =  $800 \text{ bol} \times 0.21 \text{ \$} = 168$

bol.

Bolsas de envasado =  $30,000 \text{ bol} \times 0.069 \text{ \$} = 2,070$

bol.

Costo total de envases por año  $\$ 7,331.$

Costo total de producción directa. (La suma de los encisos a, b,c,d,e,) =  $338,83 \text{ \$/año}$

B) Cargas Fijas:

(Leyes sociales seguros, amortizaciones y - depreciación):

Beneficios sociales: Según las normas establecidas es el 16.5% del costo del labor - (M.O.D. + M.O.IN.)

$(3,760 + 13,086) \times 0.165 = 2,780 \text{ \$/año.}$

Depreciación:

Edificio (3%).

$34,246 \times 0.03 = 1,027 \text{ \$/año.}$

Maquinarias y equipos:

9.09% del costo total del equipo instalado.

$97,416 \times 0.0909 = \underline{8,855 \text{ \$/año}}$

Total depreciación: 9,882 \\$/año

Cargas fijas anuales: \$ 12,662

C) GASTOS GENERALES DE PLANTA:

Este rubro comprende básicamente los aspectos referidos

- Seguridad Industrial principalmente.
- Facilidades de almacenamiento.
- Superintendencia de planta.
- Comunicación.
- Investigación y desarrollo, etc., se ha -  
convenido estimar este rubro en 1% de la

inversión fija.

139,009 x 0.01 = \$ 1,390

Costo de manufactura: A + B + C= \$ 338,893

12,662

1,390

\$ 352,945.

## 2) GASTOS ADMINISTRATIVOS Y DE VENTAS.

Presentan aquellos gastos que involucran labores del personal gerencial y administrativo en general, así como gastos y personal de ventas (M.O.IN.)

| ESPECIFICACIONES   | NUMERO  | SUELDO  |       |
|--------------------|---------|---------|-------|
|                    |         | MENSUAL | ANUAL |
|                    |         | \$      | \$    |
| Gerente            | 1(Hrs.) | 18.4    | 221   |
| Ingeniero Químico  | 1       | 241.0   | 2,892 |
| Contador           | 1(Hrs.) | 20.7    | 248   |
| Jefe de Ventas     | 1       | 138.0   | 1,656 |
| Secretaria         | 1       | 103     | 1,236 |
| Despachadores y    |         |         |       |
| Recibidores        | 2       | 86.2    | 2,069 |
| Portero            | 1       | 138     | 1,656 |
| Laboratorio (Super |         |         |       |
| visor)             | 1       | 138     | 1,656 |



| ESPECIFICACIONES                        | NUMERO | SUELDO  | SUELDO        |
|---|--------|---------|---------------|
|   |        | MENSUAL | ANUAL         |
|   |        | \$      | \$            |
| Mecánico                                | 1      | 121     | <u>1,452</u>  |
| Gastos Administrativos y de Ventas      |        |         | \$ 13,086     |
| Costo total de producción anual: 1 + 2: |        |         | 352,945       |
|   |        |         | <u>13,086</u> |
|   |        |         | \$ 366,031    |

RESUMEN:

1) Costos Directos:

|                         |              |
|-------------------------|--------------|
| Materia Prima           | 306,865      |
| envases                 | 7,331        |
| Mano de Obra Directa    | <u>3,766</u> |
| Costos directos anuales | 317,962      |

2) Costos Indirectos o gastos de fabricación

|                            |              |
|----------------------------|--------------|
| Mano de Obra Indirecta     | 13,086       |
| Gastos Indirectos:         |              |
| Energía eléctrica          | 15,601       |
| Agua                       | 2,550        |
| Mantenimiento              | 2,780        |
| Cargas Fijas               | 12,662       |
| Gastos generales de Planta | <u>1,390</u> |
| Costos Indirectos anuales  | \$48,069     |

Costo total de producción:

(Costos directos + costos indirectos)

$$317,962 + 48,069 = \$ 366,031.$$

COSTOS FIJOS Y VARIABLES.

| Item                                      | Costo   | Costo       | TOTAL   |
|---|---------|-------------|---------|
|   | Fijo \$ | Variable \$ | \$      |
| 1. Materia Prima                          |         | 306,865     | 306,865 |
| 2. Mano de Obra Direc.                    |         | 3,766       | 3,766   |
| 3. Mantenimiento                          | 2,780   | - - -       | 2,780   |
| 4. Servicios Auxiliares                   |         | 18,151      | 18,151  |
| 5. Envases                                |         | 7,331       | 7,331   |
| 6. Cargas fijas                           | 12,662  | - - -       | 12,662  |
| 7. Gastos Generales<br>de planta.         | 1,390   | - - -       | 1,390   |
| 8. Gastos Administra<br>tivos y de ventas | 13,086  | - - -       | 13,086  |
| TOTAL                                     | 29,918  | 336,113     | 366,031 |

$$\text{Costo variable Unitario} = \frac{336,113 \$}{450 \text{ TM}} = 746.92 \$/\text{TM}$$

6.3.1. PUNTO DE EQUILIBRIO.

Se ha calculado el punto de equilibrio de la empresa para el 1º, 2º y 10º años res -

pectivamente, tomando en función los porcentajes de utilización de la capacidad instalada por año.

De acuerdo a la definición del punto de equilibrio, los ingresos totales (IT) deberán ser iguales a los costos totales (CT):

Se tiene:

$$IT = P \times Q$$

Donde: P = Precio de producto total \$/TM

Q = Toneladas métricas de producto final

CVu= Costo variable unitario del producto final.

$$P = 1,200\$/TM.$$

$$CVu = 746.92\$/TM.$$

$$CF = \$ 29,918$$

Como: IT = CT, la cantidad de toneladas métricas en el punto de equilibrio, se hallará mediante la ecuación:

$$Q = \frac{CF}{P - CVu} = \frac{\$ 29,918}{(1,200 - 748)\$/TM} = 66.19 \text{ TM.}$$

El punto de equilibrio para el 1º año estará en los % Capacidad =  $\frac{66.19 \times 100}{360} = 18.39\%$

360

$$n \$ = 66.19 \times 1200 \$/TM. = \$ 79,428$$

El punto de equilibrio para el 3º año es:

$$Q = \frac{\$ 29.918}{(1,200 - 746.98)\$/TM} = 66.04 \text{ TM.}$$

$$\% \text{ Capacidad} = \frac{66.04 \text{ TM}}{445.5 \text{ TM}} \times 100 = 14.82\%$$

$$n \$ = 66,04 \text{ TM} \times 1,200 \$/TM. = \$79,248$$

El punto de equilibrio para el 10º año será:

$$Q = \frac{\$ 29,918}{(1,200 - 746.92) \$/TM.} = 66.03 \text{ TM.}$$

$$\% \text{ Capacidad} = \frac{66.03 \text{ TM.}}{450 \text{ TM}} \times 100 = 14.67\%$$

$$n \$ = 66.03 \text{ TM} \times 1,200 \$/TM. = \$ 79,236$$

#### DETERMINACION GRAFICA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

Es deducida en base de la ecuación de una línea recta de la forma:

$$Y = mX + K$$

Donde:

Y = Es la variable dependiente y representa el costo total.

X = Es la variable independiente y representa el volumen de la producción.

m = Representa el componente variable o cambio de costo, es la pendiente.

K = Valor constante, representa la componente del costo fijo.

Como principio para poder graficar se asume,  $Y = X$ , cuando la planta no produce se tiene  $Y = X$ , al comenzar la producción la recta de costo variables es:

$Y = mX$ , donde el valor de m será:

$$m = \frac{\text{Costo variable (total)}}{\text{Ventas correspondientes}}$$

Por lo tanto:

$$m = \frac{336,113 \$}{557,600 \$} = 0.603 \text{ y la recta será:}$$

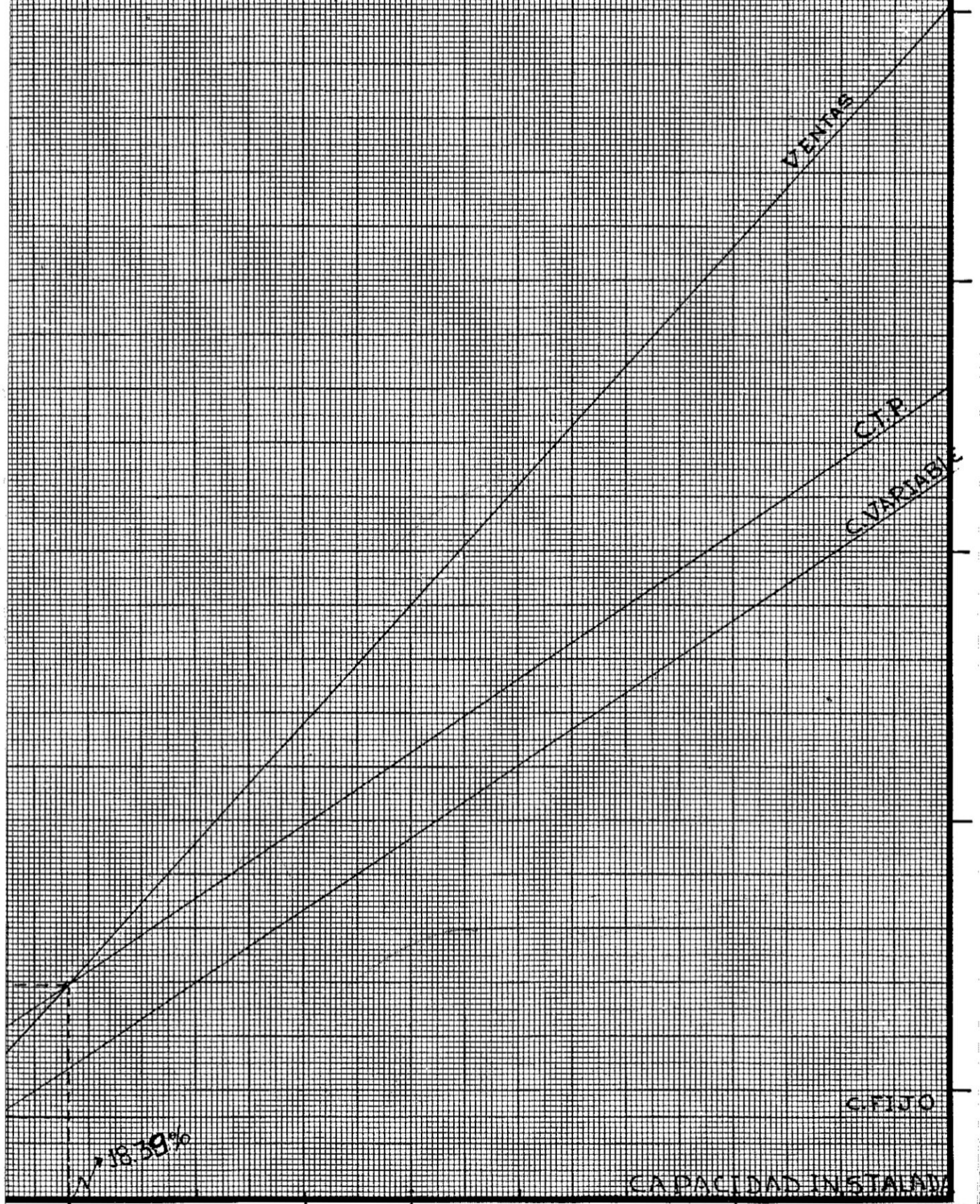
$$Y = 0.6X + 29,918, \text{ para el último año.}$$

#### 6.4. INGRESOS.

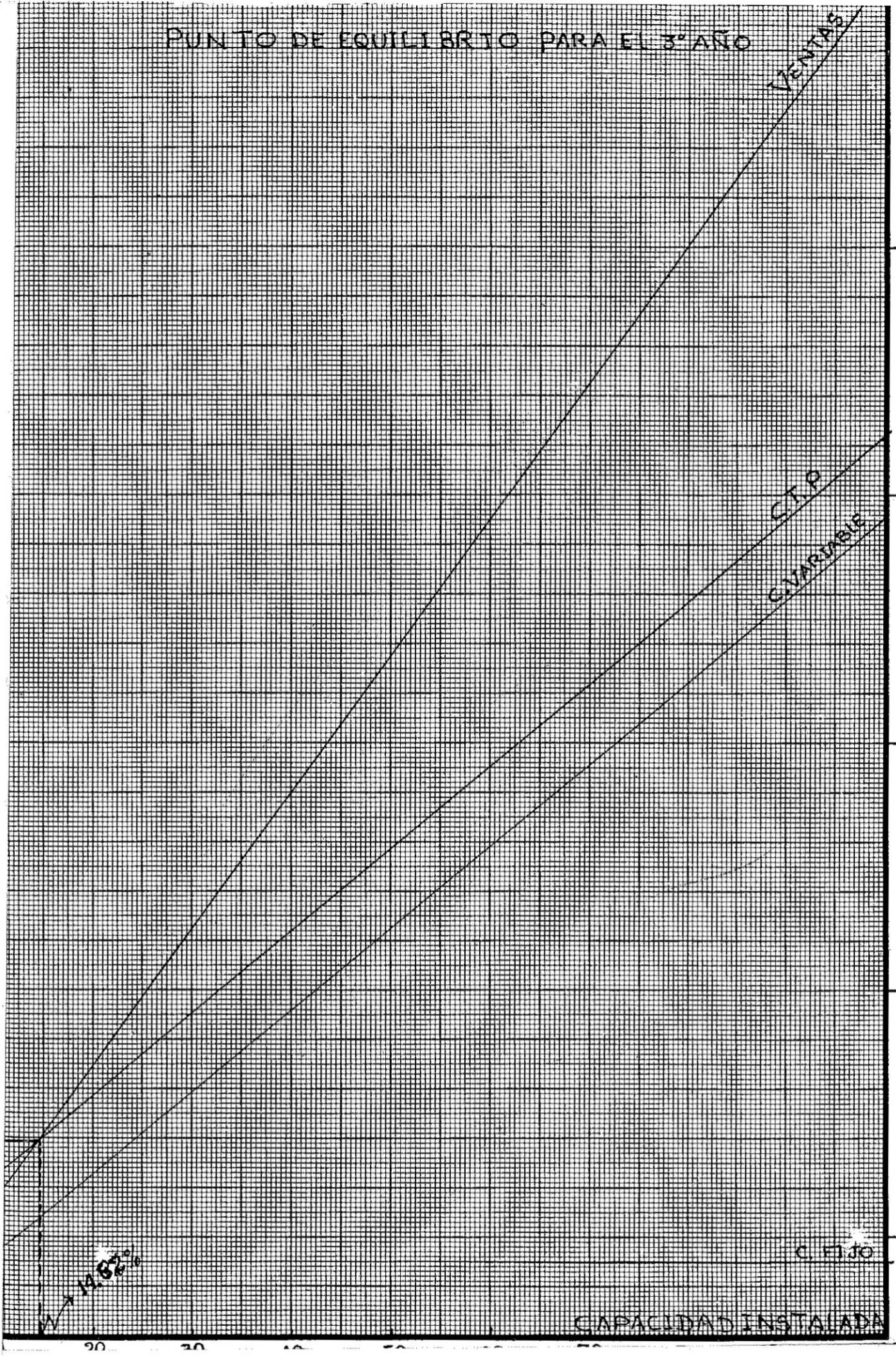
Los ingresos efectivos correspondientes son las ventas netas de cada año realizadas para el proyecto agregándose a ellos los beneficios de CERTEX y Descentralización.

#### 6.5. EGRESOS.

# PUNTO DE EQUILIBRIO PARA EL 1º AÑO



# PUNTO DE EQUILIBRIO PARA EL 3° AÑO

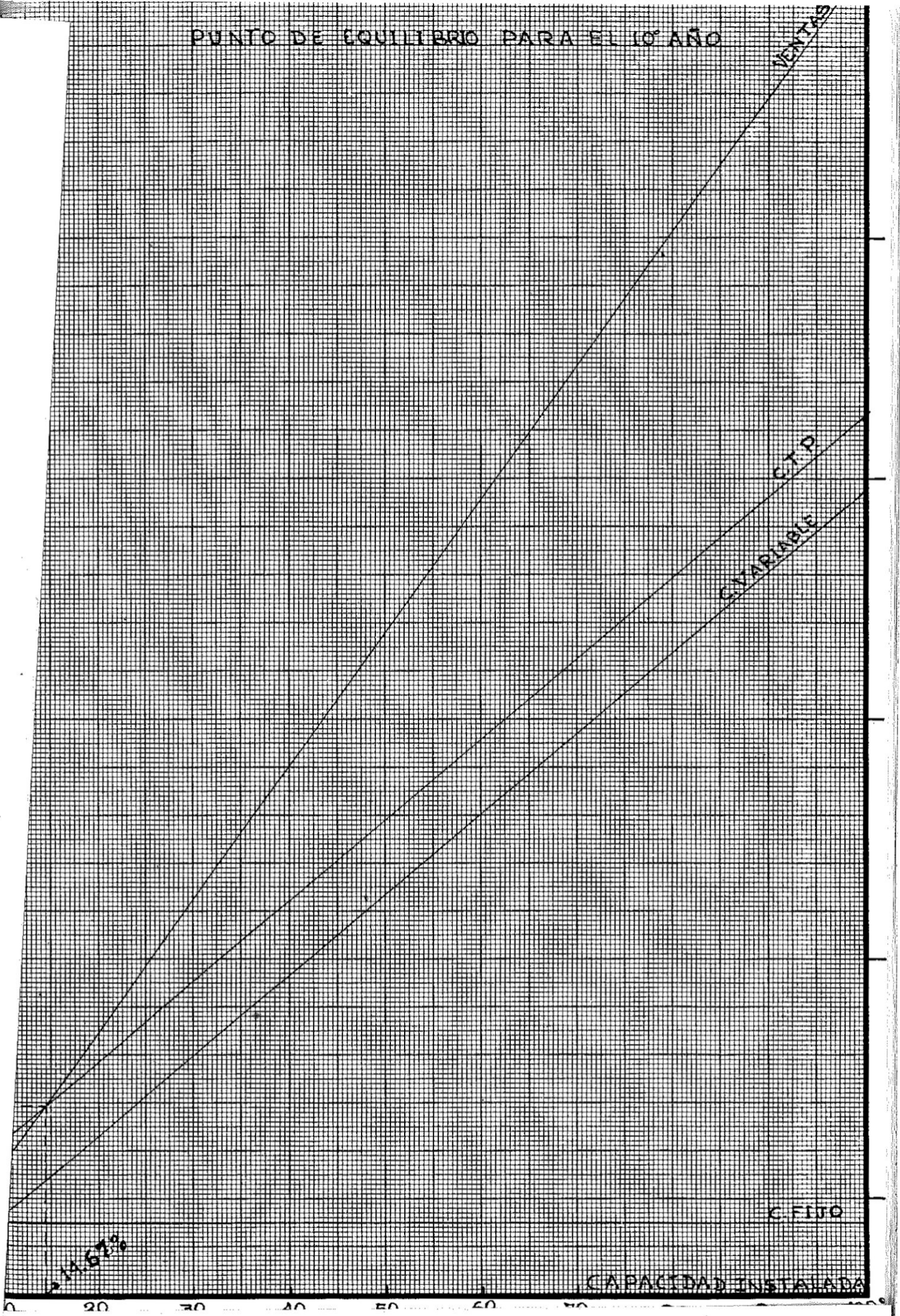


$11.62\%$

C. FIJO

CAPACIDAD INSTALADA

# PUNTO DE EQUILIBRIO PARA EL 10° AÑO



11.67%

CAPACIDAD INSTALADA



Los egresos efectivos corresponden a los costos - de producción anual, sin depreciación, más otros egresos como material de embalaje, gastos administrativos y de ventas, egresos por distribución de utilidades, investigación tecnológica e impuestos.

Se ha asumido que éstos gastos se cancelan - en el respectivo año de operación. Los ingresos y egresos se presentan en los cuadros Nº 18 y 21 respectivamente.

#### 6.6. ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS.

Ventas netas. Se considera que las ventas de cada año son cobrados en el mismo año, de ésta forma se tendría los ingresos totales desde \$446,080 equivalente a S/.1,784'320,000 en el primer año - hasta \$ 557,600 equivalente a S/.2,230'400,000 en el último año, ver Cuadro Nº 17.

Costo de Producción. Es el costo de manufactura más los gastos generales, como se puede apreciar en el cuadro Nº 17A.

Utilidad Bruta o de operación. Está definida como la diferencia entre el valor de las ventas y - el costo total de producción.

Utilidad Neta o imponible. Resulta de restar a -

la utilidad bruta ( los gastos financieros más las deducciones establecidas por la ley de Industrias).

D.L. 18350:

Art. 21 10% Por distribución de Utilidades

Art. 24 15% Para la comunidad Industrial.

Art. 15 2% Para la investigación tecnológica.

Los gastos Financieros. Corresponden a los intereses de los préstamos para financiar la inversión inicial del proyecto agregándose la comisión, garantía de los intermediarios.

Impuesto a la Renta. Se aplicarán el monto imponible a la escala Vigente que se muestra: Cambio 1\$=4000S/.

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| Hasta \$ 770                   | 20% |
| De 770 \$ a \$ 3,850           | 30% |
| De \$ 3,850 a \$ 384,615       | 35% |
| De \$ 384,615 a \$ 769,230     | 40% |
| De \$ 769,230 a \$ 3'846,150   | 45% |
| De \$ 3'846,150 a \$ 7'692,300 | 50% |
| De \$ 7'692, a más             | 55% |

Utilidad Retenida. Resulta de restar a la Utilidad imponible los impuestos a la renta.

El estado de Pérdidas y Ganacias para el flujo económico y financiero se muestra en los cua -

dros N° 17, 20, 23 y 26.

#### 6.7. FLUJO DE CAJA.

Es la utilidad que se obtiene restando los ingresos con los egresos, es decir es el flujo que - vuelve a la empresa por concepto de utilidades netas. Por consiguiente es importante para discu - rrir en que fecha la empresa requiere aportacio - nes Bancarias o aportaciones de sus Socios, así - mismo puede demostrar el volumen de préstamo necesario y cuando va ha ser cancelados.

El flujo de caja proyectado se muestra en los cuadros N° 18, 21, 24 y 27.

#### 6.8. TASA INTERNA DE RETORNO ECONOMICO Y FINANCIERO.

##### 6.8.1. LA TASA INTERNA DE RETORNO ECONOMICO(T.I. R.E.)

La tasa interna de retorno económico tiene por objeto de medir la bondad del proyecto independientemente de la forma como es di - nanciado (sin financiamiento).

Para tal efecto se compara el flujo - de caja generada por el proyecto con la In

versión inicial total.

La TIRE para el proyecto es del 35.98% como se muestra en el cuadro N° 19.

#### 6.8.2. LA TASA INTERNA DE RETORNO FINANCIERO (T.I. R.F.)

La TIRF., tiene por finalidad de medir el rendimiento financiero de la inversión del proyecto.

Se compara en este caso, el capital social (aporte propio) y los saldos de caja después del pago de la deuda.

El resultado de éstos análisis, da una rentabilidad para el proyecto de 50.70%, como se muestra en el cuadro N° 22.

#### 6.8.3. ANALISIS DE SENSIBILIDAD.

INGRESOS CON CERTEX. El producto en estudio es considerado como de exportación No-tradicional y según las leyes vigentes tiene un reintegro tributario por exportación (CERTEX) del 15% y un 10% de beneficio por

descentralización.

Además está afecto a un pago del 10% de los beneficios por CERTEX, para la municipalidad del sector donde está; y un 2% - para el fondo de exportación (FOPEX).

Los resultados de éste análisis son:

|                  |        |
|------------------|--------|
| Flujo Económico  | 54.65% |
| Flujo Financiero | 102.0% |

Calculados a partir de los flujos de caja y estados de pérdidas y ganancias que aparecen en los cuadros Nº 23, 24, 25, 26, 27 y 28.

#### 6.9. VALOR ACTUAL NETO.

Es el valor que se basa en el flujo de caja.

Para su cómputo se hace conociendo el costo de ca capital (inversión total y Capital social), teniendo en cuenta la estructura deuda-capital que es - del 70-73% respectivamente; sabiendo que el:

$$V.A.N.E = - I + BN.FAS_{r,t.} \text{ y el}$$
$$V.A.N.F. = V.A.N.E. + P \left\{ 1 - \left[ \frac{(1-i)^n \cdot i}{(1+i)^n - 1} \cdot \frac{(1+r)^n - 1}{(1+r)^n \cdot r} \right] \right\}$$

CALCULO DE LA TASA DEL VALOR ACTUAL NETO.

La tasa del valor actual neto se calcula de la siguiente manera:

$$Kc = \% i \times \frac{\text{deuda}}{\text{Inv. total}} + \% \text{ Ap. propio} \times \frac{\text{Aporte propio}}{\text{Inver. total}}$$

$$Kc = 13 \times 70 + 8 \times 30 = 11.5\%$$

$$V.A.N.E. = \frac{\sum FE}{(1 + Kc)^n} - I_0$$

$$V.A.N.E. = 552,497 - 245,000 = \$307,487$$

CALCULO DE LA TASA DEL APORTE PROPIO

La tasa del aporte propio es del 8%

$$Kap. = 8\%$$

$$V.A.N.F. = \frac{\sum Ff}{(1 + Kap)^n} - \text{Aporte propio}$$

$$V.A.N.F. = 403,739 - 73500 = 330,239 \text{ dólares}$$

y los resultados para el análisis de sensibilidad se tiene:

$$V.A.N.E. = \$ 536,050$$

$$V.A.N.F. = \$ 620,880$$

Los resultados que se obtienen son:

V.A.N.E. = \$ ~~307,487~~ (S/. 1,106'080,000)

V.A.N.F. = \$ ~~330,239~~ (S/. 1,340'824,000)

Y los resultados para el análisis de sensibilidad se tiene:

V.A.N.E. = \$ 536,050 (S/. 2,144'200,000)

V.A.N.F. = \$ 620,880 (S/. 2,483'520,000).

## VII. CONCLUSIONES

Luego de considerar los factores más importantes del Proyecto de Pre-factibilidad se llega a las siguientes conclusiones:

1. El proyecto está orientado a satisfacer las necesidades del mercado exterior (80%) y nacional (20%) de la capacidad instalada.
2. La relación histórica del consumo en el mercado exterior del oxiclорuro de cobre, refleja el ingreso de divisas para el País.
3. Según las proyecciones estimadas para 1993, se llegaría a alcanzar un consumo de 1,291 T.M. y que sólo tomando en cuenta el 35% de la demanda total - justificaría la implementación de una planta para la producción del oxiclорuro de cobre de un tamaño de 450 T.M./año.
4. La tecnología ha emplearse en el presente proyecto, es de óptimo rendimiento técnico-económico, además no es compleja, todo lo contrario es simple y sólo requiere de maquinaria y equipos de fabricación nacional y ofrece la ventaja de su fácil uso y no requiere de mano de obra especializada.
5. El producto producido en la región, es un aliciente para los agricultores, porque, es una fungicida



- altamente eficaz para combatir en forma económica, y se presenta en mejores condiciones para su exportación y consumo Nacional.
6. Económicamente, es una buena inversión ya que los costos fijos son moderados, no requieren de grandes capitales de inversión, lo que hace que el proyecto puede financiarse con capitales nacionales, y que la producción tiene un mercado exterior e interior, que puede absorberle íntegramente.
  7. El precio de venta de S/.6,200 (\$1.552/Kgr.), puesta en planta compite ventajosamente en mercado nacional y regional.
  8. El precio de venta de 1,322 \$/TM., puesta a bordo (FOB), también compite ventajosamente en el mercado exterior.
  9. La calidad del producto por ser elaborada por una tecnología renovada compite ya sea en el mercado nacional e internacional.
  10. El punto de equilibrio nos muestra el margen aceptable que tenemos para reducir la producción por alguna circunstancia sin ocasionar pérdidas económicas.
  11. Los estados de pérdidas y ganancias proyectados nos muestran que la empresa tendrá utilidades durante la vida útil del proyecto.

12. La evaluación económica nos dará una T.I.R.E. de - 35.98% y una T.I.R.F. de 50.72%; y para el análisis de sensibilidad con CERTEX, nos dará una T.I.R.E. de 54.65% y una T.I.R.F. de 102.0%.
13. Socialmente crea nuevas fuentes de trabajo, solucionando así el desempleo y la centralización que hay en el país.
14. Contribuiría el incremento de las reservas de divi sas fortaleciendo así nuestra economía, que son factores preponderantes de ser considerados.

## I. RECOMENDACIONES.

1. Por ser un proyecto altamente rentable recomiendo que se realice el estudio de factibilidad, por cuanto el presente trabajo demuestra la viabilidad y posibilidad de implementarse el proyecto de fabricación del oxiclорuro de cobre, con un tamaño de planta de 450 TM anuales, ya que independientemente al aspecto técnico, los resultados económico financiero justificarían dicha implementación.
2. Se recomienda promover el proyecto, principalmente entre los productores de  $H_2SO_4$ , sal industrial, cobre, amoníaco, a fin de que puedan realizar una integración vertical.
3. Recomiendo al Ministerio de Comercio Exterior para hacer una evaluación confiable en el mercado exterior.

IX. BIBLIOGRAFIA.

- CHEMICAL ENGINNERING  
Mayo 1976  
Selección de sistemas de a  
gitación para suspender só  
lidos en líquidos.
- VILBRANT  
Diseño de plantas Industria  
les.
- HIDROSTAL S.A.  
Catálogo de listas de bom-  
bas.
- ANUARIO ESTADISTICO INDUSTRIAL DEL PERU  
Ministerio de Hacienda y -  
Comercio.
- ANUARIO ESTADISTICO DE COMERCIO EXTERIOR.  
Ministerio de Comercio Ex-  
terior.
- INSTITUTO NACIONAL DE PLANIFICACION.  
Normas para elaborar Pro -  
yectos.
- JHON PERRY  
Manual del Ingeniero Quími  
co.
- CENTRO DE ESTADISTICA NACIONAL Y COMERCIO.  
Comercio Internacional.
- IPOSIN BUCAREST.  
Hongos en la agricultura
- EKSARHO VALENTIN  
Tablas y gráficos para cál  
culos de instalaciones In-  
dustriales.

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| MUTHER RICHARD                       | Distribución en planta.  |
| LEY GENERAL DE INDUSTRIAS            | Decreto Ley 18350.   |
| BIP/OEA. CICOM                       | Proyecto de prefactibilidad para exportar.   |
| FREAR DONAL                          | Fungicidas.  |
| A.I.CH.E.J.1967                      | Cinética de sistemas reactivos complejos isotérmicas y de primer orden comprendiendo tres componentes. |
| CHEMICAL ENG. PROGRESS, OCTUBRE 1951 |  |
|                                      | Diseño de discos atomizados.   |
| MASTERS K.                           | Spray Drying.  |
| PERU CONACO (LIMA)                   | Promoción de exportaciones no tradicionales, ley y <u>re</u> glamento debidamente sumillado.           |
| PRIMO YUFRA                          | Fungicidas ITINTEC 3049.   |
| PERU ADEX                            | Directorio de exportación.   |
| BIP/OEA/CICOM                        | Elaboración y desarrollo de proyecto de exportación.   |
| BIP/OEA/CICOM                        | Información comercial e <u>in</u> vestigación de mercado internacional.                                |

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| IBARRA PANIZO                   | Proyecto de una planta para sulfato de amonio.                  |
| INDUSTRIA Y COMERCIO DE ECUADOR | Fungicidas "centro de desarrollo de Quito".                     |
| FREAR DONALD E.N.               | Chemistry of insecticides and fungicides.                       |
| SCHARRER KARL                   | Química Agrícola.   |
| BIP/OEA/CICOM                   | Investigación de mercado de exportación.                        |
| CHEMICAL ENGINEERING 1955       |   |
| MAC GRAW HILL BOOK Co.          | Cost estimation aries and Newton.                               |
| BATRUIN                         | Técnicas básicas de Ingeniería.                                 |
| CORRONS PRIETO LUIS             | Técnicas de Ingeniería y Tecnología en la producción.           |
| DIXON JHON R.                   | Diseño en ingeniería, inventiva, análisis y toma de decisiones. |
| MUTHER RICHARD                  | Distribución en planta, procesos de fabricación.                |
| ITINTEC 319                     | Cloruros y oxiclорuros.   |
| SHERWOOD TOMAS KILGORES         | A Corse in process desig.                                       |
| FROMENT GILBERT                 | Chemical reactor analysis                                       |

|                  |                            |
|------------------|----------------------------|
| INDEX            | and desing                 |
|                  | International Critical Ta- |
|                  | bles of Numeral data.      |
| ARIES ROBERTS    | Chemical engineering cost  |
|                  | estimation                 |
| MURRA P. SPIEGEL | Estadística.               |

ESTADO DE PERDIDA Y GANANCIA PARAMEL FLUJO ECONOMICO

CIFRAS MILES DEDOLARES

| AÑOS                  | 1      | 2      | 3     | 4     | 5-10  |
|-----------------------|--------|--------|-------|-------|-------|
| Ventas Netas          | 446.11 | 501.8  | 552.0 | 557.7 | 557.6 |
| Costo de producción   | 298.3  | 332.7  | 362.7 | 366.0 | 366.0 |
| Utilidad de operación | 147.8  | 169.1  | 189.3 | 191.6 | 191.6 |
| Ley de Industrias     | 39.91  | 45.66  | 51.1  | 51.1  | 51.1  |
| Utilidad Imponible    | 107.89 | 123.44 | 138.2 | 139.9 | 139.9 |
| Impuesto a la Renta   | 37.76  | 43.2   | 48.4  | 48.97 | 48.97 |
| UTILIDAD RETENIDA     | 70.13  | 80.2   | 89.8  | 90.9  | 90.9  |

Ley de Industrias: 10% Trabaj. 14.78  
 15% Comun. 22.17  
 2% Invest. 2.96  
 39.91

Impuesto a la renta 35%



ESTIMACION DEL COSTO DE PRODUCCION

| CIFRAS DOLARES             | 1       | 2       | 3       | 4       |
|----------------------------|---------|---------|---------|---------|
| FACTOR DE UTILIZACION      | 0.8     | 0.9     | 0.99    | 1.00    |
| MATERIA PRIMA              | 245,492 | 276,179 | 303,797 | 306,865 |
| MANO DE OBRA DIRECTA       | 3,766   | 3,766   | 3,766   | 3,766   |
| MANTENIMIENTO              | 2,780   | 2,780   | 2,780   | 2,780   |
| SERVICIOS AUXILIARES       | 14,521  | 16,336  | 17,970  | 18,151  |
| ENVASES                    | 5,623   | 6,477   | 7,246   | 7,331   |
| CARGAS FIJAS               | 12,662  | 12,662  | 12,662  | 12,662  |
| GASTOS GENERALES DE P.     | 1,390   | 1,390   | 1,390   | 1,390   |
| GASTOS ADMINISTRATIVOS     | 13,086  | 13,086  | 13,086  | 13,086  |
| GASTOS DE PRODUCCION TOTAL | 298,320 | 332,676 | 362,697 | 366,031 |
| COSTO UNITARIO \$/TM       | 831     | 821.4   | 814.13  | 813.4   |

ESTIMACION DEL COSTO DE PRODUCCION SIN DEPRECIACION

|                            |         |         |         |         |
|----------------------------|---------|---------|---------|---------|
| MATERIA PRIMA              | 245,492 | 276,179 | 303,797 | 306,865 |
| MANO DE OBRA DIRECTA       | 3,766   | 3,766   | 3,766   | 3,766   |
| MANTENIMIENTO              | 2,780   | 2,780   | 2,780   | 2,780   |
| SERVICIOS AUXILIARES       | 14,521  | 16,336  | 17,970  | 18,151  |
| ENVASES                    | 5,623   | 6,477   | 7,246   | 7,331   |
| CARGAS FIJAS               | 2,780   | 2,780   | 2,780   | 2,780   |
| GASTOS GENERALES DE PLANTA | 1,390   | 1,390   | 1,390   | 1,390   |
| GASTOS ADMINISTRATIVOS     | 13,086  | 13,086  | 13,086  | 13,086  |
| COSTO TOTAL DE PRODUCCION  | 289,438 | 322,794 | 352,815 | 356,149 |

CUADRO Nº 18

FLUJO DE CAJA PROYECTADA PARA LA EVALUACION ECONOMICA

Cifras: Miles de Dólares

| AÑOS                       | 1     | 2     | 3     | 4      | 5-10   |
|----------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|
| I. Ingresos                |       |       |       |        |        |
| Ventas Netas               | 446.1 | 501.8 | 552   | 557    | 557    |
| II. Egresos                |       |       |       |        |        |
| Costo de Producción        | 270.7 | 303.2 | 332.5 | 335.7  | 335.7  |
| (-) Depreciación           |       |       |       |        |        |
| Material de embalaje       | 5.6   | 6.5   | 7.3   | 7.3    | 7.3    |
| Gastos Administrativos     | 13.1  | 13.1  | 13.1  | 13.1   | 13.1   |
| Ley de Industrias          | 38.91 | 45.66 | 51.1  | 51.1   | 51.1   |
| Impuesto a la Renta        | 37.76 | 43.2  | 48.4  | 48.97  | 48.97  |
| TOTAL :                    | 367.1 | 411.7 | 452.4 | 456.2  | 455.8  |
| SALDO DE CAJA O FLUJO NETO | 79.0  | 90.14 | 99.6  | 100.83 | 100.83 |

DETERMINACION DE LA T.I.R. ECONOMICO DEL PROYECTO

| AÑOS | FLUJO NETO | FLUJO DE CAJA ACTUALIZADO (DESCONTADO) MILES DE DOLARES |           |       |        |        |        |
|------|------------|---|-----------|-------|--------|--------|--------|
|      |            | 13%   |           | 30%   | 35%    | 36%    | 35.98% |
|      |            | Sppwf   | Beneficio |       |        |        |        |
| 0    | (245)      | (1.0)   | (245)     | (245) | (245)  | (245)  | (245)  |
| 1    | 79.0       | 0.88496   | 69.91     | 61.46 | 59.185 | 58.09  | 59.096 |
| 2    | 90.14      | 0.78315   | 70.6      | 53.73 | 49.82  | 48.73  | 48.75  |
| 3    | 99.6       | 0.60305   | 69.03     | 45.65 | 40.765 | 39.58  | 39.61  |
| 4    | 100.83     | 0.61332   | 61.84     | 35.43 | 30.47  | 29.41  | 29.49  |
| 5    | 100.83     | 0.54276   | 34.73     | 27.26 | 22.57  | 21.67  | 21.68  |
| 6    | 100.83     | 0.43032   | 48.43     | 20.97 | 16.72  | 15.94  | 15.95  |
| 7    | 100.83     | 0.42506   | 42.86     | 16.13 | 12.38  | 11.72  | 11.72  |
| 8    | 100.83     | 0.3762  | 37.93     | 12.41 | 9.17   | 8.61   | 8.62   |
| 9    | 100.83     | 0.33288   | 33.56     | 2.54  | 6.79   | 6.83   | 6.34   |
| 10   | 100.83     | 0.29459   | 29.70     | 7.34  | 5.03   | 4.65   | 4.66   |
| VAN  |            |   | 273.59    | 44.9  | 7.91   | -0.004 | 0.000  |

VANE (13%) = 276.52

TIRE = 35.98%

RETORNO DE LA INVERSION =  $\frac{\text{INVERSION TOTAL}}{245} = 3.49$  años  
 UTILIDAD RETENIDA 70.13

Significa que trabajando al 88% de la capacidad de planta por año pasarán 3 años y medio para devolver el capital en base de la utilidad neta.

CUADRO Nº 20

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS PARA EL FLUJO FINANCIERO

Cifras: Miles de Dólares

| AÑOS                | 1     | 2     | 3           | 4     | 5     | 6     | 7-10  |
|---------------------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|-------|
| Ventas Netas        | 446.1 | 501.8 | 552.0       | 557   | 557   | 557   | 557   |
| Costo de Producción | 298.3 | 332.7 | 362.7       | 366.0 | 366.0 | 366.0 | 366.0 |
| Utilidad Bruta      | 147.8 | 169.1 | 189.3       | 191.0 | 191   | 191.0 | 191.0 |
| Gastos Financieros  | 89.2  | 80.8  | <b>58.5</b> | 36.2  | 13.9  | ---   | ---   |
| Utilidad Neta       | 58.6  | 88.3  | 130.8       | 154.8 | 177.1 | 191.0 | 191.0 |
| Ley de Industrias   | 15.82 | 23.84 | 35.3        | 41.8  | 47.8  | 51.6  | 51.6  |
| Utilidad Imponible  | 42.78 | 64.46 | 95.5        | 113.0 | 129.3 | 139.4 | 139.4 |
| Impuesto a la Renta | 14.97 | 22.56 | 33.4        | 39.6  | 45.3  | 48.8  | 48.8  |
| Utilidad Retenida   | 27.81 | 41.9  | 62.1        | 73.4  | 84    | 90.6  | 90.6  |

|                   |           |              |
|-------------------|-----------|--------------|
| Ley de Industrias | 10% Trab. | 5.86         |
|                   | 15%       | 8.79         |
|                   | 2%        | <u>1.172</u> |
|                   |           | 15.82        |

CUADRO Nº 21

FLUJO DE CAJA PROYECTADA PARA LA EVALUACION FINANCIERA

Cifras: Miles de Dólares

|                             | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6      | 7-10   |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| I. Ingresos                 |       |       |       |       |       |        |        |
| Ventas Netas                | 446.1 | 501.8 | 552   | 557   | 557   | 557    | 557    |
| II. Egresos                 |       |       |       |       |       |        |        |
| Costo de Producción         |       |       |       |       |       |        |        |
| (-Depreciación)             | 270.7 | 303.2 | 332.5 | 335.7 | 335.7 | 335.7  | 335.7  |
| Material de Embalaje        | 5.6   | 6.5   | 7.3   | 7.3   | 7.3   | 7.3    | 7.3    |
| Gastos Administrativos      | 13.1  | 13.1  | 13.1  | 13.1  | 13.1  | 13.1   | 13.1   |
| Ley de Industrias           | 15.82 | 23.84 | 35.3  | 41.8  | 47.8  | 57.6   | 51.6   |
| Impuesto a la Renta         | 14.97 | 22.56 | 33.4  | 39.6  | 45.3  | 48.8   | 48.8   |
| Total                       | 320.2 | 369.2 | 421.6 | 437.5 | 449.2 | 455.88 | 455.8  |
| FLUJO DE CAJA (Sin Deuda)   | 125.9 | 132.6 | 130.4 | 119.5 | 107.8 | 101.12 | 101.12 |
| DEUDA                       | 89.2  | 123.7 | 101.5 | 79.1  | 56.8  | -----  | -----  |
| FLUJO DE CAJA DESPUES DE LA |       |       |       |       |       |        |        |
| DEUDA                       | 36.7  | 8.9   | 28.9  | 40.4  | 51.0  | 101.12 | 101.12 |

CUADRO Nº 22

DETERMINACION DE LA T.I.R FINANCIERA DEL PROYECTO

| AÑOS | FLUJO NETO | FLUJO DE CAJA ACTUALIZADO (DESCONTADO) MILES DE DOLAES |           |        |
|------|------------|--|-----------|--------|
|      |            | 13%  | 51%       | 50.3%  |
|      |            | Sppwf  | Beneficio |        |
| 0    | (73.5)     | 1.000  | (73.5)    | (73.5) |
| 1    | 36.7       | 0.88496  | 32.48     | 24.42  |
| 2    | 8.9        | 0.78315  | 6.97      | 3.94   |
| 3    | 28.9       | 0.69305  | 20.03     | 8.51   |
| 4    | 40.4       | 0.61332  | 24.78     | 9.92   |
| 5    | 51.0       | 0.54276  | 27.68     | 6.64   |
| 6    | 101.12     | 0.48032  | 48.57     | 8.78   |
| 7    | 101.12     | 0.42506  | 42.98     | 5.84   |
| 8    | 101.12     | 0.37620  | 38.04     | 3.88   |
| 9    | 101.12     | 0.33288  | 33.66     | 2.58   |
| 10   | 101.12     | 0.29459  | 29.79     | 1.72   |
| VAN  |            |  | 231.48    | 0.728  |

TIRF = 50.7%

RETORNO DE LA INVERSION =  $\frac{\text{CAPITAL SOCIAL} = 73.5}{2 \text{ AÑOS}} = 36.7$   
 UTILIDAD NETA 36.7

Significa que trabajando al 80% de la capacidad de planta por año pasarán 2 años para devolver el capital a base de la utilidad neta.

CUADRO Nº 23

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS PARA EL FLUJO ECONOMICO CON CERTEX

Cifras: Miles de Dólares

| AÑOS                         | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ventas (expor.)              | 384   | 432   | 475.2 | 480   | 480   |
| CERTEX 15% V                 | 57.6  | 64.8  | 71.3  | 72    | 72    |
| Des. (CERTEX) 10%V           | 38.4  | 43.2  | 47.5  | 48    | 48    |
| Municipalidad 10% del CERTEX | 9.6   | 10.8  | 11.9  | 12    | 12    |
| Fopex (2% del CERTEX)        | 1.9   | 2.2   | 2.4   | 2.4   | 2.4   |
| CERTEX NETO                  | 84.5  | 90.5  | 104.5 | 105.6 | 105.6 |
| Ventas (Nacional)            | 62.1  | 69.8  | 76.8  | 77.6  | 77.6  |
| Costo de Producción (1)      | 298.3 | 332.7 | 362.7 | 366.0 | 366.0 |
| Utilidad Bruta               | 232.3 | 264.1 | 293.8 | 297.2 | 297.2 |
| Ley de Industrias            | 62.7  | 71.3  | 79.3  | 80.2  | 80.2  |
| Utilidad Imponible           | 169.6 | 193.8 | 214.5 | 217.0 | 217.0 |
| Impuesto a la Renta          | 59.4  | 67.5  | 75.1  | 76.0  | 76.0  |
| UTILIDAD RETENIDA            | 110.2 | 126.3 | 139.4 | 141.0 | 141.0 |

Nota: (1) Incluye gastos Administrativos

Ley de Industrias: 10% Trabaj.

15% comun.

2% invest.

62.72

Impuesto a la Renta 35%

CUADRO Nº 24

FLUJO DE CAJA PROYECTADA PARA LA EVALUACION ECONOMICA CON CERTEX

Cifras: Miles de Dólares

| AÑOS                   | 1     | 1     | 3     | 4     | 5-10  |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| I. Ingresos            |       |       |       |       |       |
| Ventas                 | 116.1 | 501.8 | 552   | 557.6 | 557.6 |
| CERTEX                 | 84.5  | 95.0  | 104.5 | 105.6 | 105.6 |
| Total                  | 530.6 | 596.8 | 656.5 | 663.2 | 663.2 |
| II. EGRESOS            |       |       |       |       |       |
| Costo de Producción    |       |       |       |       |       |
| (- Depreciación)       | 270.7 | 308.2 | 332.5 | 335.7 | 335.7 |
| Material de Embalaje   | 15.6  | 16.5  | 17.3  | 17.3  | 17.3  |
| Gastos Administrativos | 13.1  | 13.1  | 13.1  | 13.1  | 13.1  |
| Ley de Industrias      | 62.7  | 71.3  | 79.3  | 80.2  | 80.2  |
| Impuesto a la Renta    | 59.4  | 67.5  | 75.1  | 76.0  | 76.0  |
| Total                  | 41.5  | 41.6  | 507.3 | 512.3 | 512.3 |
| Saldos Libre o         |       |       |       |       |       |
| Flujo de Caja          | 119.1 | 135.2 | 149.2 | 150.9 | 150.9 |



CUADRO Nº 25  
DETERMINACION DE LA T.I.R. ECONOMICA DEL PROYECTO CON CERTEX

| AÑOS | FLUJO METO | FLUJO DE CAJA ACTUALIZADO (DESCONTADO) MILES DE DOLAES |       |       |        |
|------|------------|--|-------|-------|--------|
|      |            | 13%  | 53%   | 54%   | 54.64% |
|      | Sppwf      | Beneficio  |       |       |        |
| 0    | (245)      | (245)  | (245) | (245) | (245)  |
| 1    | 119.1      | 105.4  | 78.5  | 77.34 | 77.0   |
| 2    | 135.2      | 105.8  | 58.1  | 57    | 56.6   |
| 3    | 149.2      | 103.4  | 41.8  | 40.85 | 40.3   |
| 4    | 150.9      | 92.55  | 27.6  | 26.83 | 26.38  |
| 5    | 150.9      | 81.9   | 18.1  | 17.42 | 17.06  |
| 6    | 150.9      | 72.48  | 11.81 | 11.31 | 11.03  |
| 7    | 150.9      | 64.41  | 7.7   | 7.35  | 7.13   |
| 8    | 150.9      | 56.8   | 5.04  | 4.77  | 4.61   |
| 9    | 150.9      | 50.83  | 3.3   | 3.09  | 2.98   |
| 10   | 150.9      | 44.45  | 2.1   | 2.01  | 1.93   |
| VAN  |            | 532.2  | 9.2   | 2.97  | 0.232  |

Significa que trabajando al 80% de la capacidad de planta por año pasarán 2 años y 3 meses para devolver la inversión a base de la utilidad neta.

VANE (13%) = 36.05  
TIRE = 54.65%  
RETORNO DE LA INVERSION =  $\frac{245}{110.2} = 2.22$  AÑOS

CUADRO Nº 26

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS PARA EL FLUJO FINANCIERO CON CERTEX

Cifras: miles de Dólares

| AÑOS                       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7-10  |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ventas (Exp.)              | 384   | 432   | 475.2 | 480   | 480   | 480   | 480   |
| Certex 15% V               | 57.6  | 64.8  | 71.3  | 72    | 72    | 72    | 72    |
| Desc. (Certex) 10%V        | 38.4  | 43.2  | 47.5  | 48    | 48    | 48    | 48    |
| Municipalidad (10% Certex) | 9.6   | 10.8  | 11.9  | 12    | 12    | 12    | 12    |
| FOPEX (2% del certex)      | 1.9   | 2.2   | 2.4   | 2.4   | 2.4   | 2.4   | 2.4   |
| CERTEX NETO                | 34.5  | 95.0  | 104.5 | 105.6 | 105.6 | 105.6 | 105.6 |
| Ventas (Nacional)          | 62.1  | 69.8  | 76.8  | 77.6  | 77.6  | 77.6  | 77.6  |
| Costo de Producción (1)    | 298.3 | 332.7 | 362.7 | 366   | 366   | 366   | 366   |
| Utilidad Bruta             | 232.3 | 264.1 | 293.8 | 297.2 | 297.2 | 297.2 | 297.2 |
| Costos Financieros         | 89.2  | 80.8  | 58.8  | 36.2  | 13.9  | ----- | ----- |
| Utilidad Neta              | 143.1 | 183.3 | 253.3 | 264.0 | 283.3 | 297.2 | 297.2 |
| Ley de Industrias          | 38.64 | 49.5  | 63.5  | 70.5  | 76.5  | 80.2  | 80.2  |
| Utilidad Imponible         | 104.5 | 133.8 | 171.8 | 190.5 | 106.8 | 217.0 | 217.0 |
| Impuesto a la Renta        | 36.6  | 46.83 | 60.1  | 66.7  | 72.4  | 75.95 | 75.95 |
| UTILIDAD RETENIDA          | 67.9  | 86.97 | 111.7 | 123.8 | 134.4 | 141.1 | 141.1 |

Ley de Industrias 10% Trabaj. 14.3

15% Comun. 21.44

2% Invest. 2.9

38.64

CUADRO Nº 27

FLUJO DE CAJA PROYECTADO PARA LA EVALUACION FINANCIERA CON CERTEX

Cifras: Miles de Dólares

| AÑOS                              | 1      | 2      | 3     | 4     | 5     | 6     | 7-10  |
|-----------------------------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| I. Ingresos                       |        |        |       |       |       |       |       |
| Ventas                            | 446.1  | 501.8  | 552   | 557.6 | 557.6 | 557.6 | 557.6 |
| Certex                            | 84.5   | 98.0   | 104.5 | 105.6 | 105.6 | 105.6 | 105.6 |
| Total                             | 530.6  | 596.8  | 656.5 | 663.2 | 663.2 | 663.2 | 663.2 |
| II. Egresos                       |        |        |       |       |       |       |       |
| Costo de Producción               |        |        |       |       |       |       |       |
| (-Depreciación)                   | 270.7  | 303.2  | 332.5 | 335.7 | 335.7 | 335.7 | 335.7 |
| Material de Embalaje              | 5.6    | 6.5    | 7.3   | 7.3   | 7.3   | 7.3   | 7.3   |
| Gastos Administrativos            | 13.1   | 13.1   | 13.1  | 13.1  | 13.1  | 13.1  | 13.1  |
| Ley de Industrias                 | 38.64  | 49.5   | 63.5  | 70.5  | 76.5  | 80.2  | 80.2  |
| Impuesto a la Renta               | 36.6   | 46.83  | 60.1  | 66.7  | 72.4  | 75.95 | 75.95 |
| Total                             | 364.64 | 419.13 | 476.5 | 493.3 | 505.0 | 512.3 | 512.3 |
| SALDO DE CAJA (SIN DEUDA)         | 165.96 | 177.7  | 180.0 | 769.9 | 158.2 | 150.9 | 150.9 |
| DEUDA                             | 89.2   | 123.7  | 101.5 | 79.1  | 56.8  | ----- | ----- |
| SALDO DE CAJA DESPUES DE LA DEUDA | 76.8   | 54.0   | 78.5  | 90.8  | 101.4 | 150.9 | 150.9 |

CUADRO Nº 28  
DETERMINACION DE LA T.I.R. FINANCIERA PARA EL PROYECTO CON CERTEX

| AÑOS | FLUJO NETO | FLUJO DE CAJA DESCONTADO (ACTUALIZADO) MILES DE DOLARES |           |        |        |        |
|------|------------|---|-----------|--------|--------|--------|
|      |            | 13%   |           |        |        |        |
|      |            | Sppwf   | Beneficio | 100%   | 102.5% | 102%   |
| 0    | (73.5)     | 1.00000   | (73.5)    | (73.5) | (73.5) | (73.5) |
| 1    | 76.8       | .88496  | 67.9      | 37.9   | 38.2   | 37.96  |
| 2    | 54.0       | .78315  | 42.3      | 13.2   | 13.23  | 13.19  |
| 3    | 78.5       | .69305  | 54.4      | 9.45   | 9.52   | 9.48   |
| 4    | 90.8       | .61332  | 55.7      | 5.4    | 5.46   | 5.42   |
| 5    | 101.4      | .54276  | 55.04     | 2.97   | 3.01   | 2.99   |
| 6    | 150.9      | .48032  | 72.48     | 2.18   | 2.22   | 2.20   |
| 7    | 150.9      | .42506  | 64.14     | 1.08   | 1.1    | 1.088  |
| 8    | 150.9      | .37620  | 56.8      | 0.53   | 0.54   | 0.54   |
| 9    | 150.9      | .33288  | 50.23     | 0.3    | 0.27   | 0.27   |
| 10   | 150.9      | .29459  | 44.5      | 0.13   | 0.133  | 0.13   |
| VAN  |            |   | 489.96    | -0.37  | 0.003  | -0.232 |

Significa que tra  
bajando al 80% de  
planta por año pa  
sarán 1 año y 1 mes  
para devolver el  
capital a base de  
la utilidad neta.

T.I.R.F. = 102%

RETORNO DE LA INVERSION:  $\sqrt[73.5]{67.8} = 1.08$  Años