

**Universidad Nacional de Ingeniería**

**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA**

**QUÍMICA Y MANUFACTURERA**



**ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACION  
DE UNA PLANTA DE PENICILINA Y PENICILINAS  
SEMI-SINTETICAS EN EL PERU**

**T E S I S**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO QUIMICO**

**FELIPE GREGORIO NOLASCO RAMIREZ**

**JESUS ELIAS FRANCA CHINCHAY**

**LIMA   ★   PERU   ★   1978**

MI MAS PROFUNDO RECONOCIMIENTO  
A TODOS LOS QUE COLABORARON A  
LA CULMINACION DE MI CARRERA ;  
EN ESPECIAL A MI SRA. MADRE  
ANA RAMIREZ Z.

CON TODO CARIÑO PARA  
MI MADRE RAFAELA Y  
MI TIO JUAN, POR SU  
CONSTANTE APOYO.

## I N D I C E

	<u>PAG.</u>
I : INTRODUCCION	3
II: RESUMEN DEL ESTUDIO	5
III: BENEFICIO SOCIO-ECONOMICO DEL PROYECTO	9
IV: ESTUDIO DE MERCADO	12
V . TAMAÑO Y LOCALIZACION	49
VI: INGENIERIA DEL PROYECTO	64
VII: INVERSIONES	91
VIII: EVALUACION ECONOMICA	97
IX: ORGANIZACION	116
X : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	121
BIBLIOGRAFIA	

## I. INTRODUCCION

## I: INTRODUCCION

Con el presente estudio de pre-factibilidad, preten demos demostrar que es posible la instalación de una planta farmoquímica en el Perú, especializada en Penicilina por fermentación y Penicilinas Semi-sintéticas obtenidas por medios químicos, ambas constituyen materias primas para la elaboración de medicamentos por parte de los laboratorios formuladores.

La planta en cuestión cubriría todo el mercado peruano y parte del mercado del Grupo Andino, teniéndose en cuenta que actualmente Chile ya no pertenece a esta agrupación.

Para el estudio de localización, se ha tomado en cuenta la Ley de Descentralización Industrial, debido a lo cual se ha escogido ciudades fuera de los límites de Lima y Callao, tratándose de aprovechar los recursos que puedan brindar.

La instalación de esta planta, permitirá que personal peruano se especialice en este tipo de industria, considerando la alta técnica y modernización que se empleará.

## II: RESUMEN DEL ESTUDIO

## II: RESUMEN DEL ESTUDIO

### 1. TAMAÑO Y LOCALIZACION DE PLANTA

El tamaño de la planta, basado en la relación Tamaño Mercado y Técnicas e Inversiones es de:

Penicilina "G"	120 TM/Año
Penicilinas Semi-sintéticas	50.5 "

El estudio de la localización de planta se ha hecho en base al análisis de los principales factores que determinan una ubicación industrial.

Según el método de Ponderación de Factores, se ha determinado las zonas de Huancayo y Trujillo, favorables para la instalación para la planta de Penicilinas.

### 2. INGENIERIA DEL PROYECTO

Se menciona el proceso general para la obtención de Penicilina G por fermentación y la obtención de Ampicilina por síntesis química.

Asimismo se hace una relación cualitativa del equipo necesario para el proceso, el terreno y personal necesario para el funcionamiento de la infraestructura.

### 3. INVERSIONES

Del capítulo respectivo, se observa que la inversión total del proyecto asciende a US \$16'680,460 de los cuales un 30% corresponden a capitales nacionales y el 70% restante a capitales extranjeros.

Se ha considerado que la inversión se hará en tres años, tiempo que demora el estudio de factibilidad, la construcción, montaje y puesta en marcha de la planta.

Para el pago y servicio de la deuda, se ha considerado a largo plazo, con un interés anual del 8% al rebatir, 14 años de plazo, con un período de gracia de 4 años.

### 4. EVALUACION ECONOMICA

Se ha hallado el presupuesto de egresos de acuerdo a un plan de producción y el presupuesto de ingresos de acuerdo a un plan de ventas.

Para los egresos, se ha empleado estimados de costos de producción, calculados por expertos en estos antibióticos y para las ventas, el precio de venta se hallado basado en los precios de venta del mercado internacional.

El punto de equilibrio en forma global para ambos tipos de antibióticos es 14 TM.

Se halló el estado de pérdidas y ganancias para el tercer año de producción dando una Utilidad Neta de US\$1'833,583.

La rentabilidad, definida como la relación entre la Utilidad Neta y la Inversión Total es de 11%.

#### 5. ORGANIZACION

Se menciona la estructura de la organización con su respectivo organigrama, así como la descripción de funciones.

### **III: BENEFICIOS SOCIO-ECONOMICOS DEL PROYECTO**

### III: BENEFICIOS SOCIO-ECONOMICO DEL PROYECTO

---

[La instalación de la planta de antibióticos especializada en Penicilinas y Penicilinas Semi-sintéticas, traería consigo beneficios socio-económicos como los siguientes:

1. Como beneficio de alcance nacional, cabe mencionar el ahorro de divisas, representado por la no importación de estos antibióticos y se generan divisas debido a la exportación a los países del GRAN.
2. Se va a tratar de utilizar al máximo las materias primas nacionales en la fabricación de estos antibióticos.
3. La instalación de la planta ya sea en Huancayo o Trujillo, traería como consecuencia que en esta ciudad se instalen ventajosamente laboratorios farmacéuticos que se dediquen a la formulación de medicamentos a base de Penicilinas, creándose asimismo más fuentes de trabajo.
4. Teniendo en cuenta que en nuestro país existe el SERVICIO CIVIL DE GRADUANDOS (SECIGRA) para la salud, esto ha elevado el consumo de antibióticos por persona en pueblos alejados de las ciudades en que se presta este servicio, según planes de salud del Gobierno, sería posible facilitar medicamentos básicos a base de estos antibióticos a estos pueblos, contribuyéndose a elevar el nivel

de salud de nuestra población.

5. La instalación de la planta especializada traería como consecuencia que el Perú entre al campo de la microbiología industrial, que actualmente posee un campo amplio.

Teniendo en cuenta que se capacitarán profesionales altamente calificados en la industria de estos antibióticos, es posible también emplearlos en otros aspectos de la microbiología industrial.

6. Se dará un impulso a la ganadería de cualquiera de las dos ciudades en que se instale el proyecto, ya que el miscelio proveniente de la fermentación, es considerado como un gran alimento para el ganado.

## IV: ESTUDIO DE MERCADO

A. INTRODUCCION

B. SELECCION DE LOS ANTIBIOTICOS A FABRICARSE

C. DESCRIPCION DE LOS PRODUCTOS

C.1 Introducci3n

C.2 Penicilina "G"

C.3 Penicilinas Semi-sint3ticas

D. MERCADOS

D.1 Recopilaci3n de Antecedentes

D.2 Importaciones de Laboratorios Formuladores  
en el Per3.

E. ESTIMADO DEL MERCADO DEL GRUPO ANDINO

E.1 Estimados Demogr3ficos

E.2 Consumo Total Per-c3pita de antibi3ticos

E.3 Proyecciones del Consumo de Penicilina "G" y  
Penicilinas Semi-Sint3ticas.

F. PRECIOS

G. COMERCIALIZACION

H. CONTROL DE CALIDAD DE ANTIBIOTICOS

I. CONCLUSIONES.

## IV: ESTUDIO DE MERCADO

### A. INTRODUCCION

En el estudio de mercado para la Penicilina "G" y Penicilina Semi-sintéticas, materia prima para la elaboración de una serie de medicamentos, se ha tenido en consideración que es la parte más importante en el estudio de un proyecto, pues consiste en estimar la cuantía de los bienes provenientes de esta nueva unidad de producción, que los laboratorios formuladores estarían dispuestos a adquirir, para lo cual se ha tenido que hacer una valoración de la demanda histórica de los antibióticos en estudio, para luego sobre esta base estimar la demanda futura.

Se considera la demanda a nivel nacional y a nivel del Grupo Andino, lo cual justifica el proyecto, ya que es un mercado grande.

Los estimados de la demanda de estos antibióticos están basados en el estudio de mercado para una serie de antibióticos hecho por la SYRACUSE UNIVERSITY RESEARCH CORPORATION (SURC) en el año 1972, presentado a la CORPORACION ANDINA DE FOMENTO (CAF).

Se ha tenido que hacer uso de estos estimados, pues es sumamente difícil poder determinar el consumo de cualquier antibiótico que sirva de materia prima para la formulación de medicamentos.

La SURC es la única que ha hecho un estudio de mercado previo en la región andina entre los años 1971 - 1972, logró calcular el consumo de materias primas farmacéuticas en los países del GRAN.

## B. SELECCION DE LOS ANTIBIOTICOS A FABRICARSE

Para la selección de los antibióticos a producirse en el Perú, se ha tenido en consideración factores económicos y tecnológicos, así como también consideraciones médicas, lo cual da perspectivas para estos antibióticos en el Mercado Nacional y del Grupo Andino.

Expertos en antibióticos consideran que los antibióticos que se usan como materia prima para la formulación de medicamentos, los cuales tienen a su favor factores económicos y tecnológicos y son necesarios dentro de la región andina, ya que están incluidos en la lista del GRAN de los productos reservados para los programas de desarrollo industrial.

Tenemos los siguientes:

1. Penicilina y Penicilinas Semi-sintéticas
2. Tetraciclina y Oxitetraciclina
3. Estreptomicina
4. Eritromicina

Consideramos que es conveniente una planta que produzca Penicilina y Penicilinas Semi-sintéticas por las siguientes razones:

a. Actualmente sólo hay una planta que produce materias primas farmacéuticas y produce unicamente Penicilinas Semi-sintéticas para el Perú y en el futuro para el GRAN, es SINTESIS QUIMICA S.A.(SINQUISA) ubicada en el distrito de Puente Piedra - Departamento de Lima, con una capacidad instalada de 18 TM/año.

Nuestra planta proveería de Penicilina G a SINQUISA para su síntesis de Penicilinas Semi-sintéticas, ya que actualmente la importa, asimismo proveería de Penicilina G y Penicilinas Semi-sintéticas a los laboratorios formuladores de nuestro país y del grupo andino.

b. Para el Perú, país en vías de desarrollo, es conveniente que si se establece una planta de antibióticos, ésta debe especializarse en pocos antibióticos, así hacen bien una fermentación para la Penicilina G y un grupo de reacciones de síntesis para las penicilinas Semi-sintéticas, si la planta es grande y moderna, es difícil que los competidores potenciales del GRAN, puedan justificar la instalación de unidades semejantes en sus países.

Otros países del GRAN podrían fabricar tetraciclinas, estreptomicinas y eritromicinas, completándose comercialmente con la Penicilina peruana y sus derivados.

c. Debe hacerse notar que la demanda de Penicilinas Semi-sintéticas está creciendo y crecerá rápidamente en los próximos 10 años. No se espera un aumento en la demanda directa de la Penicilina G, pero si como insumo para la síntesis de las Penicilinas Semi-sintéticas.

d. Es recomendable también producir además de las penicilinas, la tetraciclina y sus derivados, ya que -- son conjuntamente con las Penicilinas las de mayor consumo, debido a su amplio campo de actividad contra las enfermedades, lo cual daría una alta rentabilidad a la planta, pero por razones de especialización las dejamos de lado.

La estreptomicina y la eritromicina son de menor importancia, por cuanto la mayoría de las enfermedades que combaten pueden ser también aliviadas por las Penicilinas.

## C. DESCRIPCION DE LOS PRODUCTOS

### C.1 Introducción

Se hará una descripción de nuestros antibióticos en estudio, indicando sus propiedades y usos.

Consideramos importantes los siguientes términos:

Antibiótico .- Es una sustancia química producida por micro-organismos o por síntesis química, que tienen la capacidad de inhibir el desarrollo e incluso de destruir bacterias y otros micro-organismos.

Penicilinasas.- Algunos micro-organismos deben su resistencia a la Penicilina, al menos en parte a su capacidad para producir el enzima penicilinasas, la cual destruye a la penicilina.

La penicilinasas ha sido también utilizada terapéuticamente para destruir a la penicilina en pacientes que experimentan reacciones a la Penicilina.

Bacterias Gram-Positivas.- Son las que adquieren una coloración azul en presencia del azul del colorante SAFRANINA.

Bacterias Gram-negativas.- Son las que adquieren una coloración roja en presencia del colorante SAFRANINA.

## C.2 Penicilina

En los últimos años mucho se ha trabajado investigando, para mejorar la eficacia de las penicilinas con grandes resultados.

Por definición, las penicilinas naturales son las producidas por fermentación por medio de la cepa PENICILLIUM CHRYSOGENUM.

Química.- La penicilina G es un ácido orgánico, cuya estructura se muestra en la Fig. 1.

La penicilina G se expende en forma de sus sales sódica, potásica y cálcica.

Solubilidad y estabilidad .- La penicilina es un ácido fuerte, se utiliza como la sal de un metal alcalino.

Las sales alcalinas de penicilina se disuelven bien en agua y en etanol.

Disuelta y con un pH de 5 a 7, la penicilina se conserva tres días a 4 °C, a la temperatura ambiente y en soluciones tamponadas, con pH inferior a 5 y superior a 8, la penicilina se inactiva en un 50% al cabo de 48 horas.

En estado cristalino, las sales alcalinas son termo

estables a 60°C durante 6 semanas y a 100°C durante 24 horas, no pierden actividad.

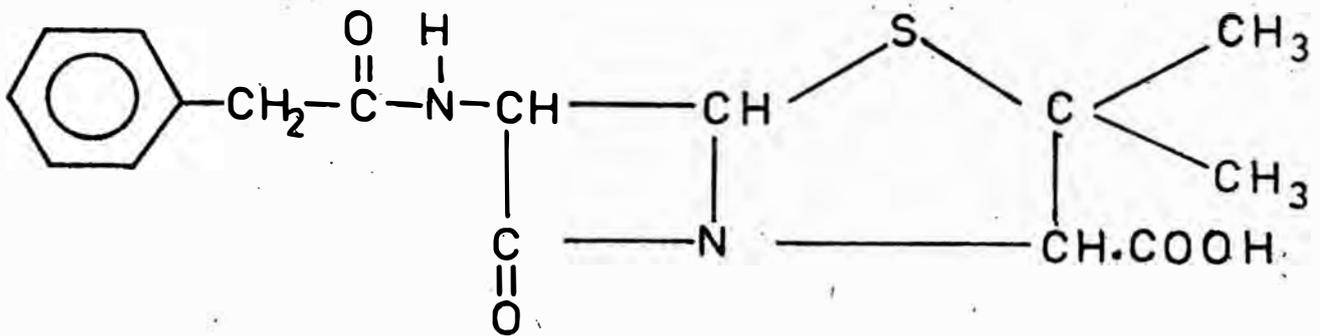
Inactivación .- La actividad de la penicilina no se altera por acción del suero, del pus o de otros humores orgánicos, es inactivada por la penicilinasasa cuando existen bacterias que la producen, así tenemos algunos gérmenes gram-negativos como la bacteria Coli, el Proteres y algunos de los estafilococos resistentes, producen un fermento: la penicilinasasa, que inactiva la penicilina.

#### USOS.-

La penicilina es un medicamento muy aceptable frente a las infecciones producidas por micro-organismos sensibles, en personas no sensibilizadas. Su aplicación puede ser tópica, oral o parenteral.

Es de gran eficacia en las infecciones producidas por la mayoría de las bacterias, gram-positivas, como los estreptococos y estafilococos, así como la sífilis, gonorrea, fiebre reumática, gripe y pulmonía. No debería utilizarse a menos que los organismos sean sensibles, porque los pacientes pueden venir sensibilizados y la terapia posterior con penicilina hacerse imposible.

Figura 1



Bencil Penicilina o Penicilina G

### Reacciones alérgicas más frecuentes

1. La dermatitis por contacto que se observan especialmente en las aplicaciones locales de pomadas de penicilina, soluciones, polvos.
2. Reacciones alérgicas, ésta sensibilización es bastante frecuente y pueden ocurrir accidentes fatales por la reacción de la piel.
3. Inflamaciones de las mucosas, especialmente asmáticas, al administrar por vía oral diversos preparados de penicilina.
4. Las reacciones urticariales, como son: náuseas , trastornos circulatorios y síntomas gastro-intestinales.

### C.3 Penicilinas Semi-sintéticas

El aislamiento en 1957 del ácido 6-AMINO-PENICILANICO (6-APA) de las fermentaciones de penicilina, originó la producción de gran número de penicilinas semi-sintéticas, de las cuales la ampicilina es la más utilizada.

Introducida para empleo en general en los Estados Unidos en el año 1964, este medicamento cubrió el 20%. Aproximadamente del mercado de antibióticos durante 1969, con ventas de unos 90 millones de dólares.

### C.3.1 Ampicilina

La ampicilina es la primera de las penicilinas semi-sintéticas que brinda actividad aumentada contra algunas bacterias gram-negativas.

Química.- La estructura de la ampicilina difiere únicamente de la penicilina G en un grupo amino adicional es incluido en la molécula; dicha estructura se muestra en la Fig. 2.

Solubilidad y Estabilidad .- La ampicilina es un polvo blanco cristalino, es menos soluble que la penicilina G en agua y etanol. Es estable a temperatura ambiente. Se descompone por la acción de ácidos minerales diluidos y soluciones de álcalis.

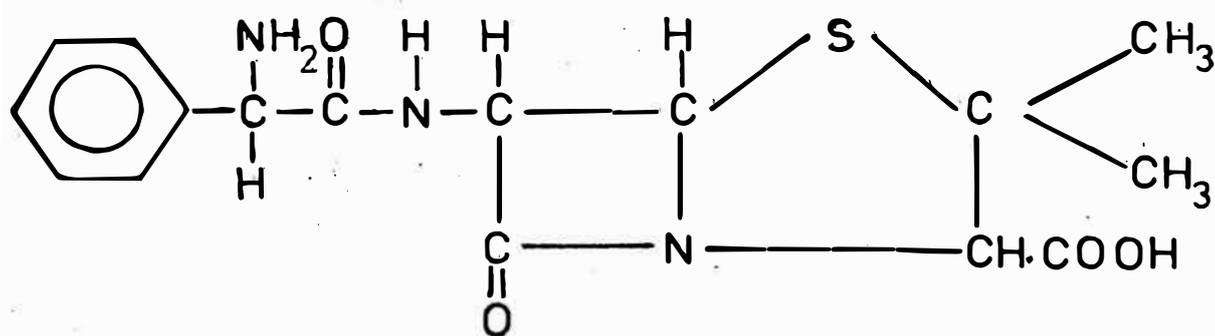
Inactivación.- Se inactiva por acción de la penicilinasas por lo tanto es ineficaz contra cepas productoras de penicilinasas: estafilococos o gérmenes gram-negativos que producen esta enzima.

#### USOS.

Es de amplio espectro, es activo contra diversas bacterias gram-positivas y gram-negativas.

Es bien absorbido por vía oral, sea cual sea el momento en que se tome en relación con las comidas.

Figura 2



Ampicilina

Por vía parenteral se usa la sal sódica.

### C.3.2 Las Isoxazolil Penicilinas: Oxacilina, Cloxacilina y Dicloxacilina

El aislamiento del núcleo penicilánico (6-APA) y su empleo para modificar la molécula de penicilina por adición de diversas cadenas laterales ha permitido la síntesis de penicilinas con propiedades nuevas e interesantes. Ya en 1960 se calculó que habían preparado más de 500 penicilinas nuevas que no podían obtenerse directamente por fermentación.

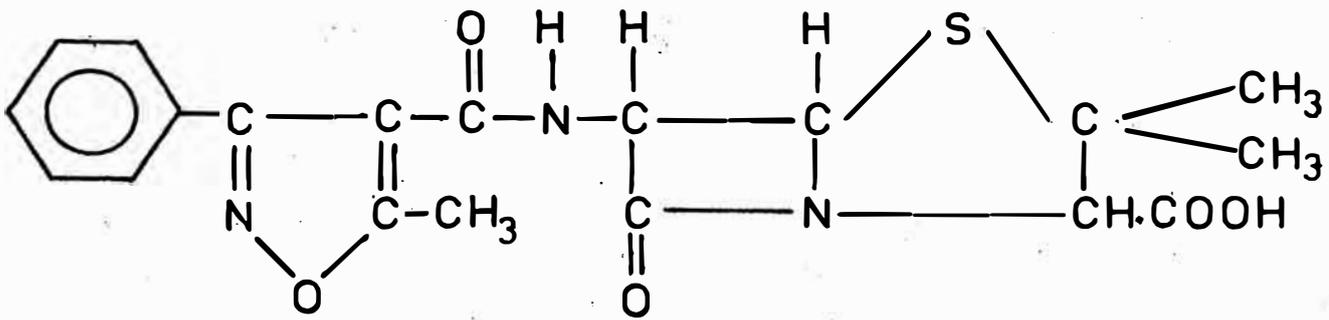
La búsqueda de penicilinas resistentes a la penicilinasasa, más eficaces por vía oral, permitió descubrir las ISOXAZOLIL PENICILINAS: Oxacilina y sus análogos clorados, cloxacilina y dicloxacilina.

#### Relaciones entre estructura y actividad

La producción comercial de oxacilina y sus derivados incluye la reacción de una cadena lateral ISOXAZOLILICA preparada sintéticamente con ácido 6-aminopenicilánico, derivado de la penicilina G.

La estructura de la oxacilina se muestra en la Fig. 3.

Figura 3



Oxacilina

La oxacilina a un pH2, es estable entre un 45 a 85% durante 2 a 6 horas.

La actividad antibacteriana de las Isoxazolilpenicilinas, como la de otras penicilinas, se basa en inhibir la síntesis de la pared celular.

Estas penicilinas son estables ante los ácidos permitiendo la absorción por vía bucal y la adición de uno: cloxacilina o dos: dicloxacilina átomos de cloro.

La estructura de estas penicilinas semi-sintéticas cloradas se muestran en la Fig. 4.

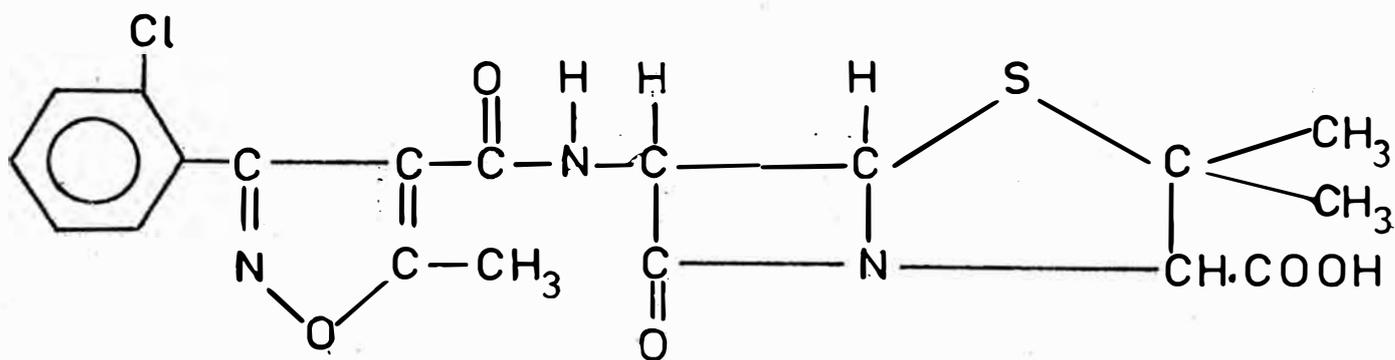
A un pH2; la cloxacilina es estable entre un 55 a 85%, durante 2 a 6 horas.

A un pH2 la dicloxacilina es estable entre un 75 a 93%, durante 2 a 6 horas.

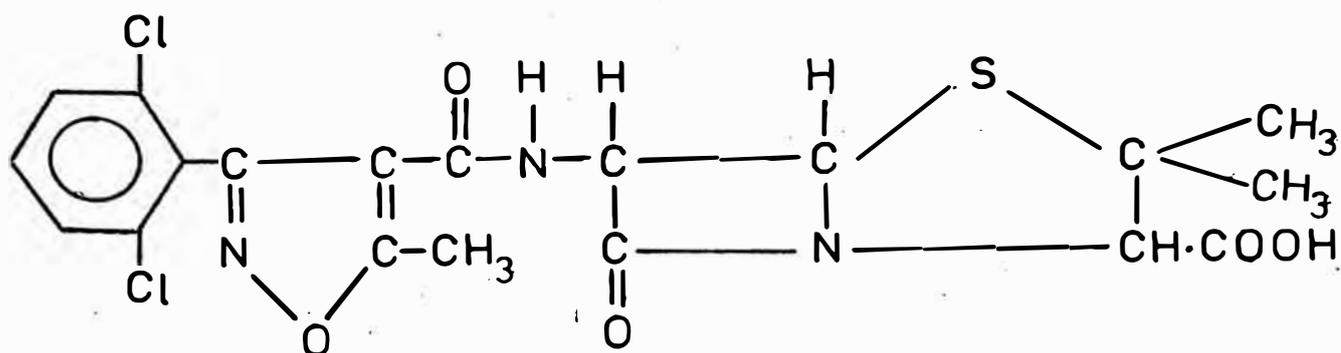
La resistencia de la penicilinas de las isoxazolilpenicilinas no es absoluta, los tres medicamentos son hidrolizados lentamente por esta enzima.

### USOS

Las tres isoxazolilpenicilinas viene preparadas en cápsulas y en suspensiones para administración bucal, pero en los Estados Unidos la oxaxilina sólo puede obtenerse para empleo parenteral.



Cloxacilina



Dicloxacilina

Figura 4

En general los medicamentos por vía bucal se utilizan en pacientes con infecciones menores o para una serie parenteral cuando la enfermedad justifica administración prolongada..

#### Toxicidad e Hipersensibilidad

Las Isoxazolilpenicilinas suelen ser bien toleradas, pero algunos pacientes que toman el medicamento por vía bucal pueden sufrir trastornos gastrointestinales con eructos y náuseas, sobre todo cuando los medicamentos se administran en dosis elevadas.

## D. MERCADOS

La identificación de quienes va a comprar el producto corresponde a una caracterización del área del mercado; que por lo general, constituye una limitación geográfica.

El potencial de ventas para la empresa peruana de antibióticos estará limitado a los países del Grupo Andino, debido fundamentalmente a que la venta de los antibióticos a granel que sirven como materia prima a los laboratorios farmacéuticos, son transferencias internas de Compañías o ventas por contratos a los laboratorios que forman parte de sus sociedades comerciales.

Cabe hacer notar que debido al retiro de Chile del GRAN, no lo incluimos en el estudio de mercado.

### D.1 Recopilación de antecedentes

La SYRACUSE UNIVERSITY RESEARCH CORPORATION (SURC) en octubre de 1972, terminó un estudio de evaluaciones técnico económicas de la industria farmoquímica en el Grupo Andino, lo cual demostró que habrá de manda suficiente en los países andinos para la instalación de una planta de antibióticos.

La SURC se valió de las siguientes fuentes de información;

- Estadísticas de importaciones y documentos individuales oficiales del gobierno.
- Encuestas detalladas en hospitales de la región andina.

Laboratorios formuladores del GRAN.

- Datos de exportaciones de los países con mayor producción, obtenidos de los Estados Unidos.

Se obtuvieron datos de importación y de consumo de varios antibióticos, entre los cuales tenemos:

Penicilina

Ampicilinas

Tetraciclina

Estreptomina

Eritromicina

Cloranfenicol y otras de menor importancia; para luego hacer una proyección de la demanda de cada uno de éstos antibióticos para los países del GRAN.

Cabe hacer notar que en muchos casos se obtuvo las importaciones de los antibióticos y no la demanda o consumo, pero se puede asumir que son iguales, según la siguiente relación:

$$C = P_n + I - E \pm V_r$$

C = Consumo aparente

$P_n$  = Producción nacional

I = Importaciones

E = Exportaciones

$V_r$  = Variación de stock

Si  $P_n = 0$ ,  $E = 0$  y  $V_r = 0$

$$\therefore C = I$$

Con la finalidad de tener una idea de la demanda e importaciones de nuestros antibióticos en estudio por países del GRAN, presentamos datos históricos hallados por el SURC:

a. BOLIVIA

La SURC obtuvo el siguiente dato para el año 1970 de importación:

Penicilina 325 Kg.

Esto se debe a que en Bolivia, los medicamentos se importan como productos terminados.

b. COLOMBIA

Para el año 1970 tenemos:

Penicilina G - 14.3 TM.

Ampicilina - 5.2 TM.

Debido fundamentalmente a su numerosa población y laboratorios farmacéuticos que se abastecen de estas materias primas para sus medicamentos.

c. ECUADOR

Importaciones para 1970:

Penicilina G - 102 Kg.

Ampicilina - 402 Kg.

d. PERU

Se obtuvieron los siguientes consumos:

	1968	1969	1970	1971
Penicilina	4.8	5.1	5.5	5.6
Ampicilina	0.6	0.9	1.5	2.3

e. VENEZUELA

Se obtuvieron los siguientes consumos:

	1967	1968	1969	1970	1971
Penicilina	6.6	7.3	7.8	8.4	8.8
Ampicilina	0.2	0.4	0.6	1.1	1.9

D.2 Importaciones de Laboratorios formuladores en el Perú

Los Laboratorios formuladores en nuestro país, se en encuentran centralizados en Lima, anualmente presentan un plan de importaciones de los antibióticos para sus formulaciones.

Se tiene aproximadamente unos 52 laboratorios formuladores.

Se ha obtenido los siguientes datos de importación:

Importaciones Kg.

	1974	1975	1976 (*)
Penicilina	5,120	6,150	5,600
Penicil.Semi-sintética	6,730	9,740	6,300

FUENTE: M.I.T.

(\*) Para el año 1976 son datos de importaciones autorizados por el Ministerio.

## E. ESTIMADO DEL MERCADO DEL GRUPO ANDINO

Tomando como base los datos hallados por la SURC para el consumo o importación de los antibióticos en estudio, se han calculado las proyecciones de la demanda de los antibióticos.

Las bases en las que se apoyan los cálculos para estimar la demanda de los antibióticos, son variables macroeconómicas que tienen una relación real, que no es fruto del azar con la demanda de los antibióticos, estas variables son:

- Distribución de la población urbana y rural
- Ingreso per cápita
- Consumo total de antibióticos per-cápita de la población.

### E.1 Estimados demográficos

Se utilizaron estimados demográficos de las Naciones Unidas para cada uno de los países del GRAN desde 1972 a 1992, se obtuvieron tasas de crecimiento poblacional de acuerdo con datos de la Organización Panamericana de la Salud y el Banco Mundial.

CUADRO 1

POBLACION Y TASAS DE CRECIMIENTO - 1972

PAIS	Población Total (millones)	Tasa de Crecimiento %
BOLIVIA	5.2	2.6
COLOMBIA	22.4	3.2
ECUADOR	6.5	3.4
PERU	14.5	3.2
VENEZUELA	11.0	3.4

Los datos de las poblaciones totales de cada uno de los países miembros del GRAN se muestran en el cuadro 2.

Para cada uno de los países del GRAN, se hizo un estimado de la distribución poblacional en:

CIUDAD .- Se consideró así a un poblado mayor de 50 mil habitantes.

PUEBLO .- Cuando la población fluctua entre 2,000 y 50,000 habitantes

RURAL .- Para poblaciones de menos de 2,000 habitantes.

Para el Perú se muestran éstos datos en el cuadro 3. Los estimados se consideran aceptables, en cuanto a las tasas de crecimiento se consideran constantes y es la base para proyectar la población para cada uno de los países, se cree que el control de la natalidad no afectará considerablemente estas tasas de crecimiento.

En el Perú, según la Dirección de Estudios de Población de la ex-Oficina Nacional de Estadística (INE), en un boletín de análisis demográfico, arroja para 1972 la población del Perú censada de 13.6 millones de habitantes con una tasa de crecimiento anual de 2.9%.

En cuanto a la población del GRAN en conjunto, como referencia presentamos un cuadro de las poblaciones para el año 1977, según la Unidad de Comunicaciones de la Junta de Acuerdo de Cartagena - cuadro 4 - estos datos son cercanos a los estimados de las Naciones Unidas.

## E.2 Consumo Total per-cápita de antibióticos

Expertos en estudio de mercado de antibióticos, consideran que el consumo de antibióticos esta en fun--

ción del ingreso per-cápita.

Así por ejemplo Venezuela tiene consumos unitarios cercanos a los que rigen en países relativamente desarrollados.

Se cree que los países andinos aumentarán su tasa de consumo de antibióticos, conforme aumenten sus ingresos per-cápita, teniendo en cuenta que son países en vías de desarrollo.

En el cuadro 5 se muestran las tasas estimadas de uso de antibióticos, según su residencia, entre los años 1970 a 1992, se considera que la variación entre los 10 años intermedios es pequeña.

### E.3 Proyecciones del consumo de Penicilina y Penicilinas Semi-sintéticas.

Los resultados del estimado de consumo entre 1978 y 1988 de muestra antibióticos, fueron calculados según los siguientes pasos:

1. Teniendo la población de cada país distribuida según la residencia y el consumo total per-capita, se calcula el consumo total de antibióticos para cada país.
2. Basado en variables macro-económicas, obtuvieron

consumos porcentuales para cada antibiótico, que multiplicado por el consumo total, da el consumo de cada antibiótico.

Para la Penicilina "G", tenemos los resultados en el cuadro 6 y las Penicilinas Semi-sintéticas en el cuadro 7.

Cabe hacer notar que en estas proyecciones los cambios demográficos serán de acuerdo a las tasas de crecimiento mencionadas.

No se presentarán trastornos de importancia que hagan variar inesperadamente los estimados, como epidemias.

CUADRO 2

## POBLACION EN MILLONES

AÑO	BOLIVIA	COLOMBIA	ECUADOR	PERU	VENEZUELA
1972	5.2	22.4	6.5	14.5	11.0
1974	5.4	23.8	7.0	15.4	11.8
1976	5.8	25.4	7.5	16.5	12.6
1978	6.1	27.1	7.9	17.5	13.5
1980	6.4	28.8	8.4	18.7	14.4
1982	6.7	30.7	9.1	19.9	15.4
1984	7.1	32.7	9.7	21.2	16.4
1986	7.5	34.8	10.4	22.6	17.5
1988	7.8	37.0	11.1	24.0	18.7

CUADRO 3

PERU

POBLACION - MILLONES

AÑO	CIUDAD	PUEBLO	RURAL	TOTAL
1972	4.2	3.8	6.5	14.5
1974	4.8	4.0	6.6	15.4
1976	5.5	4.1	6.9	16.5
1978	6.1	4.2	7.2	17.5
1980	6.8	4.4	7.5	18.7
1982	7.6	4.5	7.8	19.9
1984	8.6	4.6	8.0	21.2
1986	10.3	4.7	7.6	22.6
1988	12.4	4.8	6.8	24.0

# GRUPO ANDINO

Población total 1977 (En millones de habitantes)



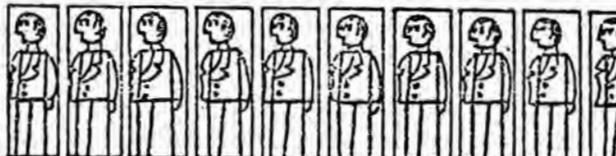
= 3 millones

## BOLIVIA



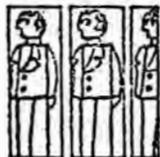
5,7

## COLOMBIA



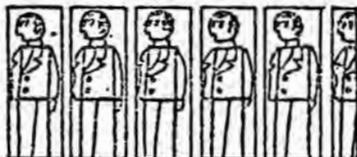
27,6

## ECUADOR



7,5

## PERU



16,6

## VENEZUELA



13,

## Total del GRUPO ANDINO



70,4

**70 millones de habitantes en el GA**

El proceso de los programas sectoriales de desarrollo industrial de los cinco países de la Subregión, tendrá en la población de más de 70 millones de habitantes, uno de los factores más importantes para el desenvolvimiento de sus mercados. Tal como se aprecia en la gráfica, la población en los cinco países del Pacto Andino alcanzó 70 millones 400 mil habitantes, en 1977; el Perú alcanzó la cifra de 16 millones 600 mil habitantes (Fuente: Unidad de Comunicaciones de la Junta del Acuerdo de Cartagena).

CUADRO 5

TASAS DE USO - Grs./PERSONA x AÑO

AÑO	RESIDENTES	BOLIVIA	COLOMBIA	ECUADOR	PERU	VENEZUELA
1970	CIUDAD	3.5	4.0	3.0	4.0	4.2
	PUEBLO	2.4	3.0	2.4	3.0	3.3
	RURAL	1.2	1.7	1.5	1.5	2.2
1980	CIUDAD	4.0	4.3	4.0	4.3	4.5
	PUEBLO	2.8	3.2	3.2	3.4	3.8
	RURAL	2.0	2.4	2.4	2.4	2.8
1992	CIUDAD	4.5	5.0	4.5	5.0	5.5
	PUEBLO	3.5	4.0	3.5	4.0	4.5
	RURAL	3.0	3.5	3.0	3.5	4.0

CUADRO 6

CONSUMO DE PENICILINA "G" TM.

AÑO	BOLIVIA	COLOMBIA	ECUADOR	PERU	VENEZUELA	TOTAL
1978	3.6	15.0	6.0	11.0	10.0	45.6
1980	4.0	15.0	6.0	11.0	10.0	46.0
1982	4.0	15.0	6.0	11.0	10.0	46.0
1984	4.0	16.0	7.0	11.0	9.0	47.0
1986	4.0	16.0	7.0	11.0	9.0	47.0
1988	5.0	16.0	7.0	11.0	9.0	48.0

CUADRO 7

CONSUMO DE PENICILINAS SEMI-SINTETICAS (TM)

AÑO	BOLIVIA	COLOMBIA	ECUADOR	PERU	VENEZUELA	TOTAL
1978	2.0	21.0	3.0	13.0	13.0	52.0
1980	2.4	28.0	4.0	17.0	15.0	66.4
1982	3.0	31.0	5.0	20.0	19.0	78.0
1984	4.0	37.0	7.0	23.0	23.0	94.0
1986	5.0	44.0	9.0	26.0	27.0	111.0
1988	6.0	53.0	11.0	28.0	31.0	129.0

## F. PRECIOS

Se tendrá que definir para nuestras penicilinas que se venderán al granel, precios competitivos en el mercado internacional.

Debe tenerse en cuenta los precios internos fijados por compañías internacionales con sucursales en los países del GRAN, que seguramente serán más bajos que los precios que ofrecerá la compañía peruana, además se tiene conocimiento que los precios de los antibióticos son bastante inestables.

Según esto es deseable que la compañía peruana establezca contratos con los laboratorios formuladores del GRAN.

Será necesario que en el GRAN los gobiernos establezcan aranceles altos contra los antibióticos de compañías internacionales, para proteger el precio, de las compañías dentro del GRAN.

Se tienen datos del Ministerio de Industria del año 1976, de los precios de importación, pagados por laboratorios formuladores que funcionan en Lima.

	US <u>\$/Kg.FOB</u>
Penicilina G sódica	47.20
Penicilina G Potásica	60.00
Ampicilina anhidra	211.00
Ampicilina trihidrato	262.50
Cloxacilina	300.00
Dicloxacilina sódica	215.00

#### G. COMERCIALIZACION

Para la comercialización de las penicilinas, tenemos en cuenta que nuestros clientes potenciales serán los fabricantes de productos farmacéuticos nacionales y de los países del GRAN.

Según datos del Ministerio de Industria, tenemos al rededor de 52 laboratorios en nuestro país y para el GRAN la SIRACUSE UNIVERSITY RESEARCH CORPORATION determinó alrededor de 200 laboratorios de importancia.

En cuanto a la competencia podemos decir que actualmente la única oferta de antibióticos a granel, lo constituye SINQUISA (Síntesis Química S.A.) en Lima-Distrito de Puente Piedra, que funciona desde 1976, con una capacidad instalada de 18 TM/Año, repartida entre los

siguientes antibióticos:

Ampicilina anhidra

Ampicilina trihidrato

Oxacilina sódica

Dicloxacilina sódica

Se prevee que en los demás países del GRAN hay estudios avanzados para la instalación de plantas farmoquímicas.

#### H. CONTROL DE CALIDAD DE ANTIBIOTICOS

Con la finalidad de mantener un prestigio sobre la calidad de nuestras penicilinas, será necesario adecuar--se a las especificaciones internacionales para el control de calidad de antibióticos, las cuales se describen en las farmacopeas, éstas existen en todos los países desarrollados.

Son de garantía:

- Farmacopea de los Estados Unidos (USP)
- El CODEX francés

La Farmacopea Británica (BP)

Se tendrá que alcanzar los estandars de certificación

especificados en estas farmacopeas, como un elemento es  
tratégico del mercado.

## I. CONCLUSIONES

De acuerdo al estudio de mercado se puede concluir  
lo siguiente:

1. La penicilina tiene un consumo estacionario, pero se le considera importante como intermedio para la obtención de las penicilinas semi-sintéticas.
2. Las penicilinas semi-sintéticas, tendrá un elevado consumo, debido a su amplio campo de acción contra las enfermedades.
3. Teniendo nuestra planta especializada será difícil que otros países del GRAN instalen una planta para producir los mismos antibióticos.

## V: TAMAÑO Y LOCALIZACION

---

### A. ESTUDIO DEL TAMAÑO DE PLANTA

#### A.1 Relación Tamaño-Mercado

#### A.2 Relación Tamaño-Técnica de Inversiones

### B. LOCALIZACION DE LA PLANTA

#### B.1 Determinación de los factores generales

#### B.2 Análisis de factores generales

### C. CONCLUSIONES

## V: TAMAÑO Y LOCALIZACION

### A. ESTUDIO DEL TAMAÑO DE PLANTA

En el estudio de un proyecto, la determinación del tamaño de planta tiene la finalidad estimar qué solución es este aspecto producirá, los mejores resultados para el proyecto.

El factor más importante para determinar el tamaño del proyecto, es la cuantía de la demanda que ha de atenderse.

Con respecto al tamaño, consideramos dos aspectos importantes para determinar el tamaño de la planta:

1. Relación tamaño - mercado
2. Relación tamaño Técnica e inversiones

#### A.1 Relación tamaño - mercado

##### A.1.1 Consideraciones sobre el mercado

En el capítulo sobre estudio de mercado, en los cuadros 6 y 7, se establece que la demanda total esperada en los países del GRAN es para la penicilina G de 45.6 TM/Año en 1978 y 47 TM/Año en 1986, para las penicilinas semi-sintéticas - de 52 TM/Año en 1978 y 111 TM/Año en 1986.

### A.1.2 Determinación de la capacidad instalada

Para la determinación de la capacidad de planta, consideramos fundamentales los siguientes aspectos:

- Para la penicilina G, nuestra planta cubrirá el 100% del mercado nacional y el 50% del mercado del resto de los países miembros del GRAN considerando además la producción de penicilina G Grado Técnico para producir las penicilinas semi-sintéticas.
- Para las penicilinas semi-sintéticas, se cubrirá el mercado nacional, descontando las 18 TM/Año de capacidad instalada que tiene SINGUISA y el 50% del mercado del resto de los países del GRAN.
- Expertos en la producción de estos antibióticos han considerado que para producir 1 Kg. de penicilina semi-sintética, se necesitan 1.33 Kg. de penicilina G en promedio.

Según esto tenemos

Penicilina G grado farmacéutico	29 TM/año
Penicilina G grado técnico	91 TM/año
Total de penicilina G	120 TM/año

Penicilina semi-sintética 50.5 TM/año

La producción de los 50.5 TM/año de penicilinas semi-sintéticas se repartirán entre:

Ampicilina

Oxacilina

Cloxacilina y

Dicloxacilina

de acuerdo a las ventajas que ofrezca el mercado.

#### A.2 Relación tamaño - técnica e inversiones

Al considerar este aspecto para determinar la capacidad de planta de nuestro proyecto, tenemos referencias de especialistas que han realizado trabajos sobre este tipo de industria y recomiendan una planta con una capacidad instalada de 100 a 200 TM/año de penicilina G y de 50 a 100 TM/año de penicilinas semi-sintéticas, esto para una planta especializada en estos tipos de antibióticos, en la región del GRAN, dentro de estos límites es considerablemente ventajosa.

Deducimos que es debido a que las técnicas de producción que exigen una escala mínima para ser

aplicables y que por debajo de ciertos mínimos de producción, los costos serían tan elevados que las posibilidades de operar quedarían de hecho fuera de consideración. Los fabricantes de equipos sólo ofrecen ciertos tamaños a las cuales hay que adaptar la solución y ello establece límites a los que es imperativo atenerse en la práctica. El tamaño y la técnica implica necesariamente la inversión ya que dentro de ciertos límites, la operación a mayor escala se traduce en general en menor costo de inversión por unidad de capacidad instalada, lo que en el fondo aumenta la rentabilidad.

Según estas consideraciones, la elección de la capacidad instalada de:

Penicilina G	120 TM/año
Penicilina semi-sintética	50.5 TM/año

para nuestro proyecto, es aceptable, como ya se había elegido en la relación tamaño - mercado.

## B. LOCALIZACION DE LA PLANTA

El estudio de localización de planta nos permite analizar las variables denominadas fuerzas locacionales,

a fin de que las resultantes de estas fuerzas nos conduzcan a los resultados más ventajosos para el proyecto. Siguiendo la política de descentralización, para el plan de desarrollo industrial dado por el Gobierno Revolucionario, según el D.L. 18977, hemos escogido zonas fuera de los límites de Lima y Callao.

Se ha escogido las siguientes ciudades como posibles para localizar nuestra planta:

Chiclayo

Chimbote

Huancayo

Trujillo

La planta en cuestión está orientada a las materias primas básicas para su funcionamiento, así como proveer de materia prima a los laboratorios formuladores de medicamentos, las cuales están centralizadas en Lima.

Para determinar la localización de planta hemos optado por emplear el método de ponderación de factores.

#### B.1 Determinación de los factores generales

1. Se ha determinado los factores de localización más importantes para nuestro proyecto, los cuales en

orden de importancia y ponderados, son los siguien  
tes:

	<u>%</u>
a. Materias primas	20
b. Mercado	15
c. Transporte	15
d. Mano de Obra	10
e. Agua	10
f. Energía eléctrica	10
g. Clima	5
h. Puerto y aeropuerto	5
i. Combustible	5
j. Servicios comunales	<u>5</u>
	100%

2. Cada factor tendrá un valor para cada alternativa , se empleará para todos los factores una califica --  
ción de 0 a 20 que representa la conveniencia ópti  
ma.
3. Se multiplica cada valor no ponderado por su corres  
pondiente porcentaje hasta completar la tabla, lue  
go se sumará todos los valores ponderados para ca  
da alternativa, el que obtenga el mejor valor pon-  
derado será la mejor alternativa.

## B.2 Análisis de factores generales

a. Materia primas .- Los insumos fundamentales para nuestra planta, lo constituyen en su mayoría, productos para la fermentación, así tenemos:

Fuentes de carbohidratos : melaza, almidón

Fuentes de nitrógeno protéico: licor de maceración de maíz, se puede adoptar la harina de pescado.

También se necesitarán solventes como el acetato de butilo, butanol, etc.

Los principales abastecedores de melaza, serán los ingenios de caña cercanos a Trujillo y Chiclayo, el almidón se produce en Lima, así como el licor de la maceración de maíz.

Actualmente está en proceso un estudio para la creación de una industria de transformación de la papa, en Huancayo, como el almidón de papa para fines industriales, ésto sería financiado por Bancos Polacos.

b. Mercados .- La producción está destinada a cubrir el íntegro de la demanda nacional de penicilina G y penicilinas semi-sintéticas, encon

trándose en Lima la totalidad de los laboratorios farmacéuticos formuladores. Asimismo para la exportación a los países del GRAN, es muy posible que tenga que enviarse a Lima los productos.

Tendrán influencia decisiva, los costos de transporte que están en función de la distancia al mercado:

		Distancia : Km.
Lima	Chiclayo	757
Lima	Chimbote	417
Lima	Huancayo	310
Lima	Trujillo	548

- c. Transporte . Para evaluar este factor consideramos el transporte de las materias primas y el de los productos terminados.

En cuanto al transporte de insumos, las tres ciudades del norte, cuentan con la carretera Panamericana Norte, que cruza las ciudades.

Huancayo cuenta con la carretera Central y además el ferrocarril Central Lima-Huancayo.

Actualmente el gobierno tiene un "Proyecto Especial de Desarrollo del Sistema Nacional Ferro--

viario", el cual modernizará y perfeccionará - las actuales líneas y construirán otras con la finalidad de lograr el desarrollo del ferrocarril en el país.

- d. Mano de Obra.- En cuanto a la mano de obra, tenemos en cuenta que para nuestra industria farmoquímica, necesitaremos un personal especializado.

Huancayo y Trujillo cuentan con universidades con programas de Química e Ingeniería Química , Administración; se puede especializar a los profesionales que egresen de estas universidades. Chiclayo cuenta con una universidad en la cual existe el programa de Administración, Chimbote no cuenta con universidad.

- e. Agua .- Para la industria farmoquímica es necesario disponer de un gran volumen de agua, se necesitará agua para el proceso y para refrigeración empleada en el control de temperatura - durante la fermentación.

En Chimbote hay agua suficiente; en Chiclayo y Trujillo se tiene conocimiento que no hay abundancia de agua, sobre todo en Chiclayo donde - hay escases de recursos hídricos.

En Huancayo se considera más favorable ya que hay agua suficiente y sobre todo ventajosa para la refrigeración ya que es más fría.

- f. Energía Eléctrica.- Se necesitarán aproximadamente 3,500 KW para el funcionamiento de nuestra planta.

En cuanto a Energía Eléctrica, en Chimbote nos abasteceríamos de la Hidroeléctrica del Santa, Trujillo también nos puede abastecer, tiene la Hidroeléctrica de Huallanca, en Chiclayo la energía eléctrica es más escasa y en Huancayo disponemos de la Hidroeléctrica del Mantaro.

Electro Perú tiene perspectivas de generación eléctrica a corto plazo en Huancayo en la cuenca del río Pozuzu.

Además Electro Perú tiene programado extender la red nacional eléctrica hacia el norte, con éste se aseguraría la disponibilidad de energía eléctrica.

- g. Clima.- En relación con este factor, consideramos que la ubicación en cualquiera de las ciudades escogidas, no afectaría el proceso, aunque más ventajoso nos parece el clima de Huancayo, ya que la temperatura máxima promedio es

de 23°C, contra 30 a 33°C que predomina en las localidades del norte.

El problema de las lluvias en Huancayo se solucionaría con tener un drenaje adecuado.

- h. Puerto y Aeropuerto .- Es necesario que la planta se halle lo más cerca posible de un puerto para el desembarco de las materias primas importadas.

Tenemos:

Chiclayo tiene a Pimentel a 13 Km.

Chimbote es un puerto

Huancayo tiene al Callao a 325 Km.

Trujillo tiene a Salaverry a 15 Km.

También es importante que cuente con aeropuerto; las 4 ciudades escogidas cuentan con aeropuerto, pero no son apropiadas como para exportar los antibióticos en aviones que hagan servicio internacional.

Sin embargo, en Trujillo una compañía estadounidense ha hecho un estudio para instalar un moderno aeropuerto sobre el tablazo de Huanchaco.

- i. Combustible.- En este aspecto se considera como combustible el petróleo industrial #6.

Petro-Perú, tiene plantas de distribución en Chimbote y Chiclayo, no tenemos referencias de Huancayo, pero en todo caso se puede transportar desde Lima por ferrocarril o en camiones tanque.

- j. Servicios Comunes .- Los diversos factores de la comunidad en cuanto a viviendas, servicios médicos, bancos, escuelas, universidades, correo, diversiones, etc. son factores que existen en cada uno de los lugares planteados como alternativas de localización.

En el cuadro 8 se muestra el cuadro de ponderación de factores, con los siguientes resultados:

1. Huancayo y Trujillo	1575 puntos
2. Chimbote	1555 "
3. Chiclayo	1325 "

Esto nos muestra que Huancayo o Trujillo son las ciudades en las cuales podemos localizar nuestro proyecto.

CUADRO 8

LOCALIZACION DE PLANTA - PONDERACION DE FACTORES

FACTORES	P U N T O S				PESO %	P U N T O S T O T A L E S			
	CHICLAYO	CHIMBOTE	HUANCAYO	TRUJILLO		CHICLAYO	CHIMBOTE	HUANCAYO	TRUJILLO
	Mater. Primas	20	18	15		20	20	400	360
Mercado	5	12	15	8	15	75	180	225	120
Transporte	15	15	10	15	15	225	225	150	225
Mano de Obra	15	15	20	20	10	150	150	200	200
Agua	5	15	20	15	10	50	150	200	150
Energ.Eléctrica	10	15	20	15	10	100	150	200	150
Clima	15	15	20	15	5	75	75	100	75
Puerto Aerop.	15	18	5	16	5	75	90	25	80
Combustible	15	15	15	15	5	75	75	75	75
Serv. Comunal	20	20	20	20	5	100	100	100	100
				T O T A L	100	1325	1555	1575	1575

C. CONCLUSIONES

1. La capacidad instalada de la planta será:

Penicilina G	120 TM/año
Penicilinas Semi-sintéticas	50.5 TM/año

2. Según el cuadro de Ponderación de Factores son re-  
comendables las ciudades de Huancayo y Trujillo -  
para la localización de nuestro proyecto.

3. Si se consiguiera que las cepas que brinde la com-  
pañía que nos provea de tecnología, se adecúe a  
la melaza de caña como fuente de carbohidratos,-  
convendría instalar la planta en Trujillo, de lo  
contrario más conveniente en Huancayo, consideran  
do además otras ventajas que brinda esta ciudad.

4. Actualmente en Huancayo se tienen proyectos a cor-  
to plazo, como la instalación del parque industrial  
el aumento de generación eléctrica, el mejoramien-  
to del sistema ferroviario, que hacen atractiva la  
zona para instalar nuestro proyecto.

## VI: INGENIERIA DEL PROYECTO

### A. INTRODUCCION

### B. GENERALIDADES

#### B.1 Fermentación

#### B.2 Materias Primas

#### B.3 Fermentadores

### C. FABRICACION DE LOS PRODUCTOS: DESCRIPCION DEL PROCESO

#### C.1 Proceso de la Obtención de Penicilina "G"

#### C.2 Proceso para la obtención de Penicilinas Semi-sintéticas.

### D. TECNOLOGIAS DISPONIBLES

### E. EQUIPO

### F. TERRENO: UBICACION Y DISTRIBUCION DEL AREA

#### F.1 Ubicación

#### F.2 Distribución del área

### G. PERSONAL: SELECCION Y ENTRENAMIENTO

#### G.1 Selección de Personal

#### G.2 Entrenamiento

### H. MATERIAS PRIMAS

#### H.1 Materias Primas y Productos Químicos Nacionales

#### H.2 Materias Primas y Productos Químicos Importados.

## VI: INGENIERIA DEL PROYECTO

### A. INTRODUCCION

En esta parte del estudio del proyecto, señalaremos en términos generales, los procesos de producción de nuestros antibióticos a producirse, con sus respectivos diagramas de flujo.

En cuanto a la tecnología, se menciona a compañías especializadas en Penicilina y Penicilinas semi-sintéticas, que estarían dispuestas a vender su tecnología.

De acuerdo al proceso de producción, mencionamos el equipo a emplearse para la fabricación de nuestros antibióticos.

Se tiene datos de las materias primas que se emplearán, son la base para el proceso, mencionamos las materias primas de importación y las que conseguiremos en nuestro país.

Se ha hecho una distribución del terreno de acuerdo al proceso a seguir y el personal necesario según las áreas de producción necesarias para esta planta especializada.

## B. GENERALIDADES

Desde tiempos muy remotos es conocida la elaboración de vino, cerveza, vinagre, etc., pero sólo a partir de unos años a esta parte vienen empleándose por la industria métodos similares para la obtención de productos químicos, partiendo de materias primas que, en general, carecían de otra utilización y que la agricultura ofrece en abundancia.

Mediante determinados procesos realizados por microorganismos es posible transformar productos agrícolas o sub-productos de las industrias de bajo precio en otros productos químicos de valor apreciable.

### B.1 Fermentación

En la actualidad, fermentación significa todo proceso en el que intervienen microorganismos regidos por mano del hombre para producir determinadas sustancias químicas partiendo de substratos orgánicos.

Hoy en día se emplean muchos microorganismos para sintetizar complicados compuestos orgánicos, con ventaja sobre la síntesis puramente química. Aunque a veces resulten de costo elevado, pueden ser más sen-

cillos en cuanto al factor tiempo por simplificar algunas fases de los procesos.

En las fermentaciones, los microorganismos pueden clasificarse en tres tipos:

1. Anaeróbios .- que desasimilan sólo en ausencia del aire, respirando por fermentación.
2. Aerobios.- que desasimilan solamente en la presencia del aire mediante oxidaciones aeróbicas.
3. Facultativos .- que pueden clasificarse en varios grupos, según su sensibilidad al oxígeno y pueden vivir y respirar tanto en ausencia como en presencia del aire.

## B.2 Materias primas

Las materias primas utilizadas en la mayoría de las fermentaciones contienen como substancia principal hidratos de carbono, además de compuestos nitrogenados, sobre todo en forma de proteínas, así mismo contienen fosfatos y otros factores de crecimiento. Siendo los hidratos de carbono los que se transforman en otros productos útiles, ellos dan mayor o menor valor al rendimiento de la materia prima empleada, ya que las proteínas y otras sales inorgánicas son uti-

lizadas en los microorganismos para su metabolismo y crecimiento.

También se emplean agentes neutralizantes o estabilizadores de pH, para aumentar o disminuir la acidez o alcalinidad del medio, a fin de que los microorganismos puedan desarrollarse en condiciones óptimas.

La materia prima para fermentar debe diluirse en un medio líquido que de ordinario es agua.

Es importante el ajuste del pH que depende del microorganismo utilizado. Otra variable que conviene regular con escurpulosidad en los procesos de fermentación, es la temperatura. Existe siempre un óptimo, tanto del pH como de la temperatura para determinada especie de microorganismos.

Otra circunstancia que debe tenerse en cuenta en algunos procesos de fermentación es la esterilización de la materia prima.

En general, se realiza al preparar ésta y son suficientes 15 minutos a 120°C.

### B.3 Fermentadores

La operación se realiza en recipientes denominados fermentadores de acero inoxidable provistos interior

mente de serpentines en las que circula vapor o agua o se hallan rodeados de una camisa para regular la temperatura, ya sea con vapor o haciendo circular agua fría.

Actualmente los fermentadores industriales son cilíndricos verticales con fondo cónico o cóncavo, en general están cerrados y se hallan provistos de agitadores, aparatos reguladores de temperatura y de pH y llevan dispositivos de aireación forzada, además poseen dispositivos automáticos de limpieza y esterilización.

### C. FABRICACION DE LOS PRODUCTOS: DESCRIPCION DEL PROCESO

#### C.1 Proceso de la Obtención de Penicilina.-

Para la obtención de la Penicilina G por fermentación se pueden distinguir durante el proceso, las siguientes etapas:

- a. Inoculación
  - b. Fermentación
  - c. Filtración
  - d. Extracción
  - e. Cristalización y Acabado.
- a. Inoculación .- La inoculación consiste generalmente en dos etapas que sirven para procurar la canti

dad necesaria de material de siembra para la tercera etapa, que es la de producción: fermentación.

La suspensión de cepas, ya convenientemente seleccionadas de la variedad *PENICILLIUM CHRYSOGENUM* - preparada en el laboratorio, se conduce esterilmente a través del dispositivo de inoculación al primer pre-fermentador (Primera etapa) que generalmente tiene un volumen de 200 a 500 litros, donde penetra también la solución nutritiva esterilizada. Con la agitación, aereación, control de pH y a una temperatura de 25°C, la cepa se multiplica rápidamente en el curso de 30 a 60 horas que da lugar a una solución de cultivo parecida a una papilla fluida.

Luego se pasa todo el contenido a través de un sistema de tubos esterilizados con vapor a un segundo pre-fermentador (2da. etapa) de un volumen entre 2,000 a 2,500 litros y a él se envía también - una nueva cantidad de caldo de cultivo esterilizado.

Al cabo de 12 a 24 horas de agitación, aereación, control de pH y a una temperatura de 25°C, el cultivo se encuentra en condiciones de ser empleado

como material de siembra del fermentador de producción.

- b. Fermentación .- El cultivo proveniente del segundo pre-fermentador, es enviado al fermentador (tercera etapa) con un volumen de trabajo entre 20,000 a 80,000 litros.

El caldo, compuesto de agua, carbohidratos: almidón, fuente de proteínas, licor de maceración de maíz, sales inorgánicas, etc., se preparará en una serie de dos tanques, es enviada ya esterilizada al fermentador. El fermentador dispone de un agitador para conseguir una buena mezcla, se regula la temperatura a 25°C, enfriando a través de la camisa del fermentador, se remueve el calor desarrollado en la fermentación.

El aire, pasado por un sistema de pre-filtración y filtro de esterilización es impulsado por la parte inferior del fermentador, asimismo se cuenta con adiciones automáticas de anti-espumantes, reguladores de pH.

Durante la fermentación, se sacan muestras, se examinan en cuanto a: azúcar, contenido de nitrógeno, pH, actividad biológica, etc.

Luego de 170 - 180 horas, se espera un rendimiento promedio de 20,000 a 23,000 unidades/ml. de penicilina.

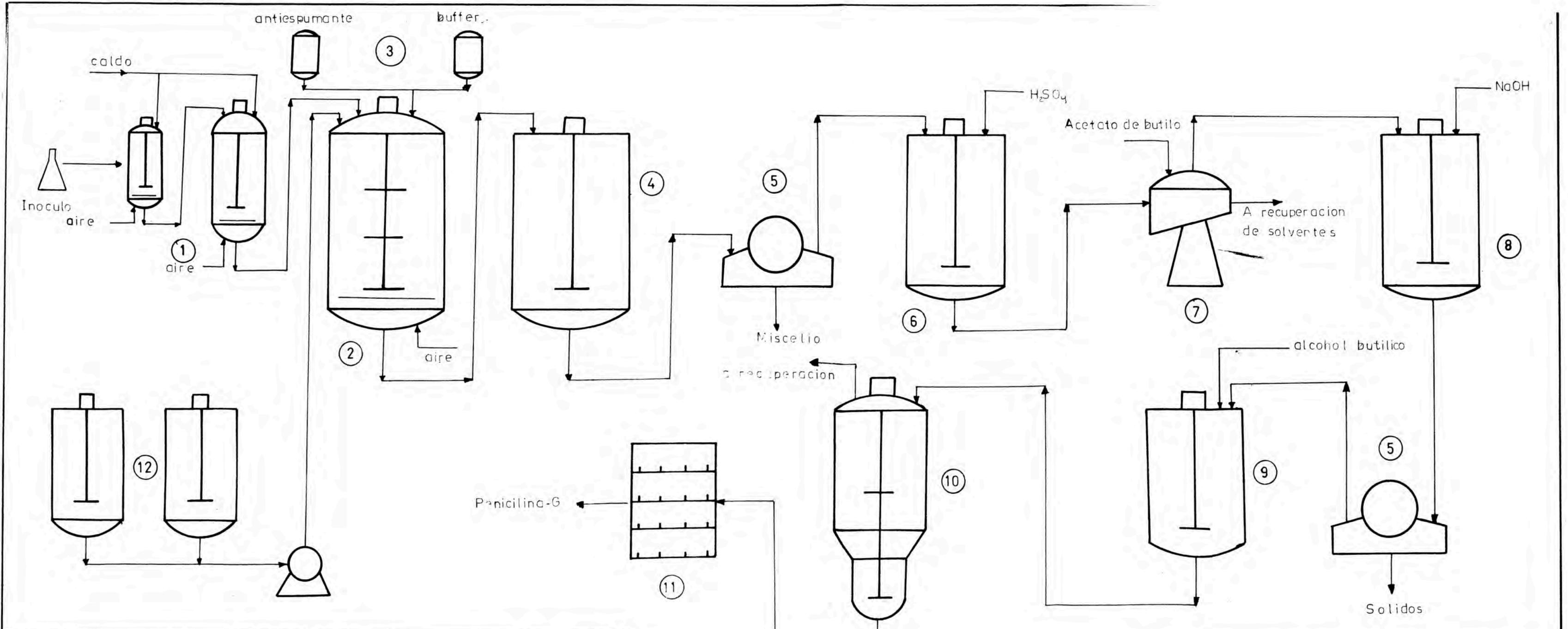
- c. Filtración.- El caldo de fermentación se traslada a un tanque. Para aminorar las pérdidas de penicilina, el caldo es rápidamente enfriado hasta 5 - 10 °C.

El caldo de fermentación se filtra para eliminar el miscelio y otros sólidos. Un filtro giratorio al vacío previamente esterilizado es la instalación típica industrial de éste género.

El miscelio y los otros sólidos, son lavados para recuperar el caldo y de ahí pasa a un secador; debido a su contenido de proteínas es empleado en la alimentación animal.

- d. Extracción.- El líquido de cultivo filtrado, representa aproximadamente un 80% del total original, se procederá a la extracción de la penicilina con disolvente, como el acetato de butilo en extractor centrífugo en contracorriente.

La penicilina se encuentra en el líquido de cultivo filtrado en forma de sal difícilmente extraíble y se convierte por acidificación con ácido



**L E Y E N D A**

1	Fermentadores Intermedios	7	Extractor centrifugo
2	Fermentador	8	Tanque para recoger extracto
3	Tanques de antiespumante - buffer	9	Cristalizador
4	Tanque para caldo fermentado	10	Evaporador continuo
5	Filtros rotativos al vacio	11	Horno de secado al vacio
6	Tanque para recoger filtrado	12	Tanques de preparacion de caldo

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA QUIMICA - UNI.  
 Planta de Penicilina y Penicilinas Semi-Sinteticas  
 Diagrama de Flujo Penicilina - G  
 JESUS FRANCIA CHINCHAY  
 FELIPE NOLASCO RAMIREZ

sulfúrico en ácido penicilánico libre que se disuelve fácilmente en los disolventes orgánicos. Los solventes se recuperan por destilación.

e. Cristalización y Acabado.- Luego de la extracción al extracto se le agrega hidróxido de sodio en un tanque, luego se filtra; el filtrado pasa a un cristizador recubierto interiormente con vidrio.

En el cristizador se agrega un solvente orgánico como el alcohol butílico, con la finalidad de eliminar el agua del extracto, se procede a una evaporación al vacío, luego la sal de penicilina pasa al secado en un secador al vacío.

El acabado comprende una estelización de la sal y así pueda salir el producto al granel para la venta a los laboratorios formuladores.

## C.2 Proceso para la obtención de Penicilinas semi-sintéticas.

Compañías especializadas en antibióticos, han determinado que los medios químicos son más económicos que los de fermentación, para la obtención de la ampicilina y oxacilinas.

La materia prima básica para la obtención de las pe

nicilinas semi-sintéticas es el ácido 6-aminopenicilánico (6-APA).

### C.2.1 Obtención de Ampicilina

Para la obtención de ampicilina es necesario contar con dos materias primas básicas:

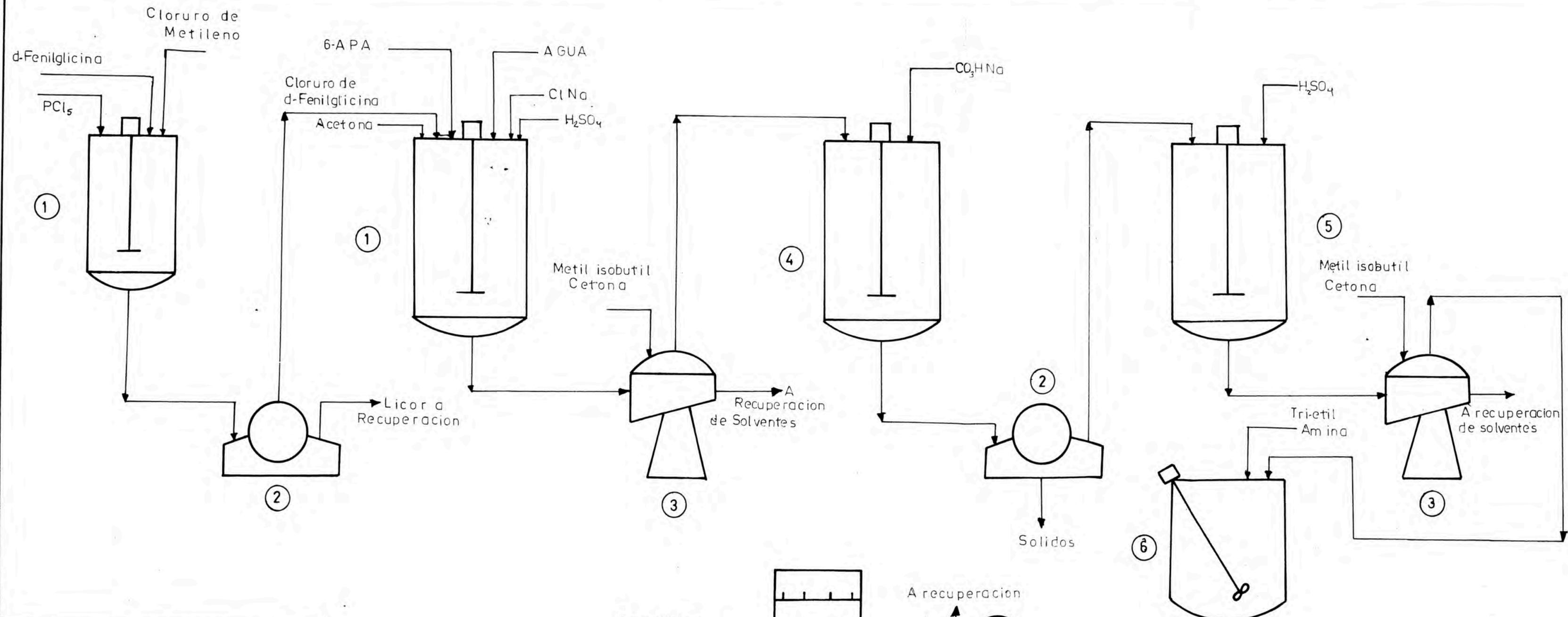
- La penicilina G, a partir de la cual por hidrólisis se obtendrá el ácido 6-aminopenicilánico (6-APA).

La d-fenilglicina, cuyo grupo amino debe ser protegido y activado por el grupo carboxígeno para permitir la condensación con el 6-APA.

#### DESCRIPCION DEL PROCESO

Es un reactor de acero inoxidable, equipado con un condensador enfriado por salmuera, se carga con cloruro de metileno y la de-Fenilglicina, esta mezcla se enfría hasta los 0°C, a esta temperatura se agrega pentacloruro de fósforo, con agitación se lleva la temperatura hasta 8 - 10°C, se mantiene de 3 a 4 horas, al cabo de las cuales el producto es filtrado, obteniéndose un sólido, el cloruro de d-Fenilglicina.

Este cloruro para a otro tanque en el cual hay una solución de cloruro de sodio, se agrega acetona y



LEYENDA	
1	Reactores
2	Filtros rotativos al vacio
3	Extractor centrifugo
4	Tanque de recoger extracto
5	Tanque de recoger filtrado
6	Cristalizador
7	Horno de secado al vacio

PROGRAMA ACADEMICO DE INGENIERIA QUIMICA - U.N.I.  
 Planta de Penicilina y Penicilinas Semi-Sinteticas  
 Diagrama de Flujo Ampicilina  
 JESUS FRANCIA CHINCHAY  
 FELIPE NOLASCO RAMIREZ

el 6-APA, todo a temperatura ambiente, al cabo de 4 a 5 horas, la solución es acidulada a pH2 con ácido sulfúrico y se agrega un solvente orgánico como la metil isobutil cetona y se procede a la extracción, la fase acuosa conteniendo el antibiótico va a otro reactor de acero inoxidable donde se neutraliza con bicarbonato de sodio y se enfría a 6°C, se mantiene por 2 horas, luego se filtra para eliminar los sólidos formados, el líquido pasa a un reactor de acero inoxidable, se agrega ácido sulfúrico a pH2, se extrae con solvente metil isobutil cetona, en el extractor centrífugo, el líquido va a un cristalizador de acero inoxidable, se agrega trietil amino, se enfría a 0°C, durante 3 horas al cabo de las cuales la ampicilina, cristaliza, se filtra y los sólidos pasan a un secador al vacío.

#### D. TECNOLOGIAS DISPONIBLES

La elección de la tecnología para la obtención de las penicilinas, implica cepas que den un alto rendimiento, aún adaptándose al uso de materias primas disponibles en nuestro medio.

Para las semi-sintéticas, es necesario que cuenten con la tecnología para obtener el 6-APA y la d-Fe

nilglicina.

Para obtener la tecnología, como la empresa peruana, debe hacer contacto con estas compañías que disponen de tecnología, se hará una selección adecuada según sus propuestas que manden, así como de las referencias que puedan obtener de plantas farmoquímicas - que trabajen con dicha tecnología.

Es sumamente necesario que al momento de tomar acuerdos para la compra de una determinada tecnología, haya una cláusula que garantice el funcionamiento del proceso, entrenamiento de técnicas y operarios y diversos aspectos tecnológicos.

A continuación mencionamos las compañías que podrían ofrecer su tecnología para la obtención de penicilina G por fermentación y penicilinas semi-sintéticas por medios químicos.

<u>COMPAÑIA</u>	<u>PAIS DE PROCEDENCIA</u>
Laboratorio Bagó	Argentina - Buenos Aires
Antibióticos	España - Madrid
Gistbrocades	Holanda - Delfi
Ininter	Italia - Milan
Beechman Research Laboratories	Inglaterra - Betchworth
Brostal Laboratories	U.S.A. - Siracuse N.Y.
Charles Pfizer and Co.	U.S.A. - New York N.Y.

## E. EQUIPO

De acuerdo al proceso general empleado en la obtención de penicilina G por fermentación y penicilinas semi-sintéticas, se ha determinado el equipo para cada sala de producción y servicios.

### 1. Sala de Fermentación

- Inoculadores : fermentadores de vidrio con control de temperatura, pH, agitación.
- Fermentadores intermedios de acero inoxidable, control de temperatura, pH, agitación.
- Fermentadores de producción de acero inoxidable, control de temperatura, pH, Flujo, agitación, camiseta.
- Tanque de preparación de caldos de acero inoxidable con agitación.
- Bombas centrífugas.
- Intercambiadores de caldos en espiral.
- Tanques de anti-espuma, acero inoxidable.

### 2. Sala de Filtración

- Tanques para caldo fermentado de acero inoxidable y camisa exterior.
- Filtros rotativos al vacío.

Secador giratorio continuo para miscelio.

- Bombas centrífugas.

### 3. Sala de Extracción por Solventes y Cristalización

- Tanques para recoger filtrados de acero inoxidable, con agitador y camisa externa.
- Filtro rotativo al vacío.
- Tanque de almacenamiento de solventes.
- Tanque de almacenamiento de solución alcalina de acero inoxidable.
- Extractor centrífugo con bombas medidores de flujo, etc.
- Tanque de recolección y neutralización de licor madre de acero inoxidable con agitación.
- Cristalizadores, forrados de vidrio.
- Evaporador continuo.
- Horno de secado al vacío.

Bombas centrífugas.

### 4. Sala de Síntesis de penicilinas semi-sintéticas

- Reactores forrados en vidrio con agitador, con cami

sa exterior, condensador, bomba de vacío.

- Filtro rotatorio al vacío de acero inoxidable.
- Tanques de recepción de acero inoxidable.
- Centrífuga de canastilla de acero inoxidable.
- Cristalizador forrado en vidrio.
- Secador al vacío, acero inoxidable, con bomba de vacío.

5. Sala de recuperación de solventes

- Columnas de destilación con válvulas, instrumentos, etc.

Condensadores de acero inoxidable.

- Tanques intermedios para almacenar solventes.

6. Sala de Planta Piloto

- Equipo para fermentación y extracción con controles automáticos.

7. Sala de tratamiento de Elementos

- Tanques de almacenamiento de acero inoxidable, agitador.

8. Sala de Refrigeración

- Unidad de compresores, con tanque de salmuera.

9. Sala de compresores

Compresores para obtener aire a una presión de 3.5 atmósferas.

10. Sala de calderos

- Calderos, producirán más de unos 5,000 Kg./Hr. de vapor.

11. Sala de tratamiento de agua

- Unidad para desmineralizar agua.

F. TERRENO: UBICACION Y DISTRIBUCION DE AIRE

F.1 Ubicación

El terreno para la instalación de la planta, ya sea en Huancayo o Trujillo, debe estar ubicado en una zona que cuente con vías de comunicación necesarios para el transporte de materias primas y productos terminados.

Sería recomendable en el parque industrial de Trujillo o en el futuro parque industrial de Huancayo, - puesto que se contaría con energía eléctrica, agua, etc. en estas zonas.

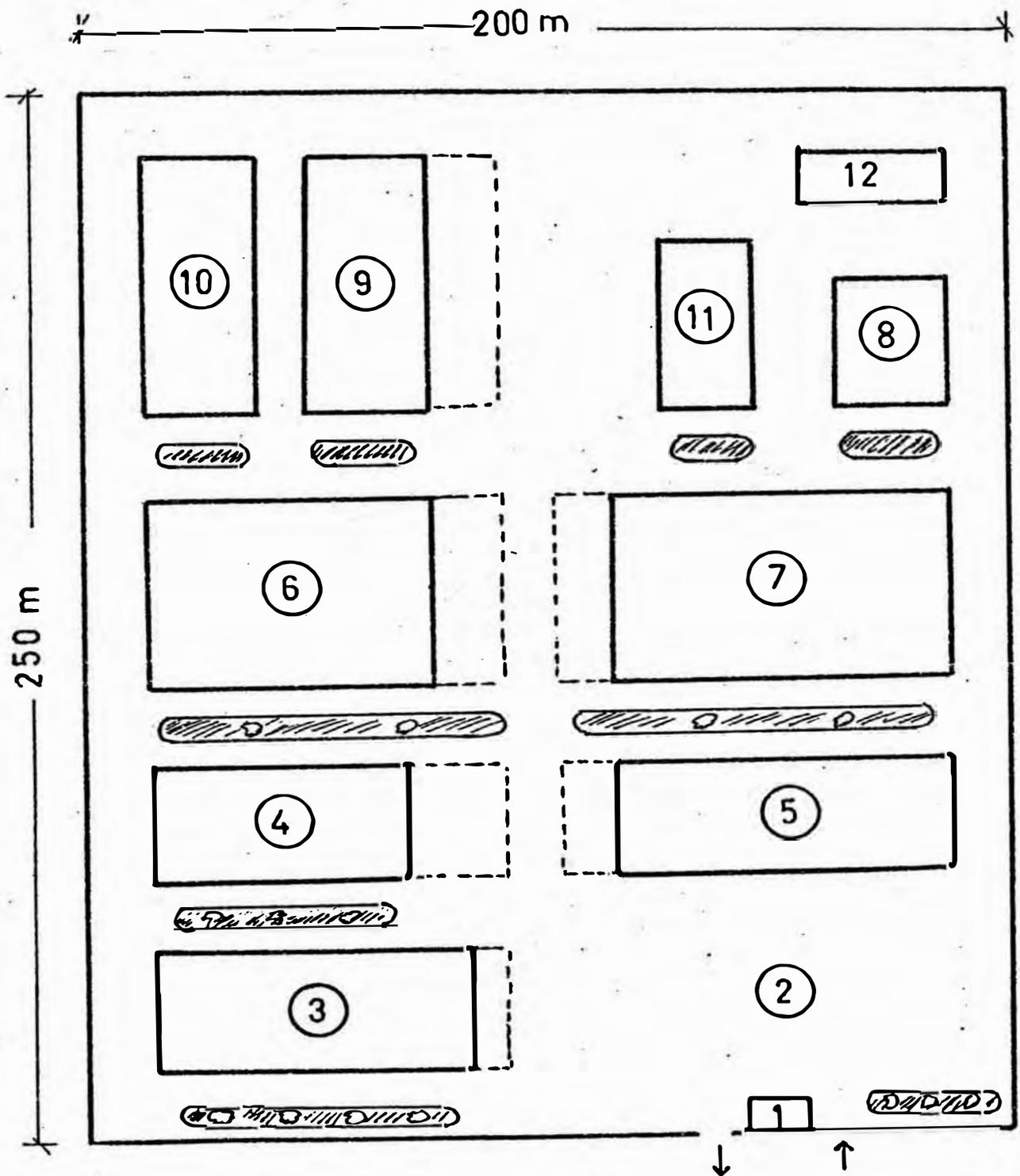
## F.2 Distribución del Area

Se considera un terreno con un área de 50,000 m<sup>2</sup>, teniendo en cuenta futuras expansiones.

El terreno no deberá presentar pendientes acentuadas. De acuerdo al sistema de producción, las zonas en que se han distribuido son:

1. Guardianía
2. Zona de maniobra
3. Zona administrativa
4. Zona de Laboratorio y Planta Piloto
5. Zona de almacenes
6. Zona de producción de Penicilinas semi-sintéticas
7. Zona de producción de Penicilina G
8. Zona de recuperación de solventes
9. Zona de servicios
10. Zona de mantenimiento
11. Zona de tratamiento de efluentes
12. Depósitos.

# DISTRIBUCION GENERAL DEL TERRENO



Escala: 1/1500

G. PERSONAL: SELECCION Y ENTRENAMIENTO

G.1 Selección de Personal

Se ha determinado el personal necesario según las fun  
ciones que han de desempeñar en los diferentes departa  
mentos.

El personal profesional debe ser un elemento altamen-  
te capacitado para el control del proceso de las peni  
cilinas, asimismo en lo referente al personal técnico  
pues de esta manera se han de evitar problemas en el  
desarrollo del proceso.

Tenemos la siguiente distribución del personal:

	<u>Nº</u>
1. Gerencia y Administración	27
2. Producción	61
3. Laboratorio y planta piloto	28
4. Mantenimiento y servicios	<u>40</u>
TOTAL :	156

G.2 Entrenamiento

Considerando que los procesos tecnológicos en la pro-  
ducción de antibióticos son desconocidos en nuestro -  
país, el personal seleccionado debe tener un período  
de entrenamiento.

Los técnicos serán entrenados en las plantas de los proveedores de tecnología, así como en la planta.

PERSONAL : GERENCIA Y DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO

<u>Nº</u>	<u>C A R G O</u>	<u>S/./MES</u>
1	Gerente General	120,000
1	Secretaria	25,000
1	Gerente Administrativo	100,000
1	Secretaria	20,000
1	Jefe de Personal	60,000
1	Asistente Social	25,000
1	Secretaria	15,000
1	Contador	60,000
1	Planillero	20,000
2	Secretarias(S/.15,000/mes)	30,000
1	Gerente de Comercialización	60,000
2	Auxiliares(S/.18,000/mes)	36,000
3	Secretarias(S/.15,000/mes)	45,000
1	Jefe de Almacen de materias primas	18,000
1	Jf. de Almacen de productos terminados	18,000
<u>8</u>	Ayudantes (S/.9,000/mes)	<u>72,000</u>
27		724,000
	Beneficios Sociales (14%)	<u>101,000.</u>
	TOTAL -----	S/.825,000/mes
		ó
		US\$ 11,720/mes

1 US\$ = S/.70

PERSONAL: DEPARTAMENTO DE PRODUCCION

<u>N°</u>	<u>CARGO</u>	<u>S./M.Emple.</u>	<u>S./M.Obre.</u>
1	Gerente de Producción	100,000	-----
1	Secretaria	20,000	-----
1	Ing.Jf. del Dpto. de Fermentación	60,000	-----
3	Técnicos calificados(S/.30,000/mes)	90,000	-----
9	Operarios Semi-calific.(S/.400/día)	----	108,000
6	Ayudantes(S/.300/día)	----	54,000
1	Ing.Jf. del Dpto. de Recuperación	60,000	-----
3	Técnicos calificados(S/.30,000/mes)	90,000	-----
3	Operarios Semi-calificad.(S/.400/día)	----	36,000
3	Ayudantes(S/.300/día)	----	27,000
1	Ing°Jf.del Dpto. de P.Semi-sintética	60,000	-----
3	Técnicos calificados(S/.30,000/mes)	90,000	-----
9	Operarios Semi-calificad.(S/.400/d.)	----	108,000
6	Ayudantes(S/.300/día)	----	54,000
1	Ing°Jf.del Dpto.de Rec.de Solvent.	60,000	-----
3	Técnicos Calificad.(S/.30,000/mes)	90,000	-----
3	Operarios Semi-calific.(S/.400/día)	----	36,000
3	Ayudantes(S/.300/día)	----	27,000
1	Técnico calificado-Cultivos	30,000	-----
<u>61</u>		<u>750,000</u>	<u>450,000</u>
	Beneficios Sociales(14%) -----	<u>105,000</u>	<u>63,000</u>
		855,000	513,000
	TOTAL : -----	S/.1'368,000/mes	
			6
		US\$	19,542/mes

PERSONAL : LABORATORIO Y PLANTA PILOTO

<u>N°</u>	<u>CARGO</u>	<u>S./M.Emplea.</u>	<u>S./M.Obrer.</u>
1	Gerente de Investigación	100,000	-----
1	Secretaria	25,000	-----
1	Ing°Bioquímico Jf.de Laboratorio	50,000	-----
1	Secretaria	20,000	-----
1	Químico	40,000	-----
3	Técnicos calific.(S/.20,000/mes)	60,000	-----
3	Operarios calific.(S/.600/día)	-----	54,000
3	Ayudantes(S/.300/día)	-----	27,000
1	Ing° Bioquímico Jf.Planta Piloto	60,000	-----
1	Microbiologo	50,000	-----
6	Técnicos calific.(S/.20,000/mes)	120,000	-----
3	Operarios calificad.(S/.600/día)	-----	54,000
3	Ayudantes (S/.300/día)	-----	27,000
<u>28</u>		<u>525,000</u>	<u>162,000</u>
	Beneficios Sociales (14%)	<u>73,500</u>	<u>22,680</u>
		598,500	184,680
	TOTAL : -----	S/.783,180/mes	
		ó	
		US\$ 11,188/mes	

PERSONAL : MANTENIMIENTO Y SERVICIOS

<u>Nº</u>	<u>CARGO</u>	<u>S/.M.Emplea.</u>	<u>S/.M.Obrer.</u>
1	IngºJf. de mantenimiento	60,000	-----
1	Secretaria	20,000	-----
1	Ingeniero Electricista	50,000	-----
3	Técnicos electric.(S/.20,000/M)	60,000	-----
3	Operarios electric.(S/.500/día)	-----	45,000
3	Ayudantes(S/.300/día)	-----	27,000
1	Ingeniero Mecánico	50,000	-----
3	Técnic.Mecánic.(S/.20,000/mes)	60,000	-----
3	Operarios mecán.(S/.500/día)	-----	45,000
1	Jefe de almacen de repuestos	20,000	-----
3	Ayudantes(S/.8,000/mes)	24,000	-----
1	Técnico Tratamiento efluentes	20,000	-----
3	Operarios semi-calif.(S/.400/día)	-----	36,000
3	Ayudantes (S/.300/día)	-----	27,000
6	Técnicos(caldero, trat.de agua) (S/.20,000/mes)	120,000	-----
3	Vigilantes (S/.9,000/mes)	27,000	-----
1	Jardinero	9,000	-----
40		<u>520,000</u>	<u>180,000</u>
	Beneficios Sociales(14%)	<u>72,800</u>	<u>25,200</u>
		592,800	205,200
	TOTAL : -----	S/.798,000/mes	
		6	
		US\$ 11,400/mes	

## H. MATERIAS PRIMAS

Expertos en la producción de antibióticos han determinado que las materias primas constituyen alrededor del 70% del costo del antibiótico.

Las materias primas utilizadas en la fermentación tienen como componente principal los hidratos de carbono, además de compuestos nitrogenados en forma de proteínas, asimismo contienen fosfatos y otras sales inorgánicas.

Siendo los hidratos de carbono, los que se transforman en otros productos útiles, ellos dan mayor o menor valor al rendimiento de la materia prima empleada, ya que las proteínas y las sales inorgánicas son utilizadas por los microorganismos como medio para su crecimiento. Como fuente de carbohidratos de uso general tenemos: el almidón, la melaza de caña, la cual podría ser adaptada.

Cabe mencionar además productos químicos como reguladores del pH, antiespumantes, solventes para la extracción, etc.

Se tratará que la compañía que nos provea de tecnología adapte las cepas a las materias primas nacionales.

Se mencionan las materias primas y productos químicos que usan en general las compañías productoras de estos antibióticos.

#### H.1 Materias primas y Productos Químicos Nacionales

- Almidón
- Melaza de caña
  - Licor de maceración de maíz
- Harina de pescado
- Aceite de pepita de algodón
- Aceite de pescado
- Aceite de maíz
- Levadura
  - Sulfato de amonio
- Cloruro de sodio
- Soda Caustica
- Acido sulfúrico
- Acetato de butilo
  - Metanol
- Butanol, etc.

#### H.2 Materias Primas y Productos Químicos Importados

- Trietanol amida
  - Carbón activado

- Pentacloruro de fósforo
- Metil isobutil cetona
- Bicarbonato de sodio
- Acido fenil acético.

## VII: INVERSIONES

- A. INVERSION FIJA
- B. CAPITAL DE TRABAJO
- C. FINANCIAMIENTO

## VII: INVERSIONES

En este capítulo se presenta la estructura de la inversión para la capacidad instalada propuesta.

En resumen, la inversión es la siguiente:

	<u>US \$</u>
Inversión Fija	13'207,040
Capital de Trabajo	<u>3'473,420</u>
Inversión Total -----	16'680,460

### A. INVERSION FIJA

Los rubros de la inversión fija lo constituyen los recursos económicos necesarios para la instalación del proyecto.

Para nuestra planta especializada se ha obtenido datos globales para la inversión fija, válida hasta fines de 1976, se ha considerado prudente un aumento del 15% de estos costos para el año 1977, teniéndose en cuenta la inflación.

El costo del terreno y del estudio final, se ha estimado en base a consultas.

Se tienen los siguientes rubros de inversión fija:

	<u>US \$</u>
Costo de equipo e instalación	5'400,000
Fletes y seguros	972,000
Tecnología	1'100,000
Asistencia Técnica	130,000
Costo de Edificios Industriales	2'200,000
Ingeniería y Administración	950,000
Terreno en zona industrial	230,840
Costo de la puesta en marcha	824,200
Costo del estudio final	200,000
Imprevistos(10% de los rubros anteriores)	<u>1'200,000</u>
TOTAL INVERSION FIJA -----	US\$13'207,040

B. CAPITAL DE TRABAJO

El capital de trabajo, lo componen los rubros necesarios para el funcionamiento, o sea atender las operaciones de producción.

Para este tipo de industria se considera necesario un capital de trabajo para 6 meses de operación.

<u>PRODUCCION</u>	<u>US \$</u>
Materias Primas	2'880,000
Servicios	265,900
Mano de Obra Directa	117,252
Mano de Obra Indirecta	<u>135,528</u>
	3'398,680
 <u>ADMINISTRACION</u>	
Sueldos	70,740
Gastos de Oficina	<u>4,000</u>
	74,740
 TOTAL CAPITAL DE TRABAJO	 US \$ 3'473,420

C. FINANCIAMIENTO

Para el financiamiento de nuestro proyecto, tenemos como posibles fuentes nacionales a COFIDE y el Banco Industrial del Perú y los capitales extranjeros, se podrían gestionar préstamos ante el Banco Interamericano de Desarrollo (B.I.D.), la Agencia para el Desarrollo Internacional (A.I.D.).

Consideramos toda la deuda a largo plazo: 14 años con un interés anual del 8% al rebatir y un período de gracia de 4 años, que es el necesario para construir la planta e iniciar la producción.

El total de la inversión, será cubierto de la siguiente manera:

	<u>US \$</u>	%
Capitales Nacionales	5'004,138	30
Capitales Extranjeros	11'676,322	70
	16'680,460	100

Los pagos de amortización e intereses de la deuda se muestran en el siguiente cuadro:

CUADRO 9

AMORTIZACION Y SERVICIO DE LA DEUDA

AÑO	PRINCIPAL	CUOTA	INTERESES	SALDO
1982	16'680,460	1'668,046	1'334,436.8	15'012,414
1983	15'012,414	1'668,046	1'200,933.1	13'344,368
1984	13'344,368	1'668,046	1'067,549.4	11'676,322
1985	11'676,322	1'668,046	934,105.8	10'008,276
1986	10'008,276	1'668,046	800,662.1	8'340,230
1987	8'340,230	1'668,046	667,218.4	6'672,184
1988	6'672,184	1'668,046	533,774.8	5'004,138
1989	5'004,138	1'668,046	400,331.0	3'336,092
1990	3'336,092	1'668,046	266,887.4	1'668,046
1991	1'668,046	1'668,046	133,443.7	0

## VIII: EVALUACION ECONOMICA

- A. PLAN DE PRODUCCION
- B. PLAN DE VENTAS
- C. PRESUPUESTO DE EGRESOS
  - C.1 Costos de Manufactura
  - C.2 Costos Generales de la Empresa
- D. PRESUPUESTO DE INGRESOS
  - D.1 Precios de Venta del Mercado Internacional
  - D.2 Precios de Venta para el Proyecto
  - D.3 Ingresos por Ventas
- E. PUNTO DE EQUILIBRIO
- F. ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS
- G. RENTABILIDAD

## VIII: EVALUACION ECONOMICA

En este capítulo se calcularán los egresos e ingresos anuales que resultarían de llevar a la realidad el proyecto. Se hallarán los egresos e ingresos para los 10 primeros años de producción 1981-1990. Basados en estos datos se halla el punto de equilibrio, el estado de pérdidas y ganancias el cual nos permitirá hallar la rentabilidad del proyecto.

### A. PLAN DE PRODUCCION

La fecha supuesta de inicio de la producción será en 1981, se prevee un incremento de la producción de 75 a 85% en los dos primeros años, para luego en el tercer año alcanzar el 100% de la capacidad instalada.

El plan de producción se muestra en el cuadro 10, se puede notar la producción de penicilina G grado técnico y grado farmacéutico para la venta, teniéndose en cuenta la transferencia interna que habrá de penicilina G grado farmacéutico para la producción de las penicilinas semi-sintéticas, que no aparecen en el cuadro, pero que están incluidos dentro de la producción total de penicilina G.

B. PLAN DE VENTAS

El plan de ventas se ha hecho basado en la capacidad instalada de nuestra planta y en la proyección de la demanda de la penicilina G y las penicilinas semi-sintéticas para el Perú y el resto de los países del Grupo Andino.

Para la penicilina G, el plan de ventas supone un cubrimiento del 100% de la demanda de penicilina G grado farmacéutico y grado técnico en el Perú. Para el resto de los países del Grupo Andino se cubrirá el 50% de la demanda de penicilina G grado farmacéutico.

En cuanto a las penicilinas semi-sintéticas, el plan de ventas nos muestra cubrir el 50% de la demanda para el Perú, teniéndose en cuenta la oferta de SINQUISA. Asimismo se cubriría en promedio el 50% de la demanda del resto de los países del Grupo Andino.

El plan de ventas se muestra en el Cuadro 11.

CUADRO 10

PLAN DE PRODUCCION - TM

AÑO	PENICILINA G	PARA LA VENTA		PENICILINAS SEMI-SINTE TICAS
		GRADO TECNICO	GRADO FARMACEUT.	
1981	90	11	28.5	38
1982	102	16.3	28.5	43
1983	120	24	29	50.5
1984	120	24	29	50.5
1985	120	24	29	50.5
1986	120	24	29	50.5
1987	120	24	29	50.5
1988	120	24	29	50.5
1989	120	24	29	50.5
1990	120	24	29	50.5

CUADRO 11

PLAN DE VENTAS - TM

AÑO	PENICILINA G		PENICIL.SEMI-SINTETICAS		
	PERU	RESTO DEL GRAN	PERU	RESTO DEL GRAN	GRAN
1981	22	17.5	9		29
1982	27.3	17.5	10		33
1983	35	18	11		39.5
1984	35	18	11.5		39
1985	35	18	12.5		38
1986	35	18	13		37.5
1987	35	18	13.5		39
1988	35	18	14		36.5
1989	35	18	14.5		36
1990	35	18	15		35.5

## C. PRESUPUESTO DE EGRESOS

El presupuesto de egresos, lo constituyen los costos de producción, los cuales en forma global constituyen:

1. Costos de Manufactura
2. Costos generales de Empresa

### C.1 Costos de Manufactura

Tenemos los siguientes costos de manufactura:

#### C.1.1 Costos directos de producción

- a. Materias Primas .- Las materias primas lo constituyen los materiales directos y los productos químicos necesarios para el proceso de producción.

Se ha obtenido datos para el año de 1976 de costos de materias primas para la penicilina G y un promedio para penicilinas semisintéticas, calculados por fabricantes de estos antibióticos en US\$/Kg. de antibióticos.

Para el año 1977, con la finalidad de evaluar nuestros costos, en base a consultas se ha optado por aumentar un 30% a los datos de los fabricantes, teniendo en cuenta la inflación.

US\$/Kg. de Antibiótico

	Penicilina G	Penicilinas SEMI-SINTETICAS
Materias Pri mas.	18	92

- b. Mano de Obra Directa.- El costo de la mano de Obra directa está dado por el personal que trabaja directamente en la producción. Incluyen - los sueldos y jornales de este personal, así como beneficios sociales.

C.1.2 Costos Fijos

Constituido por:

- a. Depreciación.- Se considera la depreciación del equipo y maquinaria en 18 años y los edificios en 30 años.

Para el cálculo de la depreciación, se ha empleado el método lineal.

- b. Seguros.- Se toman como el 1% del costo de la maquinaria y equipo y el de los edificios.

### C.1.3 Gastos de Fabricación

a. Servicios .- En este rubro se incluyen los servicios de agua, de proceso y refrigeración, vapor, energía eléctrica, aire, etc.

A los datos para el año 1976 de fabricantes, en US\$/Kg. de antibiótico, se ha asumido un amento del 30% para el año 1977.

US\$/Kg. de Antibiótico

	Penicilina G	Penicilinas SEMI-SINTETICAS
Servicios	4.7	5.6

b. Mano de obra indirecta .- Consideramos la mano de obra de los servicios y mantenimiento, laboratorio y planta piloto, se incluyen suéldos, jornales y beneficios sociales.

Los datos de los costos de manufactura se presentan tabulados en el cuadro 12 para los años 1981-1990.

### C.2 Costos Generales de la Empresa

Tenemos los siguientes costos:

**C.2.1 Costos de Administración y Ventas**

Incluye los sueldos de gerencia y el personal administrativo y de ventas con beneficios sociales.

**C.2.2 Costos de Financiamiento**

Lo constituyen las amortizaciones y los intereses que se pagan al rebatir, por el servicio de la deuda.

Los costos generales de la empresa se muestran en el cuadro 13 para los años 1981 - 1990.

CUADRO 12

COSTOS DE MANUFACTURA - MILES US \$

ITEMS	1981	1982	1983 - 1990
Materias Primas	4,207.0	4,762.4	5,600.0
Mano de Obra Directa	234.5	234.5	234.5
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>	<b>4,441.5</b>	<b>4,996.9</b>	<b>5,834.5</b>
Depreciación	373.3	373.3	373.3
Seguros	76.0	76.0	76.0
<b>TOTAL COSTOS FIJOS</b>	<b>449.3</b>	<b>449.3</b>	<b>449.3</b>
Servicios	398.5	451.4	531.9
Mano de Obra Indirecta	271.1	271.1	271.1
<b>TOTAL GASTOS DE FABRICACION</b>	<b>669.6</b>	<b>722.5</b>	<b>803.0</b>
<b>TOTAL COSTOS DE MANUFACTURA</b>	<b>5,560.4</b>	<b>6,168.7</b>	<b>7,086.8</b>

CUADRO 13

COSTOS GENERALES DE LA EMPRESA - MILES US\$

ITEMS	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Administrac.y Ventas	141.5	141.5	141.5	141.5	141.5	141.5	141.5	141.5	141.5	141.5
Gastos Financieros	--	3002.9	2869.5	2736.0	2602.6	2469.2	2335.7	2222.3	2068.8	1935.4
<b>TOTAL COSTOS GENERALES DE LA EMPRESA.</b>	<b>141.5</b>	<b>3144.4</b>	<b>3011.0</b>	<b>2877.5</b>	<b>2744.1</b>	<b>2610.7</b>	<b>2477.2</b>	<b>2363.8</b>	<b>2210.3</b>	<b>2076.9</b>

D. PRESUPUESTO DE INGRESOS

Los ingresos correspondientes a la planta de Penicilina quedarán definidos por el volumen de producción, según nuestro plan de producción y por los precios de venta de los antibióticos que vamos a producir.

Se empleará un promedio de los precios FOB de compañías extranjeras vendedoras de estos antibióticos, según se indicaron en el estudio de mercado.

D.1 Precios de Venta del Mercado Internacional

Según datos del Ministerio de Industria de precios US \$ FOB por Kilo de Penicilina G y Penicilinas Semi sintéticas, para la formulación de medicamentos, se notan diferentes precios para un antibiótico que lleva el mismo nombre.

Así tenemos:

ANTIBIOTICO	US\$/Kg.	F.O.B.
Penicilina G	35.42	60.00
Ampicilina Anhidra	160.00	250.00
Ampicilina Trihidrato	130.00	- 262.50
Cloxacilina	300.00	- 400.00
Dicloxacilina	210.00	425.00

FUENTE : MIT - AÑO 1976

Esto nos demuestra que los precios de venta son variables entre las compañías vendedoras de estos antibióticos.

#### D.2 Precios de Venta para el Proyecto

Para el cálculo de los ingresos por ventas, hemos optado por tomar precios promedio para la Penicilina G y las Penicilinas Semi-sintéticas, de acuerdo a las siguientes consideraciones:

- a. Para la Penicilina G se tomará un solo precio, ya sea para la de grado técnico o grado farmacéutico.
- b. Para la Penicilinas Semi-sintéticas: Ampicilina, Oxacilina y sus análogos clorados, también se les ha asignado un solo precio promedio.

Estos precios promedio, para nuestros antibióticos nos ayudarán a simplificar los cálculos de los ingresos por ventas.

Para las Penicilinas Semi-sintéticas, es acertado tomar un promedio del precio de venta, puesto que no sabemos cuanto se va a producir de cada una de estas, lo cual está sujeto a las condiciones que pueda ofrecer el mercado.

Para nuestro proyecto se tomarán los siguientes precios de venta:

ANTIBIOTICO	US \$/Kg.
Penicilina "G"	58.00
Penicilinas Semi-sintéticas	234.00

### D.3 Ingresos por Ventas

Se han calculado los ingresos por ventas para los 10 primeros años de producción, de acuerdo al plan de ventas y a los precios promedio tomados para nuestros productos.

Los ingresos parciales y totales se muestran en el cuadro 14.

CUADRO 14

INGRESOS POR VENTAS - MILES US \$

AÑO	PENICILINA	G	PENICILINAS SEMI-SINTETICAS	TOTAL
1981	2,291		8,892	11,183
1982	2,598.4		10,062	12,660.4
1983	3,074		11,817	14,891
1984	3,074		11,817	14,891
1985	3,074		11,817	14,891
1986	3,074		11,817	14,891
1987	3,074		11,817	14,891
1988	3,074		11,817	14,891
1989	3,074		11,817	14,891
1990	3,074		11,817	14,891

#### E. PUNTO DE EQUILIBRIO

El punto de equilibrio, se produce cuando los ingresos son iguales al costo, lo cual indica a que porcentaje mínimo de producción la empresa no tendrá pérdidas ni ganancias. Según el gráfico del punto de equilibrio para nuestra planta especializada, este es bajo, se produce para una producción de 14 TM, lo que representa un 8.2% de la capacidad instalada, considerando el tercer año de producción que será al 100%.

Este bajo punto de equilibrio se debe a la transferencia interna de Penicilina G para la producción de las Penicilinas Semi-sintéticas, así considerando que se trabaje al 100% de la capacidad instalada, las ventas de Penicilina G y Penicilinas Semi-sintéticas son del orden del 60% de esta capacidad.

#### F. ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS

De acuerdo a los datos del presupuesto de ingresos y egresos hallados anteriormente, se hará el Estado de Pérdidas y Ganancias, con la finalidad de calcular la rentabilidad de nuestro proyecto.

Las deducciones que se harán sobre la utilidad son:

El 15% de las utilidades, como parte del patrimonio de la Comunidad Industrial según el D.L.18350 y D.L.18384.

- Impuesto a la renta, el 55% luego de la deducción anterior, según el D.L.18070.

A continuación se muestra el Estado de Pérdidas y Ganancias, basado en el tercer año de producción.

PLANTA DE PENICILINA G Y PENICILINAS SEMISINTETICAS

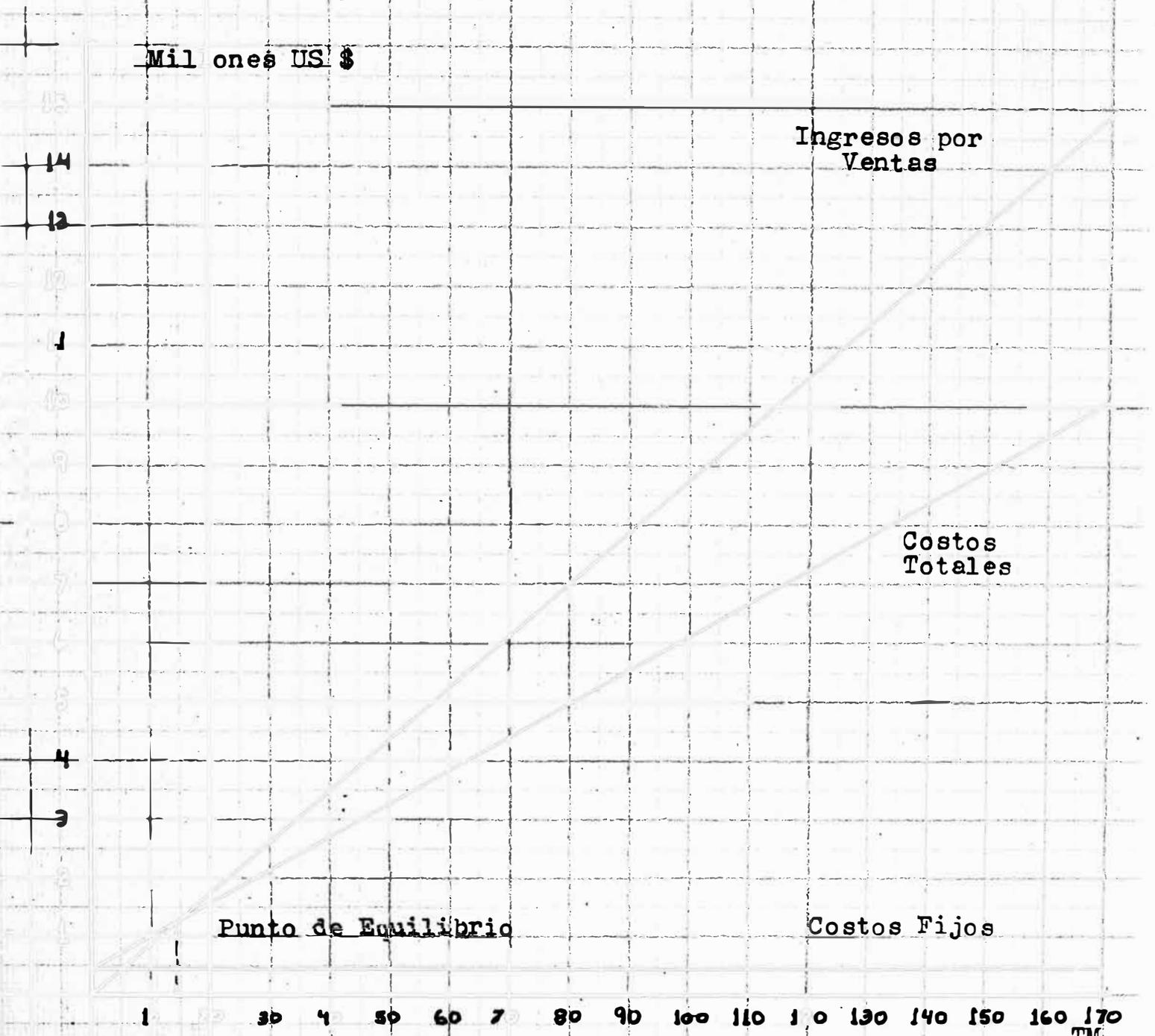
ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS

Ventas		US\$14'891,000
- Costos de Manufactura		<u>7'086,800</u>
UTILIDAD BRUTA -----		7'804,200
- Costos Generales de la Empresa:		
Administración y Ventas	141,480	
Gastos Financieros	<u>2'869,039</u>	<u>3'010,519</u>
<u>UTILIDAD (Antes de Deducciones)</u>		4'793,681
- Fondo de Comunidad Industrial 15% D.L.18350 y 18384		<u>719,052</u>
<u>UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO</u>		4'074,629
- Impuesto a la Renta 55% D.L.18070		<u>2'241,046</u>
<u>UTILIDAD NETA</u>		US\$ 1'833,583 =====

# GRÁFICO DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

Planta de Penicilina G y Penicilinas Semisintéticas

Mil ones US \$



G. RENTABILIDAD

Teniendo en cuenta que el criterio básico para la evaluación de un proyecto, es obtener el máximo de utilidades, por unidad de capital empleado en el proyecto, hallaremos la rentabilidad del proyecto farmoquímico.

Calcularemos la rentabilidad, definida como la relación entre la UTILIDAD NETA y la INVERSION TOTAL, para lo cual tenemos:

UTILIDAD NETA	1'833,583
INVERSION TOTAL	16'680,460

De donde la rentabilidad calculada sobre la inversión total es:

RENTABILIDAD: 11.00%

## **IX: ORGANIZACION**

**A. ESTRUCTURA DE LA ORGANIZACION**

**B. DESCRIPCION DE FUNCIONES**

## IX: ORGANIZACION

La organización de la empresa farmoquímica especializada, implica la enumeración de aspectos a través de los cuales se alcanzan los objetivos que persigue la empresa.

### A. ESTRUCTURA DE LA ORGANIZACION

En comparación con otro tipo de empresas, la empresa farmoquímica tiene una organización compleja. Debe ser una estructura estable, compuesta de un departamento administrativo de mucha capacidad, técnicos y obreros calificados, los cuales se complementarán en la administración y actividades productivas.

La organización está compuesta de los siguientes aspectos:

1. Gerencia General
2. Gerencia Administrativa
3. Gerencia de Comercialización
4. Gerencia de Producción
5. Gerencia de Investigación y Desarrollo
6. Mantenimiento y Servicios

La incidencia económica del personal que labore en estos

departamentos, ha sido contemplado en el capítulo VI.

Los aspectos de la organización se pueden ver en el organigrama general que se muestra.

## B. DESCRIPCION DE FUNCIONES

### 1. Gerente General

El Gerente General será el responsable del funcionamiento de la planta.

Como principal funcionario Ejecutivo de la empresa, es responsable de establecer la estrategia y política de la empresa, con respecto a la producción, negocios y diversos relacionados con la compañía.

### 2. Gerente Administrativo

El Gerente Administrativo, será el encargado de desarrollar métodos y procedimientos que le permitan mantener una estructura estable del personal de contabilidad y compras, de las cuales es responsable.

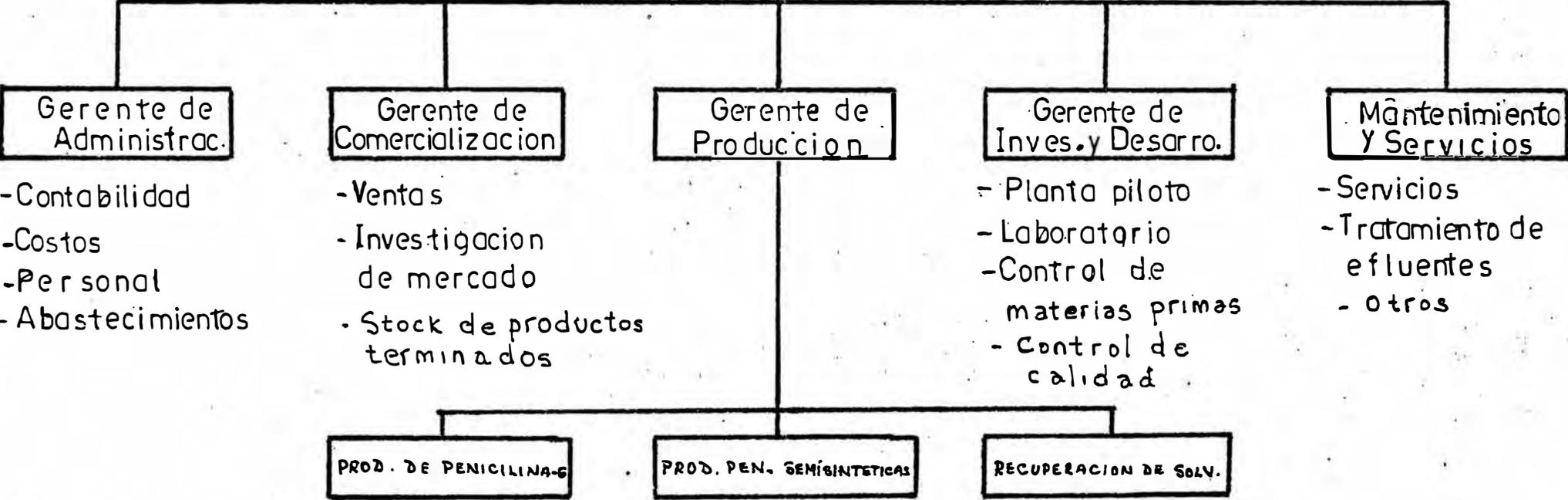
### 3. Gerente de Comercialización

El responsable del desarrollo de las ventas en el Perú y el Grupo Andino, será el Gerente de Comercialización.

Se encargará de la ejecución de programas de análisis de los factores económicos, tanto a nivel del Perú

DIRECTORIO

Gerente General



PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA QUÍMICA-U.N.I

PLANTA DE PENICILINA Y PENICILINAS SEMI-SINTÉTICAS

ORGANIGRAMA GENERAL

JESUS FRANCIA CH. - FELIPE NOLASCO R.

como el GRAN que afecten la venta de sus productos.

4. Gerente de Producción

El Gerente de Producción tiene la responsabilidad de planear la producción, de acuerdo a las metas de ventas que se hayan fijado.

Dirigirá la producción en la forma más ventajosa posible, teniendo en cuenta el stock de mercaderías -- que sea necesario para cumplir con los requerimientos del mercado.

5. Gerente de Investigación y Desarrollo

Será el responsable de las investigaciones que lleven a la obtención de productos de mejor calidad con la correspondiente economía, así como el control de calidad de los productos terminados.

Deberá trabajar intensamente en el desarrollo de nuevas cepas de acuerdo a las materias primas nacionales.

6. Mantenimiento y Servicios

Se tiene un ingeniero jefe a cargo de todo el mantenimiento y servicios, es el responsable de la operación continua de la planta.

Debe supervisar continuamente los servicios de agua, energía, aire, en coordinación con los técnicos encargados de estas labores.

**X: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## X: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente estudio de pre-factibilidad sobre la Penicilina G y las Penicilinas Semi-sintéticas, nos permite concluir y recomendar lo siguiente:

1. Según los estimados del estudio de mercado, el cubrimiento del integro del mercado peruano y el 50% del mercado del resto de los países del GRAN, es el más favorable para la determinación de la capacidad de planta de nuestro proyecto; teniéndose en cuenta que será muy difícil poder competir en precios con los actuales a bastecedores de estos antibióticos a los países del GRAN.
2. Para la localización del proyecto, de acuerdo al método de Ponderación de Factores, las ciudades más convenientes son Huancayo y Trujillo, teniéndose en cuenta el análisis cualitativo que se hizo de las ciudades escogidas como posibles para localizar el proyecto.
3. Las materias primas representan un alto porcentaje del costo de elaboración de los antibióticos, según esto - será necesario aprovechar al máximo las materias nacionales, lo cual afectará favorablemente la rentabilidad del proyecto.

4. En cuanto al financiamiento de la inversión total, es conveniente el préstamo a largo plazo: 14 años con un período de gracia de 4 años, con un 8% de interés al rebatir.

Según referencias sobre la construcción de plantas similares, las condiciones mencionadas son las más favorables para iniciar la construcción, montaje, puesta en marcha e iniciar la producción.

5. Teniendo como base a los precios US\$ FOB por Kg. de antibiótico, del año 1976, proporcionados por el Ministerio de Industria, consideramos que los precios de venta considerados para nuestro proyecto, son los más convenientes, teniéndose en cuenta la variación de precios entre los mismos antibióticos, así como también compensar en algo el alza de precios.
6. El bajo punto de equilibrio, se debe a la transferencia interna de 67 TM. de Penicilina G para la producción de las 50.5 TM. de Penicilinas Semi-sintéticas. Este autoabastecimiento de materia prima para la elaboración de las Penicilinas semi-sintéticas, es importante, teniéndose en cuenta el alto costo de las materias primas.
7. De acuerdo al Estado de Pérdidas y Ganancias, el cálculo

lo de la Rentabilidad, basado en la inversión total es de 11%, la cual se le considera como muy baja, lo cual implica necesariamente que este proyecto no sería factible.

Sin embargo consideramos necesario que para determinar definitivamente si este proyecto es o no factible, con vendría hacer un estudio más detallado del costo de las materias primas necesarias para la fabricación de estos antibióticos, considerando que el costo es de productos internacionales; en nuestro caso usaremos materias primas nacionales, así como también determinar los precios que nosotros hemos fijado pueden no ser lo más reales.

8. Insistimos en hacer un estudio más detallado de las materias primas y los precios de venta de nuestros antibióticos, ya que de llegar a ser factible este proyecto, proveerá de Penicilinas al Perú y al resto de los países del GRAN, serán menos dependientes de proveedores extranjeros de estos antibióticos.
9. Con la finalidad de elevar la rentabilidad del proyecto convendría incluir las Tetraciclinas, ya que también se producen por fermentación y se podría usar el equipo de fermentación de las Penicilina G. La producción de estos antibióticos se alternaría.

Consideramos las Tetraciclinas, debido a su alto consumo debido a su amplio campo de acción contra diversas enfermedades. Las Tetraciclinas elevarían considerablemente la rentabilidad del proyecto.

10. La instalación de una industria farmoquímica en el Perú, traería consigo ventajas socio-económicas y económicas para el Perú.

## BIBLIOGRAFIA

1. Manual de Proyectos de Desarrollo Económico  
Naciones Unidas - México D.F. - Diciembre 1958
2. Economía del Proyecto en Ingeniería  
H.G. Thuesen - Editorial Prentice/Hall Internacional
3. Contabilidad de Costos Industriales  
Jorge Díaz Mosto
4. Study on the Installation of a Pharmaceutical Industry  
in the Andean Region.  
Syracuse University Research Corporation; Volumen I  
Market Study and Analysis October 1972..
5. Localización y Mantenimiento de Planta  
Ruddell Reed.
6. Clinicas Médicas de Norteamérica: "Eficacia de Antimi-  
crobianos y Antimicóticos" - Dr. Howard F. Conn  
Setiembre 1970 - Editorial Interamericana S.A.
7. Farmacología Médica  
Andres Goth - 5ta. Edición - 1970 - Edit. Interamericana
8. Manual de Antibióticos y Quimioterápicos en la Terapéu-  
tica Moderna.  
Dr. Albert M. Walter - Editorial Praxis S.A. - 1958
9. Tecnología Química - K. Winnacker y E. Weingaertner  
Tomo IV - Editorial Gustavo Gili S.A.
10. Aprovechamiento Industrial de los Productos Agrícolas  
Prescott y Dunn.
11. Chemical Process Industries  
R. Norris Shreve - Third Edition - Mc Graw Hill - Chemical  
Engineering Series.

12. Chemical Engineering Plant Design - Vilbrandt and Dryden - Mc. Graw Hill - Chemical Engineering Series.
13. Chemical Engineers Handbook  
John Perry - Fourth Edition - Chemical Engineering Series.
14. Plant Design and Economics for Chem Engr.  
Max Peters Timmerhaus.