

29



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUÍMICA



EXAMENES PROFESIONALES  
FAC. DE QUÍMICA

## EVALUACION ECONOMICA PARA LA INSTALACION DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS DE ANTIBIOTICOS EN LA CIUDAD DE MEXICO

TRABAJO ESCRITO VIA CURSOS  
DE EDUCACION CONTINUA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO QUIMICO  
P R E S E N T A :

ALFREDO

BARRERA

ESLAVA



MEXICO D. F.

1998

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

269166



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**Jurado asignado:**

Presidente: Prof. Alberto Solano Salazar

Vocal: Prof. Jose Luis Padilla de Alba

Secretario: Prof. Ernesto Pérez Santana

1er. suplente: Prof. Gerardo Reyes Aldasoro

2do. suplente: Prof. Fernando de Jesús Rodríguez Rivera

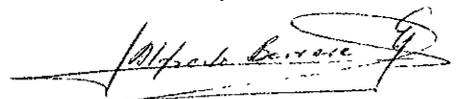
Síto donde se desarrolló el tema:

División de Educación Continua de la Facultad de Química de la U.N.A.M.

Asesor:

  
I.Q. ALBERTO SOLANO SALAZAR

Sustentante:

  
ALFREDO BARRERA ESLAVA

**Dedicatoria:**

A Consuelo, mi gran amiga, mi amante compañera, mi esposa de toda la vida.

A Miguel Angel, regalo del cielo, mi inspiración, alegría y motivo de vida.

## **Agradecimientos:**

A mis padres Juan y María Asunción, con respeto, admiración y cariño, por haberme brindado lo mejor para mi desarrollo como ser humano.

A María Reyna, por su gran ayuda para la conclusión de mi carrera.

A mis hermanos, familiares, amigos y compañeros.

A Javier R., José Luis R. y Francisco Javier M. por su valioso apoyo en la realización de éste documento.

Al Ingeniero Alberto Solano Salazar por sus enseñanzas en el aula y su guía en el presente trabajo.

A la Facultad de Química, fundamento de mi formación profesional

Al Banco Nacional de Crédito Rural, S.N.C., por darme la oportunidad de contribuir con mi actividad laboral al servicio del campo mexicano.

<b>INTRODUCCIÓN</b>	-----	1
<b>OBJETIVO</b>	-----	3
<b>I. GENERALIDADES</b>		
1.1 Definición y Clasificación	-----	5
1.2 Uso	-----	7
1.3 Producción y consumo	-----	8
1.4 Residuos, fuentes generadoras	-----	13
1.5 Impacto al ambiente de los residuos	-----	14
<b>II. ASPECTOS DEL MERCADO</b>		
2.1 Producto y precio de venta	-----	15
2.2 Mercado potencial	-----	17
2.3 Demanda del servicio	-----	17
2.4 Oferta	-----	22
2.5 Sistema para la prestación del servicio	-----	23
<b>III. ASPECTOS TÉCNICOS</b>		
3.1 Materiales directos e indirectos	-----	24
3.1.1 Programa de abasto	-----	25
3.1.2 Proveedores de materias primas y materiales indirectos	-----	27
3.2 Tamaño	-----	28
3.3 Localización	-----	29
3.4 Alternativas para la inactivación	-----	30
3.4.1 Postfermentación	-----	30
3.4.2 Incineración	-----	31
3.4.3 Hidrolítico	-----	32
3.5 Proceso de inactivación a utilizar	-----	33
3.6 Descripción del proceso	-----	35
3.7 Infraestructura y servicios auxiliares	-----	39
3.8 Administración	-----	41
<b>IV. ASPECTOS ECONÓMICOS</b>		
4.1 Programa de operación	-----	42
4.2 Costos de producción	-----	43
4.2.1 Materiales directos	-----	43
4.2.2 Materiales indirectos	-----	46
4.2.3 Mano de obra directa	-----	46
4.2.4 Energía eléctrica	-----	48

ÍNDICE	PÁGINA
4.2.5 Agua	50
4.2.6 Combustibles	52
4.2.7 Mantenimiento	53
4.2.8 Equipo de seguridad	54
4.2.9 Depreciaciones	55
4.3 Gastos de operación	56
4.3.1 Gastos de administración y de venta	56
4.3.2 Gastos financieros	56
4.4 Proyección de ingresos y costos de operación	56
4.5 Punto de equilibrio	58
 <b>V. ASPECTOS DE FINANCIAMIENTO</b>	
5.1 Inversiones	59
5.1.1 Capital de trabajo	59
5.1.2 Inversión fija	60
5.2 Estructura de la inversión	60
5.3 Plan de financiamiento	63
5.3.1 Condiciones crediticias	63
5.3.2 Tabla de amortización del crédito	63
 <b>VI. ESTADOS FINANCIEROS PROFORMA</b>	
6.1 Flujo de caja	65
6.2 Estado de resultados	66
6.3 Balance General	66
 <b>VII. EVALUACIÓN ECONÓMICA</b>	
7.1 Período de recuperación de la inversión	69
7.2 Valor presente neto	71
7.3 Relación beneficio / costo	71
7.4 Tasa interna de rendimiento	73
 <b>VIII. CONCLUSIONES</b>	 76
 <b>BIBLIOGRAFÍA</b>	

## INTRODUCCIÓN

“Día a día y en cualquier sitio donde nos encontremos, siempre hay a la mano una serie de productos o servicios proporcionados por el hombre mismo...Todos y cada uno de estos bienes y servicios antes de venderse comercialmente, fueron evaluados desde varios puntos de vista, siempre con el objetivo final de satisfacer una necesidad humana. Después de ello “alguien” tomó la decisión para producirlos en masa, para lo cual tuvo que realizar una inversión económica.”<sup>1</sup>

“El proyecto de inversión, se puede describir como un plan que, si se le asigna determinado monto de capital y se le proporcionan insumos de varios tipos, podrá producir un bien o servicio útil al ser humano o a la sociedad en general.

La evaluación de un proyecto de inversión, cualquiera que ésta sea, tiene por objeto conocer su rentabilidad económica y social, de tal manera que asegure resolver una necesidad humana en forma eficiente, segura y rentable. Solo así es posible asignar los escasos recursos económicos a la mejor alternativa.”<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup>Evaluación de Proyectos, Baca Urbina, Gabriel, Tercera Edición ,1995, Edit Mc Graw Hill, p.2

<sup>2</sup>Ibid. p.2

“La evaluación aunque es la parte fundamental del estudio, dado que es la base para decidir sobre el proyecto, depende en gran medida del criterio adoptado de acuerdo con el objetivo general del proyecto. En el ámbito de la inversión privada, el objetivo principal no necesariamente es obtener el mayor rendimiento sobre la inversión...”<sup>3</sup>

“Por tanto, la realidad económica, política, social y cultural de la entidad donde se piense invertir, marcará los criterios que se seguirán para realizar la evaluación adecuada, independientemente de la metodología empleada. Los criterios y la evaluación son, por tanto, la parte fundamental de toda evaluación de proyectos”.<sup>4</sup>

De acuerdo a las consideraciones anteriores, el presente trabajo pretende contribuir a la solución de un problema que se enfrenta en la Ciudad de México. Este se refiere a la ausencia de infraestructura para dar tratamiento a los residuos de antibióticos considerados como peligrosos. Para ello se realiza la evaluación económica de una planta que utiliza un proceso de inactivación técnicamente viable, buscando aportar elementos de juicio para decidir sobre la conveniencia de realizar la inversión.

---

<sup>3</sup>Evaluación de Proyectos, Baca Urbina, Gabriel, Tercera Edición, 1995, Edit Mc Graw Hill, p 3 y 4

<sup>4</sup>Ibid p 4

## **OBJETIVO**

Determinar la viabilidad económica para instalar una planta de tratamiento de residuos de antibióticos en la Ciudad de México, que permita ofrecer a los generadores, el servicio de inactivación y disposición final, lo que contribuya a la solución del problema de manejo y disposición de residuos de antibióticos en la Ciudad de México.

## **I. GENERALIDADES**

Actualmente en la Ciudad de México se enfrentan varios retos en materia ambiental, uno que destaca por su importancia es el referente al tratamiento y disposición adecuada de residuos. La falta de atención de este aspecto, significa el riesgo de proliferación de enfermedades y de alteraciones al ambiente.

En el caso particular de los residuos de antibióticos, el impacto al ambiente abiótico es la acumulación de sustancias tóxicas en el suelo, aire y agua, pero además el efecto al ambiente biótico puede ser la modificación de la estructura de los microorganismos presentes en el medio ambiente y dar como resultado especies distintas, potencialmente peligrosas.

Se ha identificado que los microorganismos desarrollan mecanismos de sobrevivencia al entrar en contacto con los residuos de antibióticos, creando cepas microbianas no susceptibles a los mismos, lo que se traduce en problemas de salud de la población.

En estudios que realizó el Departamento del Distrito Federal (D.D.F.), se detectó que una gran cantidad de residuos de antibióticos, considerados como peligrosos, se manejan

inadecuadamente y gran parte de ellos se tratan como basura común e incluso se descargan al medio ambiente.

Una de las causas, es la falta de infraestructura para su tratamiento, lo que propicia que muchos de los generadores de residuos que demandan el servicio para su manejo de acuerdo a la normatividad ambiental, no dispongan con facilidad de los mecanismos para depositarlos.

Cabe mencionar que en la mayoría de los casos que los generadores de residuos demandan el servicio de inactivación y disposición final, sus propósitos son; por un lado manejar adecuadamente los desechos y por otra contar con un documento oficial que se pueda utilizar en aspectos de tipo fiscal y/o avalar el cumplimiento de recomendaciones sanitarias, en el sentido de comprobar que sus residuos son desechados de manera correcta.

### **I.1 Definición y clasificación**

Se da el nombre de “antibiótico” a una clase particular de agentes antisépticos. Los antibióticos son sustancias producidas por microorganismos o sustancias similares elaboradas de forma total o parcial por síntesis química, las cuales en bajas concentraciones inhiben el desarrollo de otros microorganismos.

La definición de antibiótico no implica en modo alguno la existencia de actividad terapéutica, por lo que de los innumerables antibióticos aislados, pocos son los utilizables en quimioterapia y son de interés en medicina.

Los antibióticos muestran diferencias notables en sus propiedades físicas, químicas y farmacológicas, así como en sus espectros antibacterianos y en sus mecanismos de acción. Los conocimientos de los mecanismos moleculares de la réplica bacteriana, de hongos y virus han facilitado la obtención de compuestos que interfieren en los ciclos vitales de microorganismos.

Entre los criterios que se han utilizado para clasificar los antibióticos se encuentran aquellos que los agrupan por su biosíntesis, espectro de actividad y su estructura química. En base a este último, se pueden clasificar en:  $\beta$  Lactámicos (Cefalosporinas y Penicilinas); Macrocíclicos (Carbomicina y Eritromicina); Aminoglucósidos (Neomicina y Estreptomicina); Tetraciclinas; Polipéptidos (Bacitracina y Polimixina) y Polienos (Anfotericina B, Cloranfenicol y Nistatina)

## **I.2 Uso**

Los antibióticos se utilizan básicamente en medicina. A continuación se presenta una relación de los mas usuales, así como las enfermedades que combaten.

Cefalosporinas ( $\beta$  Lactámicos).- Abscesos, Neumonía

Penicilina G ( $\beta$  Lactámicos).- Osteomielitis, Faringitis, Escarlatina, Sinusitis, Faringitis  
ulcerosa

Cefaloscopina ( $\beta$  Lactámicos).- Sífilis

Ampicilina ( $\beta$  Lactámicos).- Artritis, Fiebre tifoidea, Fiebre paratifoidea

Eritromicina (Macrocíclicos).- Faringitis, Laringotraqueítis, Neumonía atípica

Azitromicina (Macrocíclicos).- Artritis, Sinusitis, Otitis

Estreptomina (Aminoglucósidos).- Peste, Bacteremia, Artritis, Endocarditis

Doxiciclina (Tetraciclinas).- Gangrena gaseosa, Tétanos, Infección de vías urinarias, Peste,  
Infección de heridas, Cólera, Faringitis ulcerosa, Granuloma inguinal, Artritis, Bacteremia,  
Sífilis, Neumonía atípica, Tifo, Conjuntivitis,

Tetraciclina.(Tetraciclinas)- Neumonía, Otitis, Sinusitis

Cloranfenicol (Polienos).- Meningitis, Sinusitis, Neumonía, Artritis, Otitis, Gangrena gaseosa, Fiebre Tifoidea, Fiebre paratifoidea, Peste, Cólera, Meningitis, Faringitis ulcerosa, Artritis, Tifo

Nistatina (Polienos).- Condidasis Oral

Anfotericina B (Polienos).- Meningitis

### **I.3 Producción y consumo.**

En México, los antibióticos se fabrican en mayor proporción en la Ciudad de México y en la zona aledaña del Estado de México. En el Distrito Federal, los productores son aproximadamente 68 laboratorios que se ubican en las delegaciones: Alvaro Obregón (4), Azcapotzalco (1), Benito Juárez (15), Coyoacán (22), Cuajimalpa (1), Iztapalapa (4), Miguel Hidalgo (11), Tlalpan (5), Venustiano Carranza (1) y Xochimilco (4). La relación de los principales se presenta a continuación:

#### **Principales laboratorios productores de antibióticos en la Ciudad de México**

<b>No.</b>	<b>Nombre</b>	<b>Ubicación</b>
1	Hoechst de México, S.A. de C.V. Química	Alvaro Obregón
2	Precimex, S.A. de C.V.	Alvaro Obregón
3	Productos Terapéuticos Mexicanos, S.A.	Alvaro Obregón
4	Smithkline Beecham Farmacéutica, S.A. de C.V.	Alvaro Obregón
5	Wyeth, S.A. de C.V.	Azcapotzalco
6	Abbott Laboratories de México, S.A. de C.V.	Benito Juárez
7	A F. Laboratorios Aplicaciones Farmacéuticas, S.A. de C.V.	Benito Juárez
8	Alcon Laboratorios, S.A. de C.V.	Benito Juárez
9	Anex, S.A., Laboratorios	Benito Juárez

## Principales laboratorios productores de antibióticos en la Ciudad de México (cont.)

10	Boehringer Ingelheim, Div. de Promeco S.A. de C.V.	Benito Juárez
11	Carnot Laboratorios, Productos Científicos, S.A.	Benito Juárez
12	Galen, S.A. de C. V. Laboratorios	Benito Juárez
13	Grin, S.A. de C.V., Laboratorios	Benito Juárez
14	Pfizer, S.A. de C.V.	Benito Juárez
15	Rayere, S.A. Farmacéuticos	Benito Juárez
16	Ramir, S.A., Industrial Farmacéutica	Benito Juárez
17	Rhône-Poulenc Rorer, S.A. de C.V.	Benito Juárez
18	Roche, S.A. de C.V., Productos	Benito Juárez
19	Sanfer, S.A. de C.V., Laboratorios	Benito Juárez
20	Wellcome México, S.A. de C.V.	Benito Juárez
21	Armstrong Laboratorios de México, S.A. de C.V.	Coyoacán
22	Beecham Farmacéutica, S.A. de C.V.	Coyoacán
23	Cilag de México, S.A. de C.V.	Coyoacán
24	Farmitalia Carlo Erba, S.A. de C.V.	Coyoacán
25	Fisons de México, S.A. de C.V.	Coyoacán
26	Farmacia de México, S.A. de C.V.	Coyoacán
27	Fustery, S.A. de C.V., Laboratorios	Coyoacán
28	Grossman, S.A., Laboratorios	Coyoacán
29	Italmex, S.A.	Coyoacán
30	Kendrick, S.A., Laboratorios	Coyoacán
31	Lederle, División de Productos Médicos, Cyanamid de México, S.A. de C.V.	Coyoacán
32	Lilly y Compañía de México S.A. de C.V., Eli	Coyoacán
33	Mead Johnson de México, S.A. de C.V.	Coyoacán
34	Merck Sharp & Dohme de México, S.A. de C.V.	Coyoacán
35	Novag Infancia, S.A.	Coyoacán
36	Novartis, S.A. de C.V.	Coyoacán
37	Parke Davis., Cía. Medicinal La Campana, S.A. de C.V.	Coyoacán
38	Prosalud, S.A. de C.V., Laboratorios	Coyoacán
39	Roussel, S.A. de C.V., Grupo	Coyoacán
40	Rudefsa, S.A. de C.V.	Coyoacán
41	Upjohn, S.A. de C.V.	Coyoacán
42	Welfer de México, S.A. de C.V.	Coyoacán
43	Liomont, S.A. de C.V., Laboratorios	Cuajimalpa
44	Berman Laboratorios, S.A. de C.V.	Iztapalapa
45	ICN Farmacéutica, S.A. de C.V.	Iztapalapa
46	Medimport, S.A. de C.V.	Iztapalapa
47	Química y Farmacia, S.A. de C.V.	Iztapalapa
48	Allergan, S.A. de C.V.	Miguel Hidalgo
49	Andrómaco, S.A. de C.V., Industria Farmacéutica	Miguel Hidalgo

### Principales laboratorios productores de antibióticos en la Ciudad de México (cont.)

50	Atlantis, S. A.	Miguel Hidalgo
51	Bayer de México, S.A. de C.V., Div. Farmacéutica	Miguel Hidalgo
52	Carter Wallace, S.A.	Miguel Hidalgo
53	Chinoin, Productos Farmacéuticos, S.A. de C.V.	Miguel Hidalgo
54	Farmaquila, S.A.	Miguel Hidalgo
55	Farmacéuticos Universales, S.A.	Miguel Hidalgo
56	Keton de México, S.A. Laboratorios	Miguel Hidalgo
57	Senosiain, S.A. de C.V., Laboratorios	Miguel Hidalgo
58	Wayne, S.A. de C.V.	Miguel Hidalgo
59	Farmacéuticos Lakeside, S.A. de C.V.	Tlálpán
60	Infan, S.A. de C.V., Laboratorios	Tlálpán
61	Ofimex, S.A. de C.V., Laboratorios	Tlálpán
62	Pizzard, S.A. de C.V.	Tlálpán
63	Searle de México, S.A. de C.V.	Tlálpán
64	Kener, S.A. de C.V., Laboratorios	Venustiano Carranza
65	Lemery, S.A. de C.V.	Xochimilco
66	Medifarma, S.A. de C.V., Grupo Medimport, S.A. de C.V.	Xochimilco
67	Promeco, S.A. de C.V.	Xochimilco
68	Schering-Plough, S.A. de C.V.	Xochimilco

Aún cuando existen otros laboratorios que fabrican antibióticos en otros Estados de la República, para efectos del presente estudio se consideran únicamente los ubicados en la Ciudad de México.

Según la información del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), referente a la encuesta industrial mensual a nivel nacional de producción de antibióticos, en 1994, 1995 y 1996 alcanzó las cifras de 1,783; 2,002 y 2,572 toneladas respectivamente.

**CUADRO 1**  
**PRODUCCION MENSUAL DE ANTIBIÓTICOS EN MÉXICO**  
**PERIODO 1994-1996**  
**(Kilogramos)**

MES	1994	%	1995	%	1996	%	% PROM.
ENE	133,677	7.5	160,797	8.03	177,190	6.89	7.47
FEB	130,004	7.29	182,534	9.12	214,186	8.33	8.25
MAR	133,020	7.46	181,762	9.08	254,775	9.90	8.81
ABR	160,547	9.00	133,965	6.69	190,377	7.40	7.70
MAY	198,711	11.14	163,265	8.16	221,399	8.61	9.30
JUN	165,016	9.25	178,251	8.90	172,981	6.72	8.29
JUL	149,106	8.36	138,381	6.91	198,331	7.71	7.66
AGO	136,048	7.63	173,413	8.66	227,199	8.83	8.37
SEPT	137,625	7.72	188,024	9.39	217,275	8.45	8.52
OCT	147,504	8.27	163,092	8.15	271,132	10.54	8.99
NOV	145,466	8.16	180,687	9.03	198,120	7.70	8.30
DIC	146,283	8.20	157,739	7.88	229,580	8.92	8.34
<b>TOTAL</b>	<b>1,783,007</b>	<b>100.00</b>	<b>2,001,910</b>	<b>100.00</b>	<b>2,572,545</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

FUENTE: INEGI

Debido a que la producción de antibióticos se relaciona directamente con su demanda, es posible estimar la producción de éstos productos mediante el cálculo del consumo per cápita.

Los datos de población a nivel nacional que reporta el censo de 1990, para los años 1994, 1995 y 1996 son 89,546,454; 91,158,290 y 92,799,139 habitantes respectivamente. De acuerdo a lo anterior el consumo anual per cápita para los años analizados son de 19.91g para 1994, 21.96g para 1995 y 27.72g para 1996.

El cálculo del consumo de antibióticos por habitante en la Ciudad de México se considera es 20% superior al promedio nacional, debido a la mayor accesibilidad a centros de salud y a la atención médica, lo que implica un mayor consumo de medicamentos a diferencia de las zonas rurales. Por ello, el consumo anual per cápita que se considera es de 23.89 gramos por habitante en 1994, 26.35 gramos en 1995 y 33.30 gramos de 1996 en adelante.

Multiplicando los consumos per cápita por las cifras de población reportados para el Distrito Federal en esos mismos años de 8,338,907; 8,489,007 y 8,641,809 habitantes, la producción de antibióticos fue de 199.2; 223.7 y 287.8 toneladas respectivamente.

Es importante recalcar que no obstante que estas cifras provienen de una encuesta global de producción de antibióticos a nivel nacional donde no se diferencia entre la producción para consumo humano y la de consumo veterinario, es posible utilizarlas debido a que como residuos tienen un tratamiento y destino final común.

#### **I.4 Residuos, fuentes generadoras**

Las principales fuentes generadoras de residuos de antibióticos son los laboratorios fabricantes, donde los residuos a desechar provienen de lotes de producto que no cumplen con alguno de los requisitos de calidad para su venta y/o de polvos residuales del proceso de producción.

Según cifras de la Encuesta Industrial Mensual del INEGI de agosto de 1997, los volúmenes de producción de antibióticos en kilogramos para los años 1994, 1995 y 1996 fueron de 1,783,007; 2,001,910 y 2,572,545 y por otro lado los volúmenes de venta en kilogramos para esos mismos años fueron de 1,191,090; 1,202,368 y 1,538,731. Al comparar los volúmenes de producción y de venta para cada año se observan diferencias en kilogramos de 591,917; 799,542 y 1,033,814, mismas que representan un porcentaje promedio de 38% del volumen de producción.

De acuerdo con la experiencia a nivel industrial parte de ésta diferencia se puede justificar por la generación de residuos, estimando que del total de antibióticos producidos un 10% puede considerarse como residuo.

## **I.5 Impacto al ambiente de los residuos.**

A poco de iniciado el empleo de los antibióticos en medicina, se comprendió que aún cuando se habían contenido epidemias devastadoras, las enfermedades causadas por microorganismos infecciosos continuaban siendo un problema grave.

Uno de los factores más importantes en cuanto a la persistencia de las enfermedades infecciosas es la gran capacidad de los microorganismos para sortear la acción de los agentes inhibidores. La capacidad de muchos microorganismos para desarrollar resistencia contra los diferentes agentes antimicrobianos representa una seria amenaza para su futura utilidad y requiere recursos e ingenio para enfrentar y contrarrestar este problema.

El uso indiscriminado y la disposición final inadecuada de los antibióticos es causa del fenómeno grave de la resistencia a dichos fármacos en bacterias patógenas, tanto a nivel nosocomial como comunitario. De éste modo, en algunas investigaciones, se ha notado que más de la mitad de las personas porta bacilos coliformes con resistencias múltiples y tales bacterias se han aislado cada vez, en un número mayor, de la corriente de ríos que contienen aguas negras no tratadas.

Así desde una perspectiva global, se observa que la resistencia bacteriana está ampliamente diseminada. Si se desea revertir la tendencia anterior y que sigan teniendo utilidad los antibióticos, se necesita un enfoque más responsable en su empleo y desecho.

## **II. ASPECTOS DEL MERCADO**

Este apartado consta básicamente de la definición del producto y del precio de venta, la determinación de la demanda, la oferta y el sistema para la prestación del servicio. El objetivo es mostrar que existe un mercado viable para el servicio que se pretende ofrecer.

### **2.1 Producto y precio de venta**

EL producto que ofrecerá la planta es el servicio de inactivación de residuos de antibióticos y derivado de éste proceso se obtendrán como subproductos, material de empaque tal como cartón, vidrio, aluminio y plástico, el cual se venderá a compañías recicladoras. A continuación se presenta una relación de algunas de ellas.

<b>No</b>	<b>Empresa</b>	<b>Dirección</b>
	<b>CARTÓN</b>	
1	PROVEEDORA DE MATERIAS PRIMAS SENA, S. A. .	Nubia No. 179, Col. Clavería, Azcapotzalco
2	PAPEL PONDEROSA	San Isidro No. 206 esq. Tezozómoc, Col. Fraccionamiento Industrial, Azcapotzalco

**Compañías recicladoras (continuación)**

3	CARTON ESTRELLA	Poniente 122 No. 430, Colonia Industrial Vallejo,
4	PROD. E IMPORTADORA DE PAPEL S.A.	Poniente 140 No. 840, Col. Industrial Vallejo., Azcapotzalco
5	BODEGA SAN FRANCISCO	Lázaro Cárdenas No. 422, Col. Portales
6	LA PALOMA	Rinconada Morelos No. 10, Col. San Andrés, Azcapotzalco
7	COMPRA Y VENTA DE PAPEL Y METAL <b>VIDRIO</b>	Pennsylvania No. 24, Col. Nápoles, Benito Juárez
8	SR. ANGEL TORRES	Calle 8 No. 4306, Colonia Aguilera
9	SR. IGNACIO CURIEL	Belizario Domínguez 184-A, Col. Villa Azcapotzalco
10	BODEGA SAN FRANCISCO <b>PLÁSTICOS</b>	Lázaro Cárdenas No. 422, Col. Portales
11	REGENERACIÓN DE PLÁSTICOS	Privada de Morelos No. 9, Xocoyahualco, C.P. 54080
12	PLÁSTICOS INDUSTRIALIZADOS, S. A.	Girardón No. 71-B, Mixcoac
13	FLEXIDUCTOS PLÁSTICOS	Av. Revolución No. 166 ,Tepalcates, Iztapalapa
14	AVAN QUIMICA S.A.	Santander No 48, Col. San Rafael, Azcapotzalco
15	MICROPLAST	Geranio No. 136, Atlampa, Zona 4
16	INDUSTRIAS PLÁSTICAS SANTA CLARA <b>METALES</b>	Calle 2 No. 3, Col. Viveros de Xalostóc
17	CARLOS DURAN	Campo Nuevo Limón 147, Col. Reynosa Tamaulipas, C.P. 02940, Azcapotzalco
18	RAFAEL AGUILAR	Dr. Norma No. 45, Colonia Doctores, C.P. 06720, Del. Cuauhtémoc
19	DEPOSITO DE FIERRO	Viaducto Iztapalapa No. 3226, Col. Santa Ursula Coapa, Del. Coyoacán
20	DESPERDICIO INDUSTRIAL	Rodolfo Usigli No. 1225, Col. Héroes de Churubusco, Del. Iztapalapa

Para la determinación del precio de venta del servicio, se consideran los costos de operación, la recuperación de la inversión y un margen de utilidad. De acuerdo a ello el precio de venta estimado del servicio es de \$180.00 por kilogramo de sustancia activa, o sea aproximadamente 20 kilogramos de residuos empacados. Además para efecto de

cálculo, se considera que la mayor parte del material de empaque será vidrio y cartón, el cual se venderá a un precio promedio de \$0.30 el kilogramo.

## **2.2 Mercado Potencial.**

El mercado potencial para el servicio de tratamiento de inactivación de antibióticos en la Ciudad de México está integrado por laboratorios fabricantes, hospitales, clínicas veterinarias, laboratorios clínicos, servicios médicos particulares, consultorios dentales y casas habitación.

En el presente trabajo se identifica como mercado objetivo, únicamente a los laboratorios fabricantes, dejando para una etapa posterior la atención del resto de fuentes generadoras. El mercado objetivo se encuentra ubicado, en un radio de aproximadamente 30 kilómetros respecto al sitio propuesto para instalar la planta. En la figura 1 se muestra la ubicación de los laboratorios respecto al sitio propuesto para instalar la planta

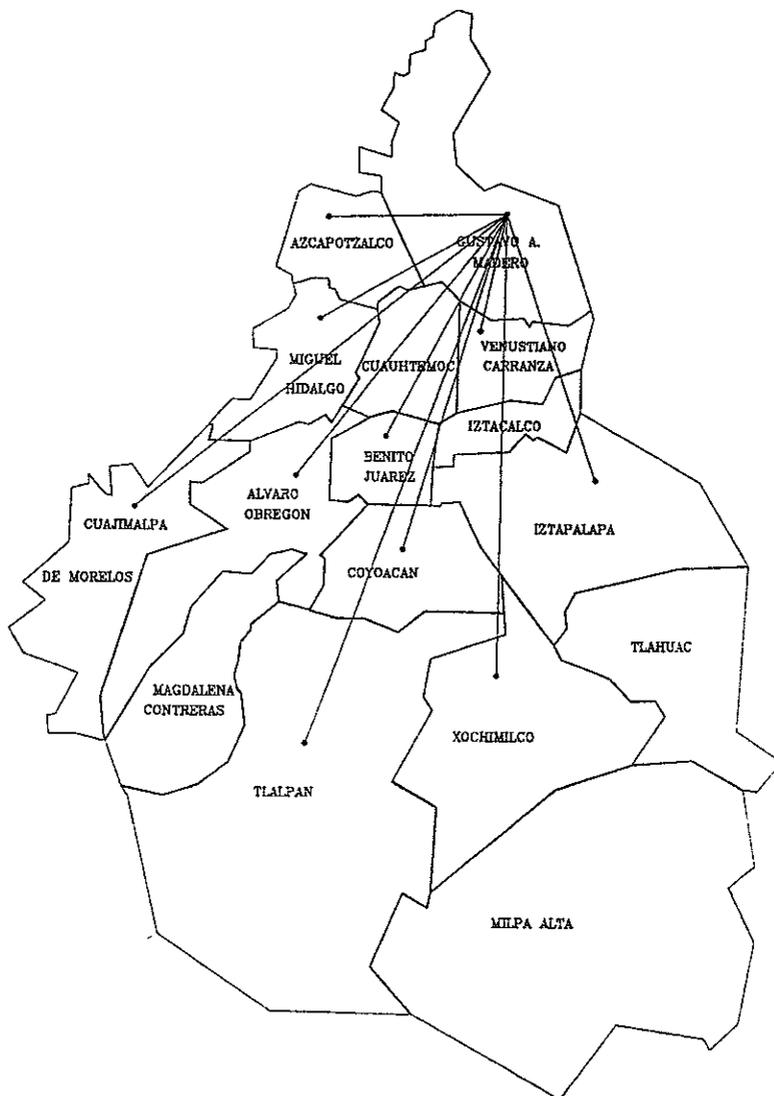
## **2.3 Demanda del servicio**

“Se entiende por demanda la cantidad de bienes y servicios que el mercado requiere o solicita para buscar la satisfacción de una necesidad específica a un precio determinado”<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> Evaluación de Proyectos, Baca Urbina, Gabriel, Tercera Edición , 1995, Edit. Mc Graw Hill, p.17

FIGURA 1  
UBICACION DE LOS LABORATORIOS FABRICANTES DE ANTIBIOTICOS  
RESPECTO AL SITIO PROPUESTO PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO



Así también, “Se llama demanda potencial insatisfecha a la cantidad, de bienes o servicios que es probable que el mercado consuma en los años futuros, sobre la cual se ha determinado que ningún productor actual podrá satisfacer si prevalecen las condiciones en las cuales se hizo el cálculo”.<sup>6</sup>

Para cuantificar la demanda potencial del servicio, se parte de los datos de producción de antibióticos calculada para la Ciudad de México, de los cuales el porcentaje de residuos se estima en 10%. De acuerdo a éste cálculo los volúmenes de demanda potencial del servicio de tratamiento en el primer año es de 29.1 toneladas de antibióticos, 29.3 toneladas en el segundo hasta llegar a una demanda de 29.7 toneladas en el año 15 del proyecto.

La demanda del servicio ha quedado de manifiesto en las solicitudes de disposición final presentadas ante el D.D.F. durante el período 1990-1994, cuya cantidad anual promedio fue de 14.5 toneladas de residuos.

Del total de la demanda potencial, se proyecta que la planta atienda en su primer año 2.5 ton, en el segundo, 2.75 ton, en el tercero 3.0 ton hasta llegar a 4.0 ton del cuarto año en adelante

---

<sup>6</sup>Evaluación de Proyectos, Baca Urbina, Gabriel, Tercera Edición ,1995, Edit Mc Graw Hill, p.39

Como antes se mencionó, la sustancia activa corresponde aproximadamente al 5% del peso total de residuos y el 95% restante es material de empaque. Con ésta proporción, al considerar el material de empaque, las cantidades de residuos a manejar en la planta son 50.0 ton en el año uno del proyecto, 55 0 en el año dos, 60.0 ton del año tres y 80 ton del año cuatro al año quince.

**CUADRO 2**  
**DEMANDA DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS DE**  
**ANTIBIÓTICOS**

AÑOS	POBLACIÓN EN EL D.F.	CONSUMO DE ANTIBIÓTICOS EN EL D.F.		CANTIDAD RESIDUOS (KG./AÑO)	DEMANDA PROYECTADA (KG./AÑO)
		PER CAPITA (G/HAB)	TOTAL (KG.)		
	(HAB.)				
1994	8,338,907	23.89	199,216	19,922	
1995	8,489,007	26.35	223,685	22,369	
1996	8,641,809	33.30	287,772	28,777	
1997	8,694,265	33.30	289,519	28,952	
1	8,747,039	33.30	291,276	29,128	2,500
2	8,800,133	33.30	293,044	29,304	2,750
3	8,853,550	33.30	294,823	29,482	3,000
4-15	8,907,291	33.30	296,613	29,661	4,000

La tasa de crecimiento de la población considerada es de 0.607% anual

Dado que la generación de residuos está directamente relacionada con el comportamiento de producción mensual, entonces la distribución mensual de la demanda del servicio puede considerarse de la siguiente manera:

### CUADRO 3

#### DISTRIBUCIÓN DE LA DEMANDA

(Kilogramos)

AÑO	MESES												SUMA
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
(%)	7.47	8.25	8.81	7.70	9.30	8.29	7.66	8.37	8.52	8.99	8.30	8.34	100%
1	187	206	220	192	233	207	192	209	213	225	207	208	2,500
2	205	227	242	212	256	228	211	230	234	247	228	229	2,750
3	224	247	264	231	279	249	230	251	256	270	249	250	3,000
4-15	299	330	353	308	372	332	306	335	341	359	332	333	4,000

La relación de fabricantes de antibióticos en la Ciudad de México a los que se les brindará el servicio de tratamiento de inactivación, es la misma que se presenta en el punto 1.3 Producción y consumo, ya que son éstos los principales demandantes del servicio de inactivación y disposición de residuos.

## 2.4 Oferta

“Oferta es la cantidad de bienes o servicios que un cierto número de oferentes (productores) están dispuestos a poner a disposición del mercado a un precio determinado”<sup>7</sup>

A la fecha no existen empresas privadas que ofrezcan un sistema de tratamiento para la inactivación de antibióticos, no obstante se tiene conocimiento de que uno de los laboratorios fabricantes ya realiza el procesamiento de sus residuos utilizando el método hidrolítico que se propone utilizar en el presente trabajo. lo que es indicativo de la viabilidad técnica del proceso.

Actualmente los generadores para el manejo y canalización de sus residuos, utilizan el servicio del confinamiento controlado “Residuos Industriales Multiquim, S A. de C.V”., el cual se ubica en la Ciudad de Monterrey, Nuevo León.

Los inconvenientes de éste servicio, son los elevados costos, básicamente por el rubro de maniobras y transporte.

---

<sup>7</sup>Evaluación de Proyectos, Baca Urbina, Gabriel, Tercera Edición ,1995, Edit Mc Graw Hill, p 36

Además en este tipo de confinamiento los residuos no reciben ningún tipo de tratamiento y su potencial peligro sigue siendo responsabilidad del generador. Por ello los generadores dejan como última opción este servicio.

En el caso de la planta en estudio, la demanda promedio anual de tratamiento y disposición de residuos por laboratorio es de 59 kilogramos de sustancia activa (aproximadamente 1,121 kg./año de residuos empacados), lo que significa que cada generador tendría una erogación anual de \$ 10,620 por concepto de tratamiento y disposición de sus residuos. Este monto sería una cantidad razonable, comparada con los beneficios obtenidos por disponibilidad del servicio, el deslinde de responsabilidades de los residuos a futuro una vez confinados y la obtención de un comprobante que pueden utilizar en trámites oficiales.

## **2.5 Sistema para la prestación del servicio**

Previo al inicio de operaciones de la planta y durante el tiempo de su operación, se realizarán actividades de promoción, en las que destacan visitas a los laboratorios fabricantes de antibióticos para dar a conocer y explicar el servicio que se ofrece, el procedimiento para realizarlo y las tarifas de cobro.

El sistema para prestación del servicio es que el generador de residuos solicite el servicio *vía telefónica o personalmente* y para la atención de solicitudes, la planta celebrará un contrato de prestación de servicios con el solicitante acordando las fechas de recolección de residuos, transporte a la planta, tratamiento y disposición final.

Para la disposición final de los residuos, la planta se encargará de gestionar ante las dependencias involucradas los permisos y autorizaciones correspondientes. La SEMARNAP valida que el tratamiento de los residuos ha eliminado su efecto antibiótico y con ello es posible su confinamiento en cualquier sitio de residuos no peligrosos. Por su parte el Gobierno del Distrito Federal (G.D.F.) autoriza el confinamiento de los residuos en alguno de sus sitios, previo dictamen que identifique a los residuos como no peligrosos y una vez cubierto el pago de derechos (40 pesos por tonelada de residuos). El importe de los pagos de derechos ya está incluido en la tarifa de cobro del servicio.

### **III. ASPECTOS TECNICOS**

#### **3.1 Materiales directos e indirectos**

Para realizar el proceso de inactivación se requieren reactivos grado industrial: Hidróxido de sodio en escamas, con un costo unitario de \$7.30 el kilogramo, en sacos de 25 kilogramos; ácido clorhídrico al 30%, con un costo de \$2.30 el litro en presentación de

porrones de 75 litros y ácido sulfúrico 0.5 N con un costo de \$3.89 el litro en porrón de 50 litros. Así mismo se requieren materiales auxiliares tales como aserrín y/o arcilla, los cuales se compran a granel a un costo de \$1.36 el kilogramo y bolsas de plástico por millar a \$1.58 la unidad.

### **3.1.1 Programa de abasto**

Las cantidades de materiales directos e indirectos a adquirir, estarán en función del programa de producción de la planta y de las concentraciones de los reactivos requeridos para el proceso. Su cálculo se presenta en el punto 4.2 Costos de producción.

De acuerdo a lo anterior las necesidades anuales de materia prima y de materiales auxiliares, así como su costo son las siguientes:

**Hidróxido de Sodio (NaOH).**- En el primer año, se requieren 2,575 litros de solución 1 Normal con un importe de \$865.0, en el segundo 2,833 litros con un costo de \$951.0, en el tercero, 3,090 con un costo de \$1,038.0 y del cuarto al quinceavo año 4,120 litros con un costo de \$1,383.0

**Ácido Clorhídrico (HCl).**- En el primer año se requieren 16.6 litros de solución al 30% con un costo de \$44.0, en el segundo 18.3 litros costando \$48.0, en el tercero 19.9 con importe de \$53.0 y del cuarto al quinceavo año 26.6 litros con un costo de \$70.0

**Ácido Sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).**- En el primer año se requieren 875 litros de solución 0.5 Normal con un costo de \$3,914.0, en el segundo 962.5 litros con importe de \$4,306.0, en el tercero 1,050 costando \$4,697.0 y del cuarto al quinceavo año 1400 litros importando \$6,263.0.

**Aserrín.**- En el primer año se requieren 1,500 kilogramos con un importe de \$2,040.0, en el segundo 1,650 que cuestan \$2,244.0, en el tercero 1,800 con un costo de \$2,448.0 y del cuarto al quinceavo año 2,400 con un costo de \$3,264.0

**Bolsas de plástico.**- En el primer año se requieren, 375 unidades que cuestan \$593.0, en el segundo 413 por \$652.0, en el tercero 450 costando \$71.0 y del cuarto al quinceavo año 600 que importan \$948.0

Se considera que el abasto de materias primas a lo largo del año, se comporta en proporción similar al de generación de residuos, además se evitará mantener grandes cantidades de reactivos y materiales en almacén.

Cabe aclarar que no es requisito que la concentración de los reactivos sea exacta, no obstante es importante que las sustancias a adquirir tengan cierto grado de calidad para evitar problemas de cristalización en los ductos y en las bombas de alimentación.

### **3.1.2 Proveedores de materiales directos e indirectos**

Para el abasto de los reactivos y materiales indirectos no se prevén dificultades de disponibilidad, ya que según los proveedores el tiempo de entrega es inmediato y las condiciones de pago tienen un plazo de ocho días, no obstante se tendrá cuidado de solicitarlos cuando menos con quince días de anticipación.

En la Ciudad de México, existen varios proveedores de reactivos. Dos de ellos ( “Carma Representaciones, S.A. de C.V.”. y “Tecsiquim, S.A. de C.V.”) proporcionaron las cotizaciones que se tomaron de referencia.

El aserrín se adquirirá en madererías y se manejará a granel y/o en tambos de 200 litros de capacidad con tapa desmontable. La arcilla se puede adquirir en un banco de materiales

### **3.2 Tamaño**

El tamaño de la planta propuesto considera la demanda potencial del servicio, el monto de la inversión que significa su construcción, instalación y operación, así como los requerimientos técnicos del proceso.

De acuerdo al volumen de operación planeado, se establece una capacidad anual de la planta para 4.8 ton de procesamiento de antibióticos, trabajando 240 turnos de operación, o sea inactivando 20 kilogramos de antibiótico por día.

Cabe mencionar que el tanque de mezclado, que es la parte principal del proceso, tendrá un volumen de 30 litros, lo que permitirá en cada batch inactivar aproximadamente 20 kilogramos de antibiótico.

Con el objeto de prever una posible contingencia por la concentración y/o aumento de la demanda del servicio, el tanque de mezclado será desmontable y se dispondrá de un tanque adicional de tal forma que no se tengan dificultades para procesar cantidades de antibiótico superiores a 20 kilogramos por día.

El tamaño del reactor busca hacer fácil su manejo y dado que el tiempo máximo para realizar la hidrólisis en algunos antibióticos (los del tipo cloranfenicol) es de 24 horas, se podrán procesar hasta 400 kg. en 20 turnos de operación por mes.

De acuerdo a lo anterior , al relacionar el volumen de operación proyectado tenemos que en el año uno la capacidad aprovechada es del 52.1%, en el año dos del 57.3%, en el año tres del 62.5% y del año cuatro al quince 83.3%

### **3.3 Localización**

La localización depende de factores tales como el costo de transporte de los residuos de los generadores a la planta y la facilidad para la eliminación de desechos. Con ésta consideración, se piensa que la mejor ubicación es un predio cercano al sitio de disposición final, donde se confinarán los residuos inactivados.

El lugar podría ser algún predio cercano al sitio de disposición final “Bordo Poniente” del G.D.F., ubicado en la delegación Gustavo A. Madero, al Noreste de la Ciudad de México.

El mercado objetivo se ubica en un radio de 30 kilómetros respecto a éste sitio.

Se observará que el lugar seleccionado disponga de la infraestructura y servicios auxiliares requeridos para la operación, como son: energía eléctrica, teléfono, agua, drenaje y vías de acceso.

### **3.4 Alternativas para la inactivación**

Existen varios procesos de tratamiento para inactivar el efecto antibiótico de los residuos. En general, todo proceso capaz de modificar la estructura del grupo activo puede ser considerado para el tratamiento de los residuos. En este sentido existen procesos cuya finalidad es desdoblar la estructura molecular del agente antibiótico eliminando así su acción.

Entre los procesos más comunes que se pueden considerar podemos citar, la postfermentación, la incineración y el hidrolítico. Sus principales características se describen brevemente a continuación:

#### **3.4.1 Postfermentación**

La postfermentación es una de las etapas del proceso de obtención en los laboratorios productores de materia prima para antibióticos. En ellos es usual que utilicen el equipo de

fermentación para inactivar las sustancias antibióticas que no cumplen con los requisitos de calidad.

Dado que la producción se realiza mediante un proceso de fermentación controlado, cuando se alcanza el nivel máximo, se detiene el proceso y se separa y guarda en refrigeración la sustancia antibiótica para realizar el control de calidad. Si la calidad es la requerida se procede a la mezcla del resto de sustancias y el proceso continúa, pero en caso contrario, el antibiótico se regresa a la etapa de fermentación para degradarlo hasta eliminar su potencial como agente antibiológico.

El inconveniente de ésta alternativa es que los laboratorios fabricantes de antibióticos ubicados en la Ciudad de México no cuentan con este equipo debido a que la mayoría importa la materia prima. Adquirir el equipo sólo para el proceso de destrucción no justifica su elevado costo.

### **3.4.2 Incineración**

La incineración es el mejor método para destruir residuos sólidos en general, lo que permite establecer que este proceso puede aplicarse para la inactivación o destrucción de antibióticos.

En la Ciudad de México algunos hospitales cuentan con incinerador, sin embargo su principal uso es la destrucción de residuos biológico infecciosos.

El inconveniente de ésta alternativa es el elevado costo de adquisición, instalación, operación y mantenimiento del equipo, lo cual desde el punto de vista económico hace incosteable procesar únicamente residuos de antibióticos. Además, para instalar un incinerador en la Ciudad de México existen varias restricciones y condiciones de las autoridades ambientales, lo que hace poco atractiva ésta alternativa.

#### **3.4.3 Hidrolítico.**

La variación de pH origina cambios en la estructura del grupo activo de los antibióticos, lo cual permite cancelar su acción como agente bactericida.

De los procesos de inactivación, éste es el mas simple. Unicamente se requiere de un reactor donde se realiza una hidrólisis ácida o básica del compuesto orgánico, con un reactivo adecuado para el antibiótico de que se trate. Este proceso requiere de poca infraestructura y equipo, ya que se trata sólo de un reactor con equipo para adición de reactivos.

### 3.5 Proceso de inactivación a utilizar

Debido a la simplicidad del proceso, la inactivación de antibióticos en la planta en estudio, se realizará mediante hidrólisis ácida o básica en un proceso Batch (intermitente).

Para los antibióticos que se propone inactivar; tipos;  $\beta$  Lactámicos, cloranfenicol, lactonas macrocíclicas y tetraciclinas, el procedimiento a utilizar sigue los mismos pasos. Las variaciones que se presentan, se refieren únicamente al tipo y concentración de la sustancia hidrolizante, así como el tiempo de agitación de la mezcla.

A continuación se describe el proceso de inactivación a utilizar.

- El producto antibiótico se extrae manualmente del envase primario (tabletas, cápsulas y polvos para suspensión).
- La sustancia activa y los diferentes materiales (cartón, vidrio y plástico) se depositan en contenedores por separado.
- La sustancia antibiótica se deposita en el reactor provisto de agitador.
- Se agrega la solución hidrolizante hasta obtener una mezcla pastosa.

En los tipo  $\beta$  Lactámicos, la solución hidrolizante es hidróxido de Sodio 1.0 N (1 litro por kilogramo), hasta obtener un pH de 10.5

En los del tipo Cloranfenicol, la solución hidrolizante inactivante es hidróxido de Sodio 0.5 N (1 litro por kilogramo)

En los del tipo Lactonas macrocíclicas, la solución hidrolizante es ácido sulfúrico 0.5N (1.75 litros por kilogramo)

En los del tipo Tetraciclina, la solución hidrolizante es hidróxido de Sodio 1.0 N (1 litro por kilogramo)

- La mezcla se agita en forma continua.

En los tipo  $\beta$  Lactámicos, durante 30 minutos

En los del tipo Cloranfenicol, el tiempo promedio de reacción es de 24 horas

En los del tipo Lactonas macrocíclicas, durante 1 hora

En los del tipo Tetraciclina, durante 5 horas

- El exceso de hidrolizante se neutraliza agregando:

A los del tipo;  $\beta$  Lactámicos, Cloranfenicol y Tetraciclina, ácido clorhídrico 30% (0.0083 litros por kilogramo de antibiótico), y a los del tipo Lactonas macrocíclicas, hidróxido de sodio 1.0 N (1.15 litros por kilogramo)

- La agitación se continúa hasta que la mezcla alcance un valor de pH de aproximadamente 7 unidades.

- Concluida la neutralización, se agrega a la mezcla aserrín o arcilla con el objeto de absorber el líquido excedente (0.6 kilogramos por kilogramo de antibiótico).
- El material obtenido se coloca en charolas para su secado.
- La inactivación se comprueba, utilizando un método analítico o microbiológico.

### **3.6 Descripción del proceso**

Las etapas principales del proceso de inactivación de residuos y sus características básicamente son las siguientes:

El acopio de residuos y su transporte a la planta, se llevará a cabo utilizando una camioneta pick-up de 1.0 ton., provista de caja cerrada.

Para la recepción de productos, la planta contará con una área específica de descarga. En ella los residuos podrán permanecer temporalmente en tanto reciben tratamiento.

La operación de separación se llevará a cabo manualmente. El antibiótico y los materiales de empaque tales como cartón, vidrio, plástico y aluminio se depositarán en recipientes acordes a su volumen y características. El material de empaque se venderá a compañías recicladoras.

Para la mezcla de antibiótico e hidrolizante, el reactor es una marmita con capacidad de 30 litros provista de un sistema de agitación (las aspas y la flecha del sistema de agitación,

serán de material anticorrosivo). Este recipiente deberá permitir que la operación de llenado y vaciado se desarrollen con facilidad.

El sistema de agitación será de velocidad regulable (de 20 a 120 r.p.m.), a fin de que se pueda ajustar a las condiciones de viscosidad de la pasta generada por la mezcla de antibiótico y reactivos. Es recomendable que este equipo pueda alcanzar un par de torsión alto, dado que se adicionará a la mezcla aserrín o arcilla. Para ello, los fabricantes consideran suficiente un motor de 2 HP.

La dosificación de reactivos, se realizará con un sistema de tres bombas, una para soluciones ácidas, otra para alcalinas y otra de reserva.

Los fabricantes recomiendan para éste proceso, el tipo de diafragma eléctrica, que requiere una potencia de 0.125 HP. El diafragma de la bomba debe ser de material anticorrosivo.

La dosificación de reactivos para inactivar a los antibióticos será controlada de acuerdo a lo establecido en el procedimiento de inactivación, mediante la medición del pH. Para ello se recurrirá a un método analítico.

El secado del producto de la mezcla se realizará colocando el material producto de la mezcla en charolas que a su vez se colocarán en una espiga que permita el secado mediante exposición al medio ambiente.

Para el confinamiento, el material seco será transportado en una camioneta pick up provista de caja cerrada, al sitio de disposición final.

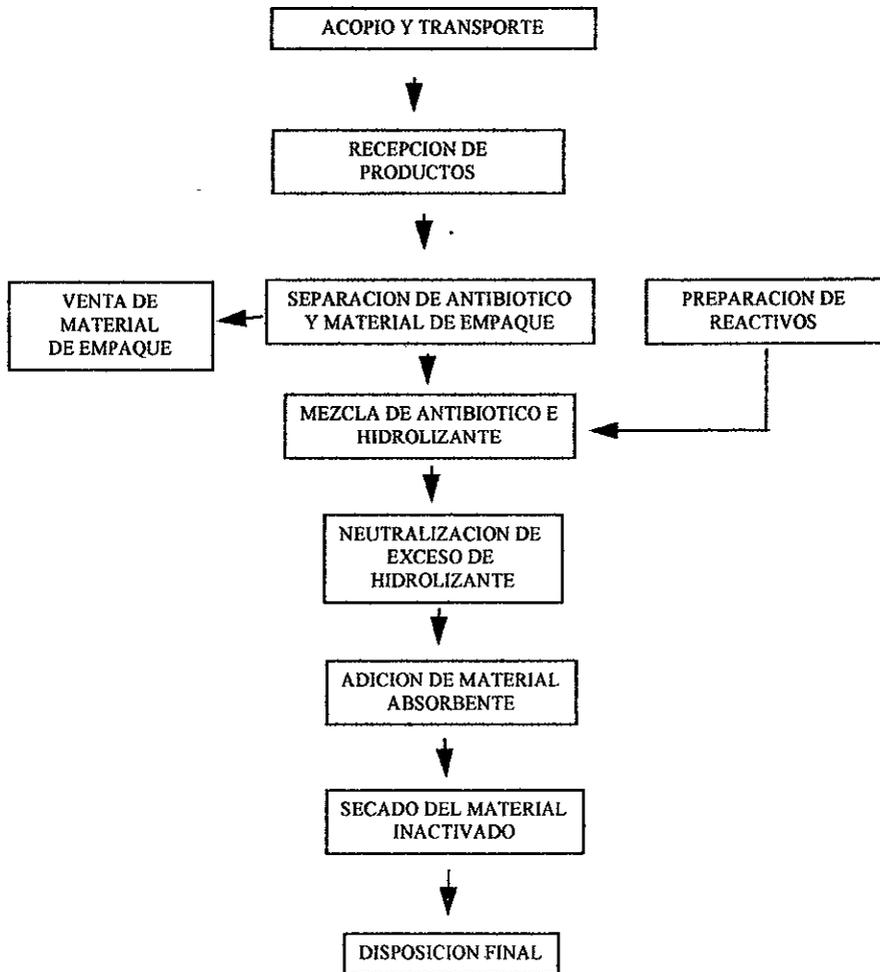
Debido a que este tipo de empresa esta regida por la normatividad ambiental, para llevar a cabo la operación de tratamiento de antibióticos es necesario obtener del Instituto Nacional de Ecología a través de la Dirección General de Normatividad Ambiental, el registro como empresa prestadora de servicios para el manejo de residuos peligrosos.

Respecto al transporte de los residuos se deberá solicitar la autorización correspondiente a la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.), tanto para el vehículo como para el personal que lo conducirá.

La figura 2 muestra el diagrama del proceso para la inactivación de antibióticos.

**FIGURA 2**

**DIAGRAMA DEL PROCESO**



### **3.7 Infraestructura y servicios auxiliares**

**Energía eléctrica.-** Se calcula que la demanda máxima de electricidad será de 3.147 Kilowatts, funcionando simultáneamente el total del equipo de proceso y las lámparas de iluminación. Por ello no se considera subestación eléctrica.

**Teléfono.-** Se considera el contrato de una línea telefónica para el servicio regular y la operación de un fax.

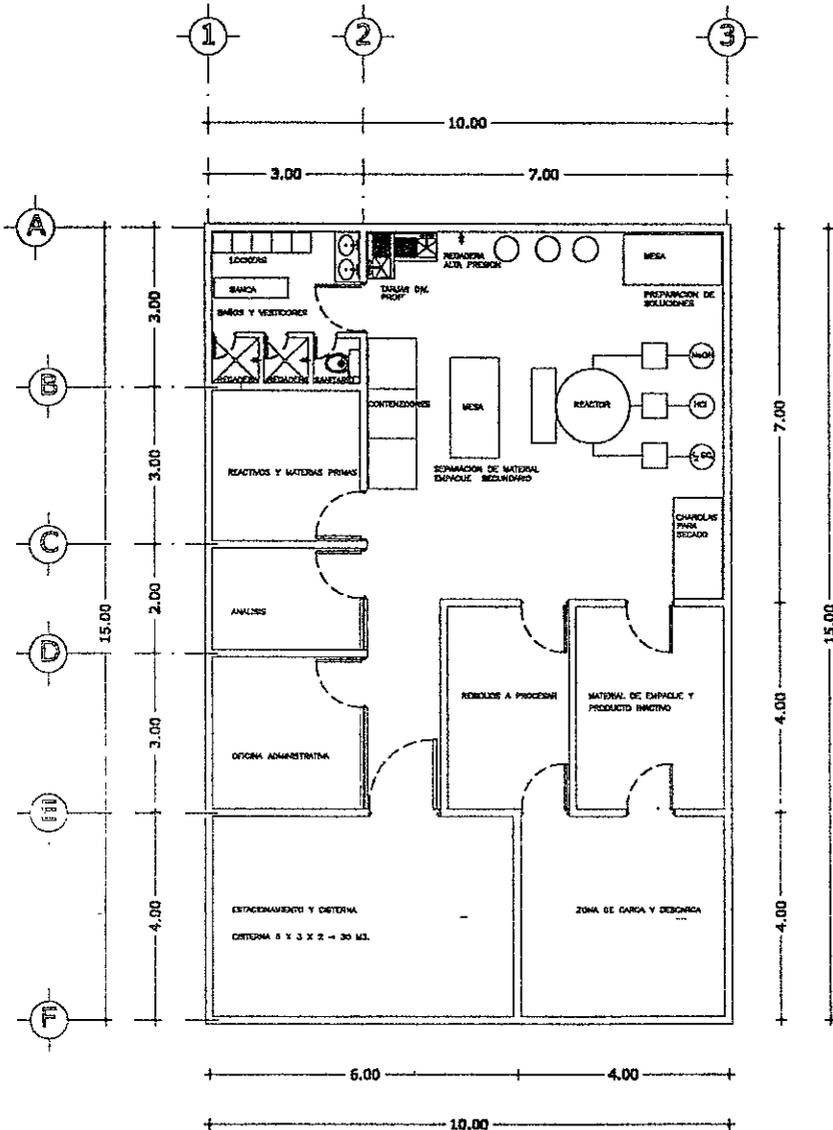
**Agua.-** Se requiere la disponibilidad de agua potable para la preparación de reactivos, baños y servicios sanitarios y de limpieza. Se contempla la construcción de una cisterna de 30 metros cúbicos de capacidad, la operación de una bomba de 0.25 HP, un tinaco elevado de 2.5 metros cúbicos y la red de distribución hidráulica.

**Instalación sanitaria y drenaje.-** Debido a que se trabajará con reactivos corrosivos, los empleados deben disponer de una regadera de alta presión y contar con una tarja para propósitos diversos. También se contemplan mangueras para limpieza del área de trabajo. Para desalojar el agua empleada se requiere de la instalación de rejillas en el piso del área de proceso y un sistema de desagüe en la tarja y baños.

**Obra civil.-** Es necesario construir una nave industrial para ubicar la oficina, almacenes, áreas de trabajo y baños. De acuerdo a la distribución proyectada, se estima una área de 150 m<sup>2</sup> y una altura mínima de 3.0 metros. En la figura 3, se muestra el plano de distribución de la planta

FIGURA 3

PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA



### **3.8 Administración.**

Debido a la importancia de los aspectos organizativo, administrativo y legal, estos merecen ser tratados a fondo en la etapa del proyecto definitivo. Por ello en éste caso, sólo se menciona la idea general.

De acuerdo a lo anterior, se anota la necesidad de contar con instrumentos organizativos y administrativos para el correcto funcionamiento de la empresa. Entre ellos destacan; el organigrama, el reglamento interno de trabajo y el manual de objetivos y funciones. Así también se destaca la importancia de contar con un sistema contable acorde a los requerimientos de la empresa.

En los aspectos legales es de vital importancia para la el desarrollo de la operación gestionar y mantener vigentes los permisos y autorizaciones ante las dependencias involucradas, como son; la Secretaria del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), la Secretaría de Comunicaciones y transportes (S.C.T.) y el Gobierno del Distrito Federal (G.D.F.)

#### IV. ASPECTOS ECONOMICOS

El objetivo es ordenar y sistematizar la información de carácter monetario que proporcionan las etapas anteriores y elaborar los cuadros analíticos que sirven de base para la evaluación económica.

##### 4.1 Programa de operación

El programa de operación se establecerá en relación directa a la demanda del servicio. En el cuadro 4 se anota la cantidad anual de antibióticos a inactivar.

**CUADRO 4**  
**PROGRAMA DE OPERACIÓN**

CONCEPTO	UNID.	AÑOS									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10-15
TOTAL DE RESIDUOS (100%)	TON	50.00	50.00	60.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00
INACTIVACIÓN DE ANTIBIÓTICOS (5%)	TON	2.50	2.75	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
VENTA DE MATERIAL DE EMPAQUE (95%)	TON	47.50	52.25	57.00	76.00	76.00	76.00	76.00	76.00	76.00	76.00

Por su parte el programa de operación mensual de inactivación se proyecta con un comportamiento similar al de fabricación de antibióticos.

**CUADRO 5**  
**PROGRAMA DE OPERACIÓN MENSUAL**  
(Kilogramos)

AÑO DEL PROY.	MES												SUMA
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
%	7.47	8.25	8.81	7.70	9.30	8.29	7.66	8.37	8.52	8.99	8.30	8.34	100 %
1	187	206	220	192	233	207	192	209	213	225	207	208	2,500
2	205	227	242	212	256	228	211	230	234	247	228	229	2,750
3	224	247	264	231	279	249	230	251	256	270	249	250	3,000
4-15	299	330	353	308	372	332	306	335	341	359	332	333	4,000

#### 4.2 Costos de producción

Los principales costos de producción se refieren a materiales directos e indirectos, mano de obra directa, electricidad, agua, combustibles, mantenimiento, equipo de seguridad y depreciaciones. A continuación se presentan los cálculos para cada uno de éstos conceptos.

##### 4.2.1 Materiales directos

Del total de antibióticos a inactivar el 80% son del tipo  $\beta$  Lactámicos, cloranfenicol y tetraciclina. Para ellos el requerimiento de solución hidrolizante es de 1 litro de sosa 0.1 N

por kilogramo de antibiótico. El exceso de solución hidrolizante se neutraliza con ácido clorhídrico 30% a razón de 0.0083 litros por kilogramo.

El 20% restante son del tipo Lactonas macrocíclicas. Para ellos la solución hidrolizante es ácido sulfúrico 0.5 N en proporción de 1.75 litros por kilogramo y para neutralizar el exceso de hidrolizante en éste caso se requieren 1.15 litros de sosa 0.1 N por kilogramo de antibiótico.

De acuerdo a lo anterior, los requerimientos anuales de reactivos y su costo son:

### CUADRO 6

#### Costo del hidróxido de sodio (NaOH)

AÑO DEL PROYECTO	NaOH como HIDROLIZANTE en	NaOH como NEUTRALIZANTE en	TOTAL	TOTAL	IMPORTE
	$\beta$ Lactámicos, Cloranfenicol y Tetraciclinas	Lactonas Macrocíclicas	HIDRÓXIDO DE SODIO 1.0 N	HIDRÓXIDO DE SODIO EN ESCAMAS	
	1.0 l/ Kg.	1.15 l/Kg.	LITROS	Kg.	
1	2,000	575	2,575	103.0	865
2	2,200	633	2,833	113.3	951
3	2,400	690	3,090	123.6	1,038
4-15	3,200	920	4,120	164.8	1,383

**CUADRO 7****Costo del ácido Clorhídrico (HCl)**

<b>AÑO DEL PROYECTO</b>	<b>HCl como NEUTRALIZANTE</b>	<b>TOTAL</b>	<b>IMPORTE</b>
	<b>en</b>	<b>ÁCIDO CLORHÍDRICO</b>	
	<b>β Lactámicos, Cloranfenicol y Tetraciclinas</b>	<b>30% GRADO INDUSTRIAL</b>	
	<b>0.0083 l/ Kg.</b>	<b>LITROS</b>	<b>PESOS</b>
1	16.6	16.6	44
2	18.3	18.3	48
3	19.9	19.9	53
4-15	26.6	26.6	70

**CUADRO 8****Costo del ácido Sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)**

<b>AÑO DEL PROYECTO</b>	<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> como HIDROLIZANTE</b>	<b>TOTAL</b>	<b>IMPORTE</b>
	<b>en</b>	<b>ACIDO SULFÚRICO 0.5 N</b>	
	<b>Lactonas Macroclílicas</b>		
	<b>1.75 l/ Kg.</b>	<b>LITROS</b>	<b>PESOS</b>
1	875.0	875.0	3,914
2	962.5	962.5	4,306
3	1,050.0	1,050.0	4,697
4-15	1,400.0	1,400.0	6,263

#### 4.2.2 Materiales Indirectos

El requerimiento de aserrín es de aproximadamente 600 gramos por kilogramo de antibiótico y el número de bolsas de plástico se calculan estimando que por cada kilogramo de antibiótico se obtendrán tres kilogramos de mezcla y cada bolsa tiene capacidad para 20 kilogramos

**CUADRO 9**  
**Costo de materiales indirectos**

AÑO DEL PROYECTO	ASERRÍN (600g./Kg antib.)		BOLSAS		IMPORTE TOTAL
	CANT	IMPORTE	CANT	IMPORTE	
	(Kg.)	(\$)	(Unidad )	(\$)	(Pesos)
1	1,500	2,040	375	593	2,633
2	1,650	2,244	413	652	2.896
3	1,800	2,448	450	711	3,159
4-15	2,400	3.264	600	948	4,212

**4.2.3 Mano de obra directa.**-Este rubro incluye un jefe de planta responsable de la operación y administración.

Los obreros para realizar las actividades de separación de material de empaque, preparación de soluciones y operación de mezclado, se contratarán de acuerdo al requerimiento de operación. De ésta forma en el primer año se considera únicamente un obrero y un ayudante, en el segundo año, dos obreros y un ayudante, en el año tres dos obreros y dos ayudantes, en el año cuatro tres obreros y dos ayudantes. Además en todos los años se considera un chofer para conducir el vehículo que realizará el transporte de residuos y del material inactivado.

Se considera una operación durante los doce meses del año con jornadas diarias de 8 horas y 40 horas laborables a la semana. Las prestaciones se estiman en 40% del sueldo. De acuerdo a lo anterior los costos de mano de obra son:

**CUADRO 10**  
**Costo de la mano de obra directa**  
**(pesos)**

<b>AÑO</b>	<b>NÚMERO DE EMPL</b>	<b>SUELDOS MES</b>	<b>PRESTACIONES</b>	<b>TOTAL MENSUAL</b>	<b>TOTAL ANUAL</b>
1	4	8,300	3,320	11,620	139,440
2	5	9,400	3,760	13,160	157,920
3	6	10,300	4,120	14,420	173,040
4-15	7	11,400	4,560	15,960	191,520

Como ejemplo, en el siguiente cuadro se muestra el cálculo del costo por mano de obra para el año de estabilización (4-15):

### CUADRO 11

#### Cálculo del costo de la mano de obra en el año de estabilización (4 -15)

(pesos)

PUESTO	NÚMERO	SUELDO INDIV. (\$)	TOTAL SUELDOS (\$)	PREST.	TOTAL MENSUAL (\$)	TOTAL ANUAL (\$)
JEFE DE PLANTA	1	5,000	5,000	2,000	7,000	84,000
OBRERO	3	1,100	3,300	1,320	4,620	55,440
CHOFER	1	1,300	1,300	520	1,820	21,840
AYUDANTE	2	900	1,800	720	2,520	30,240
SUMAS	7		11,400	4,560	15,960	191,520

**4.2.4 Energía eléctrica.-** El cálculo se determina cuantificando la potencia de los equipos y su tiempo de operación. El costo se determina aplicando la tarifa vigente de la Compañía de Luz y Fuerza número 2 , “Servicio general hasta 25 Kw”, la cual es aplicable a servicio general en baja tensión hasta 25 Kilowatts de demanda El costo es de \$ 0.74263 el Kilowatt-hora y un cargo fijo mensual de \$19.047

Debido a que el tiempo de operación del equipo de proceso está en función del volumen de residuos a procesar, tenemos el siguiente resultado.

## CUADRO 12

### Costo de energía eléctrica (pesos)

AÑO	Potencia (HP)	Kilowatts	Hr-día	Kw-Hr-día	Cons/día	Cons/mes	Total/mes	Total año
1	4.213	3.147	2	13.972	10.38	207.52	226.57	2,718.79
2	4.213	3.147	3	15.839	11.76	235.26	254.30	3,051.64
3	4.213	3.147	4	17.707	13.15	262.99	282.04	3,384.48
4-15	4.213	3.147	5	19.575	14.54	290.73	309.78	3,717.33

Cabe mencionar que el número de horas día, se refiere al tiempo de operación del equipo, pero adicionalmente en todos los casos se considera el funcionamiento del alumbrado durante 8 horas al día. Un ejemplo del cálculo de este concepto se muestra en el siguiente cuadro

## CUADRO 13

### Cálculo del costo de energía eléctrica en el año de estabilización (4 - 15)

EQUIPO	POTENCIA (HP)	KW	HORAS/DIA	KW-HR-DIA
AGITADOR/MEZCLADOR	2 000	1 494	5	7 470
BOMBA DE ALIMENTACIÓN DE HIDRÓXIDO DE SODIO	0.125	0.093	5	0.465
BOMBA DE ALIMENTACIÓN DE ÁCIDO SULFÚRICO	0.125	0.093	5	0.465
BOMBA DE ALIMENTACIÓN DE AGUA AL TANQUE ELEVADO	0.250	0.187	5	0.935
ALUMBRADO (32 LAMPARAS DE 40 WATTS)	1 713	1 280	8	10.240
SUMAS	4 213	3 147		19 575

Costo del consumo de energía eléctrica mensual:

$$19.575 \text{ Kw-hr-día} * \$ 0.74263/\text{Kw-hr-día} * 20 \text{ días/mes} = \$ 290.74/\text{mes}$$

Más el cargo fijo mensual de \$19.047

El costo de energía eléctrica mensual es de:

$$\$290.74 + \$19.047 = \$ 309.78$$

Entonces el costo anual es de:

$$\$ 309.78/\text{mes} * 12 \text{ meses} = \$ 3,717.4$$

#### **4.2.5 Agua**

El consumo de agua se estima de acuerdo a las necesidades para la preparación de soluciones, el consumo en baños y servicios, limpieza de equipo y área de trabajo. Su costo se determina aplicando la tarifa vigente de la Comisión de Aguas del Distrito Federal para uso no doméstico con medidor.

## CUADRO 14

### Cálculo del costo de agua

CONCEPTO	VOLUMEN DIARIO	VOLUMEN BIMESTRAL (40 días)	
	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(litros)
PREPARACIÓN DE SOLUCIONES	0.2	8	8,000
BAÑOS Y SERVICIOS	1.0	40	40,000
LIMPIEZA	0.5	20	20,000
SUMAS	1.7	68	68,000

El consumo bimestral de 68 metros cúbicos se encuentra en el rango que va de 60.01 a 90 m<sup>3</sup>.

La cuota mínima a pagar por los primeros 60 m<sup>3</sup> es de \$ 298.00.

Los metros cúbicos adicionales, en este caso 8, se multiplican por los \$ 7.75 que corresponden a éste rango.

$$8 \text{ m}^3 * 7.75 \text{ \$/ m}^3 = \$ 62.00$$

Para obtener el total se suma el resultado anterior a la cuota mínima.

$$\$ 298.00 + \$ 62.0 = \$ 360.00$$

El importe a pagar bimestralmente es de \$ 360.00

El costo anual de agua es de:

$$\$360.00/\text{bimestre} * 6 \text{ bimestres/año} = \$ 2,160.00$$

#### **4.2.6 Combustibles**

En este rubro se considera el gasto por consumo de gasolina de la camioneta pick-up por el transporte de residuos y materiales inactivados. Para efecto de cálculo se toma como referencia el año de estabilización del proyecto.

De los años 4 al 15 del proyecto, se transportarán anualmente a la planta 4,000 Kilogramos de antibiótico, o sea alrededor de 80 toneladas de residuos incluyendo material de empaque.

Al considerar 240 días de operación al año, resulta un transporte de residuos de 333 kilogramos por día en promedio, o sea un viaje diario.

Por otra parte, del proceso de inactivación de 20 kilogramos de antibiótico, se obtendrán diariamente aproximadamente 60 kilogramos de material mezclado. Este se puede

acumular y depositarlo cada dos semanas (aproximadamente 600 kilogramos), o sea dos viajes por mes.

Durante un mes los viajes a realizar son:

20 viajes de residuos + 2 viajes de material mezclado = 22 viajes al mes

Si se considera que el mercado a atender tiene un radio de 30 kilómetros, entonces los kilómetros a recorrer mensualmente son:

22 viajes/mes \* 30 Km./viaje = 660 Km./mes

Si el consumo de gasolina es de 12 Km. por litro y el costo de litro de gasolina es de \$ 3.56 entonces el costo mensual de gasolina es de:

660 Km./mes \* 1 litro/12 Km. \* 3.56 \$/litro = 195.8 \$/mes

El costo anual de gasolina sería de:

195.8 \$/mes \* 12 meses = \$2,349.6

#### **4.2.7 Mantenimiento**

El importe del mantenimiento se calcula de acuerdo a los siguientes porcentajes: 5% del costo de los equipos electromecánicos, 1.5% del equipo de transporte y 1% del costo de la obra civil.

## CUADRO 15

### Cálculo del costo de mantenimiento

CONCEPTO	IMPORTE
EQUIPO DE PROCESO	\$ 43,716 * 0.050 = 2,185.80
EQUIPO DE TRANSPORTE	\$ 140,000 * 0.015 = 2,100.00
OBRA CIVIL	\$ 223,066 * 0.010 = 2,230.66
TOTAL	\$ 6,516.46

El costo anual de mantenimiento se divide en dos erogaciones semestrales de \$ 3,258.23 cada una.

#### 4.2.8 Equipo de seguridad

Debido al tipo de sustancias a manejar, el personal deberá contar con equipo de seguridad, tal como casco, goggles, cubre bocas, overol y botas. Para ello se considera un costo anual por empleado de \$ 500.00.

$$7 \text{ empleados} * \$ 500.00 / \text{empleado/año} = \$ 3,500.00/\text{año}$$

Se considera que éste gasto se realizará al inicio de cada año

#### 4.2.9 Depreciaciones

“Con excepción de los terrenos, la mayoría de los activos fijos tienen una vida limitada, es decir, ellos serán de utilidad para la empresa por un número limitado de períodos contables futuros. Lo anterior significa que el costo de un activo deberá ser distribuido adecuadamente en los períodos contables en los que el activo será utilizado por la empresa.

El proceso contable para esta conversión gradual de activo fijo en gasto es llamado depreciación”<sup>8</sup>. Para su cálculo, en éste caso, se utiliza el método de línea recta, dividiendo el importe del concepto entre el número de años de su vida útil.

**CUADRO 16**  
**CÁLCULO DE LAS DEPRECIACIONES**

<b>CONCEPTO</b>	<b>IMPORTE (PESOS)</b>	<b>VIDA ÚTIL (AÑOS)</b>	<b>DEPRECIACIÓN ANUAL (PESOS)</b>
TERRENO	150,000		No se deprecia
OBRA CIVIL	223,066	20	11,153.3
EQUIPO DE PROCESO	43,716	10	4,371.6
EQUIPO DE TRANSPORTE	140,000	5	28,000.0
MOBILIARIO Y EQUIPO DE OFICINA	25,000	10	2,500.0
		Depreciación anual	46,024.9

<sup>8</sup> Análisis y evaluación de proyectos de inversión, Segunda Edición, 1992, Coss Bu , Raúl, Edit Limusa, Grupo Noriega Editores, p. 91

### **4.3 Gastos de operación**

En éste rubro se consideran los gastos de administración y venta, así como los gastos financieros.

#### **4.3.1 Gastos de Administración y de venta.**

Este rubro abarca los gastos de papelería, teléfono y pago de derechos al Gobierno del Distrito Federal, para la disposición final de residuos (40 pesos la tonelada). Se considera un gasto de aproximadamente 15% de los costos variables.

#### **4.3.2 Gastos financieros**

En éste rubro se considera el pago de intereses derivados del crédito refaccionario otorgado para la construcción e instalación de la planta, cuyo detalle de cálculo se presenta en el capítulo de financiamiento.

### **4.4 Proyección de ingresos y costos de operación**

La finalidad del análisis de la proyección de ingresos y egresos es calcular la utilidad que es en forma general el beneficio real de la operación de la planta, y que se obtienen restando a los ingresos todos los costos en que incurra la planta y los impuestos que deba pagar. Los

costos y gastos de operación se clasifican en costos variables y costos fijos con el objeto de poder calcular el punto de equilibrio.

**CUADRO 17**  
**PROYECCIÓN DE INGRESOS Y COSTOS DE OPERACIÓN**  
**(pesos)**

CONCEPTO	AÑOS										
	P.U.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10-15
<b>INGRESOS</b>											
INACTIVACION (\$/Ton)	180,000	450,000	495,000	540,000	720,000	720,000	720,000	720,000	720,000	720,000	720,000
VENTA MAT DE EMPAQUE (\$/Ton)	300	14,250	15,675	17,100	22,800	22,800	22,800	22,800	22,800	22,800	22,800
<b>1. TOTAL INGRESOS</b>		<b>464,250</b>	<b>510,675</b>	<b>557,100</b>	<b>742,800</b>						
<b>EGRESOS</b>											
MAT. DIRECTOS		4,823	5,305	5,787	7,717	7,717	7,717	7,717	7,717	7,717	7,717
MAT INDIRECTOS		2,633	2,896	3,159	4,212	4,212	4,212	4,212	4,212	4,212	4,212
MANO DE OBRA DIRECTA		139,440	157,920	173,040	191,520	191,520	191,520	191,520	191,520	191,520	191,520
ENERGÍA ELÉCTRICA		2,719	3,052	3,384	3,717	3,717	3,717	3,717	3,717	3,717	3,717
AGUA		2,160	2,160	2,160	2,160	2,160	2,160	2,160	2,160	2,160	2,160
COMBUSTIBLES		2,350	2,350	2,350	2,350	2,350	2,350	2,350	2,350	2,350	2,350
<b>SUMA COSTOS VARIABLES</b>		<b>154,124</b>	<b>173,683</b>	<b>189,881</b>	<b>211,676</b>						
GASTOS DE ADMON. Y VENTAS		23,119	26,052	28,482	31,751	31,751	31,751	31,751	31,751	31,751	31,751
MANTENIMIENTO		6,516	6,516	6,516	6,516	6,516	6,516	6,516	6,516	6,516	6,516
EQUIPO DE SEGURIDAD		3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500
DEPRECIACIONES		46,025	46,025	46,025	46,025	46,025	46,025	46,025	46,025	46,025	46,025
GASTOS FINANCIEROS		58,178	57,371	56,401	55,238	53,843	52,168	50,158	47,747	44,853	41,380
<b>SUMA COSTOS FIJOS</b>		<b>137,338</b>	<b>139,464</b>	<b>140,925</b>	<b>143,031</b>	<b>141,635</b>	<b>139,960</b>	<b>137,951</b>	<b>135,539</b>	<b>132,645</b>	<b>129,173</b>
<b>2. TOTAL EGRESOS</b>		<b>291,462</b>	<b>313,147</b>	<b>330,806</b>	<b>354,707</b>	<b>353,311</b>	<b>351,636</b>	<b>349,627</b>	<b>347,215</b>	<b>344,321</b>	<b>340,849</b>
<b>3. UTILIDAD GRAVABLE (1-2)</b>		<b>172,788</b>	<b>197,528</b>	<b>226,294</b>	<b>388,093</b>	<b>389,489</b>	<b>391,164</b>	<b>393,173</b>	<b>395,585</b>	<b>398,479</b>	<b>401,951</b>
<b>4. I.S.R.</b>		<b>72,571</b>	<b>82,962</b>	<b>95,044</b>	<b>162,999</b>	<b>163,585</b>	<b>164,289</b>	<b>165,133</b>	<b>166,146</b>	<b>167,361</b>	<b>168,820</b>
<b>5.UT. DESP. DE IMP.TOS.(3-4)</b>		<b>100,217</b>	<b>114,567</b>	<b>131,251</b>	<b>225,094</b>	<b>225,904</b>	<b>226,875</b>	<b>228,040</b>	<b>229,439</b>	<b>231,118</b>	<b>233,132</b>
<b>PTO DE EQUILIBRIO (%)</b>		<b>44.28</b>	<b>41.38</b>	<b>38.38</b>	<b>26.93</b>	<b>26.67</b>	<b>26.35</b>	<b>25.97</b>	<b>25.52</b>	<b>24.97</b>	<b>24.32</b>

#### 4.5 Punto de equilibrio

El análisis del punto de equilibrio es una técnica útil para estudiar las relaciones entre los costos fijos, los costos variables y los beneficios.

El punto de equilibrio es el nivel de producción en el que son exactamente iguales los beneficios por ventas a la suma de costos fijos y variables. Es importante mencionar que ésta no es una técnica para evaluar la rentabilidad de una inversión, sino que es una importante referencia. El punto de equilibrio se puede calcular mediante la ecuación:

$$\text{P. E.} = \frac{\text{COSTOS FIJOS}}{\text{INGRESOS TOTALES} - \text{COSTOS VARIABLES}} * 100$$

De acuerdo a lo anterior, para el año 1 del proyecto en estudio, se tienen los siguientes datos; los costos fijos incluyendo las amortizaciones y depreciaciones, dan un total de \$137,338. Por su parte, para ese año los ingresos son de \$464,250 y los costos variables de \$154,124. Sustituyendo estos valores en la ecuación del punto de equilibrio, tenemos que para el año 1 el punto de equilibrio es de 44.3%.

Realizando cálculos similares tenemos que los puntos de equilibrio para los años 2 al 10, son: 41.4%; 38.4%;, 26.9%; 26.7%; 26.3%; 26.0%; 25.5%; 25.0%; y 24.3% respectivamente.

## **V ASPECTOS DE FINANCIAMIENTO**

### **5.1 Inversiones**

#### **5.1.1 Capital de trabajo**

“Desde el punto de vista práctico, está representado por el capital adicional (distinto de la inversión en activo fijo y diferido) con que hay que contar para que empiece a funcionar una empresa; esto es, hay que financiar la primera operación antes de recibir ingresos; entonces, debe comprarse reactivos, pagar mano de obra, otorgar crédito en los primeros servicios y contar con cierta cantidad de efectivo para sufragar los gastos diarios de la empresa”.<sup>9</sup>

En nuestro caso se considera que los ingresos por la prestación del servicio ocurrirán un mes posterior a su realización y que el máximo flujo de efectivo acumulado con signo negativo que resulte de sumar los flujos de efectivo mensuales consecutivos, representa el capital de trabajo necesario para la operación. En estas condiciones los montos de capital

---

<sup>9</sup>Evaluación de proyectos, Tercera Edición, 1995, Baca Urbina, Gabriel, Edit Mc Graw Hill, p 139

de trabajo son los siguientes: año 1, \$21,838; año 2, \$23,703; año 3, \$25,246 y del año 4 al 15, \$27,306.

En el cuadro 18 se muestra como ejemplo, el cálculo del capital de trabajo para el primer año de operación

### **5.1.2 Inversión fija**

Se estima un monto de inversión fija de \$ 581,782.00, distribuido de la siguiente manera: terreno, \$150,000; obra civil, 223,066; equipo de proceso, \$43,716; equipo de transporte, \$140,000 y mobiliario y equipo de oficina \$25,000. En el cuadro 19 se presenta el desglose.

### **5.2 Estructura de la inversión**

El capital de trabajo durante todos los años del proyecto será cubierto con recursos del empresario.

El importe de la inversión fija por \$ 581,782.6 para la construcción e instalación de la planta se proyecta realizar 50% con recursos del empresario y el 50% restante con crédito a 15 años.

**CUADRO 18**  
**CÁLCULO DEL CAPITAL DE TRABAJO DEL AÑO 1**  
**(Pesos)**

CONCEPTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	TOI
INGRESOS POR VENTA	7 47	8 25	8 81	7 70	9 30	8 29	7 66	8 37	8 52	8 99	8 30	8 34		100 %
INACTIVACION		33 626	37 103	39 665	34 643	41 860	37 325	34 477	37 686	38 335	40 439	37 328	37 512	450 000
MAT DE EMPAQUE		1 065	1 175	1 256	1 097	1 326	1 182	1 092	1 193	1 214	1 281	1 182	1 188	14 250
TOTAL INGRESOS		34 691	38 278	40 921	35 742	43 185	38 507	35 569	38 880	39 549	41 719	38 510	38 700	464 250
EGRESOS														
MATERIALES	360	398	425	371	449	400	370	404	411	433	400	402		4 823
DIRECTOS														
MATERIALES	197	217	232	203	245	218	202	220	224	237	218	219		2 633
INDIRECTOS														
MANO DE OBRA	11 620	11 620	11 620	11 620	11 620	11 620	11 620	11 620	11 620	11 620	11 620	11 620		139 440
DIRECTA														
ENERGÍA ELÉCTRICA	203	224	240	209	253	226	208	228	232	244	226	227		2 719
AGUA		360		360		360		360		360		360		2 160
COMBUSTIBLES	196	196	196	196	196	196	196	196	196	196	196	196		2 350
SUMA COSTOS VARIABLES	12 576	13 015	12 713	12 989	12 762	13 020	12 595	13 028	12 683	13 090	12 660	13 024		154 124
GASTOS DE ADMON. MANTENIMIENTO	1 927	1 927	1 927	1 927	1 927	1 927	1 927	1 927	1 927	1 927	1 927	1 927		23 119
EQUIPO DE SEGURIDAD	3 500					3 258								6 516
DEPRECIACIONES	3 835	3 835	3 835	3 835	3 835	3 835	3 835	3 835	3 835	3 835	3 835	3 835		3 500
GASTOS FINANCIEROS														
SUMA COSTOS FIJOS	9 262	5 762	5 762	5 762	5 762	9 020	5 762	5 762	5 762	5 762	5 762	5 762		137 338
TOTAL EGRESOS	21 838	18 777	18 475	18 721	18 524	22 040	18 357	18 790	18 448	18 852	18 422	80 222		291 462
SALDO	-21 838	15 914	19 803	22 200	17 218	21 145	20 149	16 779	20 435	20 697	23 297	-41 712	38 700	172 788
SALDO ACUMULADO CAPITAL DE TRABAJO	-21 838	-5 924	13 879	36 079	53 297	74 442	94 591	111 370	131 806	152 503	175 800	134 088	172 788	
	21 838													

**CUADRO 19**  
**MONTO DE LA INVERSIÓN FIJA**

<b>CONCEPTO</b>	<b>COSTO UNITARIO (PESOS)</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>IMPORTE TOTAL (PESOS)</b>
<b>TERRENO</b>	<b>150,000</b>	<b>UNO</b>	<b>150,000</b>
<b>OBRA CIVIL</b>		<b>PAQUETE</b>	<b>223,066</b>
ÁREAS DE CARGA, DESCARGA Y ESTACIONAMIENTO	20,000		
OFICINA ADMINISTRATIVA	13,200		
BODEGA MAT PRIMA, RESIDUOS, PROD. Y MAT DE EMPAQUE	48,400		
ÁREA PARA ANALISIS	8,800		
ÁREA DE PROCESO	73,333		
BAÑOS Y LOCKERS	17,600		
INSTALACIÓN ELÉCTRICA	10,000		
RED HIDRÁULICA	10,000		
CISTERNA	11,733		
DRENAJE	10,000		
<b>EQUIPO DE PROCESO</b>		<b>PAQUETE</b>	<b>43,716</b>
CONTENEDORES MATERIAL EMPAQUE SECUNDARIO	300	3	900
TANQUES PARA REACTIVOS	350	3	1,050
BOMBAS DOSIFICADORAS	3,500	3	10,500
MEZCLADOR CON UN TANQUE ADICIONAL	24,150	1	24,150
ESPIGA Y 18 CHAROLAS PARA SECADO	2,116	1	2,116
TARJA	2,000	1	2,000
TANQUE ELEVADO	1,000	1	1,000
BOMBA P/CISTERNA	2,000	1	2,000
<b>EQUIPO DE TRANSPORTE</b>		<b>PAQUETE</b>	<b>140,000</b>
CAMIONETA PICK UP CON CASETA	140,000	1	140,000
<b>MOBILIARIO Y EQUIPO DE OFICINA</b>		<b>PAQUETE</b>	<b>25,000</b>
ESCRITORIO, SILLON, P.C	25,000	1	25,000
		<b>TOTAL INV. FIJA</b>	<b>581,782</b>

### 5.3 Plan de financiamiento

#### 5.3.1 Condiciones crediticias

El crédito para la construcción de la planta asciende a un monto de \$ 290,891.3, a un plazo de amortización de 15 años con una tasa de interés del 20% anual sobre saldos insolutos.

#### 5.3.2 Tabla de amortización del crédito

Para el cálculo del pago de la anualidad del crédito, se aplica la siguiente ecuación:

$$A = \frac{(C * i * (1 + i)^n)}{((1 + i)^n) - 1}$$

Simbología:

- A.- Monto de la anualidad
- C.- Monto del crédito, \$290,891.3
- i.- tasa de interés anual, 20% a.s.s.i.
- n.- número de periodos, 15 años

Efectuando el cálculo, el monto de la anualidad es de \$62,216.5 Con este dato se construye la tabla de amortización.

**CUADRO 20**  
**TABLA DE AMORTIZACIÓN DEL CRÉDITO**

AÑO	( PESOS )			
	CAPITAL	ABONO A INTERESES	ABONO A CAPITAL	TOTAL A PAGAR
1	290,891.3	58,178.3	4,038.2	62,216.5
2	286,853.1	57,370.6	4,845.8	62,216.5
3	282,007.3	56,401.5	5,815.0	62,216.5
4	276,192.3	55,238.5	6,978.0	62,216.5
5	269,214.3	53,842.9	8,373.6	62,216.5
6	260,840.8	52,168.2	10,048.3	62,216.5
7	250,792.4	50,158.5	12,058.0	62,216.5
8	238,734.5	47,746.9	14,469.6	62,216.5
9	224,264.9	44,853.0	17,363.5	62,216.5
10	206,901.5	41,380.3	20,836.2	62,216.5
11	186,065.3	37,213.1	25,003.4	62,216.5
12	161,061.9	32,212.4	30,004.1	62,216.5
13	131,057.8	26,211.6	36,004.9	62,216.5
14	95,052.9	19,010.6	43,205.9	62,216.5
15	51,847.0	10,369.4	51,847.0	62,216.5
	SUMAS	642,355.5	290,891.3	933,246.8

## VI. ESTADOS FINANCIEROS PROFORMA

### 6.1 Flujo de caja

En el proyecto los movimientos monetarios de entradas y salidas de dinero a la empresa, se les conoce como flujo de caja. El objetivo de este estado financiero es observar el comportamiento de la caja, determinando ingresos y egresos, de tal forma que se detecte si existen fondos suficientes para poder cubrir todas las obligaciones

**CUADRO 21  
FLUJO DE CAJA**

CONCEPTO	AÑOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CAJA INICIAL	0	121,940	201,954	269,582	381,798	361,939	445,545	503,479	543,323	570,364
CREDITO	290,891									
APORTACION INV FIJA	290,891									
APORTACION CAP TRABAJO	21,838									
VENTAS	464,250	510,675	557,100	742,800	742,800	742,800	742,800	742,800	742,800	742,800
TOTAL	1,067,871	632,615	759,054	1,012,382	1,124,598	1,104,739	1,188,345	1,246,279	1,286,123	1,313,164
INVERSIONES	581,783				140,000					
COSTOS DE PROD. Y OPN.	187,259	209,751	228,379	253,443	253,443	253,443	253,443	253,443	253,443	253,443
PAGO DE INTS REF	58,178	57,371	56,401	55,238	53,843	52,168	50,158	47,747	44,853	41,380
PAGO DE CAPITAL	4,038	4,846	5,815	6,978	8,374	10,048	12,058	14,470	17,363	20,836
PAGO DE IMPUESTOS	72,571	82,962	95,044	162,999	163,585	164,289	165,133	166,146	167,361	168,820
TOTAL	903,829	354,929	385,639	478,659	619,245	479,949	480,793	481,805	483,021	484,479
INGRESOS - EGRESOS	164,042	277,686	373,415	533,723	505,353	624,790	707,553	764,473	803,102	828,684
CAP DE TRAB PROX. AÑO	23,703	25,246	27,306	27,306	27,306	27,306	27,306	27,306	27,306	27,306
SALDO	140,339	252,440	346,108	506,417	478,047	597,484	680,246	737,167	775,796	801,378
DIVIDENDOS (30%)	42,102	75,732	103,833	151,925	143,414	179,245	204,074	221,150	232,739	240,413
CAJA FINAL	121,940	201,954	269,582	381,798	361,939	445,545	503,479	543,323	570,364	588,271

## 6.2 Estado de resultados

El estado de resultados es un estado financiero que muestra los ingresos obtenidos por la empresa, los gastos que originaron la obtención de esos ingresos y la resultante utilidad o pérdida neta.<sup>10</sup>

**CUADRO 22**  
**ESTADO DE RESULTADOS PROFORMA**

CONCEPTO	AÑOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>VENTAS</b>	464,250	510,675	557,100	742,800	742,800	742,800	742,800	742,800	742,800	742,800
<b>COSTO DE LO VENDIDO</b>	154,124	173,683	189,881	211,676	211,676	211,676	211,676	211,676	211,676	211,676
<b>UTILIDAD BRUTA</b>	310,126	336,992	367,219	531,124	531,124	531,124	531,124	531,124	531,124	531,124
<b>GASTOS</b>	209,909	222,426	235,968	306,030	305,221	304,249	303,084	301,685	300,006	297,992
ADMINISTRATIVOS	33,135	36,068	38,498	41,767	41,767	41,767	41,767	41,767	41,767	41,767
INTERESES	58,178	57,371	56,401	55,238	53,843	52,168	50,158	47,747	44,853	41,380
DEPRECIACIONES	46,025	46,025	46,025	46,025	46,025	46,025	46,025	46,025	46,025	46,025
CUÓTAS E IMPUESTOS	72,571	82,962	95,044	162,999	163,585	164,289	165,133	166,146	167,361	168,820
<b>UTILIDAD NETA</b>	100,217	114,567	131,251	225,094	225,904	226,875	228,040	229,439	231,118	233,132

## 6.3 Balance general

El balance general o estado de posición financiera es un informe financiero que muestra los activos, los pasivos y el capital contable de la empresa en una fecha específica.

<sup>10</sup>Principios fundamentales de Contabilidad, Primer curso, Segunda edición de la décima en inglés, 1986, W. Pyle & D. Larson Edit. CECSA, p. 39

**CUADRO 23**  
**BALANCE GENERAL PROFORMA**

CONCEPTO	AÑOS										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>ACTIVO</b>											
CIRCULANTE	21,838	121,940	201,954	269,582	381,798	361,939	445,545	503,479	543,323	570,364	588,271
CAJA	21,838	121,940	201,954	269,582	381,798	361,939	445,545	503,479	543,323	570,364	588,271
FIJO	581,783	535,758	489,733	443,708	397,683	491,658	445,633	399,608	353,583	307,558	261,533
TERRENO	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000
OBRA CIVIL	223,067	211,913	200,760	189,607	178,453	167,300	156,147	144,993	133,840	122,687	111,533
EQUIPO DE PROCESO	43,716	39,344	34,973	30,601	26,230	21,858	17,486	13,115	8,743	4,372	0
EQUIPO DE TRANSPORTE	140,000	112,000	84,000	56,000	28,000	140,000	112,000	84,000	56,000	28,000	0
MOB. Y EQ DE OFICINA	25,000	22,500	20,000	17,500	15,000	12,500	10,000	7,500	5,000	2,500	0
<b>DIFERIDO</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>ACTIVO TOTAL</b>	603,621	657,698	691,687	713,290	779,481	853,597	891,178	903,087	896,906	877,922	849,804
<b>CRÉDITO</b>	290,891	286,853	282,007	276,192	269,214	260,841	250,792	238,734	224,265	206,901	186,065
<b>PASIVO TOTAL</b>	290,891	286,853	282,007	276,192	269,214	260,841	250,792	238,734	224,265	206,901	186,065
<b>CAPITAL ANTERIOR</b>	0	312,729	370,845	409,679	437,098	510,267	592,756	640,386	664,352	672,641	671,020
<b>UTILIDAD NETA</b>	0	100,217	114,567	131,251	225,094	225,904	226,875	228,040	229,439	231,118	233,132
<b>DIVIDENDOS</b>	0	42,102	75,732	103,833	151,925	143,414	179,245	204,074	221,150	232,739	240,413
<b>CAPITAL ACTUAL</b>	312,729	370,845	409,679	437,098	510,267	592,756	640,386	664,352	672,641	671,020	663,739
<b>CAPITAL TOTAL</b>	312,729	370,845	409,679	437,098	510,267	592,756	640,386	664,352	672,641	671,020	663,739
<b>PASIVO MAS CAPITAL</b>	603,621	657,698	691,687	713,290	779,481	853,597	891,178	903,087	896,906	877,922	849,804

## VII. EVALUACION ECONÓMICA

“En el estudio de viabilidad económica se pretende definir, mediante la comparación de los beneficios y costos estimados de un proyecto, si es recomendable su implementación y Posterior operación.

En la concreción de esta viabilidad se reconocen tres etapas o niveles en que se clasifican los estudios de acuerdo con su profundidad y con la calidad y cantidad de información utilizada, siendo la última de tales etapas la de factibilidad...”<sup>11</sup>

“La rentabilidad de un proyecto se puede medir de muchas formas distintas: en unidades monetarias, porcentaje o tiempo que demora la recuperación de la inversión, entre otras.”<sup>12</sup>

En el presente trabajo, los criterios que se utilizan son: el PR período de recuperación de la inversión, valor presente neto VPN, la relación beneficio-costo B/C y la Tasa interna de rendimiento TIR. Para ello se elabora un cuadro resumen del flujo de efectivo.

---

<sup>11</sup> Criterios de evaluación de proyectos, Primera Edición, 1993, Sapag Chain, Nassir, Edit. Mc Graw Hill, p 15

<sup>12</sup> Ibid

**CUADRO 25**  
**RESUMEN DEL FLUJO DE EFECTIVO**

CONCEPTO	AÑOS										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INVERSIONES	581,783					140,000					
INGRESOS		464,250	510,675	557,100	742,800	742,800	742,800	742,800	742,800	742,800	742,800
EGRESOS		364,033	396,108	425,849	517,706	516,896	515,925	514,760	513,361	511,682	509,668
AUMENTO CAP TRAB	21,838	1,865	1,543	2,060							
VALOR RESIDUAL INV */											261,533
RECUP CAP DE TRAB											27,306
SUMA DE BENEFICIOS	0	464,250	510,675	557,100	742,800	742,800	742,800	742,800	742,800	742,800	1,031,640
SUMA DE COSTOS	603,621	365,898	397,652	427,909	517,706	656,896	515,925	514,760	513,361	511,682	509,668
FLUJO DE EFECTIVO	-603,621	98,352	113,023	129,191	225,094	85,904	226,875	228,040	229,439	231,118	521,971

\*/ Dato del balance general

### 7.1 Período de recuperación de la inversión (PR)

“Uno de los criterios tradicionales de evaluación bastante difundido es el del periodo de recuperación de la inversión, mediante el cual se determina el número de periodos necesarios para recuperar la inversión inicial, resultado que se compara con el número de periodos aceptable por la empresa.

Si los flujos fueran idénticos y constantes en cada periodo el cálculo se simplifica a la siguiente expresión<sup>13</sup>

$$PR = I_0 / BN$$

<sup>13</sup> Preparación y evaluación de proyectos, Segunda Ed., 1993, Sapag Chain Nassir, Edit Mc Graw Hill, p. 279

**PR.**- Es el periodo de recuperación, expresa el número de periodos necesarios para recuperar la inversión inicial  $I_0$ , cuando los beneficios netos generados por el proyecto en cada periodo son **BN**.

Cuando el flujo neto difiere entre periodos (como es el caso en estudio), el cálculo se realiza determinando por suma acumulada el número de periodos que se requiere para recuperar la inversión.

**CUADRO 25**  
**CALCULO DEL PERIODO DE RECUPERACIÓN (PR)**

<b>AÑO</b>	<b>INVERSIÓN INICIAL (<math>I_0</math>)</b>	<b>BENEFICIO NETO ANUAL (BN)</b>	<b>SUMA ACUMULADA</b>
1	-603,621	98,352	-505,269
2		113,023	-392,246
3		129,191	-263,055
4		225,094	-37,961
5		85,904	47,943

Dado que en el año 5, la suma acumulada de beneficios netos (BN) y de la inversión inicial ( $I_0$ ) es positiva, entonces el periodo de recuperación (PR) se puede estimar en 5 años.

## **7.2 Valor presente neto**

El valor presente neto, conocido por sus iniciales VPN, mide la rentabilidad del proyecto en valores monetarios que exceden a la rentabilidad deseada después de recuperar toda la inversión.

“El método del valor presente (VPN) es uno de los criterios económicos más ampliamente utilizados en la evaluación de proyectos de inversión. Consiste en determinar la equivalencia en el tiempo cero de los flujos de efectivo futuros que genera un proyecto y comparar esta equivalencia con el desembolso inicial. Cuando dicha equivalencia es mayor que el desembolso inicial, entonces, es recomendable que el proyecto sea aceptado”.<sup>14</sup>

## **7.3 Relación beneficio-costo**

La relación beneficio-costo (B/C), mide la rentabilidad del proyecto por medio de un índice que indica el número de veces que representan los beneficios de los costos. Este indicador se calcula dividiendo la suma de los beneficios actualizados entre la suma de los egresos actualizados y en la medida que el resultado es superior a la unidad, el proyecto se puede considerar más favorable.

---

<sup>14</sup>Análisis y evaluación de proyectos de inversión, Segunda Edición, 1992, Coss Bu , Raúl, Edit Limusa, Grupo Noriega Editores, p.61

Para el cálculo de la relación beneficio-costos y del valor presente neto, se actualizan los beneficios y los costos con una tasa de interés llamada comúnmente TMAR, que es la tasa mínima atractiva de rendimiento para el inversionista (en éste caso estimada en 20%).

Posteriormente se procede a la suma de los beneficios actualizados y de los costos actualizados y finalmente se obtiene el valor de los indicadores con su fórmula correspondiente.

**CUADRO 26  
CÁLCULO DEL VPN Y LA RELACIÓN B/C**

CONCEPTO	AÑOS											SUMAS	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
TMAR	20.00%												
BENEFICIOS ACTUALIZADOS	0	386,875	354,635	322,396	358,218	298,515	248,762	207,302	172,752	143,960	166,616	2,660,029	
COSTOS ACTUALIZADOS	603,621	304,915	276,147	247,633	249,665	263,992	172,782	143,660	119,391	99,167	82,314	2,563,288	
FLUJO DE EF. ACTUALIZADO	(603,621)	81,960	78,489	74,763	108,552	34,523	75,980	63,642	53,360	44,792	84,301	96,741	

VALOR PRESENTE NETO = (Beneficios a valor presente) - ( Costos a valor presente)

$$VPN = 2,660,029 - 2,563,288 = 96,741$$

Como el valor de VPN obtenido es mayor a cero, significa que los beneficios son superiores a los costos y por lo tanto el proyecto debe aceptarse

RELACION B/C = (Beneficios a valor presente) / (Costos a valor presente)

RELACION B/C = 2,660,029 / 2,563,288 = 1.038

Dado que el valor obtenido es superior a uno, entonces se interpreta que los beneficios son superiores a los costos y entonces el proyecto es favorable.

#### **7.4 Tasa interna de rendimiento**

“La tasa interna de rendimiento, como se le llama frecuentemente, es un índice de rentabilidad ampliamente aceptado. Está definida como la tasa de interés que reduce a cero el valor presente, el valor futuro, o el valor anual equivalente de una serie de ingresos y egresos.”

“En términos económicos la tasa interna de rendimiento representa el porcentaje o la tasa de interés que se gana sobre el saldo no recuperado de una inversión”.<sup>15</sup>

El cálculo de la TIR se puede realizar por interpolación. Para ello, por medio de tanteos se actualiza el flujo de efectivo (beneficios menos costos) hasta llegar a un valor presente neto de cero, lo cual quiere decir que el valor actualizado de los costos es igual al de los beneficios. En ese momento la tasa de actualización usada será igual a la TIR. Una tasa de

---

<sup>15</sup>Análisis y evaluación de proyectos de inversión, Segunda Edición, 1992, Coss Bu , Raúl, Edit. Limusa, Grupo Noriega Editores, p 73,74 y 75

actualización por la que se puede iniciar los tanteos, pudiera ser el costo del dinero para el proyecto.

Al encontrar un valor presente neto negativo significa que a la tasa utilizada el valor de los costos supera al de los beneficios por lo tanto el siguiente tanteo se hará con una tasa menor, ya que una vez encontrados dos valores, uno negativo y otro positivo se podrá realizar la interpolación siempre que entre ambos valores de tasa la diferencia máxima sea de 5 unidades. Para realizar la interpolación se aplica la siguiente fórmula:

$$TIR = \text{tasa menor} + \left\{ (\text{Diferencia entre tasas}) * \left( \frac{\text{VPN a la tasa menor}}{\text{Suma absoluta de valores presentes netos a las tasas menor y mayor}} \right) \right\}$$

**CUADRO 27  
CÁLCULO DE LA TIR**

CONCEPTO	AÑOS										SUMAS	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10
TASA DE ACTUALIZACIÓN	23 00%											
BENEFICIOS ACTUALIZADOS	0	377,439	337,547	299,377	324,527	263,843	214,507	174,396	141,785	115,273	130,160	2,378,854
COSTOS ACTUALIZADOS	603,621	297,478	262,841	229,952	226,184	233,330	148,990	120,856	97,990	79,406	64,304	2,364,952
FLUJO ACTUALIZADO	(603,621)	79,961	74,706	69,425	98,343	30,513	65,517	53,540	43,795	35,866	65,856	13,902
TASA DE ACTUALIZACIÓN	25 00%											
BENEFICIOS ACTUALIZADOS	0	371,400	326,832	285,235	304,251	243,401	194,721	155,776	124,621	99,697	110,771	2,216,705
COSTOS ACTUALIZADOS	603,621	292,718	254,497	219,090	212,052	215,252	135,247	107,953	86,128	68,677	54,725	2,249,950
FLUJO ACTUALIZADO	(603,621)	78,682	72,335	66,146	92,199	28,149	59,474	47,824	38,494	31,020	56,046	-33,254

Sustituyendo valores

$$\text{TIR} = 23 + \{ (25 - 23) * \left( \frac{13,902}{| 13,902 + 33,254 |} \right) \} = 23.59\%$$

Como el valor de TIR (23.59%) obtenido es superior a la TMAR (20%), el proyecto se considera económicamente viable.

El cálculo del VPN y de la TIR, se pueden realizar de manera directa utilizando una calculadora financiera o una hoja de cálculo de computadora personal (por ejemplo la hoja de cálculo excel de Microsoft).

Al revisar los valores de los indicadores financieros obtenidos: período de recuperación igual a cinco años; relación beneficio costo, 1.038; valor presente neto, \$96,741 y tasa interna de rendimiento de 23.6%, se puede decir que el proyecto es económicamente viable a una tasa mínima atractiva de rendimiento para el inversionista del 20%.

## VIII. CONCLUSIONES

De acuerdo a las cifras de la demanda potencial del servicio, existe un amplio mercado, del cual se pretende cubrir sólo una pequeña fracción, lo cual asegura en cierta medida que se puedan cumplir los pronósticos hechos sobre los ingresos por prestación de servicio y venta de material de empaque.

En la parte técnica se puede observar que el proceso de inactivación es sencillo y de fácil aplicación, sin problema de abasto de materiales directos e indirectos, por lo que no presenta inconvenientes.

La evaluación económica, muestra que el proyecto es económicamente rentable si se siguen los parámetros establecidos de ingresos, costos y tasa mínima atractiva de rendimiento (TMAR) para el inversionista.

Además de lo anterior, la instalación y operación de la planta aporta importantes beneficios; a la sociedad, a las dependencias encargadas del cuidado del medio ambiente, a los generadores de residuos y al inversionista.

Para la sociedad, la operación de una planta de este tipo representa la seguridad y confianza de que los residuos de antibióticos no afectan su salud, debido a que se les da un manejo y destino adecuado.

Para las dependencias gubernamentales involucradas en el manejo, tratamiento y disposición de residuos peligrosos, les permite lograr un mayor control al tener acceso a la información estadística que se registre así como poder supervisar el proceso de tratamiento y las instalaciones de la planta. Esto permite verificar que se está dando cumplimiento a las disposiciones y a la normatividad ambiental referente al tratamiento, manejo y canalización adecuada de los residuos de antibióticos.

Para los generadores, el tener disponibilidad de servicio de tratamiento y disposición final de los residuos de antibióticos, les permite cumplir con mayor facilidad la legislación ambiental. Con la disponibilidad del servicio, tendrán la opción de dar tratamiento a residuos catalogados como peligrosos para obtener residuos inactivados, los cuales se podrán depositar como residuos no peligrosos en cualquier sitio de disposición final del Gobierno del Distrito Federal.

Para el inversionista representa desarrollar una operación económicamente rentable con la consecuente obtención de utilidades y la recuperación de la inversión

Se concluye que la planta de tratamiento de residuos de antibióticos es un proyecto económicamente rentable que puede llevarse a cabo por inversionistas particulares o por una dependencia gubernamental.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993 (que establece las características de los residuos peligrosos, su listado y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.)
2. Ley General del Equilibrio Ecológico y de la Protección al Ambiente  
8a edición actualizada  
Editorial Porrúa, S.A.  
México, 1993
3. Smith Cedric M., Reynard Alan M.  
Farmacología.  
Cap. "Principios del Uso de Agentes Antiinfecciosos"  
Editorial Panamericana  
Buenos Aires, 1993
4. Diccionario de Especialidades Farmacéuticas  
Cuadragésima edición  
Ediciones PLM, S.A. de C.V.  
México, 1994
5. Goodman & Gilman  
Las Bases Farmacológicas de la Terapéutica, 9a. edición  
Edit. Mc Graw Hill/Interamericana, S.A. de C.V.  
México, 1996

**ESTA TESIS NO DEBE  
VALER DE LA BIBLIOTECA**

6. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)  
Encuesta industrial mensual  
Volumen y valor de ventas y de producción de antibióticos  
México, 1997
  
7. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)  
Censo de Población y Vivienda 1990  
México, 1990
  
8. Baca Urbina, Gabriel  
Evaluación de Proyectos, tercera Edición  
Editorial Mc Graw Hill/Interamericana, S.A. de C.V.  
México, 1995
  
9. Coss Bu, Raúl  
Análisis y evaluación de proyectos de inversión, segunda Edición  
Editorial Limusa, S.A. de C.V./ Grupo Noriega Editores  
México, 1992
  
10. Sapag Chain, Nassir  
Criterios de evaluación de proyectos, primera edición  
Editorial Mc Graw Hill/Interamericana de España, S.A.  
España, 1993

11. Sapag Chain, N & Sapag Chain, R.

Preparación y evaluación de proyectos, segunda edición

Editorial Mc Graw Hill/Interamericana, S.A. de C.V.

México, 1989

12. Pyle, W. & D. Larson, K.

Principios fundamentales de Contabilidad, Primer curso, segunda edición

Editorial. CECSA ( Compañía editorial Continental S.A. de C.V.)

México, 1986

13. Briceño L., Pedro

Administración y Dirección de Proyectos, segunda edición

Editorial Mc Graw Hill/Interamericana de Chile LTDA

Chile, 1996

14. García Mendoza, Alberto

Evaluación de proyectos de inversión, primera edición

Editorial Mc Graw Hill/Interamericana Editores S A. de C.V.

México, 1998