

## **RESUMEN Y CONCLUSIONES**

### **I. ORIGEN DEL PROYECTO Y OBJETIVO DEL ESTUDIO**

Los procesos productivos generan subproductos indeseables que por sus características ponen en riesgo a la salud humana y al medio ambiente. Los efectos de arrojar estas sustancias directamente a la atmósfera, suelo y agua se han manifestado como problemas de salud pública en algunos casos y en otros como degradación de los recursos naturales, lo que implica un costo para la sociedad que debe asignar recursos adicionales en salud y en la restauración del medio ambiente.

Ante este problema, la sociedad ha decidido establecer un marco normativo que defina cuáles son las sustancias nocivas, así como sus características, los límites que las hacen peligrosas y los efectos que producen. En 1993 se emitieron las Normas Oficiales Mexicanas (NOM'S) en materia de residuos peligrosos (RP) que obligan a los generadores a darles un tratamiento adecuado, consistente en reducir su peligrosidad y estabilizarlos para disponerlos en confinamientos controlados que reducen los riesgos mencionados.

De esta forma, la normatividad crea el mercado del manejo adecuado de los RP, existiendo en la actualidad un conjunto de empresas que ofrecen estos servicios y que dan tratamiento al 25% de la generación total de RP; del 75% no tratado adecuadamente, surgen oportunidades de negocios para estas mismas empresas que tengan intención de ampliar su oferta o nuevas empresas que quieran entrar a este mercado. Química Wimer S.A. de C.V., empresa activa en el ramo del reciclaje de solventes y aceites desde 1985, tiene el proyecto de establecer un Centro Integral para el Manejo y Aprovechamiento de Residuos Industriales (CIMARI) en Cd. Sahagún, Hidalgo, que se caracteriza por ofrecer en forma integral los siguientes servicios para cualquier tipo de RP:

- Recolección de RP en las fuentes generadoras
- Reciclaje (para generar productos que se utilizan en los mismos procesos)
- Reuso (Para generar productos que se utilizan en procesos diferentes)
- Tratamiento de estabilización y de reducción de volumen
- Confinamiento controlado.

Química Wimer ha solicitado al Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP) que a través del Tercer Curso de Especialización en Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos se evalúe la rentabilidad privada de la instalación del CIMARI en Cd. Sahagún.

Adicionalmente, dado que no se sabe si la norma está fijada de acuerdo con una evaluación costo-beneficio, el grupo evaluador ha considerado conveniente realizar la evaluación social del mismo proyecto, efectuando para ello el desarrollo metodológico respectivo.

En síntesis, los objetivos del estudio son los siguientes:

- Realizar la evaluación privada y social al nivel de perfil de establecer un CIMARI en el parque industrial Hidalgo en Cd, Sahagún, en el Estado de Hidalgo.
- Realizar un avance en una metodología costo-beneficio para evaluar socialmente este tipo de proyectos.

## **II. DIAGNÓSTICO DE LA GENERACIÓN Y MANEJO DE RP**

### **2.1 Aspectos normativos e institucionales**

En 1993 se estableció la Norma Oficial Mexicana (NOM-052-ECOL/93), que establece los límites permisibles de RP y los define como subproductos de procesos industriales que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables y biológico-infecciosas (CRETIB) representan un peligro para la vida humana, la salud, el ambiente o los bienes. A partir de esta clasificación, se listan 53 grupos de sustancias consideradas RP, siendo responsabilidad de los generadores manifestar ante las autoridades ambientales el tipo y la cantidad de RP que generan, así como darles un tratamiento que reduzca su peligrosidad, previo a su disposición final en instalaciones especializadas que cumplan con las especificaciones técnicas para reducir el riesgo ambiental<sup>1</sup>.

Las instituciones ambientales en materia de RP son el Instituto Nacional de Ecología (INE), que establece la normatividad (LGEEPA<sup>2</sup> Y NOM's) y que lleva el registro y control de la generación de RP a través de los manifiestos que la ley exige presentar a los generadores, y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) que constituye el órgano de inspección y vigilancia para el cumplimiento de la normatividad y que establece las sanciones en caso de falta.

---

1 NOM-054-ECOL/93, Diario Oficial de la Federación, 22 de octubre de 1993.

2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Las sanciones que se aplican actualmente se fijan en función de la capacidad de pago de la empresa (número de empleados, capital de trabajo, valor de los activos), independientemente de la gravedad de la falta. Esta situación desincentiva el manejo adecuado de los RP por parte de las empresas pequeñas, para las cuales el costo de hacerlo es generalmente mayor que las multas que les son impuestas<sup>3</sup>. Para las empresas grandes las sanciones son más elevadas; sin embargo, aún cuando la ley establece un rango entre 20 y 20,000 salarios mínimos, la mayoría de las multas que se aplican varían entre 900 y 5,000 pesos.

Por lo que se refiere a la fiscalización, dado que el universo de empresas es muy grande y que los recursos humanos y materiales con los que cuenta la PROFEPA son muy limitados. Ésta se ha visto en la necesidad de establecer como criterio para realizar sus actividades la fiscalización de las empresas de mayor tamaño y por ello, en principio, una parte de los RP generados se dispone de manera inadecuada.<sup>4</sup>

## 2.2 Generación y manejo de RP

En 1997, el INE estima que la industria generará 13 millones de toneladas anuales de RP y sólo se cuenta con manifiestos del 13% del total de las empresas industriales reportadas en el Censo Industrial del INEGI de 1994, las cuales manifestaron generar 1.7 millones de toneladas.

La generación de RP está ligada a la producción industrial y varía aún dentro del mismo giro, ya que depende en gran medida de las materias primas y de la tecnología que las empresas utilicen. Los principales RP generados<sup>5</sup> se muestran en la tabla 2.1.

---

3 Una vez que la empresa es detectada por PROFEPA es obligada a cumplir con la norma, es decir, legalmente no puede escoger entre pagar la multa o manejar adecuadamente sus RP.

4 El número de inspectores es muy reducido en relación con el número de empresas generadoras; por ejemplo en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), existen aproximadamente 40,000 empresas industriales, cuya fiscalización está a cargo de 30 inspectores.

5 Al estimar la estructura de la generación por tipo de RP, el INE homologó la unidad de medida a toneladas, ya que algunos se presentan como piezas, en metros cúbicos, en kilos, en tambores, en litros, o en cajas.

**Tabla 2.1** Principales RP generados.

RP	Porcentaje generado
Sólidos	24
Líquidos residuales	14
Aceites gastados	23
Lodos	23
Solventes	4
Otros	12

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas, INE, 1997.

En México la generación se concentra en dos regiones principales: el centro y el norte, que aportan el 56% y el 25% de la generación total, respectivamente, como se observa en la tabla 2.2.

**Tabla 2.2** Generación de RP por regiones (1996).

Región generadora	Estados	% respecto a la generación total
Centro	Guanajuato, Michoacán, Morelos, Puebla, Querétaro, Estado de México, Tlaxcala, Hidalgo y Distrito Federal	56
Norte	Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Sonora, Nuevo León, Durango, Nayarit, San Luis Potosí, Sinaloa, Zacatecas, Aguascalientes, Colima y Jalisco	25
Golfo	Tamaulipas, Veracruz y Tabasco	13
Sureste	Campeche, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Yucatán y Quintana Roo	5
Fronteriza	Principales áreas industriales ubicadas en la franja colindante con los Estados Unidos	1

Fuente: Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas, INE, 1997.

Respecto al destino final de estos RP, el INE estima que actualmente se maneja adecuadamente sólo el 25% de la generación total, mientras que el 75% restante se vierte en el drenaje, se emite a la atmósfera, se entierra en el suelo, se almacena en los patios o se arroja a tiraderos industriales clandestinos.

De 1994 a la fecha, el número de empresas autorizadas por el INE para tratar RP pasó de 21 a 77, siendo las principales de reciclaje y reuso (de solventes, aceites y metales pesados), y de tratamiento para confinamiento controlado. Todas las empresas nuevas instaladas en este período se especializan por servicio y ninguna de ellas ofrece un servicio integral; esto se debe a que el proceso de autorización por parte del INE para establecer

CIMARIS que ofrecen un servicio integral es más exigente, demorando en promedio 4 años. El INE espera que en el año 2000 estén operando 5 empresas de este tipo, incluyendo las dos que operan actualmente: Residuos Industriales Multiquim, S.A. (RIMSA) de Mina, Nuevo León, y Confinamiento y Tratamiento de Residuos, S.A. (CYTRAR) en Hermosillo, Sonora.

La capacidad de tratamiento de las 77 empresas existentes sólo cubre el 25% de la generación total en el país y su distribución geográfica no es consistente con las zonas más generadoras, según se muestra en la tabla 2.3.

**Tabla 2.3** Comparativo infraestructura existente con generación (miles de toneladas/año).

Región	Capacidad instalada	Generación
Centro	162	7,315
Norte	2,178	3,266
Golfo	450	1,698
Sureste	85	653
Frontera norte	150	131
TOTAL	3,025	13,063

Fuente: Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas del INE y apreciación personal del Director General, 1997.

De acuerdo con los planes futuros de la PROFEPA y del INE, se incrementará la fiscalización para aumentar el manejo adecuado de RP del 25% al 50%, por lo que será necesario aumentar en la misma proporción la infraestructura actual.

## 2.3 Resumen diagnóstico

Como resultado del análisis de la generación y manejo de los RP en el país se concluye que existen 4 problemas básicos:

- La PROFEPA no cuenta con la capacidad institucional suficiente para lograr un mayor nivel de cumplimiento de la norma
- Los criterios para establecer las sanciones no se basan en la externalidad que producen, sino en la capacidad de pago de la empresa.
- De cumplirse las metas en cuanto a fiscalización de RP de la PROFEPA, la infraestructura actual para dar el manejo adecuado a los RP sería insuficiente.

- El 75% de los RP se dispone de manera inadecuada, lo que provoca efectos en salud y medio ambiente.

Cada uno de estos problemas por sí mismos constituye un proyecto. El establecimiento de un CIMARI en Cd. Sahagún, Hidalgo responde a la falta de infraestructura, por lo que la evaluación se centrará en este aspecto, considerando al mismo tiempo que la solución a los demás problemas incidirá en el resultado del proyecto.

### III. ESTUDIO DEL MERCADO

La zona de influencia del proyecto, la conforman los estados de Hidalgo, México, Querétaro y Tlaxcala, como se muestra en el mapa 1. El factor determinante para definir esta zona fue la concentración de industrias y la distancia entre éstas y las empresas que ofrecen el servicio del manejo adecuado de RP.



**Mapa 1** Área de influencia del proyecto.

#### 3.1 Estudio de mercado

##### 3.1.1 Demanda

La generación anual de RP en la zona de influencia es de 848,114 ton/año. A partir de esta información, se proyectó la generación de RP para los próximos 25 años, como se muestra en la tabla 3.1.

**Tabla 3.1** Criterios para la estimación de la generación futura de RP.

Criterios	1998-2000	2001-2002	2003 en adelante
Crecimiento PIB	5%	5%	4%
Crecimiento Industrial	4%	4%	3%
Relación G / P <sup>1</sup>	1	0.9	0.8

Fuente: Plan Nacional de Desarrollo 1994-2000 y estimaciones propias.

Nota: Se consideró el crecimiento industrial en 1 punto menor que el del PIB, debido a que éste incluye al sector servicios, el cual crece a una tasa mayor.

<sup>1</sup> Generación de RP dividido entre la producción industrial.

Como se observa en el cuadro anterior, también se consideró que en la medida en que se dé el proceso de modernización que sustituye equipos con tecnologías más limpias, la relación entre la generación de RP y la producción industrial es decreciente.

Una vez que se obtuvo la generación futura, se construyeron dos escenarios sobre la proporción de RP a los que se dará un manejo adecuado, el cual se consideró que depende directamente de la acción de la PROFEPA. En este sentido, se tomó como base la meta oficial de manejar el 50% de los RP en el año 2000. En la tabla 3.2 se presentan los porcentajes anuales de manejo adecuado para cada uno de los escenarios. En el escenario conservador se supone que la capacidad de hacer cumplir la norma se incrementa sostenidamente, mientras que en el pesimista ésta se incrementa en menor medida que lo planeado originalmente por las autoridades ambientales.

**Tabla 3.2** Escenarios de manejo adecuado de RP respecto a la generación total (Porcentaje).

Escenario	1998	1999	2000	2001	2002 en adelante
Conservador	30	40	45	45	45
Pesimista	25	27	30	33	35

Fuente: Elaboración propia con información de INE.

Como resultado del ejercicio se obtiene que en el escenario conservador la cantidad manejada anualmente pasa de 264,612 toneladas en el año 1 a 740,432 toneladas en el año 25, mientras que en el pesimista estas cifras descienden a 220,510 toneladas inicialmente y 575,892 toneladas al final del período.

### 3.1.2 Oferta

Actualmente existen en la zona de influencia 27 empresas dedicadas al tratamiento, reuso y reciclaje de RP, las cuales cuentan con una capacidad total de 144,303 toneladas por año.

Para determinar la evolución futura de la oferta se supuso que en un plazo de 5 años la oferta responde a las señales del gobierno de promover la creación de infraestructura para atender a un mercado en expansión, por lo que aumenta rápidamente. Para determinar el ritmo de crecimiento se tomaron como base los escenarios de demanda, suponiendo que en el escenario conservador la oferta crece en el primer año 25% más que el crecimiento de la demanda. De esta forma, la infraestructura disponible se duplica en 3 años. En el escenario pesimista, hay mayor competencia en el mercado, ya que en el primer año la oferta aumenta al doble del crecimiento de la demanda, la cual crece muy lentamente. A partir del año 6 se supone que en ambos escenarios el mercado se estabiliza y la oferta y la demanda crecen al mismo ritmo. En la tabla 3.3, se muestran los criterios utilizados para los escenarios sobre la evolución futura de la oferta y el crecimiento acumulado que resulta respecto a la oferta actual.

**Tabla 3.3** Escenarios de crecimiento de la infraestructura disponible de manejo adecuado de (Porcentajes).

Escenario	1998	1999	2000	2001	2002
Conservador	25	20	15	10	5
Pesimista	100	75	50	25	5
Crecimiento acumulado de la oferta					
Conservador	31	65	100	137	146
Pesimista	8	31	62	90	110

Fuente: Elaboración propia con información del INE.

### 3.1.3 Mercado potencial

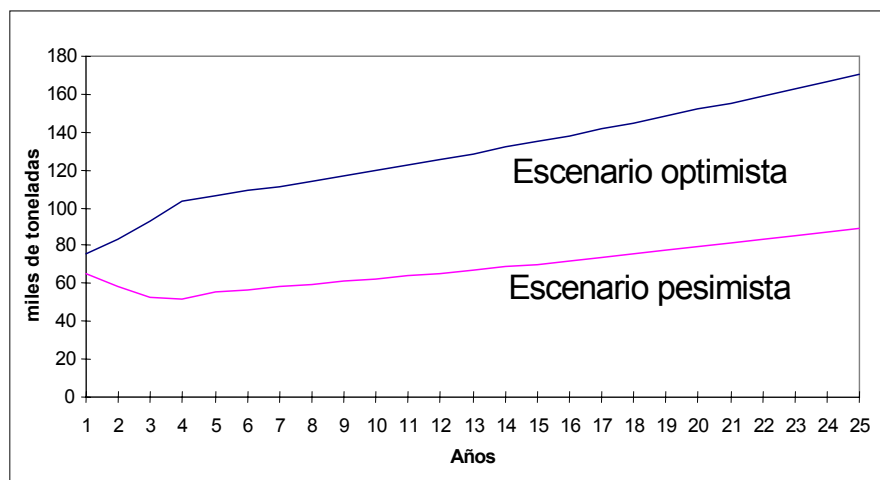
Actualmente se estima que en la zona de influencia se tratan en forma adecuada 212,028 toneladas por año; sin embargo, la infraestructura existente tiene capacidad para manejar 144,303 toneladas, por lo que 67,725 toneladas se tratan en empresas más lejanas, incurriendo principalmente en mayores costos de transporte.

El mercado potencial es el de los generadores que demandan el servicio del manejo adecuado y que no encuentran empresas con capacidad instalada para ello dentro de la zona de influencia. De



esta forma, el mercado potencial en ambos escenarios se muestran en la gráfica 3.1, y se obtuvo de restar la oferta de la demanda.

**Gráfica 3.1** Mercado potencial para el manejo adecuado de RP.



### 3.2 Situación sin proyecto

De no ejecutarse el proyecto del CIMARI los RP se dejarán de tratar causando daños a la salud y al medio ambiente. Éstos daños dependen de la vía de eliminación de los RP, de la exposición y de los efectos tóxicos que puede provocar cada tipo de residuo.

Los padecimientos que se han documentado que provocan los RP en la salud humana van desde dolores de cabeza, cáncer de piel, pulmones y estómago hasta la muerte. La disposición inadecuada de RP provoca daños al medio ambiente al cubrir los terrenos con materiales no orgánicos que el suelo no puede degradar y absorber, reduciendo la capacidad de recarga de los mantos freáticos. Esto implica la necesidad de incurrir en costos para restaurar los sitios, ya sea para su uso agrícola o habitacional.

## IV. SITUACIÓN CON PROYECTO

### 4.1 Descripción del proyecto

El proyecto que se evaluará consiste en establecer un CIMARI en el parque industrial Hidalgo de Cd. Sahagún, en el estado de Hidalgo, el cual dará tratamiento a RP industriales (excepto biológico-infecciosos y radiactivos), a partir de los cuales generará productos que venderá en el mercado.

El proyecto tiene un horizonte de evaluación de 25 años, con una inversión total, a lo largo de 5 años, de \$60,839 miles de pesos de julio de 1997. En

la tabla 4.1 se muestran los principales RP que tratará el CIMARI así como las capacidades de tratamiento y recuperación iniciales y máximas, las cuales se alcanzan en el quinto año.

**Tabla 4.1** Capacidades de tratamiento y recuperación (Toneladas por año)

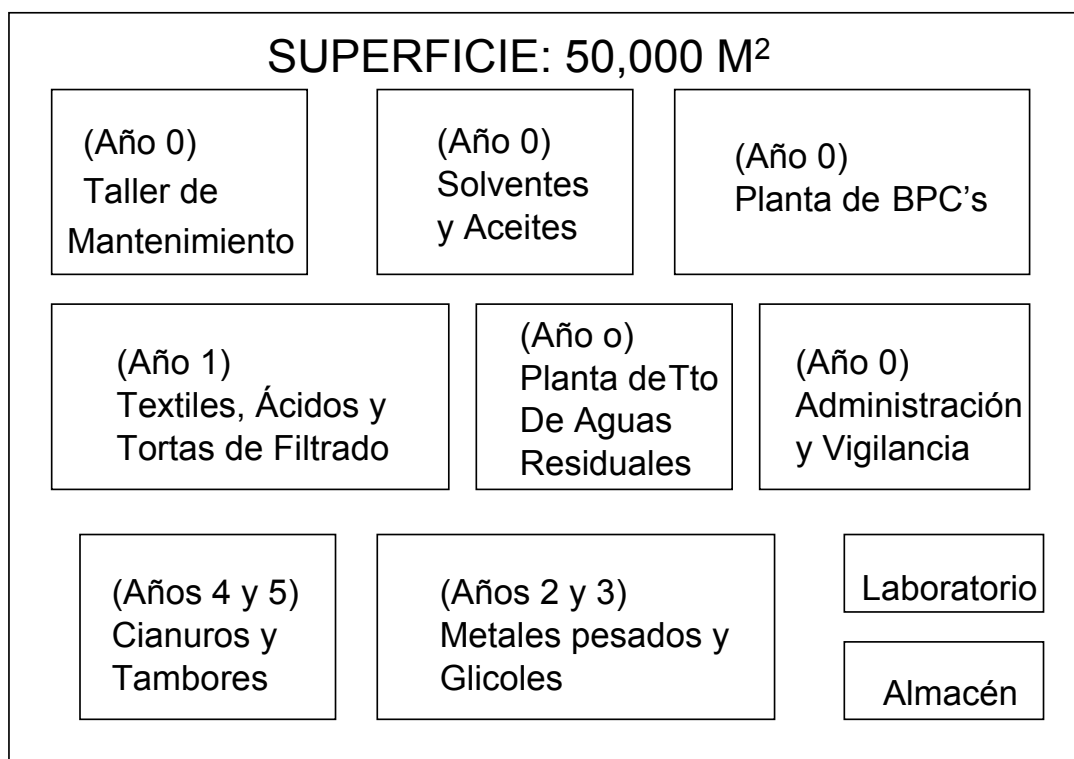
RP	Tratamiento		Recuperación	
	Año 1	Año 5	Año 1	Año 5
Solventes y aceites	4,182	9,690	1,459	4,743
Trapos, estopas y residuos de la industria automotriz	8,262	13,005	0	3,366
Metales, pinturas y efluentes	8,721	22,058	0	1,887
Lodos, ácidos, álcalis y cianuros	3,285	8,313	0	1,566
Tortas de filtrado y glicoles	714	5,482	0	3,621
Carbón activado	368	1,403	0	204
Bifenilos Policlorados (BPC's)	1,870	1,870	0	0
<b>Total</b>	<b>27,402</b>	<b>61,821</b>	<b>1,459</b>	<b>15,387</b>

Fuente: Información proporcionada por Química Wimer.

La inversión inicial asciende a \$26'500,000 pesos de julio de 1997 y se destinará principalmente para el tratamiento de aceites, solventes y BPC's, actividades con las que iniciará operaciones en el primer año.

En lo que se refiere a la recuperación de RP, el CIMARI planea incrementar las capacidades gradualmente, centrando las inversiones de los primeros años en el tratamiento y a partir del tercer año hacia el negocio de productos. Los productos que se obtienen de la recuperación son: solventes, aceites, sulfato ferroso, cloruro de fierro, cobre, níquel, zinc, pinturas, impermeabilizantes, acrílico, lámina de cartón, líquido de frenos y anticongelantes.

En la gráfica 4.1 se muestra la distribución de la planta del CIMARI, señalando los años en que se realiza la inversión para cada proceso.



**Gráfica 4.1** Áreas dentro del CIMARI y sus años de inversión.

Dentro del CIMARI se identifican 2 proyectos separables, el del tratamiento de RP en general, a partir de los cuales se generan productos reciclados y reusables, y el de BPC's

El proyecto de tratamiento de RP considera una alianza estratégica con Residuos Industriales Multiquim, S.A. (RIMSA), el CIMARI que actualmente opera en Mina, Nuevo León. El convenio consiste en que RIMSA remitirá a Química Wimer los clientes de la zona centro del país, asegurando un monto mínimo anual, a precios preferenciales, mientras que Química Wimer enviará, también a precios preferenciales, al confinamiento de RIMSA los residuos que no pueden ser reusables o reciclables. En principio, el acuerdo se estableció para los primeros 5 años, aunque Química Wimer considera que se mantendrá durante la vida del proyecto.

Los BPC's son sustancias que desde 1930 se utilizan en lugar de aceite mineral en diversas aplicaciones, principalmente en transformadores eléctricos. Al comprobarse su alta peligrosidad se limitó su uso hasta el año 2000 y se otorga un plazo adicional de 7 años para que desaparezcan, por lo que la vida del proyecto de BPC's podría ser de 10 años.

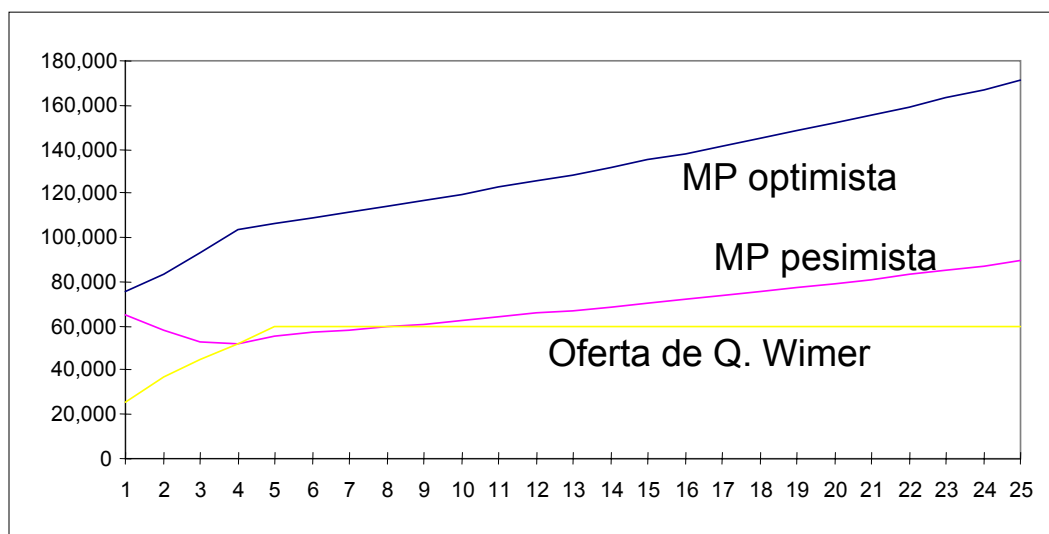
Para llevar a cabo este proyecto, Química Wimer realizó un acuerdo de cooperación comercial y tecnológica con Ontario Hydro Technologies (OHT), empresa líder en la industria de energía eléctrica en Canadá. La

alianza consiste en que OHT aporta el equipo y la capacitación y Química Wimer opera el proyecto, distribuyéndose las utilidades entre ambas partes al 50%.

#### 4.2 Mercado del manejo adecuado de RP

De acuerdo con el análisis del mercado para dar el manejo adecuado de RP, en el escenario conservador, la demanda potencial es suficiente para cubrir al 100% las capacidades del CIMARI; en el escenario pesimista, el mercado potencial es menor que las capacidades del CIMARI entre los años 4 y 8, por lo que, si Química Wimer quiere trabajar a su máxima capacidad, tendrá que desplazar a otras empresas reduciendo sus precios. Los resultados anteriores se muestran en la gráfica 4.2.

**Gráfica 4.2** Demanda excedente del manejo adecuado de RP y capacidad de Química Wimer.



Fuente: Elaboración propia con información de INE y de Química Wimer.

Respecto al mercado de los BPC's, el INE estima que el inventario actual es de 12,000 toneladas, cifra que se considera es preliminar, ya que excluye aquéllos que se encuentran mezclados con otros RP. De acuerdo con entrevistas realizadas a algunas empresas dedicadas al manejo de RP, se estima que esta cifra puede llegar a 28,000 toneladas.

Actualmente existen 3 empresas autorizadas por el INE para dar tratamiento a BPC's, de las cuales dos se encuentran en operación, S.D. Myers de México y Perfotec. Estas empresas dan tratamiento y como no cuentan con la tecnología, posteriormente los envían a Inglaterra para su incineración. Química Wimer dispondrá de una tecnología para concluir el ciclo de destrucción de BPC's. De acuerdo con la información disponible, actualmente se encuentran en proceso de aprobación ante el INE dos solicitudes adicionales para el tratamiento de BPC's, y se considera poco probable que alguna de las empresas existentes adquieran los equipos para la incineración, ya que su costo es muy elevado en relación con el período de vida de los BPC's.

Dado que la normatividad establece que deberá eliminarse la totalidad de los BPC's, se puede considerar que Química Wimer tiene el monopolio en el segmento final de la destrucción de bifenilos, ya que resulta más costoso enviar al extranjero para la incineración.

## **V. EVALUACIÓN PRIVADA DEL PROYECTO**

### **5.1 Proyecto de manejo adecuado de RP**

La evaluación privada del CIMARI se basa en los ingresos esperados por tratamiento de RP y venta de productos, y en los costos de inversión y operación, proporcionados por el promotor del proyecto. De acuerdo con los resultados del estudio de mercado, en el escenario conservador existe mercado potencial suficiente para que Química Wimer utilice su capacidad instalada, en el pesimista el mercado potencial es menor que la capacidad instalada por lo que en los años 4 al 8 tendrá que desplazar a otras empresas.

Por lo que se refiere a los productos que vende el CIMARI, dado que éstos son comerciables no existen presiones de mercado que pudieran impulsar los precios a la baja, por lo que se consideraron ingresos constantes por este concepto.

Los parámetros utilizados para determinar la rentabilidad del proyecto fueron: un horizonte de evaluación de 25 años y una tasa real de descuento del 22%, que se calculó a partir del costo de oportunidad nominal de los inversionistas de Química Wimer de 50% y la inflación esperada del 23%.

#### **5.1.1 Identificación, cuantificación y valoración de ingresos**

Los ingresos que percibirá el CIMARI proceden del tratamiento de los RP y de la venta de productos. Las cifras se presentan en miles de pesos de julio de 1997.

Utilizando los precios proporcionados por el promotor (sin IVA) y suponiendo un promedio anual de 85% de utilización de la capacidad instalada, el valor actual de los ingresos que logrará durante el período de evaluación será de \$234,147, de los cuales 48% es por tratamiento RP y 52% por venta de productos.

#### 5.1.2 Identificación, cuantificación y valoración de costos

El valor actual de los costos totales del proyecto es de \$192,799, los cuales se dividen en inversión y de operación. El valor actual de la inversión es de \$51,320, que se distribuyen en seis años de acuerdo con el programa que se presenta en la tabla 5.1.

**Tabla 5.1** Inversión y destino (miles de pesos de julio de 1997).

Año	Equipo	Monto
1997	Tratamiento de RP, recuperación de aceites y solventes	15,670
1998	Textiles, trapos y estopas	2,553
1999	Metales pesados	4,011
2000	Glicoles	8,147
2001	Cianuros	9,185
2002	Otros	11,754
Total		51,320

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por Química Wimer, S.A. de C.V.

El valor actual de los costos de operación es de \$141,479 y comprenden los gastos de producción, administración y venta, ISR y PTU, como se muestra en la tabla 5.2.

**Tabla 5.2** Costos de operación (miles de pesos de julio de 1997)

Costos de operación	Monto
Producción	83,461
Ventas	7,419
Administración	19,139
ISR, PTU	31,460
<b>Total</b>	<b>141,479</b>

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por Química Wimer, S.A. de C.V.

### 5.1.3 Resultados de la evaluación

**Tabla 5.3** Indicadores de rentabilidad (miles de \$ de julio de 1997).

Conceptos	Monto
Valor actual de los ingresos	234,147
Valor actual de los costos totales	192,799
Valor Actual Neto	41,348
Tasa interna de retorno (TIR)	41.7%

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por Química Wimer, S.A. de C.V.

Nota: El valor actual de los ingresos incluye el valor de rescate por \$ 130.

El análisis de sensibilidad determinó que los precios por tratamiento pueden disminuir hasta en un 100% y el VAN es de \$12,035 con una TIR de 30%; además se realizó una reducción en los precios de recuperación del 24% y el VAN es de cero con una TIR del 22%.

## 5.2 Proyecto de tratamiento de BPC's

### 5.2.1 Identificación, cuantificación y valoración de ingresos

El valor actual de los ingresos del tratamiento de BPC's a lo largo de 10 años, utilizando el 85% de la capacidad instalada es de \$ 91,061 miles de pesos.

### 5.2.2 Identificación, cuantificación y valoración de costos

El valor actual de los costos totales es de \$84,995 miles de pesos de los cuales \$12,456 son de inversión, la cual se realiza en el año 0; y el resto son de costos de operación que se componen de la misma manera que en el proyecto anterior como se muestra en la tabla 5.4.

**Tabla 5.4** Valor actual de los costos de operación (miles de pesos de julio de 1997).

Costos de operación	Monto
Producción	60,363
Ventas	46
Administración	1,052
ISR, PTU	11,078
Total	72,539

Fuente: Elaboración propia con datos de Química Wimer, S.A. de C.V.

### 5.2.3 Resultados de la evaluación

**Tabla 5.5** Indicadores de rentabilidad (miles de \$ de julio de 1997).

Conceptos	Monto
Valor actual de los ingresos	91,364
Valor actual de los costos totales	84,995
Valor actual neto	6,369
Tasa interna de retorno (TIR)	37%

Fuente: Elaboración propia con datos de Química Wimer, S.A. de C.V.

Nota: Incluye valor de rescate por \$ 479

De acuerdo con el análisis de sensibilidad de precios, éstos podrían reducirse en 13% a partir del año 1, con lo que el VAN es cero. Esta situación también se observaría si el CIMARI utilizara el 54% de la capacidad instalada.

## VI. EVALUACIÓN SOCIAL DEL CIMARI

La metodología empleada en este estudio es de costo-beneficio, en la que se identifican, cuantifican y valoran los costos y beneficios, comparando la situación con proyecto con la situación sin proyecto, en un horizonte de evaluación de 25 años. Las tasas de descuento anuales utilizadas fueron proporcionadas por el CEPEP<sup>6</sup> y son del 18% hasta el año 2000 y posteriormente bajarán 2 puntos porcentuales cada 5 años hasta llegar al 12%. Asimismo, se utilizaron los precios sociales de mano de obra y de la divisa para el caso de los bienes comerciables, que se presentan en los anexos. Las cifras se presentan en miles de pesos de julio de 1997.

### 6.1 Proyecto de manejo adecuado de RP

6. CEPEP. El costo de oportunidad social de los fondos en públicos en México, 1995



### 6.1.1 Identificación, cuantificación y valoración de beneficios

El CIMARI generará beneficios por el manejo adecuado de RP a través de dos fuentes:

#### a) Beneficios por la venta de productos

Los productos que genera el CIMARI a partir de los RP son bienes comerciables. Con la operación de este CIMARI, será posible recuperar materiales que pueden ser reutilizados por las diferentes industrias ya sea como productos finales o como materia prima para otros productos.

#### b) Ahorro de costos en salud y medio ambiente

El CIMARI dará tratamiento a RP que de no hacerse el proyecto, se arrojarían al medio ambiente, provocando efectos en salud y medio ambiente.

Dado que el espectro de enfermedades que provocan los RP es muy amplio, la clasificación de la información de salud pública disponible actualmente no permite identificar aquellos que se encuentren relacionados con exposiciones a RP, excepto 188 muertes registradas en el país en el período de 1988 a 1995. En virtud de lo anterior, y de acuerdo con entrevistas realizadas a personal médico de las clínicas cercanas a sitios contaminados por RP, es imposible cuantificar y valorar directamente los casos atribuibles a RP y su costo.

La disposición inadecuada de los RP afecta la capacidad del suelo para degradar las sustancias, provocando contaminación de mantos freáticos y reduciendo su productividad, lo que implica incurrir en costos de restauración de los sitios contaminados.

### 6.1.2 Identificación, cuantificación y valoración de costos

Los costos sociales del proyecto corresponden a inversión y operación. Para valorar los costos del proyecto, éstos se clasificaron en comerciables y no comerciables de acuerdo con la tabla 6.2.

**Tabla 6.2** Clasificación de los costos del proyecto.

Costos	Comerciables	No comerciables
Inversión	100%	
Equipos		
Obra civil	50%	50%
Operación	100%	
Mano de obra		
Materia prima e insumos	100%	
Fletes y otros gastos	50%	50%

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por Q. Wimer.

### 6.1.3 Resultados de la evaluación social

Con base en los beneficios y costos identificados en la sección anterior, rentabilidad social del CIMARI se muestra en la tabla 6.3.

**Tabla 6.3** Indicadores de rentabilidad social (miles de pesos de julio de 1997).

Conceptos	Monto
Valor actual de los ingresos sociales	405,906
Valor actual de los costos sociales	201,417
Valor actual neto social	204,489
Tasa interna de retorno social (TIRS)	58%

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por Q. Wimer.

El proyecto es socialmente rentable y es importante considerar adicionalmente los beneficios intangibles por las muertes que se evitan al dar una disposición adecuada de los RP.

## 6.2 Proyecto de BPC's

### 6.2.1 Identificación, cuantificación y valoración de beneficios

El proyecto de BPC's genera beneficios por 2 fuentes.

#### a) Ahorro de divisas.

Si no se realiza el proyecto de BPC's, éstos se deberán enviar para su destrucción al extranjero, ya que no existe en el país infraestructura para hacerlo, por lo que se ahorran de divisas.

#### b) Venta de productos

El CIMARI recuperará parte de las sustancias que contienen los BPC's, para adicionarles otras sustancias y procesos, generando productos que se venden en el mercado.

#### 6.2.2 Identificación, cuantificación y valoración de costos

Los costos sociales del proyecto de BPC's se clasificaron de la misma forma que los del proyecto de manejo de RP.

#### 6.2.3 Resultados de la evaluación social

La evaluación social del proyecto indica que es rentable con un VAN de \$153,484.00, y una TIR social de 57%. En la tabla 6.4, se observan los indicadores de la rentabilidad social.

**Tabla 6.4** Indicadores de rentabilidad social (miles de pesos de julio de 1997).

Conceptos	Monto
Valor actual de los ingresos sociales	356,403
Valor actual de los costos sociales	202,919
Valor Actual Neto Social	153,484
Tasa interna de retorno social (TIRS)	57 %

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por Q. Wimer.

Nota: El valor actual de los ingresos sociales incluye el valor de rescate por \$623,000.00

## VII. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y LIMITACIONES

### 7.1 Conclusiones

- El resultado de la evaluación social y privada a nivel perfil del CIMARI indican que el proyecto es rentable.
- De acuerdo con el análisis de sensibilidad, los precios por tratamiento de RP pueden reducirse a cero, y el proyecto sigue siendo rentable privada y socialmente.

- Actualmente, Química Wimer es la única empresa que cuenta con la tecnología para la incineración de BPC'S. Esta posición monopólica podría modificarse si otra empresa introduce este proceso, lo cual se considera poco probable. En ese caso el plazo del proyecto de BPC'S se reduciría, incidiendo directamente en su rentabilidad.
- De acuerdo con la investigación de campo realizada por el grupo evaluador se confirma que es "más caro remediar que tratar".
- El tamaño del mercado del manejo adecuado de RP podría incrementarse si la PROFEPA cumple con las metas establecidas en el programa actual de trabajo hasta el año 2000.

## 7.2 Recomendaciones

- Realizar la evaluación costo-beneficio de la normatividad vigente en materia de RP.
- Revisar el sistema de monitoreo que actualmente lleva a cabo la PROFEPA, incluyendo un análisis del número óptimo de inspectores por tipo de región y de los recursos materiales necesarios para realizar sus funciones.
- Revisar los criterios para la aplicación de sanciones por parte de la PROFEPA.
- Crear mecanismos para promover la incorporación de los generadores a la base de datos con la que cuenta el INE, y vincularla con las actividades de vigilancia de la PROFEPA.
- Implementar una base de datos del sector salud que permita reconocer los padecimientos que se atribuyen a la exposición por RP.

## 7.3 Limitaciones

- El estudio de mercado se basa en estimaciones de generación y manejo de RP, tomando como base la información disponible en el INE, la cual se limita a los manifiestos de generación con que cuenta. Se realizaron visitas de campo para intentar validar las cifras, sin embargo, se experimentó hermetismo por parte de la industria para dar información relacionada con la generación de RP.

- Asimismo, dado que el mercado es de reciente creación y ha ido pasando de una estructura monopólica a una de competencia, no existe información histórica para determinar la elasticidad precio de la demanda. Por ello, se realizaron algunos supuestos de movimientos en precios para el escenario en el que Química Wimer tiene que competir por precio para desplazar a otros oferentes. Este supuesto no modifica la rentabilidad del proyecto, ya que la proporción del mercado que debe captar el CIMARI desplazando a otros oferentes es inferior al 7% de su capacidad instalada.
- El estudio de mercado también adolece de un análisis detallado por tipo de RP, lo que sería necesario para un estudio más confiable; sin embargo, dado que no existe un inventario de generación de RP, se utilizaron estimaciones globales.
- En la evaluación social, la falta de información para cuantificar y valorar el ahorro de costos en salud y medio ambiente, obligó a utilizar otros indicadores para valorar estos beneficios. Específicamente se utilizaron los ingresos por tratamiento de RP, conscientes de que ello implica una subvaluación de los beneficios, lo que constituye un efecto negativo sobre la rentabilidad social del proyecto.
- En el proyecto de BPC's, no se cuenta con una base sobre el inventario actual de estos residuos que deberá destruirse en los próximos 10 años, las cifras oscilan entre 12,000 toneladas (estimación del INE) hasta 48,000 toneladas (cifra manejada por diversas empresas). Asimismo, no se pudo conocer las políticas de destrucción de BPC's de los grandes generadores (PEMEX, CFE y METRO) para el período permitido para su destrucción.