

95  
24



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICO ECONOMICO  
PARA LA IMPLEMENTACION DE UNA EMPRESA  
PRODUCTORA DE RESORTES.

## T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
AREA INDUSTRIAL  
P R E S E N T A N  
HERNANDEZ RAMIREZ FRANCISCO  
JIMENEZ MENDOZA JOSE LUIS  
MORALES BENHUMEA JOSE RAMON

DIRECTOR: ING. ANGEL DARIO GARCÍA ESPEJEL TENES



CD. UNIVERSITARIA, D. F.

1996

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



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.

**TESIS**

**COMPLETA**

*A mis padres.*

*Les dedico el presente trabajo con respeto e inmensa gratitud, en reconocimiento por su tenaz esfuerzo y sacrificio, desde mi infancia, para lograr el feliz término de mis estudios profesionales.*

*A mis hermanos.*

*Por que de alguna u otra manera contribuyeron para el logro de esta meta y en particular se la dedico a mi hermana Eva.*

*A mis amigos.*

*A todos ellos en forma colectiva en la imposibilidad de mencionarlos a todos. A la memoria de Francisco M.*

*A Humberto y Pili.*

*Por su ejemplo de sincera amistad, comprensión y apoyo.*

*A mis profesores.*

*Por darme la oportunidad de obtener el conocimiento y el verdadero sendero del deber.*

***José Ramón.***

*A mis Padres.*

*Esta es otra forma de agradecerles todo su apoyo, ya que gracias a ustedes fue posible llegar a este momento, espero que estén en parte gratificados todos sus sacrificios al saber que se aprovecharon, y me permitieron llegar al final.*

*A mi esposa.*

*Por ser una motivación extra, al ayudarme y comprenderme, en los momentos finales donde necesite un poco más para terminar y lograr darles esta satisfacción a todos.*

*A mis hermanos.*

*Por ser una ayuda constante desde el inicio, ya que cuando los necesite siempre me apoyaron en todo.*

*A mis amigos.*

*A los que confiaron en mi y estuvieron en las buenas y en las malas dentro y fuera de las aulas.*

*A los profesores.*

*Por que gracias a ellos comencé y ahora termino una etapa más.*

**José Luis.**

*A mis padres.*

*Quienes con su apoyo, comprensión y paciencia me dieron la oportunidad de alcanzar esta meta, la presente tesis representa un reconocimiento a su esfuerzo por darme siempre lo mejor durante mi desarrollo escolar.*

*A mis hermanos.*

*Porque de una u otra forma siempre han estado a mi lado brindándome su apoyo.*

*A mis amigos y familiares.*

*A todos ellos, en especial a quienes estuvieron cerca de mí durante estos años y a la memoria de Mario.*

*A mis profesores.*

*En agradecimiento a cada uno de ellos por su contribución en mi desarrollo personal.*

*Francisco.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad por concedernos la oportunidad de estudiar una carrera profesional y obtener un desarrollo integral como personas.

A las diversas personas que colaboraron en la realización de este proyecto:

Ángel Darío García Espejel Tenes, por el tiempo dedicado a la revisión y asesoramiento del proyecto, y especialmente agradecemos su valiosa amistad.

Alvaro Ayala Ruiz por su apoyo y las facilidades prestadas para la utilización de las instalaciones del L.I.M.A.C.

Francisco Hernández Hernández y Víctor M. Hernández Segundo por permitirnos la realización de visitas a la empresa Resortes y Troquelados S.A. de C.V. y la obtención de información valiosa durante las distintas etapas del proyecto.

Héctor Juárez Martínez por su colaboración al presente proyecto.

A todas las personas de las distintas instituciones gubernamentales y empresas productoras de resortes por la información proporcionada y facilidades otorgadas para la realización de visitas.

Y a todas las personas que de alguna u otra manera colaboraron en la realización de este proyecto.

---

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO ECONÓMICO  
PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA EMPRESA  
PRODUCTORA DE RESORTES.**

---

**ÍNDICE GENERAL**

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I. PANORAMA ECONÓMICO DE MÉXICO</b>	<b>5</b>
I.1 Introducción	5
I.2 Evolución de la economía: Panorama general	6
I.2.1 Actividad económica	6
I.2.2 Inflación	11
I.2.3 Sector externo	12
I.3 Política cambiaria, monetaria y mercados financieros	16
I.3.1 El mercado de cambios en 1994	16
I.3.2 Política monetaria	18
I.3.3 Mercados financieros	19
I.4 Finanzas públicas	20
I.4.1 Egresos públicos	20
I.4.2 Ingresos públicos	21
I.5 Manufacturas	23
I.6 Consideraciones finales	25
<b>CAPITULO II. ESTUDIO DE MERCADO</b>	<b>27</b>
II.1 Introducción	27
II.2 Definición del producto	29
II.2.1 Resortes de tensión o extensión	30
II.2.2 Resortes de compresión	30

## ÍNDICE GENERAL

---

II.2.3	Resortes de tensión helicoidales	32
II.2.4	Propiedades físicas y químicas	33
II.2.5	Parámetros de diseño	35
II.2.6	Usos	39
II.3	Empresas productoras de resortes en México	40
II.4	Análisis de la demanda	41
II.5	Análisis de la oferta	43
II.6	Gráfica oferta-demanda	47
II.7	Mercado potencial	49
II.8	Análisis de la balanza comercial	50
II.9	Canales de comercialización	52
II.10	Conclusión	53
<b>CAPÍTULO III. ESTUDIO TÉCNICO</b>		<b>55</b>
III.1	Materias primas	55
III.1.1	Aceros al carbón	58
III.1.2	Aceros aleados	62
III.2	Localización de planta	70
III.2.1	Aplicación del método aditivo de puntaje	70
III.2.2	Microlocalización de planta	77
III.3	Proceso de fabricación	80
III.3.1	Introducción	80
III.3.2	Manufactura	81
III.3.2.1	Enrollado	84
III.3.2.2	Relevado de esfuerzos	89
III.3.2.3	Compresión	92
III.3.2.4	Esmerilado	93
III.3.2.5	Prueba de resortes	98
III.3.2.6	Shot peen	100
III.3.2.7	Acabado	105

III.3.2.8 Diseño de herramientas	107
III.4 Distribución de planta	108
III.4.1 Diagrama del proceso	111
III.4.2 Aplicación del método SLP	115
III.5 Programa de producción	120
III.6 Marco legal de la empresa	121
<b>CAPÍTULO IV. ESTUDIO ECONÓMICO</b>	<b>129</b>
IV.1 Introducción	129
IV.2 Inversión total inicial: fija y diferida	130
IV.3 Costos de producción	133
IV.3.1 Precios de materias primas	134
IV.3.2 Análisis de la fuerza de trabajo	135
IV.3.3 Costos indirectos	139
IV.3.4 Costos de los insumos	140
IV.3.5 Depreciación anual e impuestos	142
IV.4 Costos generales	143
IV.5 Costos financieros	144
IV.6 Resumen de costos de producción y operativos	144
IV.7 Determinación del capital de trabajo	145
IV.8 Estimación de los ingresos de ventas	146
IV.9 Estado de resultados	147
IV.10 Balance general inicial	148
IV.11 Determinación del punto de equilibrio	149
<b>CAPÍTULO V. ANÁLISIS FINANCIERO</b>	<b>153</b>
V.1 Flujo neto de efectivo	153
V.2 Periodo de recuperación de la inversión	154
V.3 Valor presente neto	155
V.4 Tasa interna de rendimiento	155

## ÍNDICE GENERAL

---

V.5 Rendimiento de la inversión	156
V.6 Resumen de indicadores	157
V.7 Análisis de sensibilidad	162
<b>CONCLUSIONES</b>	165
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	169

---

## ÍNDICE DE CUADROS

---

Cuadro I.1	Producto interno bruto trimestral	8
Cuadro I.2	Sector manufacturero: Remuneraciones medias reales, productividad media por trabajador y costo de trabajo por unidad de producto	9
Cuadro I.3	Empleo	11
Cuadro I.4	Balanza comercial	14
Cuadro I.5	Gasto programable sectorial del sector público presupuestal	21
Cuadro I.6	Sector industrial: Producto interno bruto	24
Cuadro II.1	Propiedades físicas de los aceros usados comúnmente para alambres de resortes	34
Cuadro II.2	Fórmulas para el diseño de resortes de compresión y de tensión	37
Cuadro II.3	Fórmulas para el diseño de resortes de tensión	38
Cuadro II.4	Distribución porcentual del mercado por zonas geográficas	41
Cuadro II.5	Historia y proyección de la demanda	42
Cuadro II.6	Historia y proyección de la demanda por sector industrial	43
Cuadro II.7	Participación porcentual de los productos de resortes	44
Cuadro II.8	Historia y proyección de la oferta	45
Cuadro II.9	Historia y proyección de la demanda potencial	49
Cuadro II.10	Importaciones anuales de resortes	50
Cuadro II.11	Exportaciones anuales de resortes	51
Cuadro III.1	Parques y zonas industriales por estado y zona geográfica	73
Cuadro III.2	Servicios e infraestructura de parques industriales	78

---

Cuadro III.3	Superficie y costos de parques industriales	79
Cuadro III.4	Empresas y empleo en parques industriales	79
Cuadro III.5	Programa de producción	121
Cuadro IV.1	Inversión fija total del proyecto	131
Cuadro IV.2	Precios y proveedores de las materias primas	134
Cuadro IV.3	Costo de la mano de obra directa e indirecta	137
Cuadro IV.4	Costos indirectos	140
Cuadro IV.5	Consumo de energía eléctrica	140
Cuadro IV.6	Consumo de agua	141
Cuadro IV.7	Consumo de gas	141
Cuadro IV.8	Consumo de combustible	141
Cuadro IV.9	Resumen de costos de servicios	141
Cuadro IV.10	Depreciación y amortización anual	142
Cuadro IV.11	Impuestos y seguros	143
Cuadro IV.12	Costos generales	144
Cuadro IV.13	Resumen anual de costos	145
Cuadro IV.14	Capital de trabajo	146
Cuadro IV.15	Ingresos por ventas	147
Cuadro IV.16	Estado de resultados	148
Cuadro IV.17	Balance general inicial	149
Cuadro IV.18	Producción mínima económica	150
Cuadro V.1	Flujo neto de efectivo	153
Cuadro V.2	Flujo neto descontado al 60%	154
Cuadro V.3	Tasa interna de rendimiento	156
Cuadro V.4	Rendimiento de la inversión	157
Cuadro V.5	Análisis de sensibilidad	163

---

## INTRODUCCIÓN.

---

Desde hace varios años el sector industrial ha sido el de mayor dinamismo en la economía de México. Sin embargo muchas empresas han desaparecido sin conseguir los objetivos básicos de una nueva empresa: sobrevivir, crecer y ayudar a la economía nacional, esto se debe, entre otras cosas, a que existieron deficiencias en la selección de industrias que deberían haberse instalado, debido a la falta de planeación y diseño técnico de las mismas.

La eficiencia de las empresas industriales debe existir no sólo cuando éstas se encuentren en operación, sino desde su concepción, ya que la corrección posterior de deficiencias de origen provocará fuertes erogaciones, mientras que la corrección de otras deficiencias será incosteable, la empresa que se encuentre en este caso tendrá problemas serios para su existencia.

El grueso de las empresas mexicanas son microempresas de origen familiar, las cuales carecen de los recursos necesarios para realizar estudios serios que puedan garantizar su permanencia dentro del mercado, o por el contrario, les indiquen que es mejor retirarse a tiempo a tener que absorber pérdidas mayores.

Nuestro proyecto se hará en base a una empresa en específico, pero servirá de guía o ejemplo para que otras empresas puedan realizar un estudio de factibilidad de este tipo, adaptándolo a sus recursos y necesidades.

La producción de resortes es una rama de la industria que resulta atractiva, debido a que la utilización de los mismos es extensa, ya sea en mecanismos sencillos o complejos. Existen muchas empresas en México que se dedican a la fabricación de

## 2 INTRODUCCIÓN.

---

resortes, pero muy pocas con la calidad y eficiencia requeridas, debido a la falta de recursos técnicos y económicos necesarios para mantener una empresa de este tipo bajo un marco de inestabilidad económica y apertura de mercados.

En sus inicios, los resortes se elaboraron de manera manual y con procedimientos empíricos, a medida que la tecnología y la industria evolucionaron, surgieron máquinas automáticas capaces de producir mayores volúmenes de resortes, los materiales utilizados y los tratamientos de acabado mejoraron, elevando su calidad.

Actualmente existen máquinas de control numérico capaces de realizar cualquier tipo de resorte, con las características necesarias para satisfacer los requerimientos del cliente, por el volumen de producción que manejan el precio unitario disminuye; en México la mayoría de las empresas que fabrican resortes no cuentan con este tipo de máquinas, por lo que sus productos tienen cierta desventaja en cuanto a precio y calidad frente a los extranjeros, además no alcanzan a cubrir la demanda nacional, lo que ha fomentado la importación de resortes, por lo anterior pensamos que es muy factible la implementación de una empresa de este tipo para cubrir una parte del mercado que está en manos de empresas extranjeras, asimismo generar mayores fuentes de empleo.

Con la finalidad de contribuir a la solución de los problemas planteados mediante la aplicación real de los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de Ingeniería Industrial, se eligió el tema para ser desarrollado en la presente tesis cuyos objetivos generales son analizar la factibilidad del proyecto, de acuerdo con los factores predominantes en el mercado de la industria productora de resortes, comparar los beneficios de su producción con los costos de los recursos necesarios para lograrla, evaluar la implantación de la unidad productora dentro del marco

general de la economía del país, de manera que contribuya al crecimiento de la misma, creando fuentes de trabajo, reduciendo importaciones, generando divisas y satisfaciendo los requerimientos de sectores, tales como el agrícola, la industria automotriz, eléctrica-electrónica, etc.

En el primer capítulo se presenta un panorama general de la economía del país, que constituye el punto de partida para el desarrollo del presente estudio, este capítulo se realizó básicamente para determinar la situación actual de las condiciones económicas del país, ya que es necesario sobre todo para el inversionista conocer la situación actual y la que se espera para los próximos años, para así poder determinar la viabilidad del proyecto.

El segundo capítulo comprende el estudio de mercado, que contiene información, tanto de fuentes primarias (visitas a empresas, cámaras, entrevistas y encuestas), como fuentes secundarias (informes estadísticos), lo cual proporcionó información para la determinación de la oferta y de la demanda, asimismo poder estimar la producción de la nueva empresa.

En el tercer capítulo se realiza un estudio técnico, para determinar la ubicación óptima de la planta, las características y requerimientos de materias primas y maquinaria, el proceso detallado en que se elaboran las piezas y la distribución de planta, para que con la integración de todos estos factores se logre una operación óptima de la empresa.

En el cuarto capítulo aparece el estudio económico donde se presenta la inversión necesaria, también se dan los precios actuales de las materias primas, así como los requerimientos de servicios y de mano de obra (donde aparece el organigrama y la estimación del personal requerido), para así poder obtener los

#### 4 INTRODUCCIÓN.

---

costos totales de producción, por último aparece la estimación del capital de trabajo, los ingresos por ventas, el balance general, el estado de resultados, todo esto necesario para el cálculo del punto de equilibrio.

En el quinto capítulo se describe la evaluación financiera que muestra aspectos necesarios para determinar la factibilidad y rentabilidad del proyecto, tales como el tiempo de recuperación de la inversión y la TIR.

Finalmente se presentan las conclusiones generales del estudio.

---

## **CAPITULO I.**

### **PANORAMA ECONÓMICO DE MÉXICO.**

---

#### **I.1 INTRODUCCIÓN**

Antes de iniciar el estudio de mercado es conveniente mostrar un panorama a nivel macroeconómico, el cual nos permita conocer la situación por la que atraviesa el país, esto resulta de vital importancia, ya que conocer la situación actual y vislumbrar las condiciones futuras, determinara al inversionista si el proyecto resulta viable o bien no es el momento adecuado para llevarlo a cabo.

Así, en forma breve, se mencionan aspectos de relevancia como finanzas públicas, política cambiaria, oferta y demanda agregadas, los cuales nos dan una perspectiva de la situación actual.

En 1994 se suscitaron acontecimientos que incidieron marcadamente en la evolución de la economía, eventos políticos y delictivos que generaron un ambiente de gran incertidumbre que influyen en las expectativas de los agentes económicos del país y del exterior. Esta situación afecto negativamente la evolución de los mercados financieros y, particularmente, la del cambiario.

Durante 1994, la contracción de los flujos de recursos financieros del exterior también jugó un papel muy importante en la determinación del desarrollo económico del país. Dicha contracción respondió, en buena medida a los aumentos de las tasas de interés externas y a la recuperación económica de los países industrializados, que redundó en un aumento de su demanda por fondos prestables.

Sin embargo, la fortaleza de los fundamentos económicos dio lugar a avances significativos en distintos renglones: recuperación de la actividad económica acompañada de una disminución de la inflación, incrementos adicionales de la productividad de la mano de obra en el sector manufacturero, elevación de las remuneraciones medias en términos reales y un mayor dinamismo en las exportaciones.

El crecimiento económico fue alentado tanto por la inversión del sector público como la del sector privado, así como por la inversión extranjera directa.

El incremento de las exportaciones provino principalmente de las ventas de bienes manufacturados, éstas fueron alentadas por la entrada en vigor del Tratado Trilateral de Libre Comercio (TLC).

## **I.2 EVOLUCIÓN DE LA ECONOMÍA: PANORAMA GENERAL**

### ***I.2.1 Actividad Económica***

Durante 1994 la actividad económica del país mostró una importante recuperación. El valor del Producto Interno Bruto medido a precios constantes registró un incremento de 3.5 por ciento, aumento superior al de 0.7 por ciento observado el año precedente. Así, el desempeño de la actividad económica puede considerarse satisfactorio, particularmente al tener en cuenta que en el año ocurrieron grandes perturbaciones de origen interno y externo, que impactaron adversamente las expectativas de los agentes económicos.

La producción se aceleró como resultado de un sustancial aumento de la productividad de la mano de obra, junto con un pequeño incremento en el empleo y un cambio estructural importante en el sector manufacturero, inducido por la mayor competencia del exterior.

Una característica sobresaliente del desarrollo de la economía mexicana durante 1994 fue la fuerte aceleración mostrada por el gasto en formación de capital, el cual se incrementó a un ritmo de 8.1 por ciento. El gasto en construcción creció a una tasa particularmente elevada (6.4 por ciento), si bien superada por la correspondiente a maquinaria y equipo (10.1 por ciento).

El aumento observado en 1994 en la formación bruta de capital es una respuesta a las oportunidades de inversión que fueron surgiendo a consecuencia del cambio estructural y que se ampliaron con la entrada en vigor del Tratado Trilateral de Libre Comercio. Asimismo, cabe mencionar que la inversión en capital humano, representado por el gasto en educación y salud, también adquirió un especial dinamismo en los últimos años.

La recuperación de la actividad económica en 1994 abarcó a todos los sectores de la economía (véase cuadro I.1), sin embargo, el crecimiento económico se apoyó en una fuerte recuperación de la producción industrial, la cual obtuvo la tasa de crecimiento más alta en los últimos 4 años (4.1 por ciento). El dinamismo de este sector se sustentó en el desempeño de las cuatro grandes divisiones que lo conforman, pero principalmente en las de construcción, manufacturas y electricidad. Estas tres divisiones crecieron a tasas anuales respectivas de 6.4, 3.6 y 7.7 por ciento.

Siete de las nueve divisiones del sector manufacturero registraron incrementos en su actividad. Los incrementos más notables se registraron en las divisiones de productos metálicos, maquinaria y equipo (8.6 por ciento), industrias metálicas básicas (8.5 por ciento), químicos, derivados del petróleo, caucho y plásticos (5.1 por ciento), y de minerales no metálicos (3.8 por ciento). Las divisiones manufactureras cuyo producto sufrió contracción fueron la textil, vestido y cuero e imprenta y editoriales. En las actividades con crecimientos bajos o descensos hubo un gran número de empresas que no pudieron enfrentar, mediante un ritmo adecuado de inversiones y de modernización de sus procesos productivos, la mayor competencia de las importaciones, producto de la apertura externa.

Denominación	1993					1994				
	I	II	III	IV	Anual	I	II	III	IV	Anual
Producto Interno Bruto	2.4	0.2	-0.8	1.0	0.7	0.7	4.8	4.5	4.0	3.5
Sector Agropecuario										
Silvícola y pesca	2.9	-6.0	9.7	4.1	2.6	-2.5	16.3	-4.0	-1.3	2.0
Sector Industrial	2.9	0.2	-3.3	1.1	0.2	-0.4	4.9	7.4	4.6	4.1
Minería	-0.6	1.3	-0.9	3.8	0.9	3.1	1.4	1.5	0.6	1.6
Manufacturas	2.4	-0.7	-4.7	-0.1	-0.8	-2.2	4.6	7.2	5.2	3.6
Construcción	7.3	1.8	-1.4	3.6	2.8	3.6	8.0	11.1	3.5	6.4
Electricidad	3.5	5.9	4.7	2.7	4.2	4.5	7.3	9.3	9.4	7.7
Sector Servicios	2.2	1.3	-0.4	0.7	1.0	1.8	3.5	4.3	4.7	3.6
Comercio, rest. y hoteles	1.4	-0.3	-3.8	-2.5	-1.3	0.1	2.6	3.7	4.7	2.8
Transporte y comunicaciones	4.3	2.3	2.1	4.5	3.3	3.8	9.6	9.9	8.2	7.8
Financieros y alq. de Inmue.	3.8	4.5	5.3	5.0	4.7	4.4	5.0	5.3	6.0	5.2
Comun., sociales y personales	1.6	1.3	0.1	1.6	1.2	1.6	1.6	2.1	2.3	1.9

FUENTE: Banco de México

Variaciones porcentuales respecto al mismo período del año anterior

Cuadro I.1. Producto Interno Bruto Trimestral.

La división de productos metálicos, maquinaria y equipo fue la que registró mayor expansión en 1994. Este sector comprende bienes de capital, insumos intermedios e industria automotriz. En esta división hubo ramas que observaron crecimientos muy elevados, como las de maquinaria y equipo no eléctrico (14.7 por ciento), equipos y aparatos electrónicos (21.4 por ciento), productos metálicos estructurales (27.8 por ciento) y carrocerías, motores, partes y accesorios (12.2 por ciento). En cambio, la industria automotriz terminal no creció, ya que el importante aumento de las ventas al exterior fue contrarrestado por una disminución de la producción dirigida al mercado interno. Cabe mencionar que en 1994 se exportó 54 por ciento del número total de vehículos producidos internamente (1,178,480 de autos y camiones).

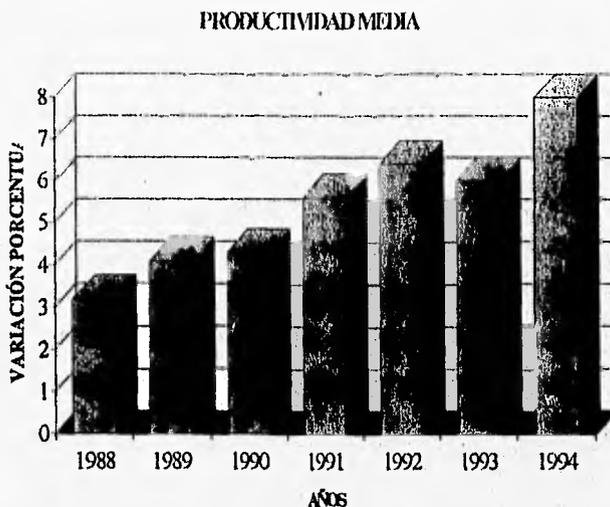
En el sector manufacturero la productividad media por trabajador aumentó 8.0 por ciento (ver gráfica I.1), la tasa más alta registrada en la última década. En general, aquellas divisiones de la industria manufacturera que en 1994 lograron mayores crecimientos en la productividad del trabajo (minerales no metálicos, metálicos básicos, química, y textil y prendas de vestir) fueron también las que registraron incrementos más altos en las remuneraciones reales medias.

Año	Variación porcentual en remuneraciones reales medias por trabajador	Variación porcentual en productividad media por trabajador	Variación porcentual en costo del trabajo por unidad de producto
1990	3.2	4.3	-1.2
1991	4.8	5.6	-0.7
1992	9.8	6.4	3.0
1993	4.9	6.9	-1.8
1994	3.7	8.0	-3.9

FUENTE: Banco de México

#### Variaciones porcentuales

**Cuadro I.2.** Sector manufacturero: remuneraciones medias reales, productividad media por trabajador y costo del trabajo por unidad de producto.



**Gráfica I.1. Productividad media por trabajador en manufacturas**

Por lo que toca al empleo, este puede medirse a través del número de trabajadores asegurados en el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). Según esta estadística, de diciembre de 1993 a diciembre de 1994 el referido empleo mostró un incremento de 1.9 por ciento, proveniente de la combinación de un aumento de 2.1 por ciento en el número de trabajadores permanentes y una disminución de 0.1 por ciento de los eventuales. Cabe destacar que el incremento en el total de asegurados creció a lo largo del año, pero presentó una caída significativa a partir de diciembre. Los mayores aumentos en el número de trabajadores asegurados se observaron en la industria extractiva (8.0 por ciento), en el comercio (2.5 por ciento), en los servicios (2.2 por ciento) y en la industria de transformación o manufacturera (2.5 por ciento). Destacan en esta última los aumentos correspondientes a las divisiones de las industrias metálicas básicas (8.4 por ciento),

productos metálicos, maquinaria y equipo (4.5 por ciento) y textil y prendas de vestir (3.3 por ciento). En el cuadro I.3 se muestran las estadísticas mencionadas.

Concepto	1992	1993	1994					Promedio Anual
	Promedio Anual	Promedio Anual	I	II	III	IV	Dic.	
Asegurados en el IMSS								
Total	2.0	-0.4	-0.3	-0.4	0.6	2.3	1.9	0.5
Eventuales	4.7	-1.2	-1.2	1.9	-4.4	-0.3	-0.1	-1.4
Permanentes	1.6	-0.3	-0.6	-0.1	1.4	2.7	2.1	0.8
Manufacturas	-0.5	-3.2	-3.1	-2.4	0.2	2.3	2.5	-0.8
Agropecuario	-7.5	-4.7	-0.5	-0.7	-2.2	-2.5	-3.9	-1.5
Inds. Extractivas	-10.3	-12.8	-11.0	-2.9	4.5	9.4	8.0	-0.3
Construcción	10.6	3.1	2.1	-0.3	-1.3	2.3	1.7	0.7
Personal Ocupado en la Ind. Maquiladora	7.5	7.5	4.8	7.3	8.8	10.5	10.4	7.9

FUENTE: Banco de México

### Variaciones porcentuales anuales

#### Cuadro I.3. Empleo.

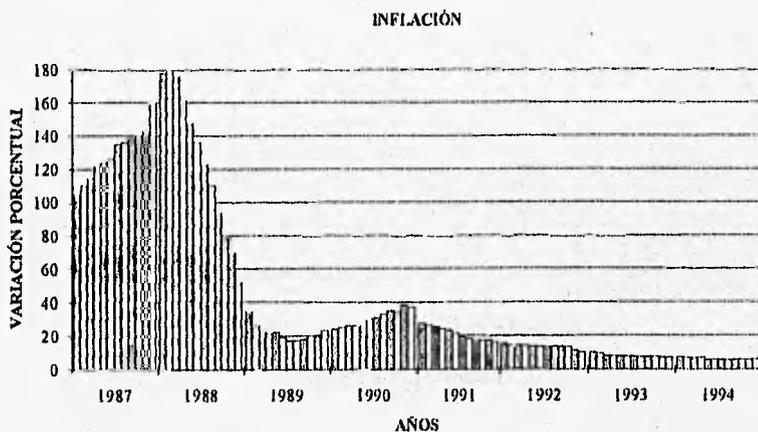
### 1.2.2 Inflación

Durante 1994, el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC), es decir, el que resulta de comparar el nivel de diciembre de 1994 con el de diciembre de 1993 fue de 7.1 por ciento. En lo que respecta a los precios productor, en 1994 la variación de Índice Nacional, sin incluir los precios del petróleo crudo de exportación también fue de 7.1 por ciento. La moderada inflación es atribuible a varios factores:

a) Apertura comercial de la economía que ha roto monopolios y dio una mayor flexibilidad a la oferta de bienes y servicios para responder con rapidez ante aumentos de la demanda interna sin provocar elevaciones de precios.

b) Reducción de los márgenes de comercialización de los bienes importados o con un contenido importado considerable y, en consecuencia, de los producidos internamente.

c) Una política monetaria orientada a disminuir la inflación.



Gráfica I.2. Inflación.

### ***1.2.3 Sector Externo***

Durante 1994, el sector externo de la economía mexicana mostró una evolución mixta. Los principales resultados fueron los siguientes:

a) Mayor dinamismo de las exportaciones totales de mercancías originado en las ventas no petroleras.

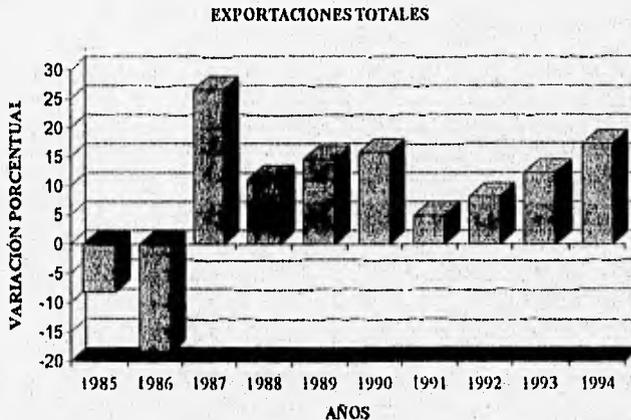
b) Aumento significativo en el ritmo del crecimiento de las exportaciones manufactureras, proveniente tanto de las ventas de las empresas maquiladoras como de las no maquiladoras.

c) Mayor crecimiento de las importaciones de bienes intermedios, de capital y de consumo.

d) Niveles más elevados de déficit de la balanza comercial y de la cuenta corriente de la balanza de pagos.

e) Reversiones, durante ciertos lapsos, de los flujos de capital hacia México.

En 1994, el valor de las exportaciones manufactureras creció 20.9 por ciento, tasa que resultó ser la más elevada de los últimos seis años. Destacaron las exportaciones de productos químicos, de maquinaria y equipo para industrias diversas, equipos y aparatos eléctricos, productos de la industria automotriz, textiles, y alimentos y bebidas. Así, en 1994 las ventas de mercancías al exterior estuvieron conformadas en un 82.8 por ciento por bienes manufacturados (37.6 y 68.4 por ciento en 1985 y 1990, respectivamente), 4.4 por ciento de bienes agropecuarios (5.3 por ciento en 1985 y 1990), 12.2 por ciento de productos petroleros (55.2 y 24.8 por ciento en 1985 y 1990) y 0.6 por ciento de productos extractivos no petroleros (1.9 y 1.5 por ciento en 1985 y 1990).



**Gráfica I.3.** Exportaciones totales.

Durante 1994, la balanza comercial registró un déficit de 18,464 millones de dólares, producto de un saldo total de exportaciones por 60,882 millones de dólares y de importaciones por 79,346 millones de dólares, (ver cuadro 1.4).

En 1994, el valor de las exportaciones manufactureras creció 20.9 por ciento, tasa que resultó ser la más elevada de los últimos seis años. Destacaron las exportaciones de productos químicos, de maquinaria y equipo para industrias diversas, equipos y aparatos eléctricos, productos de la industria automotriz, textiles, y alimentos y bebidas. Así, en 1994 las ventas de mercancías al exterior estuvieron conformadas en un 82.8 por ciento por bienes manufacturados (37.6 y 68.4 por ciento en 1985 y 1990, respectivamente), 4.4 por ciento de bienes agropecuarios (5.3 por ciento en 1985 y 1990), 12.2 por ciento de productos petroleros (55.2 y 24.8 por ciento en 1985 y 1990) y 0.6 por ciento de productos extractivos no petroleros (1.9 y 1.5 por ciento en 1985 y 1990).

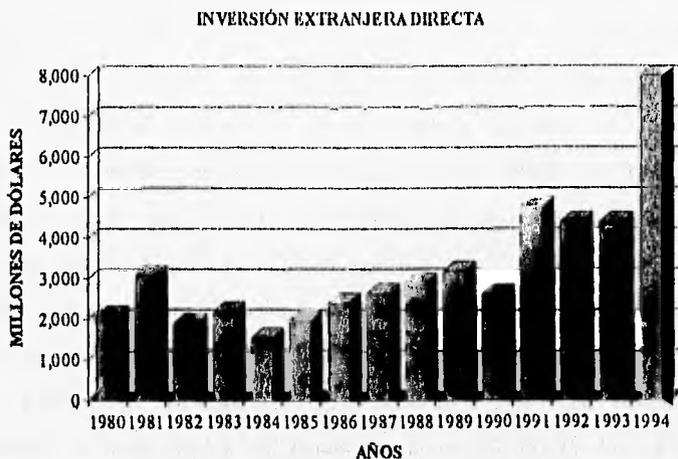
	Millones de Dólares			Variación (1994-1993) y Porcentajes		
	1993	1994	1994	1993	1994	1994
Exportaciones Totales	46,196	51,886	60,882	8,996	12.3	17.3
Petroleras	8,307	7,418	7,445	27	-10.7	0.4
No Petroleras	37,889	44,468	53,437	8,969	17.4	20.2
Agropecuarias	2,112	2,504	2,678	174	18.6	7.0
Extractivas	356	278	357	79	-21.9	28.2
Manufactureras	35,421	41,685	50,402	8,717	17.7	20.9
Maquiladoras	18,680	21,853	26,269	4,416	17.0	20.2
Resto	16,740	19,832	24,133	4,301	18.5	21.7
Importaciones Totales	62,129	65,367	79,346	13,979	5.2	21.4
Bienes de Consumo	7,744	7,842	9,510	1,668	1.3	21.3
Bienes Intermedios	42,830	46,468	56,514	10,046	8.5	21.6
Maquiladoras	13,937	16,443	20,466	4,023	18.0	24.5
Resto	28,893	30,025	36,048	6,023	3.9	20.1
Bienes de Capital	11,556	11,056	13,322	2,266	-4.3	20.5
Balanza Comercial	-15,934	-13,481	-18,464	-4,983	-15.4	37.0

FUENTE: Banco de México

Cuadro 1.4. Balanza Comercial.

---

La entrada de recursos por concepto de inversión extranjera directa alcanzó en 1994 un nivel sin precedente de 7,980 millones de dólares, éste flujo de recursos fue continuo durante todos los meses del año. Dicha evolución constituye nuevamente un indicador de que la inversión extranjera directa en México está determinada fundamentalmente por las perspectivas de rendimiento a mediano y largo plazo de los proyectos de inversión. Los beneficios que se han derivado de esa corriente de recursos externos son muy importantes, ya que no sólo aumentan el acervo de capital productivo del país, sino además constituyen un vehículo de transferencia de tecnología moderna. Dicha inversión no desplaza proyectos de inversionistas nacionales, sino al contrario, los incentiva. Ello debido a que la inversión extranjera directa produce al menos tres efectos positivos: se traduce en una mayor demanda de insumos de origen interno, propicia la difusión de tecnologías modernas entre las empresas nacionales y un mejor acceso a métodos más eficientes de producción, administración y comercialización, y da lugar a proyectos de coinversión que abren nuevas oportunidades al capital de origen interno.



**Gráfica I.4. Inversión extranjera directa.**

### **I.3 POLÍTICA CAMBIARIA, MONETARIA Y MERCADOS FINANCIEROS**

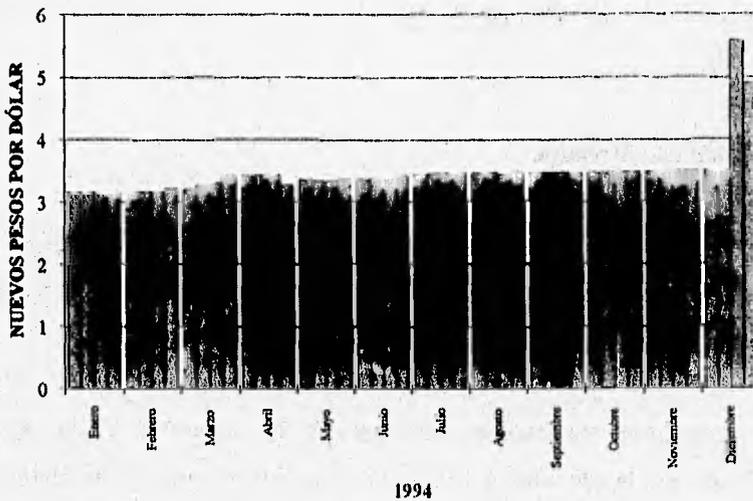
#### ***I.3.1 El Mercado de Cambios en 1994.***

El régimen cambiario adoptado el 10 de noviembre de 1991 se mantuvo vigente casi hasta el final de 1994. El esquema consistía en dejar que el tipo de cambio flotara dentro de una banda que se ensanchaba diariamente. Al efecto, se decidió inicialmente que el piso de la banda quedara fijo al nivel de 3.0512 nuevos pesos por dólar -tipo de cambio al cual el Banco de México estaba dispuesto entonces a comprar divisas-, mientras que al techo de la banda se le dio un ascenso diario llamado "desliz", de .0002 nuevos pesos por dólar.

El día 20 de diciembre se elevó el techo de la banda 15.3 por ciento, conservándose el ritmo de desliz hasta entonces vigente. Esta fórmula no resultó sostenible, por lo que el esquema de banda se abandonó, pasándose a un régimen de flotación a partir del 22 de diciembre. Considerando 1994 en su conjunto, el peso mexicano se depreció en 71 por ciento con respecto al dólar de los Estados Unidos.

La finalidad de la banda cambiaria de amplitud creciente fue la de dar gradualmente mayor flexibilidad al tipo de cambio para que éste se fuera ajustando a las condiciones subyacentes de la economía. Dicha flexibilidad prometía y tuvo efectos positivos. Por una parte, el Banco de México sólo intervenía en el mercado cuando el tipo de cambio llegaba a tocar cualquiera de los límites de la banda. Si alcanzaba el inferior, tenía que comprar dólares y si tocaba el superior, debía venderlos.

TIPO DE CAMBIO



Gráfica 1.5. Tipo de cambio.

El régimen cambiario descrito era congruente con una estrategia de mediano plazo tendiente a alcanzar bajos niveles de inflación, crecimiento económico rápido y sostenible, así como una reducción gradual del déficit de la cuenta corriente de la balanza de pagos.

Lo anterior era una estrategia viable, así lo confirman varios hechos. Primero, la inflación había descendido a un dígito y continuaba abatiéndose hacia niveles comparables con los dos principales socios comerciales de México. Segundo, se observaba un rápido crecimiento de la productividad y un vigoroso aumento de las exportaciones. Tercero, a que era razonable esperar que el proceso de inversión tanto interna como externa, en infraestructura, tecnología, maquinaria y equipo, capacitación y canales de distribución ocurrida en los últimos años comenzara a reflejarse en incrementos permanentes en la producción, empleo y competitividad. Cuarto, la puesta en marcha del Tratado Trilateral de Libre Comercio y de otros acuerdos bilaterales, implicaba menores aranceles a nuestras exportaciones y mejores oportunidades para integrar la planta productiva nacional a los mercados mundiales.

### ***1.3.2 Política Monetaria.***

Durante 1994, la política monetaria se orientó en todo momento a evitar una expansión excesiva de la base monetaria. De haberse dado ésta, se hubieran generado presiones cambiarias e inflacionarias adicionales.

Para evitar los trastornos resultantes de las variaciones en la liquidez producidas por la intervención del Instituto Emisor en el mercado de cambios, el Banco de México usualmente esteriliza o repone, según sea el caso, la inyección o sustracción de liquidez consecuencia de ese tipo de intervención. De hecho, la

práctica común del Banco de México ha sido la de ajustar diariamente el monto de la base monetaria a la demanda esperada de ésta, sujeto a que la variación resultante de la misma base no obre en detrimento de las metas inflacionarias.

Cuando ocurrieron los sucesos políticos y delictivos ya conocidos, los inversionistas del interior y del exterior efectuaron retiros de depósitos en la banca y liquidaron posiciones de valores, convirtiendo los recursos respectivos a moneda extranjera. Por su parte, los bancos adquirían dólares del Banco de México para satisfacer la demanda de moneda extranjera de sus clientes, operaciones que daban lugar a sobregiros en las cuentas corrientes en moneda nacional que tienen en el Instituto Central. A su vez, dichos sobregiros provocaban una contracción momentánea de la liquidez. En esas circunstancias, el Banco de México tenía que aportar liquidez a la banca para que ésta cubriera su sobregiro.

A partir de abril de 1994 se llevó a cabo la emisión de Tesobonos, con el objeto de disminuir las presiones sobre el mercado cambiario. Dada la creciente percepción que se fue difundiendo entre los inversionistas sobre la existencia de mayores riesgos cambiarios, aumentó la demanda de Tesobonos en sustitución de los instrumentos denominados en moneda nacional.

### ***1.3.3 Mercados Financieros***

Varios factores explican el aumento de la demanda de billetes y monedas a partir de septiembre de 1993. Entre ellos, el mayor crecimiento de la actividad económica a partir del segundo trimestre de 1994, así como la menor inflación, la cual continuó alentando el largo proceso de remonetización que se venía observando en la economía mexicana desde años atrás. Sin embargo, la evolución de la actividad económica y de la inflación no explican la totalidad del aumento en la demanda de

billetes y monedas por parte del público y las instituciones de crédito. Otras razones que dieron lugar al crecimiento fueron la sustitución de cheques por billetes y monedas y la reducción en el uso de las tarjetas de crédito.

## **I.4 FINANZAS PÚBLICAS**

Como resultado del esfuerzo de ajuste llevado a cabo en los últimos años, las finanzas públicas mostraron una situación fundamentalmente sana en 1994. El sector público no financiero tuvo un moderado déficit económico de caja de 3,683 millones de nuevos pesos en 1994. Dicho déficit equivalió a 0.3 por ciento del PIB.

En la evolución de las finanzas públicas en 1994 influyeron dos nuevos factores. Por una parte, el costo de las medidas fiscales acordadas en la renovación del Pacto para la Estabilidad, la Competitividad y el Empleo (PECE) de octubre de 1993. Por otra parte, el mayor costo financiero de la deuda pública en relación al del programa original (aún cuando se registró una caída en este rubro con respecto a lo observado en el año inmediato anterior).

### ***I.4.1 Egresos Públicos***

Durante 1994 se continuó con el proceso de reorientación del gasto público, al reducirse el pago por concepto de intereses de la deuda y aumentar el gasto programable.

Este gasto fue objeto de modificaciones importantes, con el propósito de fortalecer la producción de bienes y servicios prioritarios. Entre las acciones realizadas con este fin destaca el impulso a los programas de educación, salud,

seguridad social, apoyo a productores agropecuarios e infraestructura básica (comunicaciones, transportes y energéticos).

CONCEPTO	1993	1994
Gasto Programable Presupuestal Total	100.0	100.0
Gasto Sectorial	98.1	98.1
Desarrollo Social	51.6	51.7
Educación	22.2	22.7
Salud y Laboral	21.8	20.9
Programa Nacional de Solidaridad	4.1	3.8
Desarrollo Urbano, Agua Potable y Ecología	2.3	3.3
Programa Social de Abasto	1.2	1.0
Desarrollo Rural	4.9	6.6
Justicia y Seguridad	4.5	4.8
Pesca	0.2	0.1
Comunicaciones y Transportes	5.0	6.2
Comercio	4.6	3.7
Turismo	0.2	0.2
Energético Industrial	23.1	20.9
Administración	4.0	3.9
Poderes Legislativo y Judicial, Organos Electorales y Tribunales Agrarios	1.9	1.9

FUENTE: Banco de México

#### Participaciones Porcentuales

**Cuadro I.5.** Gasto Programable Sectorial del Sector Público Presupuestal.

### ***1.4.2 Ingresos Públicos***

La política de impuestos continuó con las medidas orientadas a adecuar y modernizar el sistema tributario. En 1994 se intensificaron las acciones de control y fiscalización, se amplió el padrón de contribuyentes, se disminuyó la carga fiscal para los estratos de menores ingresos, bajaron las tasas impositivas a niveles más competitivos internacionalmente y se simplificó el cumplimiento de las obligaciones tributarias.

Las medidas de orden fiscal acordadas en la renovación del PECE implicaban reducciones en los ingresos tributarios y en los derivados por la venta de algunos bienes y servicios públicos. Estos ajustes fiscales influyeron sobre los ingresos públicos de 1994. Entre las disposiciones establecidas destacan las siguientes:

a) Disminución de la tasa del Impuesto sobre la Renta (ISR) para actividades empresariales de 35 a 34 por ciento; aumento de hasta dos salarios mínimos en los niveles de ingresos por los cuales los asalariados no pagan el ISR; modificación del mecanismo de crédito fiscal para los asalariados, para hacer posible que éstos reciban cantidades en efectivo a cargo de impuestos federales; disminución de 15 a 4.9 por ciento de la tasa de retención del ISR por los intereses pagados al extranjero; incremento de 20 a 25 por ciento de la tasa de depreciación anual de vehículos automotores; ampliación de 5 a 10 años del plazo de acreditación del impuesto al activo; y aumento de 35 a 50 por ciento de la tasa de deducción de las inversiones en instalaciones y equipos destinados a prevenir y controlar la contaminación ambiental y a la conversión en el consumo de energéticos, de combustibles pesados a gas natural.

b) Reducción en el ritmo de deslizamiento mensual de las tarifas de electricidad y del precio promedio ponderado de las gasolinas. Además, disminuciones de algunas tarifas para el suministro de energía eléctrica de alta tensión, servicio ferroviario de carga y servicio aeroportuario en horarios de baja densidad.

Por lo que toca al IVA, la recaudación por este gravamen aumentó 10.3 por ciento real.

## I.5 MANUFACTURAS

Durante 1994 la producción manufacturera aumentó 3.6 por ciento en términos reales. Este resultado se sustentó en el desempeño de los siguientes sectores: industria metálica básica (8.5 por ciento); productos metálicos, maquinaria y equipo (8.6 por ciento); productos químicos y derivados del petróleo (5.1 por ciento); y la división de minerales no metálicos (3.8 por ciento). También registraron avances, aunque menores, las divisiones de madera y sus productos; la de otras manufacturas y los alimentos, bebidas y tabaco. En contraste, dos divisiones registraron durante 1994 variaciones negativas en su producción: las industrias de textiles, prendas de vestir y cuero y la de imprenta y editoriales.

De acuerdo al Banco de México un 47 por ciento de los negocios manufactureros efectuó inversiones iguales o superiores a las realizadas el año anterior. Estas inversiones se destinaron en un 60 por ciento a ampliación de planta y 40 por ciento a reposición de equipo. Un factor que facilitó la evolución positiva de la producción manufacturera fue que a lo largo del año se contó con un abasto adecuado de materias primas.

En 1994 continuó la expansión de la industria del acero, cuyas inversiones se han ido concentrando en la elaboración de productos especializados, que ofrecen una mayor protección ante las caídas que con relativa frecuencia sufren los precios en el mercado internacional de los productos siderúrgicos tradicionales. La industria metálica básica creció 8.5 por ciento, apoyada en mayores exportaciones y en el dinamismo de la demanda interna de sus productos proveniente de las industrias de la construcción, minería y electricidad. En los años recientes la industria mexicana del acero ha invertido en sistemas de producción más eficientes, reducido gastos y

tiempos de producción, cerrado plantas ineficientes y ajustado su nivel de ocupación de mano de obra.

La división de productos metálicos, maquinaria y equipo, alcanzó un crecimiento de 8.6 por ciento en 1994. Las industrias más dinámicas del sector fueron las dedicadas a la producción de maquinaria y equipo no eléctrico (14.7 por ciento), rubro dentro del cual la fabricación y ensamble de máquinas de oficina y de equipo de cómputo, así como la fabricación de maquinaria e implementos agrícolas (32.1 por ciento) mostraron un importante desarrollo. La producción de equipos y aparatos electrónicos registró un crecimiento de 21.4 por ciento, mientras que la producción de aparatos electrodomésticos se incrementó 8.6 por ciento.

CONCEPTO	1993					1994				
	I	II	III	IV	Annual	I	II	III	IV	Annual
Sector Industrial	2.9	0.2	-3.3	1.1	0.2	-0.4	4.9	7.4	4.6	4.1
Minería	-0.6	1.3	-0.9	3.8	0.9	3.1	1.4	1.5	0.6	1.6
Minería no petrolera	2.4	2.2	-1.6	4.8	1.9	2.8	2.8	3.1	3.0	2.9
Extracción de petróleo	-2.9	0.7	-0.4	3.0	0.1	3.4	0.2	0.2	-1.3	0.6
Manufacturas	2.4	-0.7	-4.7	-0.1	-0.8	-2.2	4.6	7.2	5.2	3.6
Alimentos, bebidas y tabaco	7.8	0.0	-2.1	-2.9	0.8	-3.7	1.8	1.0	3.1	0.4
Textiles y prendas de vestir	-3.2	-6.4	-4.5	-5.2	-4.8	-8.5	2.7	-0.4	1.0	-1.4
Industria de la madera	-0.8	-4.5	-9.5	-1.6	-3.9	-13.1	1.4	12.5	11.8	2.3
Papel, imprenta y editoriales	6.0	1.7	-6.5	-13.1	-3.3	-9.7	-4.0	1.9	7.0	-1.4
Química, caucho y plásticos	-0.1	0.5	-6.9	-2.6	-2.3	-0.7	4.7	9.1	7.2	5.1
Minerales no metálicos	9.8	1.2	-3.7	-1.4	1.3	-4.1	3.7	9.0	7.1	3.8
Metálicas básicas	3.6	15.7	-0.8	2.5	4.9	5.5	3.7	14.1	10.7	8.5
Prod. metálicos, maquinaria y equipo	-2.3	-3.6	-5.6	9.5	-0.6	2.6	11.7	15.4	5.4	8.6
Otras industrias manufac.	0.1	-5.0	-7.5	9.8	-0.8	3.9	2.8	-1.1	-4.6	0.1
Construcción	7.3	1.8	-1.4	3.6	2.8	3.6	8.0	11.1	3.5	6.4
Electricidad	3.5	5.9	4.7	2.7	4.2	4.5	7.3	9.3	9.4	7.7

FUENTE: Banco de México

Variaciones porcentuales respecto al mismo periodo del año anterior

Cuadro I.6. Sector Industrial: Producto Interno Bruto.

Cabe mencionar que durante 1994, de las 48 ramas de actividad que integran al sector manufacturero 33 presentaron una variación positiva en el renglón de exportaciones. Aún más importante resulta el hecho de que algunas ramas hayan podido mantener durante varios años altas tasas de crecimiento en sus ventas al exterior. Ello es indicativo de que estas industrias se han incorporado de manera efectiva y permanente al mercado internacional mediante productos de calidad.

## **1.6 CONSIDERACIONES FINALES**

Durante la mayor parte de 1994, la economía mexicana continuó avanzando en el proceso de estabilización de los precios, modernización de la planta productiva, integración a los mercados internacionales y restablecimiento del crecimiento económico. Desafortunadamente, el resultado del esfuerzo que durante varios años realizaron la población y las autoridades para mejorar las perspectivas de progreso individual y colectivo, se vio afectado por hechos aislados, pero muy graves, cuyo impacto sobre los mercados financieros condujo a la devaluación y a una sustancial reducción de los flujos de ahorro externo hacia nuestro país. La recurrencia no previsible de esos acontecimientos determinó que las medidas adoptadas no hayan resultado suficientes para preservar la estabilidad de la economía.

Sin embargo, esto no invalida los significativos avances logrados en materia fiscal, comercial, de descentralización y desregulación, de integración a los mercados internacionales y de modernización a nivel de miles de empresas. La solidez de estos avances permitirá no sólo que el proceso de ajuste que ha seguido a los recientes episodios devaluatorios alcance su propósito de abatir la inflación con rapidez, sino que hará posible que la recuperación de la producción y el empleo ocurran en un contexto en el que las exportaciones aumenten en forma acelerada.

Desde el punto de vista macroeconómico, en 1994 se alcanzaron resultados importantes que no se han perdido con los efectos del ajuste en la paridad. Las finanzas públicas son estructuralmente sanas. En materia de política monetaria, nuestro país cuenta desde el 1o. de abril de 1994 con un Banco Central autónomo para determinar la evolución de su propio crédito.

La profunda modernización sectorial permite anticipar que, a pesar del impacto negativo que pudiera tener la crisis cambiaria en el corto plazo, la planta productiva nacional cuenta ahora, a diferencia de lo que ocurría en el pasado, con una gran capacidad para adaptarse a las nuevas circunstancias y aprovechar las oportunidades que les ofrece el proceso de globalización de nuestra economía. El acelerado crecimiento de las exportaciones en el primer trimestre de 1995 así lo atestigua.

De acuerdo al panorama presentado en el presente capítulo, se observa que muchos de los factores económicos son favorables y se vislumbran resultados positivos y optimistas para el futuro, destacando el sector manufacturero, el cual ha tenido un notable crecimiento, por lo cual consideramos que es el momento indicado para la implantación del proyecto.

---

## CAPÍTULO II.

### ESTUDIO DE MERCADO.

---

#### II.1 INTRODUCCIÓN

En México, donde la tecnología en algunas áreas todavía es limitada, encontramos que la manufactura de resortes mecánicos esta dominada por compañías extranjeras o filiales de compañías extranjeras. Como resultado de esta situación decidimos hacer el presente trabajo esperando que sirva de ayuda a algún inversionista nacional que desee ingresar en este ramo de la industria manufacturera.

En 1678 Robert Hooke publicó las primeras leyes de elasticidad y el diseño de resortes comenzó a dejar de ser un arte. El asentó que la fuerza en cualquier resorte va en proporción a la tensión. Así, si una fuerza tuerce o dobla un espacio, dos doblan dos y así sucesivamente, hasta llegar al límite elástico del material, luego él noto que ésta ley se veía afectada por la temperatura.

La industria del resorte fue creada a mediados del siglo pasado como resultado de una tecnología especializada particularmente en el campo de los tratamientos térmicos, el cual no estaba al acceso de los ingenieros y maquinistas de aquella época. En aquellos comienzos, manufactureros de algunos productos así como los constructores de maquinaria hacían sus propios resortes en tornos y el endurecido y templado lo hacían los herreros. Frecuentemente los resortes se rompían por falta de uniformidad en su manufactura. Además, les faltaba habilidad para producir rápido grandes cantidades así como el tremendo impedimento de la limitación y conocimientos de los materiales. Sin embargo, hombres de negocios emprendedores así como ingeniosos mecánicos que se dieron cuenta de las

necesidades, rápidamente establecieron compañías especializadas en la manufactura de resortes, pero la primera patente de una máquina para enrollar que pudiera fabricar resortes con espiras abiertas o cerradas para resortes de tensión o compresión fue otorgada hasta 1908.

Las compañías de resortes de aquellos días fomentaban el resolver todo tipo de problemas referentes a resortes, como resultado de esto, aún actualmente hay algunas compañías que tienen muy buena reputación en resolver algunos de los complejos problemas del diseño de máquinas, sin embargo ahora se debate, ya que algunos manufactureros esperan de las fábricas de resortes que se responsabilicen de la selección del material y del diseño del resorte deseado, que reúna las condiciones de carga y deflexión, mientras que otros opinan que con el ancho alcance y entrenamiento que tienen los ingenieros de diseño y con acceso a la información especializada tengan la suficiente habilidad para diseñar resortes.

Muchos manufactureros de productos emplean ingenieros calificados en diseño de resortes y a veces obtienen cotizaciones mas bajas en sus necesidades de resortes mandando sus especificaciones completas a pequeñas compañías en donde no emplean ingenieros. Si esta pequeña compañía es confiable y usa los materiales y métodos de producción apropiados ésta política ahorrará dinero. Sin embargo en la actualidad algunas compañías reducen precios utilizando materiales más baratos pero que no satisfacen los requerimientos de calidad, o bien, eliminando el tratamiento térmico o algunas otras operaciones necesarias para obtener un buen producto.

En lo que se refiere a maquinaria, actualmente existen máquinas de control numérico capaces de producir una gran variedad de resortes, con procesos que van desde el enrollado hasta los tratamientos térmicos necesarios, con grandes

volúmenes de producción y con la calidad requerida. Desafortunadamente, en México muy pocas compañías tienen acceso a esta tecnología, debido al elevado costo de la misma, viéndose obligados a utilizar maquinaria con capacidad limitada, tal situación las coloca en desventaja frente a la apertura de mercados que se tiene a nivel mundial actualmente.

Por lo que toca a la vida útil del producto, se estima que los resortes permanecerán aun en el mercado durante los próximos veinte años (periodo de vigencia del proyecto), debido a que no existen materiales o dispositivos que puedan sustituirlos en cuanto a diseño y funcionamiento .

## **II.2 DEFINICIÓN DEL PRODUCTO**

Los resortes mecánicos se utilizan en las máquinas con objeto de ejercer fuerzas, proporcionar flexibilidad y almacenar o absorber energía de deformación elástica. En general los resortes pueden clasificarse a grosso modo en resortes helicoidales y en resortes no helicoidales, pero hay muy diversos tipos dentro de estas dos clases.

Los resortes helicoidales incluyen los hechos con alambre o tira metálica de sección transversal circular, cuadrada o de forma especial; se diseñan para resistir cargas de tensión, de compresión o de torsión. Los resortes no helicoidales son los de tipo voladizo o también llamados arandelas o rondanas de Belleville. Cabe mencionar que en el presente proyecto sólo se estudiarán los resortes helicoidales.

volúmenes de producción y con la calidad requerida. Desafortunadamente, en México muy pocas compañías tienen acceso a esta tecnología, debido al elevado costo de la misma, viéndose obligados a utilizar maquinaria con capacidad limitada, tal situación las coloca en desventaja frente a la apertura de mercados que se tiene a nivel mundial actualmente.

Por lo que toca a la vida útil del producto, se estima que los resortes permanecerán aun en el mercado durante los próximos veinte años (periodo de vigencia del proyecto), debido a que no existen materiales o dispositivos que puedan sustituirlos en cuanto a diseño y funcionamiento .

## **II.2 DEFINICIÓN DEL PRODUCTO**

Los resortes mecánicos se utilizan en las máquinas con objeto de ejercer fuerzas, proporcionar flexibilidad y almacenar o absorber energía de deformación elástica. En general los resortes pueden clasificarse a grosso modo en resortes helicoidales y en resortes no helicoidales, pero hay muy diversos tipos dentro de estas dos clases.

Los resortes helicoidales incluyen los hechos con alambre o tira metálica de sección transversal circular, cuadrada o de forma especial; se diseñan para resistir cargas de tensión, de compresión o de torsión. Los resortes no helicoidales son los de tipo voladizo o también llamados arandelas o rondanas de Beleville. Cabe mencionar que en el presente proyecto sólo se estudiarán los resortes helicoidales.

### II.2.1 Resortes de tensión o extensión

Los resortes de tensión, a veces también llamados de extensión, necesariamente deben de tener medios para transmitir la carga desde el soporte hasta el cuerpo del resorte. Aunque esto se puede hacer mediante un tapón roscado y un gancho giratorio, ambos dispositivos aumentan el costo del producto terminado, por ello, suele usarse uno de los métodos indicados en la figura II.1.

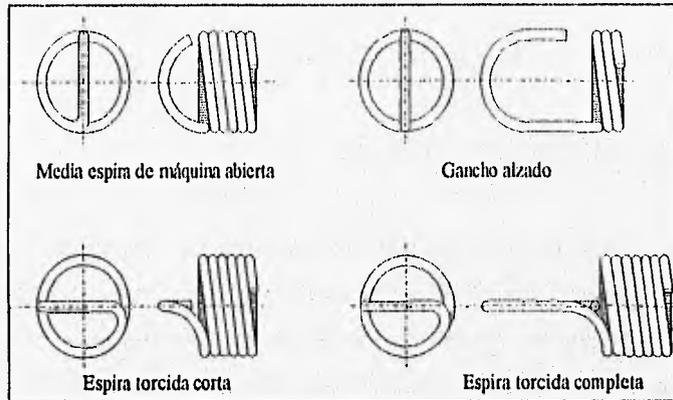
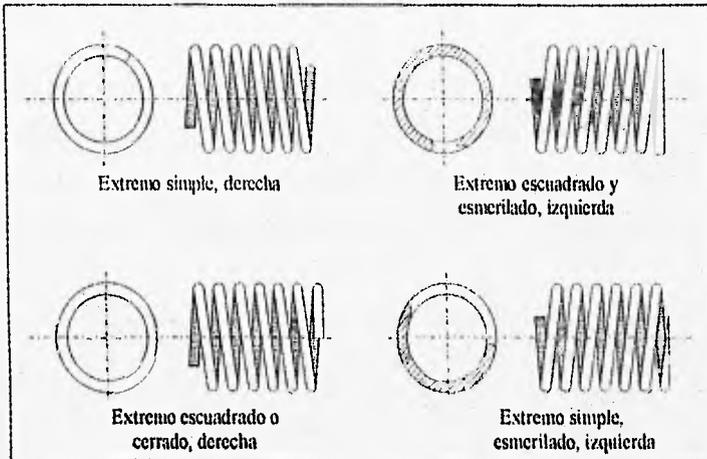


Figura II.1. Tipos de extremos usados en resortes de tensión.

### II.2.2 Resortes de compresión

El tipo de extremo para ésta clase de resorte debe especificarse como sigue: 1) simple o sencillo; 2) sencillo y aplanado (esmerilado); 3) Cerrado (o en escuadra), o bien, 4) Cerrado y aplanado. Cada uno de éstos extremos son mostrados en la figura II.2.



**Figura II.2.** Tipos de extremos usados en resortes de compresión.

El tipo de extremo usado en los resortes de compresión origina que haya espiras muertas o inactivas en cada extremo del resorte, dichas espiras deben restarse del número total de vueltas, para obtener el número de espiras activas. No existe ninguna regla fija e infalible, pero las siguientes indicaciones, aplicadas a la resta del número total de vueltas, dará el número aproximado de espiras activas:

- Extremos sencillos, restar media espira
- Extremos sencillos y aplanados, restar una espira
- Extremos cerrados, restar una espira
- Extremos cerrados y aplanados, restar dos espiras

### II.2.3 Resortes de torsión helicoidales

Se usan en bisagras para puerta y arrancadores para automóvil y, de hecho, en cualquier aplicación donde se requiere par de torsión. Se enrollan de la misma manera que los resortes de tensión o de compresión, pero sus extremos están diseñados para transmitir momento torsionante. La figura II.3 muestra éste tipo de resortes.

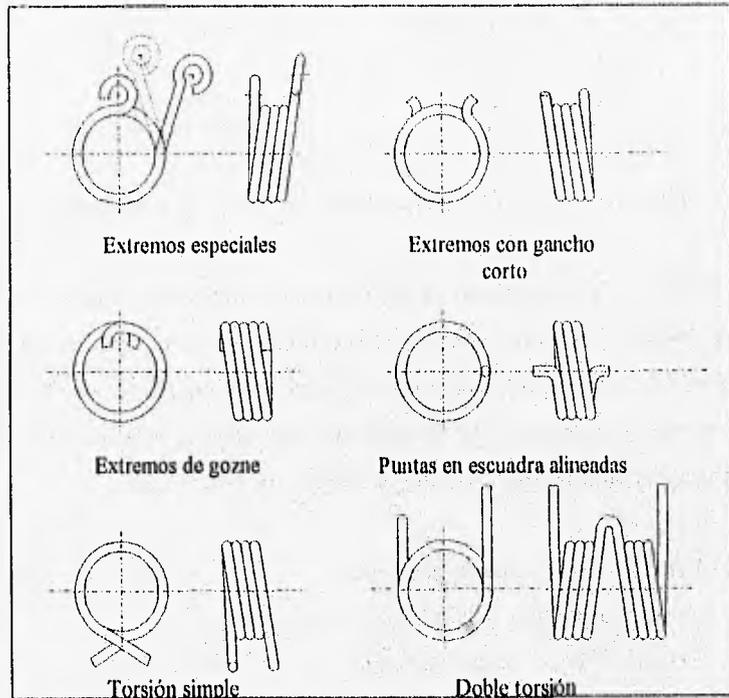


Figura II.3. Tipos de extremos usados en resortes de torsión.

### ***II.2.4 Propiedades físicas y químicas***

Los resortes se manufacturan mediante procesos de trabajo en frío o en caliente, dependiendo del tamaño del material, el índice de resorte y las propiedades deseadas.

Se dispone de muy diversos materiales para diseños de resortes, entre ellos los aceros al carbono simple, aceros aleados y aceros resistentes a la corrosión, así como materiales no féreos, como un bronce fosforado, cobre-berilio y diversas aleaciones de níquel. En el cuadro II.1 se muestran las principales propiedades de los materiales utilizados en el diseño de resortes.

Material	Análisis	Propiedades a la tensión							Proceso de fabricación, usos principales, propiedades especiales
		Resistencia última en miles de lbs/pulg <sup>2</sup>	Límite elástico, en miles de lbs/pulg <sup>2</sup>	Módulo de elasticidad en millones de lbs/pulg <sup>2</sup>	Dureza Rockwell	Resistencia última en miles de lbs/pulg <sup>2</sup>	Límite elástico, en miles de lbs/pulg <sup>2</sup>	Módulo de torsión en millones de lbs/pulg <sup>2</sup>	
Alambre de alto carbón AS 8	C .70-.85% Mn .60-1.05%	200-400	160-300	30		160-200	110-150	11.15	Laminado en frío o estirado. Resortes helicoidales de alto grado o formas de alambre
Alambre revenido al aceite AS 10 ASTM A229-41	C .60-.70% Mn .60-.90%	155-300	120-250	30	C42-48	115-200	80-130	11.15	Estirado en frío y tratado térmicamente antes de enrollarse. Para uso general de resortes
Alambre de piano AS 5, ASTM A228-51	C .70-1.00% Mn .20-.60%	250-500	150-350	30		150-300	90-180	11.15	Patentado y estirado en frío. Para diferentes resortes pequeños de varios tipos de alta calidad
Alambre de resorte estirado duro AS 20, ASTM A227-47	C .60-.70% Mn 90-1.20%	150-300	100-200	30		120-220	75-130	11.15	Patentado y estirado en frío. Los mismos usos que el alambre de piano pero con alambre de menor calidad
Alambre al carbón para resorte de válvula AS 25, ASTM A230-47	C .65-.75% Mn .60-.90%	200-230		30				11.15	Estirado en frío y tratado térmicamente antes de enrollarlo. Resortes para válvulas
Acero aleado silicio manganeso AS 70, SAE 9260	C .55-.65% Mn .60-.90% Si 1.80-2.20%	200-250	180-230	30	C42-52	140-175	100-130	11.15	Laminado en caliente o en frío o estirado. Mejor resistencia al calor que el Cr-Va
Acero aleado cromo vanadio AS 32, SAE 6150	C .48-.53% Cr .80-1.10% Mn .70-.90% V .15 mín. Si .20-.35%	200-250	180-230	30	C42-50	140-175	100-130	11.15	Laminado en frío o estirado. Aplicaciones especiales. Resiste el calor mayor que los aceros al carbón
Acero aleado cromo silicio AS 33, SAE 9254	C .50-.60% Mn .50-.80% Si 1.20-1.60% Cr .50-.80% 17-20%	250-325	220-300	30	C46-54	160-200	130-160	11.15	Laminado en frío o en caliente o estirado. Usado a grandes esfuerzos. Resiste el calor bien a 450°F
Inoxidable tipo 18-8 AS 35, SAE 30302	Ni 6-10% C .08-.15% Mn 2% máx. Si .30-.75%	160-330	60-260	28	C35-45	120-240	45-140	10	Laminado en frío o estirado. Buena resistencia a la corrosión. Buena resistencia a la temperatura. Magnéticos en revenidos de resorte
Inoxidable tipo 316 SAE 30316	Cr 16-18% Mn 2% máx. Ni 10-14% C .08% Mo 2-3% Si 1%	170-250	130-200	28	C35-45	120-220	80-130	11	Laminado en frío o estirado. Tratado térmicamente después de formado. Buena resistencia a la corrosión. Buena resistencia a la temperatura. Magnéticos en revenidos de resorte

Cuadro II.1. Propiedades físicas de los aceros usados comúnmente para alambre de resortes.

### II.2.5 Parámetros de diseño

En la fabricación de resortes, es necesario conocer algunos parámetros de diseño, de tal forma que el resorte cumpla con las especificaciones, tanto de forma como de uso requeridas por el cliente. Los parámetros más importantes que se deben considerar en el diseño de resortes de compresión se muestran en la figura II.4 y son los siguientes:

- LS = Longitud sólida. Es la longitud que resulta al hacer la máxima compresión del resorte provocando la unión de todas las espiras
- LC = Longitud de compresión. Es la longitud que resulta al aplicar la carga de trabajo al resorte
- LL = Longitud libre. Es la longitud que tiene el resorte cuando no se le aplica carga alguna
- F = Deflexión. Es la distancia que recorre el resorte en su extremo activo cuando se le aplica la carga de trabajo
- De = Diámetro exterior del resorte.
- Di = Diámetro interior del resorte.
- d = Diámetro del alambre.

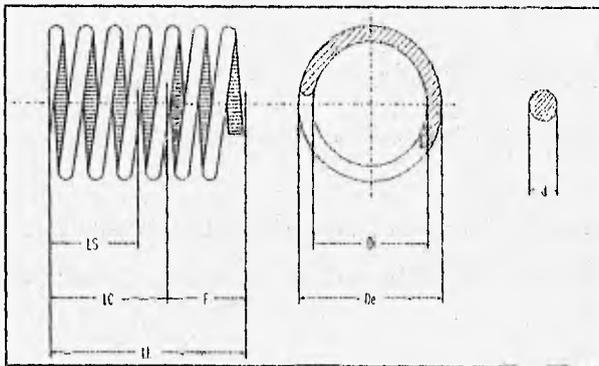


Figura II.4. Parámetros de diseño para resortes de compresión.

Los parámetros que se deben considerar en el diseño de resortes de tensión se muestran en la figura II.5 y son los siguientes:

LL = Longitud libre entre ganchos. Es la longitud que mantiene el resorte cuando no se le aplica carga alguna

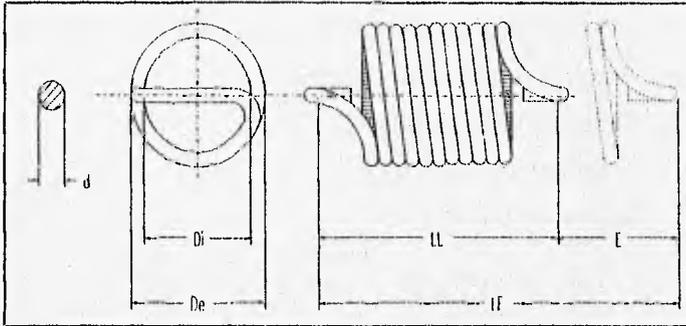
LE = Longitud extendida entre ganchos. Es la longitud que alcanza el resorte cuando se le aplica la carga de trabajo

E = Extensión. Es la distancia que recorre el resorte en su extremo activo cuando se le aplica la carga de trabajo

De = Diámetro exterior del resorte

Di = Diámetro interior del resorte

d = Diámetro del alambre



**Figura II.5.** Parámetros de diseño para resortes de tensión.

En el cuadro II.2 se muestran las fórmulas utilizadas para calcular los parámetros de diseño, tanto para resortes de compresión como para resortes de tensión.

Propiedad	Sección circular	Sección cuadrangular
Diámetro, (d)	$= \sqrt[3]{(2.55PD/S)}$	$= \sqrt[3]{(2.40PD/S)}$
Lado, (t)	$= \pi SND^2/GF$	$= 2.32SND^2/GF$
Esfuerzo de torsión, (S)	$= PD/0.393d^3$ $= GdF/\pi ND^2$	$= PD/0.416t^3$ $= GtF/2.32ND^2$
Espiras activas, (N)	$= GdF/\pi SD^2$ $= Gd^4F/8PD^3$	$= GtF/2.32SD^2$ $= Gt^4F/5.58PD^3$
Deflexión, (F)	$= \pi SND^2/Gd$ $= 8PND^3/Gd^4$	$= 2.32SND^2/Gt$ $= 5.58PND^3/Gt^4$
Fuerza aplicada, (P)	$= 0.393Sd^3/D$ $= Gd^4F/8ND^3$	$= 0.416St^3/D$ $= Gt^4F/5.58ND^3$
Esfuerzo debido a la carga inicial, (SIT)	$= (S/P) IT$	$= (S/P) IT$
D = diámetro medio del resorte		IT = tensión inicial
d = diámetro del alambre		0.393 = $\pi/8$
t = lado de la sección		G = módulo de rigidez

**Cuadro II.2.** Fórmulas para el diseño de resortes de compresión y de tensión.

A continuación se mencionan los parámetros más importantes que deben considerarse en el diseño de los resortes de torsión, en la figura II.3 se muestran estos parámetros, asimismo, en el cuadro II.3 se presentan las fórmulas utilizadas para el cálculo de los parámetros mencionados.

$$T = \text{Par aplicado} = P \cdot R$$

Intervalos de diseño:

Deflexiones 30° a 300°

Diámetro del alambre 1/16" a 1 1/2"

Par aplicado 0.022 a 700 Lb pulg

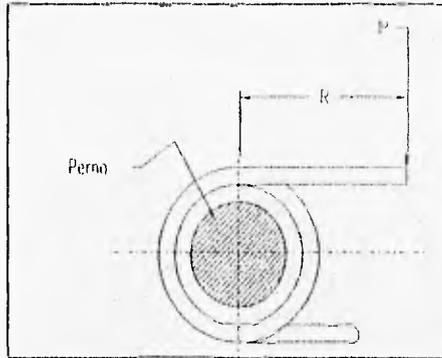


Figura II.3. Parámetros de diseño para resortes de torsión.

Propiedad	Sección circular
Diámetro del alambre, (d)	$= \sqrt[3]{(10.18T/Sb)}$ $= \sqrt[4]{(4000TND/EF^\circ)}$
Esfuerzo de flexión, (Sb)	$= 10.18T/d^3$ $= EdF^\circ/392ND$
Espiras activas, (N)	$= EdF^\circ/392SbD$ $= Ed^4F^\circ/4000TD$
Deflexión, (F°)	$= 392SbND/Ed$ $= 4000TND/Ed^4$
Par aplicado, (T)	$= 0.0982Sbd^3$ $= Ed^4F^\circ/4000ND$ $= P * R$
Diámetro interior después de la deflexión, (ID1)	$= NID_{LIBRE}/(N+F^\circ/360)$
$ID_{LIBRE}$ = diámetro interior sin deflexión	

Cuadro II.3. Fórmulas para el diseño de resortes de torsión.

## **II.2.6 Usos**

Los resortes mecánicos tienen una amplia gama de aplicaciones dentro de los diversos sectores productivos del país; a continuación se mencionan algunos de los usos más comunes de los resortes mecánicos:

- Aspersoras para uso agrícola
- Válvulas de compuerta para uso industrial
- Hornos
- Motores
- Reactores
- Turbinas
- Bombas
- Termostatos
- Aparatos de mucha precisión:
  - básculas de peso
  - relojes
- Partes eléctricas:
  - lámparas
  - contactos de encendido
  - soportes de componentes
- En la industria automotriz:
  - en las correderas de los asientos
  - elevadores de los cristales
  - platos de embrague
  - sistema de frenos
  - suspensión

**-Máquinas para diversas industrias:**

- papel
  - control de la contaminación
  - procesos químicos
  - procesos térmicos
  - tratamiento de desechos
  - alimentos
  - joyería
  - cosmética
  - textil
- Etc.

### **II.3 EMPRESAS PRODUCTORAS DE RESORTES EN MÉXICO**

Existen alrededor de 40 empresas productoras de resortes registradas actualmente en la Camara Nacional de la Industria de la Transformación (CANACINTRA).

La gran mayoría de estas empresas se encuentran localizadas en las siguientes zonas geográficas:

- Zona Metropolitana del Valle de México.
- El Estado de Nuevo León.
- El Estado de Jalisco.
- El Estado de San Luis Potosí.
- El Estado de Querétaro.
- El Estado de Puebla.

En el cuadro II.4 se presenta la distribución del mercado por zonas geográficas.

DISTRIBUCIÓN POR ZONAS		DISTRIBUCIÓN POR CATEGORÍA	
Zona Metropolitana del Valle de México			70
Estado de Jalisco			4
Estado de Nuevo León			10
Otras plazas			16

Cuadro II.4. Distribución porcentual del mercado por zonas geográficas.

A continuación se presenta el número de empresas por Estados:

Coahuila	1
Distrito Federal	14
Estado de México	10
Guanajuato	1
Hidalgo	1
Jalisco	3
Michoacán	1
Nuevo León	4
Puebla	2
Querétaro	1
San Luis Potosí	2

## II.4 ANÁLISIS DE LA DEMANDA

Los principales consumidores de resortes en México, son los siguientes:

- Industria Automotriz
- Industria Eléctrica y Electrónica.
- Industria de Maquinaria y Herramientas.
- Otras Industrias.

En el cuadro II.5 se muestra la historia y proyección de la demanda de resortes.

Los datos históricos fueron obtenidos por fuentes secundarias de información y la proyección fue calculada de acuerdo con métodos matemáticos de regresión lineal y ajustada considerando los siguientes factores:

- Perspectivas Económicas.
- Cambios en la Tecnología.

ANO	TOTAL (Toneladas)
1987	6895.59
1988	7599.659
1989	8060.012
1990	8548.061
1991	9296.442
1992	10050.36
1993	10942.75
1994	11292.33
1995	12173.65
1996	12716.93
1997	13374.56
1998	14032.20
1999	14689.83
2000	15347.47
2001	16005.10
2002	16662.74
2003	17320.37
2004	17978.00
2005	18635.64

**Cuadro II.5.** Historia y proyección de la demanda.

En el cuadro II.6 se presenta la historia y proyección de la demanda por sector industrial en toneladas, donde se puede observar que el sector con más

demanda de resortes es el automotriz, que a pesar de la recesión y el bajo consumo interno, se siguen produciendo vehículos para exportación y consumo interno.

AÑO	AUTOMOTRIZ	MAQUINARIA	ELÉCTRICA	OTRAS	TOTAL
1987	5157.076	1.4148	1718.789	9.8235	6887.104
1988	5685.713	1.4268	1895.264	10.8525	7593.256
1989	6031.713	1.7203	2010.413	11.9577	8055.804
1990	6398.467	1.9818	2132.531	12.9851	8545.966
1991	6960.311	1.9427	2320.157	14.0313	9296.442
1992	7526.305	1.8971	2509.176	15.0803	10052.45
1993	8196.069	1.6916	2733.039	16.1657	10946.96
1994	8459.053	2.1131	2820.313	17.2551	11298.73
1995	9120.516	1.9204	3041.389	17.13	12180.95
1996	9528.663	2.118111	3177.406	18.83221	12727.02
1997	10022.50	2.183764	3342.197	19.81463	13386.69
1998	10516.34	2.249417	3506.988	20.79705	14046.37
1999	11010.18	2.315071	3671.778	21.77946	14706.05
2000	11504.01	2.380724	3836.569	22.76188	15365.73
2001	11997.85	2.446377	4001.360	23.7443	16025.40
2002	12491.69	2.512031	4166.151	24.72671	16685.08
2003	12985.53	2.577684	4330.942	25.70913	17344.76
2004	13479.37	2.643337	4495.732	26.69155	18004.44
2005	13973.21	2.708991	4660.523	27.67396	18664.12

**Cuadro II.6.** Historia y proyección de la demanda por sector industrial.

## II.5 ANÁLISIS DE LA OFERTA

Con lo que respecta a la oferta de resortes, esta no ha presentado un crecimiento significativo, debido principalmente a la falta de recursos por parte de las empresas para poder ampliar y mejorar su planta productiva y asimismo tener acceso a la tecnología mencionada al inicio del capítulo.

Con la entrada en vigor del Tratado Trilateral de Libre Comercio (TLC), muchas pequeñas empresas han tenido que cerrar ya que con su capacidad instalada

no alcanzaban a producir los volúmenes requeridos por sus clientes, esto provocaba retraso en sus entregas y resultaban más baratos los resortes importados; al mismo tiempo, ante un mercado más competido, los requisitos legales para ser proveedor de confianza son mayores y las que no cuentan con ellos reciben muy poco apoyo de CANACINTRA que es la Cámara a la que están afiliadas.

Por lo anterior, la oferta de resortes se encuentra dominada por tres de las más grandes empresas, de las cuales la más importante tiene un porcentaje de capital extranjero. En el cuadro II.7 se muestra la participación de los principales productores en el mercado.

EMPRESA	PARTICIPACIÓN
Resortes Mecánicos S.A.	20 %
Resortes y Productos Metálicos S.A.	14 %
Resortes y Partes S.A.	12 %
Resortes de Precisión	3 %
R. F.	2 %
R. de M.	1 %
La propia industria y otras	20 %
Importación	28 %

**Cuadro II.7.** Participación porcentual de los productores de resortes.

La historia y proyección de la oferta de resortes se muestra en el cuadro II.8. Las cifras de los pronósticos fueron calculadas por medio de métodos matemáticos de regresión lineal considerando los siguientes factores:

- Perspectivas económicas
- Cambios en la tecnología
- Planes para instalar nuevas plantas y ampliar las existentes

Los datos históricos se obtuvieron por medio de fuentes secundarias y primarias, para ello se realizaron encuestas a las principales empresas, a fin de obtener la información necesaria para la realización del estudio de mercado.

AÑO	OFERTA (Toneladas)
1987	5234.787
1988	5736.957
1989	6023.805
1990	6204.519
1991	6792.926
1992	7101.072
1993	7811.180
1994	8982.857
1995	9611.657
1996	9560.957
1997	10048.28
1998	10535.60
1999	11022.93
2000	11510.25
2001	11997.58
2002	12484.90
2003	12972.23
2004	13459.55
2005	13946.87

**Cuadro II.8. Historia y proyección de la oferta.**

A continuación se presenta el cuestionario realizado:

Attn. "Nombre"

"Nombre de la empresa"

El presente cuestionario se elaboró con el objetivo de obtener información sobre la industria de resortes en México, la misma será utilizada para realizar un estudio de mercado dentro de la tesis profesional bajo el título "Estudio de factibilidad técnico económico para la implementación de una empresa productora de resortes", bajo la dirección del Ing. Ángel Darío García Espejel-Tenes, profesor de la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

Cuestionario:

1. Número de trabajadores de la empresa  
 1-15                       16-100                       101-250                       más de 250
2. Volumen de producción actual (en miles de piezas)
3. Volumen de producción anual de 5 años anteriores, o bien un estimado
4. Principales sectores industriales consumidores del producto y porcentaje de consumo por sector
5. Capacidad instalada actual y porcentaje utilizado
6. Ventas anuales (en miles de piezas) de 5 años anteriores a la fecha, o bien un estimado
7. El mercado dentro del cual se encuentra la empresa es:  
 Satisfecho saturado                       Satisfecho no saturado                       Insatisfecho
8. La empresa tiene planes de expansión:  
 1-5 años                       1-10 años                       más de 10 años                       No

Damos las gracias por su colaboración en la realización del estudio, recordando que la información proporcionada será confidencial y utilizada exclusivamente para fines académicos.

Agradeceremos envíe su respuesta vía fax al número 728-52-83, con atención al Ing. Ángel Darío García Espejel-Tenes.

Aprovechamos la oportunidad para enviarle un cordial saludo.

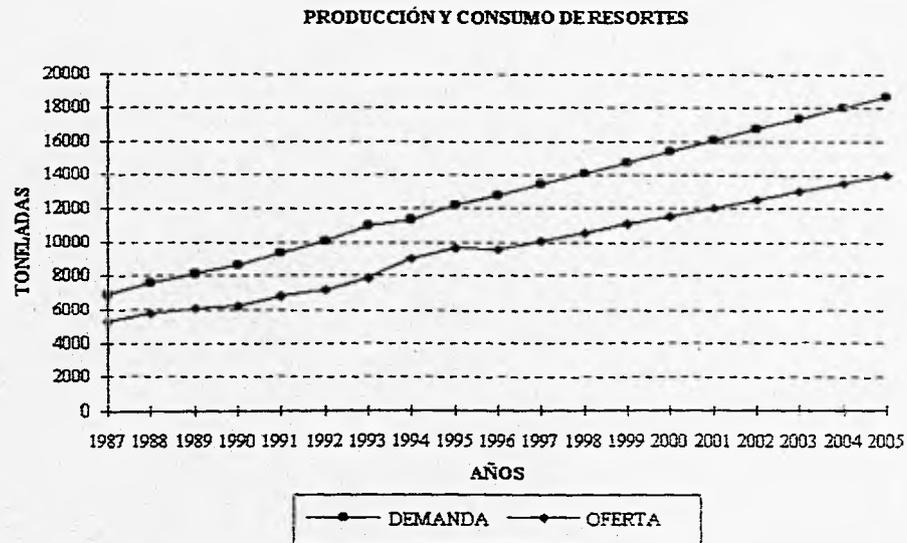
Atentamente:

Francisco Hernández Ramírez  
José Ramón Morales Benhumea  
José Luis Jiménez Mendoza

---

## II.6 GRÁFICA OFERTA - DEMANDA

En base a los datos de la historia y proyección de la demanda y de la oferta de resortes, mostradas con anterioridad, se elaboró la gráfica oferta-demanda, donde observamos claramente la estimación de la producción y consumo de resortes hasta el año 2005, en donde se espera exista una demanda insatisfecha de alrededor de 4000 toneladas.



**Gráfica II.1.** Historia y proyección de la oferta y la demanda de resortes.

## II.7 MERCADO POTENCIAL

Como podemos observar en la gráfica anterior, existe una demanda insatisfecha, la cual servirá para plantear las alternativas de producción. También se observan claramente los periodos de crisis a nivel nacional, lo que provocó contracción tanto en la oferta como en la demanda.

Cabe destacar que a pesar de la recesión actual, se observa en la proyección, un crecimiento que parece ser muy optimista, esto se debe principalmente al crecimiento en las exportaciones de productos terminados que utilizan resortes.

En el cuadro II.9 se presenta la historia y proyección del mercado potencial.

AÑO	TOTAL (Toneladas)
1987	1652.316
1988	1856.299
1989	2031.999
1990	2341.446
1991	2503.515
1992	2951.385
1993	3135.786
1994	2315.878
1995	2569.299
1996	3166.063
1997	3338.416
1998	3510.769
1999	3683.122
2000	3855.475
2001	4027.828
2002	4200.181
2003	4372.534
2004	4544.887
2005	4717.241

**Cuadro II.9.** Historia y proyección del mercado potencial.

## II.8 ANÁLISIS DE LA BALANZA COMERCIAL

En los cuadros II.10 y II.11 se presenta la tendencia histórica, en los últimos cuatro años, de los volúmenes de importación y exportación de resortes dados en kilogramos. Los datos presentados fueron proporcionados por el Banco de Comercio Exterior (BANCOMEXT), correspondiéndole a nuestro producto la partida arancelaria No.7320.20 con una cuota arancelaria del 5%.

Cabe mencionar que en la actualidad, la cuota arancelaria sólo es aplicada en los casos en que el producto importado es para consumo nacional, esto es, si se importa alguna mercancía para transformarla dentro del país y después exportarla como producto terminado, el productor no paga arancel por la importación. Esta política ha sido impuesta por el gobierno con el fin de fomentar las exportaciones.

PAIS	1992	1993	1994	1995
Alemania	138391	145292	476974	39091
Brasil	915631	146433	119861	48477
Estados Unidos	935984	597003	2114031	392191
Italia	6252	6937	8000	13044
Japón	123356	200503	163577	114473
Otros	669148	98925	2081615	86776
Total	2788762	1195093	4964058	694052

**Cuadro II.10.** Importaciones anuales de resortes (kilogramos).

PAIS	1992	1993	1994	1995
Alemania	120	3505	193	2861
Brasil	78	43	134	177
Estados Unidos	2070921	14801	64390	215734
Italia	0	0	0	0
Japón	4086	255	54	0
Otros	16218	33451	47559	24185
Total	2091423	52055	112330	242957

**Cuadro II.11.** Exportaciones anuales de resortes en kilogramos

Como se observa en los cuadros anteriores, existe una tendencia creciente para las importaciones, en contraste, las exportaciones han caído en forma drástica en los últimos tres años, presentando la balanza comercial un déficit de alrededor de 460 toneladas. Esto puede deberse a los siguientes factores:

- El producto es indispensable para el país y con la capacidad instalada de las empresas existentes no ha sido posible cubrir toda la demanda, esto se observa también en la gráfica oferta-demanda
- La cuota arancelaria del 5% para las importaciones indica que el gobierno no está protegiendo a los productores nacionales de resortes, por lo que el volumen de las importaciones ha crecido pagando un impuesto muy bajo.
- Las exportaciones han disminuido debido a que las empresas no cuentan con los requisitos para exportar y les resulta muy costoso cubrirlos, sin embargo, con las nuevas políticas encaminadas a fomentar las exportaciones se espera que éstas tengan un ligero crecimiento.

## II.9 CANALES DE COMERCIALIZACIÓN

Los canales de comercialización para productos industriales son:

1. **Productor - Usuario Industrial.** Es usado cuando el fabricante considera que la venta requiere la atención personal al consumidor.
2. **Productor - Distribuidor Industrial - Usuario Industrial.** El distribuidor es el equivalente al mayorista. La fuerza de ventas de este canal reside en que el productor tenga contacto con muchos distribuidores. El canal se usa para vender productos no muy especializados, pero sólo de uso industrial.
3. **Productor - Agente - Distribuidor - Usuario Industrial.** Es el canal más indirecto y es el más utilizado por empresas que venden sus productos a cientos de Km. de su sitio de origen.

Para nuestro caso utilizaremos el canal productor-usuario industrial, ya que para el producto en estudio es necesario elaborar una cotización en la que se anexan los siguientes datos: condiciones generales de venta, tiempo de entrega y calidad sobre especificaciones

Si se está de acuerdo con la cotización el consumidor envía el pedido formal de fabricación con la información detallada correspondiente.

El productor procede a elaborar la estructura de precios y los formatos para el análisis de venta, considerando los factores primordiales en el siguiente orden: número de factura, contrato, cliente, aplicación de anticipo, importe total facturado, IVA y ventas netas.

Al concluirse las etapas anteriores se establece el convenio formal mediante la firma compromiso de aceptación del contrato de pedido por ambas partes.

## II.10 CONCLUSIÓN

En base a los datos presentados y a los resultados obtenidos en el estudio de mercado, observamos que existe una demanda insatisfecha para los siguientes diez años, la cual, se estima, no será cubierta por las empresas existentes, por lo tanto existe la posibilidad de establecer nuevas empresas.

También se observa en la demanda analizada, que el consumo más importante de resortes se encuentra distribuido, principalmente, en dos sectores industriales: la industria automotriz y la industria eléctrica-electrónica, esto tiene cierto riesgo debido a la dependencia que tienen las empresas que proveen de resortes a estos dos sectores, sin embargo, por ser productos de exportación permiten a una empresa bien organizada atacar mercados más amplios, produciendo resortes para consumo interno o exportándolos de manera directa o como parte de un producto terminado.

En cuanto a la balanza comercial observamos que existe un déficit considerable, debido a los altos volúmenes de importación utilizados para cubrir la demanda nacional de resortes. En base a esto, existe la posibilidad de crear nuevas plantas para satisfacer el mercado ocupado por las importaciones, ya que las plantas existentes no cuentan con planes de expansión para poder cubrir dicho mercado.

Por lo anterior concluimos que es posible la factibilidad del proyecto desde el punto de vista del mercado.

---

## CAPÍTULO III.

### ESTUDIO TÉCNICO.

---

#### III.1 MATERIAS PRIMAS

Hay una gran variedad de clases, formas y tamaños en los materiales que se usan en la hechura de resortes.

La expansión actual de los plásticos ha tocado naturalmente el campo de los resortes no con malos resultados, en los casos en que las fuerzas no son muy severas. Resortes de hule son usados en lugares en que el límite de espacio lo permite. Por último, resortes de aire hidráulicos han encontrado un incremento en aplicaciones especializadas.

En este capítulo se trataran superficialmente los tipos de alambre que hay y sus características principales.

La gran mayoría de los resortes están hechos de aceros al carbón. Estos materiales pueden ser fabricados de cualquiera de las siguientes maneras: rolados en caliente, rolados en frío, estirados o tratados térmicamente. También hay alambres recocidos y se producen para aplicaciones que requieren deformaciones severas. Estos alambres se usan en resortes que deben tratarse térmicamente después de formados.

La presencia de ciertos elementos en los aceros les dan características especiales. Los elementos presentes en los aceros sencillos al carbón son: Manganeso, Sílice, Fósforo, Azufre y desde luego Hierro. En los aceros de aleación

se encuentran además de los elementos mencionados los siguientes: Cromo, Vanadio, Níquel, Tungsteno, Molibdeno, Cobre, Titanio y Cobalto. Como ya mencionamos la mayoría de los resortes están hechos de aceros sencillos al carbón.

El elemento básico de todos los aceros es el Hierro, ya que llevan el 98% o más de este material, pero es un elemento relativamente débil con una resistencia a la tensión de 40,000 libras por pulgada cuadrada y un límite elástico de alrededor de 20,000 libras. El Hierro es muy dúctil y a pesar de la gran proporción que se usa en la composición de los aceros sus cualidades son notoriamente afectadas por la presencia en porcentaje relativamente bajo de otros elementos.

El carbón: sus efectos sobresalientes son reflejados en la dureza, resistencia y ductilidad, también la propiedad de mantener el magnetismo. El alambre usado en resortes es de alto carbón o sea de más de 0.75% de carbón.

Después del carbón, el elemento que tiene mayores efectos sobre los aceros sencillos es el Manganeseo, es duro y frágil, aumenta la resistencia a la tensión de los aceros y de no ser por su presencia el acero saldría sucio. También ayuda a mantener los gases en estado soluble evitando la formación de huecos o ranuras cuando el acero se enfría. Los aceros al carbón pueden contener Manganeseo en proporciones de 0.25% a 1.5%. Conforme el contenido de Manganeseo sube a 1% o más los aceros pueden ser endurecidos al aceite, pero se tornan cada vez más quebradizos. Los aceros al alto carbón llevan bajo contenido de Manganeseo.

El siguiente elemento a considerar es el Sílice y juega un papel importante como desoxidante en la fabricación del acero, actúa dentro de la estructura químico-física del acero para prevenir huecos; en concentraciones hasta de 0.75% se le

---

considera benéfico o no dañino, y parece ser que el acero con alto contenido de Sílice es más fibroso.

El Fósforo es considerado como un elemento dañino para el acero y su presencia emana de la hulla utilizada en los hornos. Reduce la ductilidad causando vitrificación, reduciendo la resistencia al impacto. Su presencia en los aceros normalmente es menor de 0.04%.

El Azufre es otro elemento dañino y proviene nuevamente de la hulla usada en las acerías. Puede ocurrir en el acero como Sulfuro de Hierro o Sulfuro de Manganeso; el Sulfuro de Manganeso es el único aceptable ya que el Sulfuro de Hierro puede causar cavidades o grietas.

Hay mas de 40 composiciones de acero diferentes, siete composiciones más resistentes a la corrosión y aproximadamente unas 20 no ferrosas que se usan en la elaboración de resortes. Cada una tiene una ventaja particular sobre la otra y la selección se basa en buscar la más barata con el mejor comportamiento, teniendo en cuenta, según su uso los altos esfuerzos, elevadas temperaturas, las cargas de golpe y la resistencia a la corrosión. Siempre que sea posible hay que usar alambre redondo ya que es el más fácil de conseguir y el más barato, generalmente es el que tiene mejores propiedades mecánicas y el más fácil de fabricar.

Cada fabricante de alambre tiene su método particular de estirar alambre y aunque todos los métodos son muy similares no hay dos compañías que produzcan el alambre igual, o sea que dos compañías que partan de dos baches de alambón de un mismo diámetro con la misma composición química y con el mismo método no obtienen la misma resistencia a la tensión. Es muy difícil estirar alambre con una exacta resistencia a la tensión, sobre todo en calibres pequeños.

El alambre de acero es el que tiene mayor vida a la fatiga y el que resiste los más altos esfuerzos.

Las aleaciones en base Cobre tienen la mejor conductividad eléctrica combinada con una buena resistencia a la corrosión.

Los inoxidable como su nombre lo indica tienen buena resistencia a la corrosión y también buena resistencia a no muy elevadas temperaturas. Las aleaciones con base en Níquel tienen la mejor resistencia a temperaturas elevadas combinadas con una excelente resistencia a la corrosión.

### ***III.1.1 ACEROS AL CARBÓN***

Los aceros de alto Carbono que más comúnmente se usan para la fabricación de resortes son: alambre de piano, es uno de los mejores y más comunes de los alambres ya que es el de más alta calidad, con la mayor resistencia a la tensión y el mayor límite elástico de los estirados en frío, su excepcional resistencia a la tensión se conserva aún después de aplicarle cargas repetidas y se usa principalmente en calibres pequeños.

**Alambre piano.** El nombre de alambre de piano se deriva de la aplicación inicial que tuvo este tipo de alambre en instrumentos musicales, especialmente el piano. El color del alambre es obtenido durante el estiraje ya que se pasa por una solución de Estaño antes del último paso del estiraje, de esto queda una pequeñísima película que cubre el material, esta capa es demasiado pequeña para que el alambre sea resistente a la corrosión, sin embargo protege a la superficie por un periodo de tiempo razonable y también guarda la superficie lo suficientemente limpia para una buena aplicación de acabados electrolíticos. Aunque este alambre es muy resistente

y durable, los resortes hechos con él no deben de usarse donde haya temperaturas mayores de 120° C. A esta temperatura la pérdida de carga es de aproximadamente 5%. La especificación más completa de este alambre es ASTM A228.

Sus tolerancias en diámetro son:

DIÁMETRO		TOLERANCIA (±)	
mm	pulg.	mm	pulg.
0.0 a 0.25	0.0 a 0.010	0.005	0.0002
0.26 a 0.71	0.011 a 0.028	0.008	0.0003
0.72 a 1.60	0.029 a 0.063	0.010	0.0004
1.61 a 2.03	0.064 a 0.080	0.013	0.0005
arriba de 2.03	arriba de 0.080	0.03	0.001

Sus propiedades mecánicas son: límite elástico, está referido a un porcentaje sobre la resistencia a la tensión. En tensión de 65% a 75%, en torsión de 45% a 50%.

**Alambre estirado en frío:** es el más barato de estos tipos de alambre, se usa cuando no se requiere una larga vida ya que su límite elástico es menor que el de los templados en aceite, también se usa cuando las tolerancias en carga y diámetros no requieren gran precisión. Este alambre es aconsejable para depósitos electrolíticos. Su especificación más completa es ASTM A227.

Sus tolerancias en diámetro son:

DIÁMETRO		TOLERANCIA (±)	
mm	pulg.	mm	pulg.
0.0 a 0.71	0.0 a 0.028	0.020	0.0008
0.72 a 1.9	0.029 a 0.075	0.030	0.001
1.91 a 9.53	0.076 a 0.375	0.050	0.002

**Alambre templado en aceite:** este alambre se recomienda para resortes que su requerimiento de esfuerzo no es muy grande y los resortes no están sujetos a impactos. Se utiliza solamente para resortes enrollados en frío, no se debe usar donde haya temperaturas mayores de 175° C. Su color es negro humo y su especificación más completa es ASTM A229.

Tiene las mismas tolerancias en diámetro que el estirado en frío.

**Alambre calidad válvula:** normalmente es templado en aceite y se diferencia del anterior por la mejor calidad de su superficie ya que se checa al 100% por fallas superficiales, siendo la máxima falla superficial permitida 40 mm. El alambre no debe presentar decarburización. Se usa en resortes que tienen gran movimiento y con larga vida sometidos a esfuerzos normales. Ejemplo: motores de automóviles, motocicletas, lanchas, compresores, etc.

Sus propiedades mecánicas son: límite elástico en porcentaje de la resistencia a la tensión. En tensión de 85% a 90% y en torsión de 50% a 60%. Sus tolerancias en diámetro son:

DIÁMETRO		TOLERANCIA (±)	
mm	pulg.	mm	pulg.
0.0 a 2.34	0.0 a 0.092	0.02	0.0008
2.35 a 3.75	0.093 a 0.148	0.03	0.001
3.76 a 4.5	0.149 a 0.177	0.04	0.0015
arriba de 4.5	arriba de 0.177	0.05	0.002

Los proveedores nacionales de alambre de aceros al carbón son los siguientes:

**Distrito Federal:**

Dicable S.A. de C.V.  
Salcedo y Martín S.A. de C.V.  
Ferretería Nonoalco S.A. de C.V.  
Grupo Electrónico S.A. de C.V.  
Industrias Ferrum S.A. de C.V.  
Camesa S.A. de C.V.  
Aceros Nacionales S.A. de C.V.  
Alambres Cantabria S.A. de C.V.  
Alambres Industrializados Géminis S.A. de C.V.  
Alambres Tepepan S.A. de C.V.  
Metales Trefilados S.A. de C.V.  
Ricalde S.A.

**Estado de México:**

Desarrollo de Especialidades Franco S.A. de C.V.  
Detroit Industria Térmica S.A. de C.V.  
Impulsora de Alambre S.A. de C.V.  
Industrial de Alambres y Trefilados S.A. de C.V.  
Aceros Nacionales S.A. de C.V.  
Estiradora Mexicana de Alambre Sami S.A. de C.V.  
Transformación y Comercialización de Acero S.A. de C.V.

**San Luis Potosí:**

Aceros San Luis S.A. de C.V.

**Zacatecas:**

Construnal S.A. de C.V.

### III.1.2 ACEROS ALEADOS

Alambres de acero aleados, este tipo de alambres tienen una gran importancia en el campo de los materiales para resortes. Se usan donde se requieren grandes esfuerzos, cargas de impacto, o cuando se necesita trabajar con más altas o bajas temperaturas, obteniéndolos en forma recocida se usan donde hay dobleces muy agudos.

**Aleación Cromo-Vanadio.** Este alambre obtiene mayores esfuerzos que el templado en aceite y se recomienda para resortes que sufren impactos de carga, como martillos neumáticos, se usa mucho para resortes de troquel.

Se puede usar donde hay temperaturas hasta de 220° C. La especificación de este alambre es ASTM A231, y sus propiedades mecánicas son: límite elástico en porcentaje de la resistencia a la tensión. En tensión de 88% a 93%, en torsión de 65% a 75%.

Sus tolerancias en diámetros son:

DIÁMETRO		TOLERANCIA (±)	
mm	pulg.	mm	pulg.
0.0 a 0.7	0.0 a 0.028	0.02	0.0008
0.71 a 1.8	0.029 a 0.072	0.03	0.001
1.81 a 9.5	0.073 a 0.375	0.05	0.002

Hay alambre al Cromo-Vanadio en calidad válvula, su especificación comercial es ASTM A232.

**Aleación Silicio-Manganeso.** Este alambre se utiliza como sustituto del Cromo-Vanadio pero es menos caro y no tiene las mismas propiedades mecánicas. Este alambre se usa en las barras de torsión.

**Aleación Cromo-Silicio.** Esta aleación es una de las últimas desarrolladas y se usa para resortes muy esforzados y sujetos a impactos de carga y a temperaturas hasta de 245° C. Como los resortes que se usan en los cañones antiaéreos. Su especificación comercial es ASTM A401.

**Alambres aleados con base Cobre.** El Cobre fue el primer metal trabajado y usado por el hombre. Durante muchos años metalurgistas trabajaron para encontrar un material que aleado con el Cobre produzca resistencias a la tensión mas altas. Este objetivo se ha logrado en varios grados con algunas aleaciones de Cobre usadas en resortes como el latón, bronce fosforado y Cobre-Berilio. Estos materiales combinan buenas propiedades eléctricas con excelente resistencia a la corrosión.

**Alambre de latón.** Su especificación comercial es ASTM B134. Normalmente se usa en extraduro, pero aún así tiene más baja calidad para resortes que otros alambres no ferrosos. Es el más barato de las aleaciones con base Cobre. Sus propiedades mecánicas son: límite elástico, sobre su resistencia a la tensión 75% a 80% en tensión y de 45% a 50% en torsión.

Se recomienda para buena conductividad, resistente a la corrosión, es fácil de formar y no se recomienda donde se requieren grandes esfuerzos.

**Alambre de bronce fosforado.** Se diferencia del anterior en que tiene propiedades no magnéticas y trabaja a esfuerzos más grandes. Es el más común de las aleaciones con base Cobre. Se usa mucho para resortes de interruptores, así como

en contactos donde circula la corriente. Se puede usar donde hay temperaturas hasta de 70° C., su especificación comercial es ASTM B159 aleación 510.

Sus propiedades mecánicas son: límite elástico. En tensión de 75% A 80% y en torsión de 45% a 50% sobre su resistencia a la tensión.

**Aleación Berilio-Cobre.** Es la única no ferrosa que puede ser endurecida por tratamiento térmico. Su conductividad y sus valores de esfuerzos son cerca del doble de los del bronce fosforado por lo que lo hacen un excelente material para componentes eléctricos. Su especificación es ASTM B197 aleación 172. Dentro de sus propiedades está la de tener baja histéresis por lo que se usa también en aparatos eléctricos. Se puede usar hasta temperaturas de 150° C y también a temperaturas bajo cero.

Los alambres inoxidable aleados con base de Níquel, tienen una excelente resistencia a la corrosión. Tienen una proporción de Níquel de aproximadamente 10% además de Cromo en proporción de 12% a 20%.

Un proceso adicional que llevan los resortes hechos con este alambre es el pasivado, que sirve para disolver partículas extrañas adheridas a su superficie y para restaurar la "capa protectora".

Este proceso consiste en meter los resortes en ácido nítrico al 20% diluido en agua, durante 10 minutos y después enjuagar en agua.

Hay dos grupos de clasificación en estos materiales: la serie 300 que incluye los tipos 18-8 que indica 18% de Cromo y 8% de Níquel y que para resortes son los

tipos 302, 304 y 316. Son austeníticos y su especificación comercial es ASTM A313.

El otro grupo es el martensítico serie 400. Este grupo normalmente se fabrica en forma recocida. Sus propiedades mecánicas son: límite elástico en porcentaje sobre su resistencia a la tensión, en tensión 65% a 75%, en torsión 45% a 55%.

Para enrollar estos alambres en máquinas automáticas, es necesario que tengan un recubrimiento de Plomo, Cobre o cualquier otro lubricante para prevenir que durante el enrollado se atore o se traben.

Algunas personas recomiendan que los resortes fabricados con este tipo de alambre no deben ser sometidos al proceso de bombardeo con chorro de municiones ya que partículas de metal pudieran quedar adheridas al resorte, siendo posteriormente puntos de corrosión. Pero pensando en el alargamiento a la vida de los resortes que da este proceso se puede después del bombardeo de municiones dar el pasivado.

Este alambre tiene un color blanco metálico que se parece al de la Plata, puede trabajar a altas y bajas temperaturas, tiene características no magnéticas y es muy resistente a la conducción eléctrica. Dentro de este tipo de aleaciones se encuentra el Monel y el Inconel, que se usa para resortes de instrumentos indicadores.

Los proveedores nacionales de los alambres de aceros aleados son los siguientes:

**Distrito Federal:**

Ferretería Nonoalco S.A. de C.V.  
Grupo Electrónico S.A. de C.V.  
Industrias Ferrum S.A. de C.V.  
Alambres Industrializados Géminis S.A. de C.V.  
Alambres Calibrados S.A. de C.V.  
Gimbel Mexicana S.A. de C.V.  
Caristrap de México S.A. de C.V.  
Servicios Administrativos y Comercio Exterior S.A. de C.V.  
Alambres Astro S.A. de C.V.  
Clavos y Alambre Goba S.A. de C.V.  
Proveedora Guerrero y Hermanos S.A. de C.V.  
Dicable S.A. de C.V.  
Salcedo y Martín S.A. de C.V.

**Estado de México:**

Desarrollo de Especialidades Industriales Franco S.A. de C.V.  
Aceros Frumo S.A. de C.V.  
Alambres de México S.A. de C.V.  
Aceros Fortuna S.A. de C.V.  
Tiex S.A. de C.V.  
Aceros Nacionales S.A. de C.V.

**Jalisco:**

Pérez Flores e Hijos S.A. de C.V.  
Procesadora Industrial Mexicana S.A. de C.V.

**Nuevo León:**

Alambres Técnicos S.A. de C.V.

**Puebla:**

Tubos y Aceros Especiales S.A. de C.V.

**Querétaro:**

Aceros Fortuna S.A. de C.V.

**San Luis Potosí:**

Aceros San Luis S.A de C.V.

**Sinaloa:**

Aceros Nacionales S.A. de C.V.

Finalmente el criterio que hay que tener para seleccionar el alambre adecuado es el siguiente, de acuerdo con la calidad requerida, costo y técnica de manufactura hay que tener en cuenta:

- a) Tipo y magnitud de la carga del resorte, rango de esfuerzos en que se mueve.
- b) Limitaciones de peso, espacio y expectativas de vida del resorte.
- c) Condiciones de temperatura y corrosión en que van a trabajar.
- d) Posible deformación que puede sufrir durante el ensamble.

La estrecha cooperación entre el fabricante de resortes y su cliente llevará a una mejor selección del material. La dureza o tratamiento final del resorte se deberá hacer en común de acuerdo entre el productor y el consumidor, de acuerdo con las aplicaciones en cada caso. Hay una gran variedad en formas y tamaños del material, desde redondos, aplanados, cuadrados o rectangulares; se pueden usar formas especiales para casos particulares.

En la tabla I presentada en el capítulo II, se muestran algunas propiedades físicas de materiales para resortes, la lista no cubre todos los materiales posibles para resortes pero incluye los más comúnmente usados.

La tabla siguiente muestra los calibres de alambre que se manejan comercialmente:

Calibre para alambre.	Díámetro en mm.	Díámetro en pulg.
1	7.188	0.283
2	6.660	0.2625
3	6.190	0.2437
4	5.723	0.2253
5	5.258	0.2070
6	4.877	0.1920
7	4.496	0.1770
8	4.115	0.1620
9	3.767	0.1483
10	3.429	0.1356
11	3.061	0.1205
12	2.680	0.1055
13	2.324	0.0915
14	2.032	0.0800
15	1.829	0.0720
16	1.588	0.0625
17	1.372	0.0540
18	1.207	0.0475
19	1.041	0.0410
20	0.8839	0.0348
21	0.8052	0.0317
22	0.7264	0.0280
23	0.6553	0.0258
24	0.5842	0.0230
25	0.5182	0.0204
26	0.4597	0.0181
27	0.4394	0.0173
28	0.4115	0.0162
29	0.3810	0.0150
30	0.3556	0.0140
31	0.3302	0.0132
32	0.3251	0.0128
33	0.2997	0.0118
34	0.2642	0.0104
35	0.2413	0.0095

En algunos casos se usan medios calibres.

De todos los tipos de alambre presentados, en México solo se fabrica el estirado en frío ASTM A227 y el alambre de piano ASTM A228. En este último su calidad no es muy regular, ya que no parte de la calidad de alambón adecuado. También se ha estado estirando alambre inoxidable del tipo 302 que es el de más baja calidad, pero éste sin las capas de recubrimiento lubricantes por lo que es muy difícil de aplicar en la fabricación de resortes helicoidales.

En México se fabrica mucho alambre para resortes, pero en calidad mueblera o de tapicería. También se fabrica alambre de bajo carbón para telas de alambre, mallas, etc.

Aquí tendríamos la tecnología suficiente para fabricar los otros tipos de alambre, sobre todo el templado en aceite, que junto con los estirados en frío son los de más consumo, pero las inversiones necesarias no hacen rentable el material en las condiciones que tenemos, por eso la mayoría de estos alambres hay necesidad de importarlos.

## **III.2 LOCALIZACIÓN DE PLANTA**

### ***III.2.1 APLICACIÓN DEL MÉTODO ADITIVO DE PUNTAJE***

La localización óptima de un proyecto es la que contribuye en mayor medida a que se logre la mayor tasa de rentabilidad sobre el capital. Dicha localización puede determinarse utilizando diversos métodos, en nuestro caso utilizaremos el método aditivo de puntaje, también conocido como método cualitativo por puntos, el cual considera diversos factores socioeconómicos presentes en cada lugar que pudieran influir en el desarrollo del proyecto. El método consiste en lo siguiente:

1. Desarrollar una lista de factores relevantes.
2. Desarrollar un esquema de ponderación entre los diferentes factores, asignado en forma subjetiva, el peso asignado dependerá exclusivamente del criterio del investigador.
3. Dar un puntaje para cada factor y para cada alternativa. Suponiendo que estas categorizaciones pueden convertirse en una escala numérica con intervalos.
4. Multiplicar el peso posicional por la calificación del puntaje aplicado a cada factor y sumando todos estos multiplicadores.
5. Seleccionar la ubicación que tenga el puntaje más alto ya que esa será la mejor alternativa.

Los factores considerados en el proyecto para la localización de la planta son los siguientes:

1. **Localización de los competidores.** Se refiere a la cercanía que pudieran tener los principales competidores con la planta, ya que al aumentar la oferta en un determinado lugar varían, en consecuencia, algunas condiciones del mercado.
2. **Localización de la demanda.** Este es uno de los factores más importantes, lo hemos considerado como la cercanía de nuestros clientes potenciales con la planta, así, este factor supone la rapidez con que podemos servir a los clientes, entregándoles mercancía o prestándoles algún servicio.
3. **Integración con otras compañías.** Es la posibilidad que tenga la planta de integrar el trabajo con compañías ubicadas en la misma área.
4. **Disponibilidad de materias primas.** Se refiere a la posibilidad de que podamos requerir algún servicio sobre las materias primas, que podamos cambiar de

suministradores o usar más de un suministrador, asimismo supone la rapidez con que podremos disponer de la materia prima; considerando: la ubicación de la fuente de materia prima, disponibilidad, precio y calidad, condiciones de venta y tarifas de transporte.

5. **Disponibilidad de mano de obra.** Este factor se refiere a la presencia o ausencia de mano de obra disponible, tomando en cuenta el costo, tipo de preparación, nivel educativo y patrón de ausentismo.

6. **Factores Institucionales.** Son los relacionados con los planes y las estrategias de desarrollo y descentralización industrial. De acuerdo a estas estrategias, el Gobierno Federal establece tres zonas geográficas para la descentralización industrial y el otorgamiento de estímulos, las cuales son:

- Zona I. De máxima prioridad nacional.
- Zona II. De máxima prioridad estatal.
- Zona III. De ordenamiento y regulación, que se clasifica en Zona III-A, área de crecimiento controlado y Zona III-B, área de consolidación.

El cuadro III. I muestra los parques industriales existentes por estado.

Los estímulos fiscales, apoyos crediticios, obras de infraestructura y de equipamiento urbano y demás incentivos que provea el Ejecutivo Federal para promover y consolidar las ciudades de tamaño medio definidas como centros motrices del desarrollo industrial, se canalizarán en forma preferente al fomento industrial en los municipios de la Zona I y, por lo que hace a la Zona II, se aplicarán en una proporción menor respecto a los otorgados en la Zona I. No se otorgarán estímulos fiscales, apoyos crediticios preferenciales o cualquier otro estímulo a la

inversión en las actividades industriales en la Zona III-A, por lo que se refiere a la Zona III-B los estímulos fiscales serán otorgados de acuerdo los convenios establecidos entre el Gobierno Federal y los gobiernos de las Entidades Federativas.

ESTADO	PARQUES INDUSTRIALES								TOTAL ESTATAL	
	ZONA I		ZONA II		ZONA IIIA		ZONA IIIB		RP	%
Aguascalientes	1	1.3	0	0.0	0	0.0	1	1.3	2	2.6
Baja California	15	19.2	2	2.6	0	0.0	0	0.0	17	21.8
Baja California Sur	2	2.6	1	1.3	0	0.0	0	0.0	3	3.8
Campeche	1	1.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	1.3
Coahuila	1	1.3	0	0.0	0	0.0	1	1.3	2	2.6
Colima	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Chiapas	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Chihuahua	7	9.0	3	3.8	0	0.0	0	0.0	10	12.8
Distrito Federal	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Durango	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Guanajuato	3	3.8	0	0.0	0	0.0	0	0.0	3	3.8
Guerrero	1	1.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	1.3
Hidalgo	0	0.0	0	0.0	3	3.8	0	0.0	3	3.8
Jalisco	0	0.0	0	0.0	1	1.3	0	0.0	1	1.3
México	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Michoacán	2	2.6	2	2.6	0	0.0	0	0.0	4	5.1
Morelos	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Nayarit	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Nuevo León	1	1.3	0	0.0	3	3.8	0	0.0	4	5.1
Oaxaca	2	2.6	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2	2.6
Puebla	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Querétaro	3	3.8	0	0.0	0	0.0	0	0.0	3	3.8
Quintana Roo	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
San Luis Potosí	2	2.6	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2	2.6
Sinaloa	0	0.0	2	2.6	0	0.0	0	0.0	2	2.6
Sonora	4	5.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	4	5.1
Tabasco	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Tamaulipas	3	3.8	1	1.3	0	0.0	0	0.0	4	5.1
Tlaxcala	0	0.0	1	1.3	3	3.8	0	0.0	4	5.1
Veracruz	1	1.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	1.3
Yucatán	2	2.6	0	0.0	0	0.0	1	1.3	3	3.8
Zacatecas	2	2.6	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2	2.6
<b>TOTAL NACIONAL</b>	<b>53</b>	<b>67.9</b>	<b>12</b>	<b>15.4</b>	<b>10</b>	<b>12.8</b>	<b>3</b>	<b>3.8</b>	<b>78</b>	<b>100.0</b>

FUENTE: SECOFI

Cuadro III.1. Parques y Zonas Industriales por Estado y Zona Geográfica

7. **Disponibilidad de servicios y transporte.** Se refiere a la existencia y abastecimiento de los servicios necesarios para el funcionamiento de la planta, tales como: agua, energía, combustible, pavimento y drenaje; en cuanto al transporte se deben considerar los tipos: aéreo, ferroviario, marítimo y terrestre, así como el costo y disponibilidad.

8. **Clima.** Considera si la zona es saludable y agradable para vivir, del mismo modo si las condiciones son benignas para el proceso.

9. **Aspectos laborales.** Este factor toma en cuenta las relaciones entre las empresas y los trabajadores, el nivel de sindicalismo en la localidad y su relación con las empresas.

10. **Factores de la comunidad.** Son los relacionados con la adaptación del proyecto al ambiente y la comunidad. Específicamente, se refieren al nivel general de los servicios sociales con que cuenta la comunidad, tales como escuelas (y su nivel), hospitales, iglesias, centros recreativos, facilidades culturales, teléfono, fax, bancos y otros.

11. **Eliminación de desperdicios.** Se refiere a la posibilidad de eliminar o reciclar los materiales desechados durante el proceso.

12. **Disponibilidad y costo de terreno.** Involucra la existencia de terreno disponible en las zonas geográficas establecidas por el gobierno, así como el costo determinado para cada zona.

El puntaje dado para cada factor se hizo de la manera siguiente:

- Excelente: 10; significa que la localidad dispone de magníficos factores
- Muy bien: 8; significa que la localidad cuenta con lo adecuado para poder trabajar
- Bien: 6; la localidad cuenta con lo indispensable para poder trabajar
- Regular: 4; la localidad presenta serias deficiencias del factor en cuestión
- Pobre: 2; la localidad carece del factor en cuestión

En la tabla siguiente se muestran los datos y cálculos generados para la localización de la planta por medio del método aditivo de puntaje.

FACTORES	Peso	Aguascalientes		Guanajuato		Michoacán		Nuevo León		Querétaro		San Luis Potosí		Zacatecas	
		Calif.	Calif. Pond.	Calif.	Calif. Pond.	Calif.	Calif. Pond.	Calif.	Calif. Pond.	Calif.	Calif. Pond.	Calif.	Calif. Pond.	Calif.	Calif. Pond.
Localización de los competidores	8%	10	80	8	64	8	64	4	32	8	64	6	48	10	80
Localización de la demanda	15%	8	120	6	90	10	150	10	150	10	150	6	90	4	60
Integración con otras compañías	5%	6	30	10	50	8	40	6	30	8	40	8	40	6	30
Disponibilidad de materias primas	11%	6	66	8	88	10	110	8	88	10	110	8	88	6	66
Disponibilidad de mano de obra	8%	6	48	10	80	10	80	6	48	8	64	8	64	8	64
Factores Institucionales	10%	6	60	10	100	8	80	6	60	10	100	8	80	8	80
Disponibilidad de servicios y transportes	10%	8	80	10	100	10	100	8	80	10	100	10	100	10	100
Clima	5%	4	20	6	30	8	40	2	10	8	40	10	50	4	20
Aspectos laborales	8%	8	64	8	64	8	64	8	64	8	64	8	64	8	64
Factores de la comunidad	5%	8	40	10	50	10	50	10	50	10	50	8	40	8	40
Eliminación de desperdicios	5%	8	40	8	40	8	40	8	40	8	40	8	40	8	40
Disponibilidad y costo de terreno	10%	8	80	10	100	10	100	10	100	10	100	8	80	8	80
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>		<b>728</b>		<b>856</b>		<b>918</b>		<b>752</b>		<b>922</b>		<b>784</b>		<b>724</b>

Tabla de factores ponderados para el método aditivo de puntaje

Como se observa en la tabla, las mejores alternativas para la ubicación de la planta son los Estados de Michoacán y Querétaro, siendo éste último la localización óptima. En la figura III.1 se presenta la macrolocalización de la planta.



**Figura III.1.** Macrolocalización de la planta

### **III.2.2 MICROLOCALIZACIÓN DE PLANTA**

Querétaro se encuentra ubicado en la región central del territorio mexicano limita al norte y noreste con el estado de San Luis Potosí; al este con el de Hidalgo; al sureste con el de México; al sur con el de Michoacán y al oeste con el de Guanajuato, lo atraviesa la sierra Gorda; su clima es seco con predominio de vegetación xerófila; produce maíz, trigo, forrajes, frijoles, frutales, caña de azúcar; en general, el relieve determina dos amplios valles: el de Querétaro, que pertenece al bajo, y el de San Juan del Río, ambos a 1800 m. de altitud. Al sur se encuentran las industrias que por la planeación del gobierno para establecer las fábricas fuera del Distrito Federal se han ubicado allí. Se extraen piedras preciosas tales como ágatas, ópalos, amatistas y topacios. Sus fábricas de tejidos de algodón están entre las más

importantes de México, y nuevas industrias, alentadas por el gobierno, han aumentado su población cinco veces en los últimos 20 años, siendo actualmente de 1'044,227 habitantes en un territorio de 11,769 Km<sup>2</sup>.

Querétaro cuenta con los siguientes parques industriales:

1. **Ciudad Industrial Benito Juárez.** Municipio de Querétaro, Qro. Km. 9 carretera Constitución-Querétaro-San Luis Potosí. Número de registro: 008/95-22-1

2. **Fideicomiso Parque Industrial San Juan del Río Querétaro.** Municipio de San Juan del Río, Qro. Km. 156 al 200 de la autopista México-Querétaro. Número de registro: 063/95-22-1

3. **Parque Industrial Bernardo Quintana.** Municipio de El Marqués, Qro. Km. 196 carretera México-Querétaro. Número de registro: 22/97-001-1

A continuación se presentan una serie de cuadros con las características generales de los parques mencionados:

Cd.I. Benito Juárez	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
P.I. San Juan del Río	*	*		*	*		*	*		*	*
P.I. Bernardo Quintana	*	*		*	*		*	*			

FUENTE: SECOFI

**Cuadro III.2.** Servicios e infraestructura de parques industriales.

ESTA VEZ NO QUIERE  
SALIR DE LA RESERVA

SUPERFICIE Y COSTOS, SEPTIEMBRE 1985								
Parque Industrial	Total Has.	Urb. Has.	Ven- dida Has.	Disponible para la venta Has.	En breña Has.	En breña para la venta Has.	Costo m <sup>2</sup> de terreno urb.	Costo m <sup>2</sup> de construc.
Cd.I. Benito Juárez	344.0	344.0	344.0	0.0	0.0	0.0	80.0	460.0
P.I. San Juan del Río	102.0	69.6	16.2	53.4	32.4	32.4	60.0	450.0
P.I. Bernardo Quintana	333.5	139.4	45.8	38.7	194.0	194.0	85.0	400.0

FUENTE: SECOFI

Cuadro III.3. Superficie y costos de parques industriales.

EMPRESAS Y EMPLEO EN PARQUES INDUSTRIALES		
Parque Industrial	Número de Empresas	Empleados
Cd.I. Benito Juárez	118	14,046
P.I. San Juan del Río	29	3,674
P.I. Bernardo Quintana	18	2,375

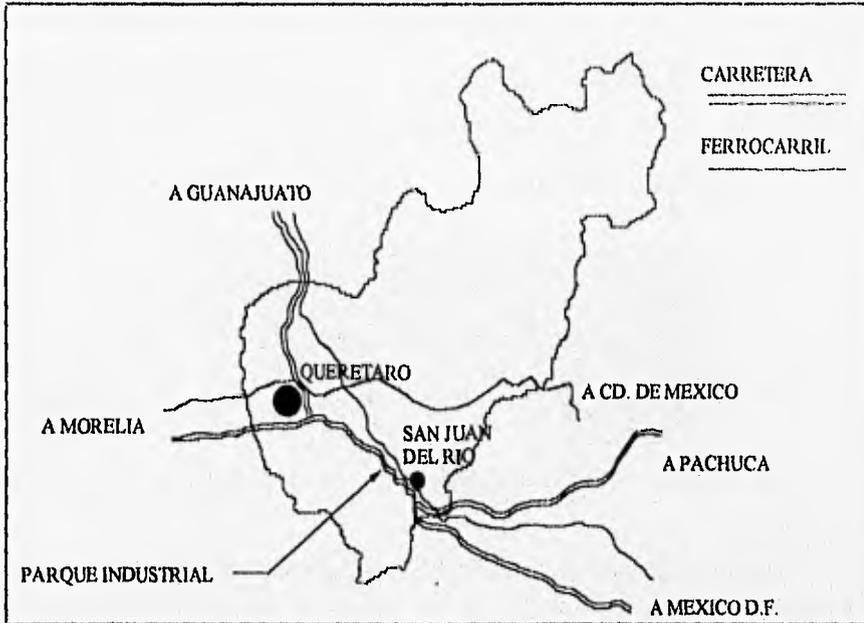
FUENTE: SECOFI

Cuadro III.4. Empresas y empleo en parques industriales.

Por lo que toca a los incentivos fiscales por descentralización, desde 1982 el gobierno federal no otorga ninguna clase de incentivos a los parques, sin embargo, a nivel estatal, el nivel del incentivo queda determinado por la naturaleza (es decir, la prioridad) de la actividad industrial y su ubicación. Los estímulos son considerables cuando hay una combinación óptima de ambos elementos.

Por su ubicación y sus características favorables para nuestro proyecto, se decidió ubicar la planta en el parque industrial San Juan del Río.

A continuación se presenta la microlocalización de la planta:



**Figura III.2.** Microlocalización de la planta.

### **III.3 PROCESO DE FABRICACIÓN**

#### **III.3.1 INTRODUCCIÓN**

La industria manufacturera de resortes es reducida a nivel mundial si se compara con la industria del automóvil o con la de maquinaria y herramientas, sin embargo esta industria es una de las más importantes productoras de partes que son vitales para la mayoría de los productos o equipos hechos. En México, como vimos en el estudio de mercado, existen sólo algunas fábricas de resortes de precisión.

Antes de la primera guerra mundial los fabricantes de maquinaria hacían sus propios resortes, pero vieron que el diseño y la manufactura se les dificultaba, les llevaba mucho tiempo y era muy cara. Las máquinas automáticas de enrollar resortes eran prácticamente desconocidas, pero rápidamente en 1920 plantas manufactureras de resortes fueron establecidas y los manufactureros anteriores poco a poco fueron dejando este campo a los expertos; sin embargo algunos pocos siguieron fabricando económicamente.

### ***III.3.2 MANUFACTURA***

Algunos de los diseños más simples de resortes de compresión, tensión o torsión pueden hacerse únicamente con la operación de enrollado, pero esto es poco usual ya que la mayoría de los diseños requieren de varias operaciones. La secuencia de operaciones para resortes de compresión es la siguiente:

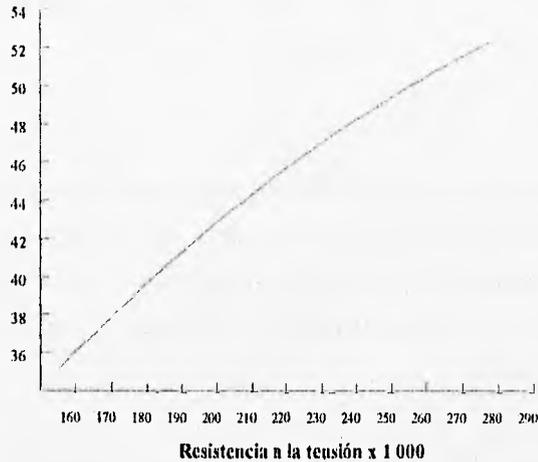
1. Checar la calidad del alambre
2. Enrollar
3. Tratamiento térmico para relevar los esfuerzos residuales causados por la operación de enrollado
4. Comprimir para remover el esfuerzo permanente
5. Esmerilar los extremos de los resortes hasta obtener la desviación requerida
6. Checar la carga, deflexión y altura sólida
7. Rociar con municiones para incrementar la vida
8. Depósito electrolítico para aumentar la resistencia a la corrosión
9. Inspección final de control de calidad y apariencia
10. Cuenta empaque y despacho

Además de las operaciones expuestas es necesario incluir algunas otras, como relevado de esfuerzos después del chorro de municiones, chafán en los extremos de los resortes, tratamiento térmico para quitar los embriones de hidrógeno después del acabado, pruebas de magnaflux para fallas, coloreado para identificación, pruebas de inspección de 100% en dimensiones y cargas y pruebas de fatiga para asegurar la vida del resorte. Resortes de tensión y torsión requieren operaciones adicionales incluyendo ojillos, dobleces, ensamblado con ganchos especiales y especificaciones de formado.

Cuando se recibe el alambre hay que hacer las siguientes pruebas de calidad:

**Prueba Metalográfica.** Se corta un pedazo de alambre, se monta en un soporte de acrílico y se pule, después se hace el análisis en un microscopio. Esta prueba se le puede confiar al proveedor y se le pide que mande fotografías amplificadas del tramo de alambre analizado.

**Prueba de Resistencia a la Tensión.** Para esta prueba hay máquinas especiales, pero estas máquinas son costosas por lo que esta prueba se puede sustituir, aunque no con la misma precisión, chequeando el alambre en su dureza y después se busca la relación entre la dureza y la resistencia a la tensión, a continuación se muestra una gráfica simplificada de esta relación.

**Dureza Rockwell C**

Para checar la dureza del alambre, se dobla en U y se esmerila con una piedra de grano muy fino, cada pasada hay que enfriar para que no se eleve la temperatura, luego se checa la dureza en la escala C. Esto sólo se puede hacer en alambres con un diámetro mayor a 0.062".

**Prueba de Arrollado.** Sirve para checar la uniformidad y propiedades mecánicas. Esta prueba consiste en enrollar el alambre sobre sí mismo o sobre un diámetro hasta 3.5 veces mayor dependiendo del calibre y tipo de alambre. Este tramo se debe enrollar pegado y suficientemente largo, después se estira unas tres veces el largo del original, el alambre debe mostrar un paso uniforme y no debe presentar fracturas o rajadas.

**Prueba para checar el retorcido del alambre.** Para esto se pone una parte del rollo del alambre sobre un lugar plano. El alambre debe permanecer plano sobre sí mismo y no debe resortear hacia arriba.

**Prueba para checar la superficie del alambre.** Ya que ésta debe venir lisa, libre de herrumbre, de marcas de los dados de estirado y raspaduras.

### **III.3.2.1 ENROLLADO**

El primer proceso de fabricación después de haber checado el alambre es el enrollado de los resortes. Este es diferente si se trata de resortes de compresión o si se trata de resortes de torsión, ya que los resortes de tensión se pueden hacer en cualquiera de los dos tipos de máquinas dependiendo de sus extremos: si son de anillo o gancho.

Para los resortes de compresión antes de 1915 existían compañías que se dedicaban al negocio de los resortes y éstas enrollaban prácticamente todos sus resortes en tornos. Todavía actualmente el enrollado se hace en torno cuando la cantidad es pequeña y el calibre del alambre mayor de 3mm (.121").

Los tornos usados actualmente están arreglados para que enrolen a bajas revoluciones y que la flecha de su carro esté reforzada en los dientes espaciados para grandes pasos. Series de resortes que empiecen con espiras cerradas luego un paso apropiado y acaben con espiras cerradas y así sucesivamente se pueden enrollar en grandes longitudes y después cortar ya sea con prensas de pie o con discos abrasivos.

**Enrollado manual.** Hay máquinas que se operan a mano y que fabrican resortes con buena precisión.

**Enrollado automático.** La primera patente de una máquina automática para el enrollado de resortes fue hecha en 1908, y no fue sino diez años después, en 1918, que la primera máquina universal de enrollado como las que existen ahora, fue patentada. El siguiente avance significativo ocurrió en 1939 con la introducción del dispositivo de torsión, ya que con éste se pueden producir resortes de torsión con brazos en ambos extremos. De esa época a la fecha se han introducido mejoras como: enrolladoras de doble acción, enrolladoras de control numérico, enrolladoras programables, multitud de chequeadores de resortes, etc. Hay dos formas de enrollar el alambre, el sistema europeo a base de dos dedos enrolladores y el sistema americano, a base de un solo dedo. El sistema americano es más fácil para cambiar de ajuste y en general las máquinas son más rápidas, pero en México conviene más el sistema europeo ya que es mucho más versátil; como aquí los tirajes son más reducidos no es necesario tener tanta inversión en maquinaria, ya que una misma máquina puede fabricar resortes de diferentes diámetros y con una gama más grande de calibres de alambre.

En el ajuste de una máquina de este tipo intervienen 4 variables, que se ajustan por medio de levas, estas cuatro variables son: cantidad de alambre a enrollar, paso del resorte, corte y conicidad. Hay levas estándares que se ajustan por juegos de dos piezas y moviéndolas empíricamente se va ajustando el resorte. Pero para resortes especiales hay que tener levas especiales, que se hacen a base de prueba y error, las cuales se van formando de acuerdo lo requiera el resorte, estas levas sirven únicamente para ese resorte. La velocidad de enrollado depende de la precisión del resorte. Las levas de la conicidad se usan también en algunos resortes rectos para que sus extremos no queden muy anchos. Hay máquinas especializadas para un tipo determinado de resortes, esto es un resorte de tensión se puede hacer con todo y ganchos en una máquina de éstas. Pero éstas máquinas siempre están ajustadas para el mismo resorte, por lo que en México no tienen uso.

De entre las máquinas de enrollado de resortes de compresión hay dos tipos:

**Alimentando a base de clutch.** Tiene la ventaja que puede hacer resortes más grandes. La velocidad de éstas máquinas esta determinada por la cantidad de alambre a alimentar y no se usa para resortes pequeños ya que una operación rápida hace que el clutch se patine y provoca falta de precisión en los largos de alambre y esto aumenta o disminuye las vueltas del resorte.

**Alimentado a base de segmento.** El nombre de éstas máquinas proviene del largo segmento que oscila y mueve los engranes y los rodillos que alimentan el alambre. La distancia que se mueve el segmento es ajustable y esto hace que la cantidad de alambre que alimenta sea muy precisa. Este tipo de máquina es la más utilizada dentro de la industria y se usa para alimentaciones pequeñas. Es rápida y precisa en el número de vueltas. Los errores causados por las variaciones del alambre se vuelven acumulativos en resortes que tienen muchas espiras cerradas y provocan variantes en la longitud, por esto en la actualidad ya hay dispositivos electrónicos que por medio de un palpador detectan la longitud de un resorte y corrigen automáticamente el ajuste si este va cambiando por la dureza del alambre.

Hay máquinas de doble acción y son máquinas de segmento que enrollan cuando el segmento va hacia adelante y hacia atrás, este tipo de máquinas aumentan al doble la producción.

Para cambiar la dirección de enrollado de un resorte, hay que cambiar la posición de los dedos y cambiar las levas que anteriormente eran de corte ahora serán el paso y viceversa, por eso siempre que se pueda hay que dejar opcional la dirección de enrollado, ya que facilita el ajuste del resorte.

---

En México para cubrir la demanda de resortes de acuerdo al diámetro del alambre usaríamos tres tanaños de máquinas, la primera cubriría de .008" a .040", la siguiente de .030" a .120" y la última de .120" a .250".

En la actualidad hay máquinas que combinan las posibilidades de la más moderna electrónica y las técnicas electrohidráulicas de accionamiento para fabricar en forma precisa resortes, no necesitándose levas de mando para diámetro exterior o para el paso. Su accionamiento es sencillo, las variables del resorte se alimentan por medio de un teclado y el computador de la máquina hace el ajuste. Estas máquinas todavía son de un alto costo.

Para la fabricación automática de los resortes de torsión con todas las variables de longitud de los extremos con o sin tensión inicial se utiliza la técnica de enrollado en un mandril, calculando empíricamente el diámetro para el deseado diámetro interior del resorte. Para enrollar estos resortes el alambre se esfuerza más allá del límite elástico del material quedando curvados permanentemente al diámetro deseado de la espira, para llevar a cabo esto, el alambre es enrollado a un diámetro menor que el requerido en el resorte terminado y éste se desenrolla cuando se retira del árbol de enrollado.

Si queremos piezas terminadas de calidad, esta calidad hay que vigilarla desde el enrollado, por esto el ajustador de la máquina tiene que ser inspector de la calidad que esta produciendo, para esto debemos proporcionarle los dispositivos de medición necesarios para que, conforme se va enrollando el resorte él vaya chequeando el diámetro exterior, longitud, número de espiras, paralelismo, el chequeo de los resortes en este punto del proceso debe ser continuo.

Para algún tipo de resortes podríamos considerar como parte de este proceso el empaque, ya que si no se hacen en el momento en que están saliendo los resortes éstos se enredan. Este tipo de empaque se hace en cartones con pegamento o con separadores en las cajas.

Como se observa, el ajuste de una máquina puede ser lento y complicado por lo que la fabricación de muestras se hace en máquinas manuales. Estas máquinas se usan indistintamente para resortes de compresión, tensión y torsión y para lotes de 1 a 500 piezas. Este tipo de máquinas son muy fáciles de operar, por lo que hasta un operador inexperto puede hacer resortes con paso exacto y extremos cerrados, el ajuste es rápido ya que se puede hacer hasta en menos de 5 minutos.

Estas máquinas se fabrican en dos tamaños: una para alambres que van de .004" a .063" (1 a 1.6 mm) en su diámetro y otra para alambres que van desde .041" a .156" (1 a 4 mm). Estas funcionan como tornos en donde se enrolla el resorte en un mandril y el paso se le da manualmente.

Los operarios de las máquinas de enrollado son obreros calificados y su percepción se recomienda que sea formada por una parte fija y una pequeña parte por compensación, esto es para buscar mayor productividad pero sin afectar la calidad de los productos.

Los resortes después de enrollados normalmente se ponen en recipientes cerrados y así se almacenan hasta que pasan al siguiente paso del proceso, que en la mayoría de los casos es el relevado de esfuerzos.

### III.3.2.2 RELEVADO DE ESFUERZOS

Este proceso es necesario para eliminar los esfuerzos provocados por el doblado del alambre al enrollar el resorte. Este es un proceso térmico que se da a relativas bajas temperaturas y luego se enfría al aire. Con esta operación todos los resortes hechos de alambre estirado en frío aumentan de 2 a 3 puntos en la escala C de Rockwell, este fenómeno llamado endurecimiento secundario es benéfico porque aumenta la resistencia a la tensión y el límite elástico de los resortes. La forma en que actúa el tratamiento térmico en las piezas es reorientando las fibras del alambre que sufrieron cambios durante el proceso anterior, o sea el enrollado. La temperatura y el tiempo que debe permanecer el resorte en este proceso dependen del tipo de alambre y del calibre del mismo.

Los resortes hechos con alambre de piano se deben tratar térmicamente de acuerdo a la siguiente tabla:

DIÁMETRO		MINUTOS	
mm	pulg	servicio general	servicio severo
0.0 a 0.38	0.0 a 0.015	10 a 15	15 a 20
0.39 a 1.27	0.016 a 0.500	15 a 20	20 a 30
1.28 a 3.00	0.051 a 0.120	20 a 25	30 a 40
arriba de 3	arriba de 0.120	25 a 30	40 a 50

y la temperatura será para servicio general de 200°C a 215°C y para servicio severo de 230°C a 260°C.

Para resortes hechos con alambre estirado en frío, el tiempo es el siguiente:

DIÁMETRO		MINUTOS	
mm	pulg	servicio general	servicio severo
0.0 a 1.27	0.0 a 0.050	15 a 20	20 a 30
1.28 a 3.05	0.051 a 0.120	20 a 25	30 a 40
3.06 a 9.53	0.121 a 0.375	25 a 30	40 a 50

y la temperatura debe ser para servicio general de 215°C a 230°C y para servicio severo de 230°C a 260°C.

Para los resortes hechos con alambre templado en aceite se usa el mismo tiempo que para los de alambre estirado en frío y la temperatura es para servicio general de 215°C a 240°C y para servicio severo de 260°C a 290°C.

Para resortes fabricados con alambre al Cromo-Vanadio los tiempos de tratamiento son:

DIÁMETRO		MINUTOS	
mm	pulg	servicio general	servicio severo
0.0 a 1.25	0.0 a 0.050	15 a 20	20 a 30
1.26 a 3.0	0.051 a 0.120	20 a 25	30 a 40
3.01 a 9.5	0.121 a 0.375	25 a 30	40 a 50

y la temperatura a la que deben ser sometidos es: para servicio general de 240°C a 260°C y para servicio severo de 290°C a 315°C.

El alambre al Cromo-Silicio lleva el mismo tiempo de relevado que el Cromo-Vanadio solo que a temperaturas mayores ya que para servicio general la temperatura es de 260°C a 290°C y para servicio severo de 315°C a 340°C.

---

El relevado de esfuerzos para el alambre de latón se debe de hacer a una temperatura de 160°C a 190°C con un tiempo de 30 a 60 minutos, estas mismas condiciones son recomendadas para el alambre de bronce fosforado.

Todos los resortes durante este tratamiento tienden a enrollarse un poco por lo que aumenta ligeramente el número de vueltas y la longitud. Esto hay que tenerlo en cuenta al diseñar un resorte, sobre todo en resortes de tensión y torsión en que la posición de los extremos es importante.

Un resorte que se comprime sin normalizado, tiene mayores deformaciones que un resorte igual pero normalizado.

Para este tipo de tratamientos se usan dos tipos de hornos, unos continuos y otros estacionarios. En México el que se recomienda es el estacionario ya que son menos costosos, aunque llevan mayor manejo de material, como los volúmenes son reducidos, este es el más adecuado. Estos hornos son de atmósfera circulante y se eleva la temperatura hasta lo especificado, después se deja el tiempo necesario y por último se sacan y se dejan enfriar al aire. Estos hornos son calentados por gas y tienen un control de temperaturas muy exacto ya que si la temperatura queda baja para el material esto hace que se deforme al trabajar por relevados de esfuerzos residuales incompletos, y una temperatura más elevada redundaría en un reblandecimiento del material que tiene por efecto una deformación o pérdida de fuerza del resorte.

La forma de meter al horno los resortes es en canastillas metálicas y en cantidad suficiente, de tal modo que circule aire entre ellos y la temperatura sea uniforme, ya que cuando se mete una gran cantidad de piezas, puede haber diferencias de grados entre los que están en el centro y los que están afuera.

En resortes de tensión hay que tener un mayor cuidado ya que si se pasa la temperatura o el tiempo redonda en una pérdida de la tensión inicial en el resorte.

### **III.3.2.3 COMPRESIÓN**

El límite elástico del material gobierna la cantidad de carga perdida. Mucho de esto se puede prever pretrabajando el resorte más allá del límite elástico. Para quitar la deformación permanente en resortes de compresión y que cumplan con los requerimientos o especificaciones llamados "no deformación permanente" hay necesidad de comprimir los resortes hasta su altura sólida una o más veces, usualmente después del relevado de esfuerzos.

Los resortes que llevan esta operación, se tienen que enrollar un poco más largos, para que después de comprimir queden a la altura deseada. La precompresión beneficia los esfuerzos en el resorte e incrementa su vida a la fatiga y el límite de resistencia.

Hay muchos métodos para comprimir los resortes, estos dependen del tamaño del resorte, de la fuerza requerida para comprimirlo y de la cantidad de piezas a trabajar. Resortes pequeños o en muy pequeñas cantidades se comprimen a mano. Para comprimir resortes pequeños pero en grandes cantidades se usan prensas de pie o pequeños cilindros neumáticos. Cuando los resortes son más fuertes se usan prensas de rodilla con un transportador, que según se requiera puede pasar hasta tres veces un mismo resorte. También se usan prensas con disco giratorio el cual se alimenta automáticamente. Para comprimir resortes muy grandes se usan prensas hidráulicas, los resortes largos deben llevar un alma de acero al comprimirse ya que si no se les pone, se doblan.

En México lo más aconsejable es usar cilindros neumáticos ya que el 90% de los resortes que se fabrican se pueden comprimir con este sistema.

El asiento del resorte a la hora de comprimir debe tener la forma del resorte para que éste no se maltrate. Después de esta operación se checa la longitud del resorte. Esta operación se hace únicamente a los resortes de compresión.

Hay veces que cuando el resorte trabaja muy esforzado, recomiendan que la compresión se haga en caliente.

En algunas aplicaciones, es posible precomprimir el resorte durante la operación de ensamble.

#### **III.3.2.4 ESMERILADO**

Esta parte del proceso se tratará de la siguiente forma: generalidades, repasado de muelas, esmerilado sin descenso automático, esmerilado con descenso automático, indicaciones básicas para el esmerilado, elección de las muelas, generalidades sobre las muelas, esmerilado de resortes de alambre grueso o gran diámetro y esmerilado de resortes largos.

**Generalidades.** Para obtener un buen asiento de los resortes de compresión sean de la forma o tamaño que fuesen, se procede generalmente al esmerilado de sus extremos. También el esmerilado sirve para reducir el alabeo o deformado y distribuyan más uniformemente la carga contra la parte que los soporta.

El esmerilado es una operación lenta y cara si la comparamos con cualquiera de las otras operaciones del proceso, por eso debemos de tratar de evitarla cuando

sea posible, sobre todo en resortes pequeños con calibres de alambre abajo de .8 mm. y cuando el índice del resorte es 13 o más.

La operación consiste en que un plato revolver hace pasar a los resortes entre dos muelas cuya separación en esmerilado de acabado corresponde a la longitud esmerilada de los resortes. Estos se montan en los agujeros que para ellos se hacen en el plato revolver o en tubos fijos al plato revolver si así lo necesita la longitud del resorte, el plato gira hasta llegar a un dispositivo que está ligado a la muela y que comprime un poco el resorte y lo deposita en las muelas de esmerilado, otro dispositivo similar hay para la salida del resorte de las muelas, con estos dispositivos no se permite que se despostillen las muelas ni que los resortes salgan defectuosos. Hay una regla general que considerar en estos dispositivos y es que el de entrada debe estar ligeramente más bajo que el borde de la muela y el de salida ligeramente por encima. Es necesario ajustar con cuidado los dispositivos de compresión, para evitar que los resortes choquen lateralmente contra las muelas y se dañen.

La elección de la piedra, el sistema de esmerilado y la duración de la operación, vienen condicionados a la calidad que se quiere obtener, así como a las tolerancias de esmerilado del resorte.

Hay dos formas básicas para esmerilar los resortes: una es con avance automático de la muela superior disminuyendo la separación entre las muelas. Este procedimiento aumenta la productividad de la máquina, así como la calidad del esmerilado. La poca exigencia a las muelas por la entrada de los resortes durante el esmerilado, en relación al procedimiento de esmerilado sin avance automático permite la elección de muelas más blandas y de grano fino que tienen un gran poder de corte.

De la sincronización de la velocidad de avance de la muela con la potencia absorbida por el motor se desprenden las siguientes ventajas:

1. La máquina trabaja siempre aprovechando al límite la potencia disponible.
2. El motor de esmerilado nunca está sobrecargado.
3. Se pueden esmerilar resortes de alambre más grueso.

La otra forma de esmerilar es teniendo fijas las dos piedras. Se hacen pasar los resortes por medio del plato revolver una sola vez con una velocidad de rotación constante. Es muy importante que los agujeros de los platos revolver sean perpendiculares a la superficie de la muela. Según el resultado de la longitud de los resortes que se van esmerilando se va ajustando la muela superior.

Las muelas se eligen de acuerdo con el resorte a esmerilar y la calidad deseada. Como regla general: esmerilando sin avance automático y velocidad lenta del plato revolver, utilícense muelas duras, pues los resortes efectúan un gran esfuerzo sobre los bordes de la muela, ya que en una sola pasada debe tener lugar un arranque máximo de metal.

Esmerilando con avance automático de las muelas y para gran velocidad del plato revolver, se aconseja muelas más blandas, pues los esfuerzos de los resortes sobre los bordes de las muelas no son grandes y solo se esmerila lentamente, con un gran número de pasadas entre las muelas.

Para la selección de las muelas y las especificaciones de las mismas o sea el tipo y tamaño de los granos abrasivos, el grado correcto, la estructura, la cara de la muela y la liga de la misma, se recomienda acudir al fabricante, ya que los diversos fabricantes tienen diferentes especificaciones.

Es necesario rectificar las muelas nuevas, así como las que a causa del esmerilado no están bien. En los siguientes casos hay que repasar las muelas:

1. Cuando hay que ajustar cada vez más a menudo las muelas para mantener la longitud correcta de los resortes.
2. Cuando la superficie esmerilada presenta rebabas.
3. Cuando las superficies esmeriladas no son perpendiculares al eje del resorte.
4. Cuando la potencia absorbida por la máquina aumenta sin haber cambiado las condiciones de esmerilado.
5. Cuando las muelas se calientan demasiado.

Ensayos prácticos han demostrado que se obtienen excelentes resultados repasando las muelas cada 10 o 20 minutos según la precisión de los resortes. El rectificado frecuente no provoca un mayor desgaste de las muelas, por el contrario, las muelas que se repasan muy poco pueden alabearse y tener agujeros.

Normalmente el proceso de esmerilado se hace en seco, pero hay algunas máquinas que lo hacen en húmedo, hacerlo así tiene algunas ventajas, pero en el caso de los resortes provoca puntos de oxidación por lo que hay necesidad de secar los resortes inmediatamente después del proceso y esto encarece la operación.

Hay algunas influencias externas que afectan el proceso de esmerilado y no permiten obtener superficies de apoyo planas, ni paralelas entre sí, ni tampoco perpendicularidad al eje del resorte: si los puntos extremos de las espiras útiles no tienen una posición relativa bien determinada la presión del resorte sobre la espira final no es regular y en zonas de fuerte presión no se esmerila.

Para ejecutar un esmerilado perpendicular al muelle es importante vigilar la posición correcta de las puntas de las espiras útiles. Por esta razón, el esmerilado de resortes de paso progresivo presentan algunos problemas que requieren soluciones de compromiso, ya sea no fijar tolerancias de perpendicularidad inferiores de  $1.5^\circ$  o bien, elegir una tolerancia correspondiente a una carga más grande.

Otra condición es mantener constante la longitud libre. Las diferencias en el alambre dan tolerancias en el arrollamiento que modifican el resultado del esmerilado. Así o se trabaja con resortes de la misma longitud, o se clasifican los resortes del mismo largo y se esmerilan independientemente.

También las diferencias en diámetro repercuten en variaciones en la perpendicularidad, como consecuencia de un juego más o menos grande en los bujes del plato revolver.

Los resortes que no tienen un número entero de espiras, por ejemplo 4.5 espiras, nunca serán perfectamente perpendiculares, aunque sean pasados varias veces entre las muelas.

Todo lo anterior demuestra que para conseguir un esmerilado preciso, es necesario trabajar con resortes bien enrollados y también que los orificios del plato revolver sean de un tamaño adecuado para que pueda introducirse el resorte con facilidad y que esté bien apoyado.

En máquinas de esmerilado existen variantes, ya que en algunas el plato alimentador es vertical, hay otras máquinas que tienen doble juego de piedras.

El trabajo del operador en estas máquinas ya estando ajustado el resorte, consiste en llenar el plato alimentador y rectificar la muela cuando lo ve necesario.

El operador también checa la calidad de su operación viendo que los extremos de los resortes no salgan quemados o abrigantados y esto provoque que abra la última espira. También checa la longitud del resorte, el diámetro exterior y la superficie esmerilada.

### ***III.3.2.5 PRUEBA DE RESORTES***

La prueba e inspección de los resortes ocupa un lugar vital en su proceso de manufactura. Muchos dispositivos de medición han sido desarrollados para probar resortes.

Independientemente de los chequeos que se llevan a cabo durante las diferentes operaciones del proceso como son, desde el chequeo de la materia prima, chequeo durante el enrollado, etc. Es necesario tener una operación especial de chequeo de los resortes. Este chequeo consiste en seleccionar los resortes ya sean de compresión, tensión o torsión de acuerdo a su carga.

La necesidad de alta precisión en pequeños resortes usados en computadoras, misiles, componentes electrónicos, instrumentos, etc. Han hecho necesario el desarrollo de probadores muy sensibles con capacidad máxima de 200 gr. mientras que los probadores grandes pueden checar fuerzas hasta de 450 kilogramos. obviamente estos probadores no darían aproximaciones buenas para resortes pequeños. Los probadores medianos son los más comunes y tienen una capacidad hasta de 100 kilogramos.

Actualmente hay probadores digitales que son más fáciles de leer y por lo tanto la prueba es más rápida.

Cuando los resortes son para aplicaciones delicadas, este chequeo se hace al 100% de las piezas y para esto hay máquinas seleccionadoras que separan los resortes correctos, los que están altos de carga y los que están bajos. Estas máquinas son automáticas y la selección la hacen electrónicamente.

Para chequeos de menor cantidad se hacen con máquinas manuales que para los resortes de compresión y tensión se llaman elasticómetro y para los de torsión se llama torciómetro. Todos los probadores de torsión se tienen que usar con cuidado y con el conocimiento de las fuerzas que afectan a los resortes de torsión. Lo que causa más problema es la fricción entre el resorte y el árbol de prueba, que hay que determinar.

Cuando hay necesidad de checar medidas precisas o formas caprichosas en los ganchos se usan los comparadores ópticos. Por último hay máquinas especiales para hacer pruebas de vida a los resortes, en donde se puede ajustar la compresión del resorte y la velocidad de ciclado. El checar los resortes a diferentes fuerzas y deflexiones para determinar su vida a la fatiga es importante, algunos fabricantes a menudo especifican que ciertos resortes deben resistir 100 000, 1000 000 o 10 000 000 de ciclos sin falla. Pruebas de fatiga también proveen datos necesarios para determinar esfuerzos en las curvas de diseño y calidad de material. Estas máquinas son muy necesarias y existen con capacidad de 70 a 420 ciclos por minuto, 400 ciclos máximo es lo mejor para la mayoría de los resortes. Velocidades mayores provocan que se caliente el resorte.

Hay máquinas para hacer pruebas de magnaflux a resortes de válvula pero ya no se usan tanto ya que el alambre viene previamente checado. Otra máquina para checar resortes se llama estrotoscopio y sirve para observar los resortes trabajando.

### **III.3.2.6 SHOT PEEN**

Este proceso conocido en la industria fue introducido en la manufactura de resortes desde 1929 y ha sido uno de los grandes avances en la industria de los resortes ya que incrementa la vida a la fatiga a las piezas sometidas a altos esfuerzos.

El proceso consiste en recubrir la superficie del resorte con golpes ocasionados por municiones de un diámetro aproximado de 0.4 mm. El chorro golpea con una gran fuerza. Esto se puede hacer por dos métodos que son los más comerciales; el método antiguo es usando aire como agente impulsor y el método más usado actualmente es mecánico, en el cual las municiones caen en una rueda que gira rápidamente y sirve de impulsor. La energía de la rueda es transferida a la munición por medio de unas soleras radiales y por medio de la fuerza centrífuga la munición sale disparada hacia los resortes. Las pruebas han mostrado que cualquiera de los métodos produce los mismos resultados incrementando la vida de la pieza, pero el método mecánico es más rápido, para resortes se usa este método.

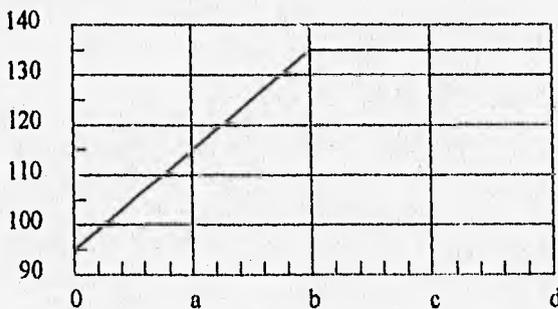
Este proceso no solo limpia la superficie y martillea las diminutas irregularidades, trabajando en frío la superficie y de esta manera aumentando las propiedades físicas, donde los esfuerzos son mayores, sino que también desarrolla esfuerzos de compresión llamados preesfuerzos, en la superficie del alambre. Estos esfuerzos de compresión se le restan a la resistencia a la tensión del alambre, dando esfuerzos de trabajo menores, aumentando la vida de los resortes. Es usual un aumento de vida de tres a diez veces debido a este proceso. Las fracturas de fatiga

son debidas a los esfuerzos de tensión y así se pueden imponer esfuerzos de compresión donde vendrán los esfuerzos de tensión.

Este proceso se da a resortes de compresión que estén sometidos a grandes esfuerzos y que estén hechos con alambre de diámetro mayor a 1.5 mm. Los resortes de tensión y los de torsión con las espiras cerradas son muy difíciles de que reciban este tratamiento ya que la munición no pasa al interior del resorte donde los esfuerzos son mayores. Otro inconveniente es que la munición se queda atorada entre las espiras y es muy difícil de quitar.

Para ilustrar el valor de este tratamiento, un alambre fue enrollado en un resorte de prueba; se puso a trabajar en una máquina de fatiga, los esfuerzos calculados por el factor de Wahl para esta prueba mostraron que para el acero usado era capaz de soportar un rango de esfuerzo de 20 000 a 95 000 psi para 10 000 000 de ciclos. Esfuerzos mayores que estos trajeron una rápida fractura. Resortes del mismo lote fueron tratados y probados, la gráfica siguiente indica los resultados obtenidos e ilustra el tiempo del factor de este tratamiento.

**Esfuerzo máximo 1 000 psi**



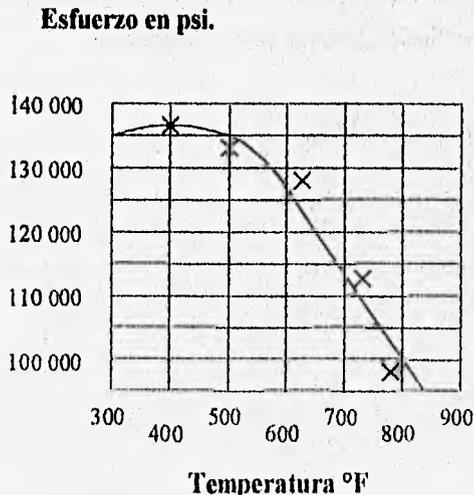
**Tiempo de operación**

Es importante distinguir entre un aumento de resistencia a la fatiga a un esfuerzo repetitivo dado y un aumento del esfuerzo permitido para una vida dada.

Hay muchas personas especializadas en este ramo que opinan que el shot peen se debe dar después del relevado de esfuerzos, ya que si se somete un resorte a temperatura arriba de  $260^{\circ}\text{C}$  se contrarrestan los efectos benéficos de esfuerzos de compresión que da el tratamiento.

Otras personas opinan que un ligero tratamiento térmico no va en detrimento del proceso de shot peen. Sin embargo resortes que se han sometido a shot peen y que después llevan depósitos electrolíticos, se tienen que someter a tratamiento térmico inmediatamente después del depósito para evitar punto de hidrógeno.

En la siguiente gráfica podemos apreciar la disminución de los beneficios del shot peen debido al calor.



Los resortes hechos de alambre templado en aceite encuentran en esta operación un método eficiente de limpieza que los prepara para depósitos electrolíticos.

En conclusión los resultados se pueden resumir en la siguiente forma:

1. La descarga de municiones marca un incremento en la vida de las partes metálicas.
2. Es un fenómeno superficial el cual puede ser removido por el calor.
3. Se hace notar que no por usar el chorro de municiones se puede utilizar un acero inadecuado, un diseño incorrecto, o un mal proceso de manufactura.

Para mantener suficiente durabilidad es necesario tener un buen control en esta operación, este control debe ser tanto en la intensidad del golpeo de la superficie, como la profundidad de la capa preesforzada y esto debe de ir en relación con el grueso del alambre. Esta profundidad se mide por medio de las tiras ALMEN, que conforme aumenta su arco, aumenta la profundidad. La siguiente tabla nos da una guía de la altura del arco para algunos diámetros de alambre:

<b>ALAMBRE</b>	<b>ALTURA DEL ARCO</b>
1/16	0.012 N
1/8	0.008 A
1/4	0.014 A

Las tiras usadas como medida para la profundidad del preesforzado tienen los siguientes gruesos: N= 0.031" , A= 0.051" . La tira N se usa para profundidades pequeñas. La medida del arco es la altura que alcanza la curvatura.

Estas tiras se montan sobre un soporte de acero templado por medio de cuatro tornillos, este soporte con dos tiras de prueba montadas se introduce junto con los resortes al preesforzado. Cuando se termina el tratamiento se retiran las tiras de medida y se mide la altura del arco y esto se hace con un micrómetro. La resistencia a la fatiga se incrementa al aumentar la altura del arco, pero al llegar a cierta altura el aumento de la resistencia deja de existir aunque el arco siga aumentando.

Es necesario establecer con cual altura de arco no se va a tener más incremento de resistencia y usar esa altura como base para el tratamiento. El grado de cubrimiento también influye en el incremento de resistencia a la fatiga. El término cubrimiento se usa aquí como el de superficie golpeada y deformada por la munición del proceso, por ejemplo si una parte de la superficie no muestra porciones limpias de los impactos, el cubrimiento es de 100%.

El incremento de resistencia a la fatiga inicialmente aumenta rápidamente y empieza a disminuir el aumento al irse incrementando el cubrimiento. El cubrimiento escogido para un trabajo dado, está en función del punto económico, si la parte que se va a preesforzar es muy cara es más económico usar un cubrimiento muy alto para tener un incremento de vida elevado.

**Control del proceso de shot peen.** Uno de los aspectos más importantes es el tamaño de la munición empleada, cualquier munición que sea apreciablemente menor que la que se usa normalmente para determinado trabajo, no produce ningún efecto en la resistencia a la fatiga. Aunque esta munición de menor tamaño aumenta la altura del arco, esto mismo sucede con la munición rota. Esto no implica que sea preferible el tamaño grande de munición al pequeño, sino que el tamaño de la munición sea uniforme. Para resortes se usa normalmente un tamaño de munición de

170-210, este tamaño coincide con el diámetro de la munición en diezmilésimas de pulgada.

Otros factores que afectan el preesforzado son: la velocidad de la munición, el ángulo de impacto y la dureza de la munición.

**Proceso.** Se introducen los resortes a granel en la máquina de granallado, se cierra la máquina y se ponen en movimiento los resortes por medio de una banda móvil y así se exponen al chorro de munición. La operación puede durar de 5 a 20 minutos dependiendo de la máquina. Cada tres o cuatro cargas se debe de meter un bloque con tiras para el probado de la altura del arco (ALMEN) con el fin de tener un control sobre la operación.

**Ganchos.** Los resortes de tensión y torsión de calibres de alambre delgados y en pequeños lotes, de aproximadamente 1000 piezas, se pueden obtener los ganchos económicamente con herramientas manuales. Para lotes más grandes, de 20 000 o más piezas es aconsejable utilizar herramientas adaptadas a prensas de pie. Para cantidades mayores se usan máquinas automáticas de hacer ganchos, el ajuste de estas máquinas y sus herramientas es lento y costoso.

Hay máquinas que enrollan el resorte y le hacen los dos ganchos en los extremos.

### **III.3.2.7 ACABADO**

El tipo de acabado de los resortes depende esencialmente de las condiciones de uso o de la apariencia deseada. Muchos tipos de acabados se les puede dar a los

resortes; sumergirlos en aceite a menudo es suficiente. Pintarlos con lacas, esmaltes de horneo o simplemente con pintura.

Generalmente los resortes de compresión se pintan en máquinas centrifugas y los de tensión o torsión, por inmersión en tinas con ganchos.

Hay resortes que solo se pintan para identificación con pinturas de baja calidad.

Níquel y Cromo se usan a veces pero no son flexibles tienden a quebrarse. Zinc es flexible, pero a veces no se especifica por falta de brillo.

Cadmio es lo que más se recomienda para resortes pequeños, es flexible, resistente a la corrosión, fácil de aplicar y tiene un color agradable.

Se pueden conseguir alambres con algunos de estos acabados pero disminuyen sus propiedades mecánicas y sus requerimientos de resistencia a la tensión.

Fosfatizado y cromatizado se usan ocasionalmente, su resistencia a la corrosión es limitada.

Todos los resortes tienen la necesidad de limpiarse antes de que se le aplique cualquier acabado, esto es para quitar la grasa y la mugre, se pueden limpiar con solventes comerciales, detergentes, etc.

Después del acabado electrofítico es necesario darles un tratamiento térmico de una hora aproximadamente a unos 200° C. para quitar toda tendencia a fractura debida a Hidrógeno.

Por último la operación de chafancado se puede hacer en máquinas automáticas o manualmente en un esmeril de banco, se puede hacer chaflán en los extremos ya sea en la parte exterior o en la parte interior. Lo más común es hacer el chaflán a la parte exterior y los resortes que normalmente lo llevan son los de disco de embrague.

La forma más económica y práctica de hacer esta operación en México es manualmente, por los bajos volúmenes de producción.

### ***III.3.2.8 DISEÑO DE HERRAMIENTAS***

La mayor parte del arte de la hechura de resortes se basa en el diseño de herramientas. La cantidad de pedido determina los requerimientos de la herramienta; si las cantidades son pequeñas un dado simple de paso por paso es suficiente. En grandes cantidades se usan herramientas más complicadas y por lo tanto más caras, pero éstas reducen los costos unitarios combinando operaciones.

El costo de la producción de resortes depende de la cantidad del pedido, de las tolerancias, del material y del terminado. Hay que tener cuidado de que las tolerancias nunca sean menores de lo necesario, para que el control sea lo mínimo posible y la velocidad de producción la máxima.

### III.4 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Una buena distribución de planta es aquella que proporciona condiciones de trabajo aceptables y permite la operación más económica, a la vez que mantiene las condiciones óptimas de seguridad y bienestar para los trabajadores. Los objetivos de la distribución son:

1. Integración conjunta de todos los factores que afecten la distribución
2. Minimizar las distancias de recorrido
3. Circulación del trabajo a través de la planta
4. Utilización efectiva de todo el espacio
5. Satisfacción y seguridad para los trabajadores
6. Disposición flexible para facilitar cualquier reajuste

La distribución de planta está determinada en gran medida por tres factores: el tipo de producto, el tipo de proceso productivo y el volumen de producción.

Existen tres tipos básicos de distribución:

1. **Distribución por proceso o función.** Consiste en agrupar a las personas y al equipo que realizan operaciones de la misma naturaleza. Hacen trabajos rutinarios en bajos volúmenes de producción. El trabajo es intermitente y guiado por órdenes de trabajo individuales.
2. **Distribución por producto o en línea.** Agrupa a los trabajadores y al equipo de acuerdo con la secuencia de operaciones realizadas sobre el producto. Las líneas de ensamble son características de esta distribución para producir grandes volúmenes de relativamente pocos productos. El trabajo es continuo y se guía por instrucciones estandarizadas.

**3. Distribución por posición fija.** En éste tipo de distribución la mano de obra, los materiales y el equipo acuden al sitio de trabajo, como la construcción de un edificio o un barco.

Por las características del proceso de producción, en nuestro proyecto utilizaremos una distribución por proceso. Los métodos para realizar la distribución por proceso o funcional son el diagrama de recorrido y el SLP (Systematic Layout Planning), utilizaremos éste último para realizar la distribución.

Antes de presentar y aplicar el método SLP, es conveniente mostrar en forma esquemática el proceso de fabricación, por esta razón presentamos a continuación el *diagrama de flujo del proceso* y el *diagrama del proceso*.

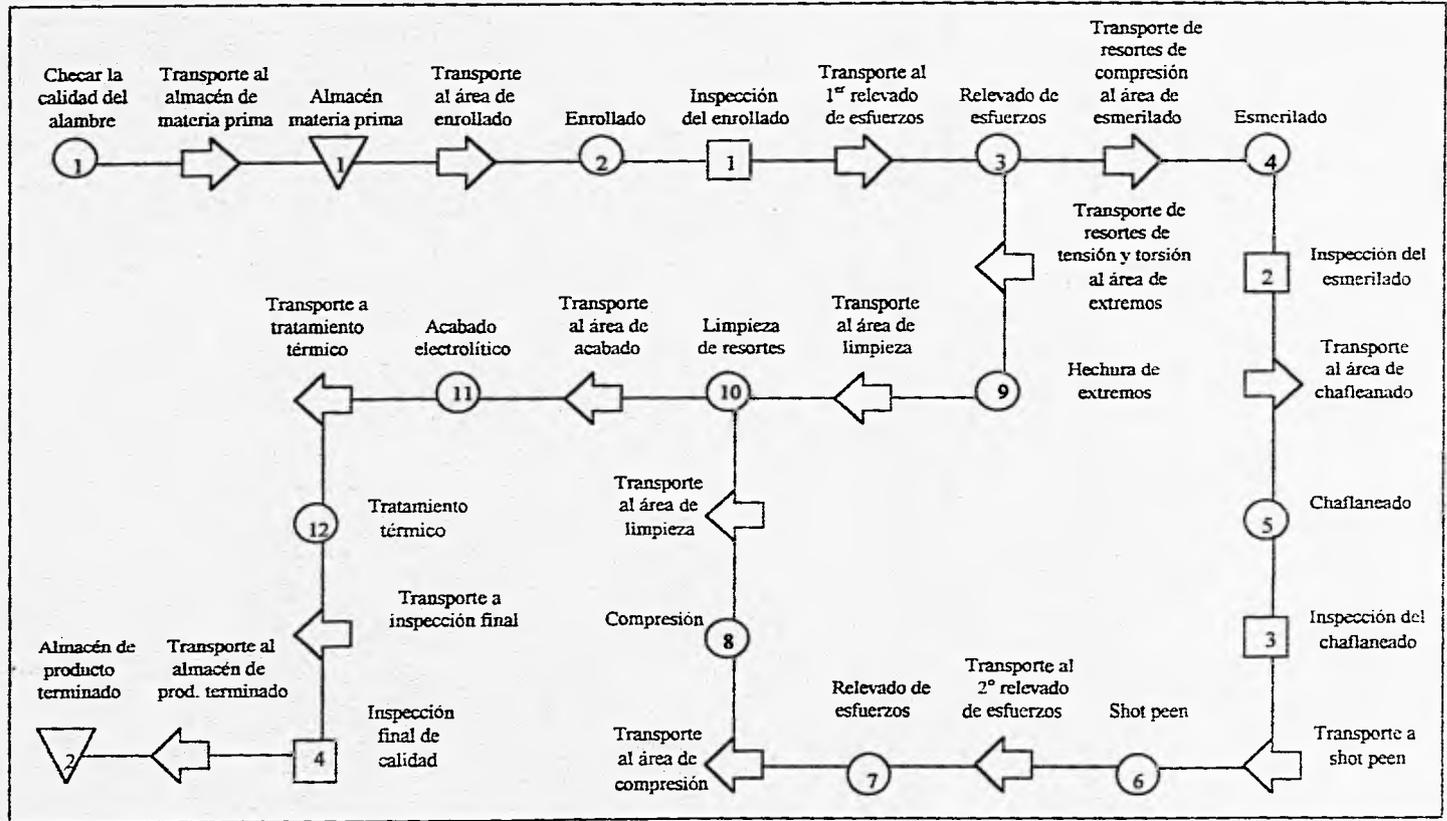


Figura III.2. Diagrama de flujo del proceso de fabricación de resortes.

---

### **III.4.1 DIAGRAMA DEL PROCESO**

Para comprender mejor el diagrama del proceso que se presenta a continuación, consideramos conveniente definir en forma breve cada uno de los elementos utilizados dentro del mismo.

**Montacargas.** Se utiliza principalmente para el transporte de materia prima del almacén a la planta y para el transporte del producto terminado de la planta al almacén.

**Contenedor.** Este se utiliza principalmente para el transporte de material entre los distintos procesos, consiste en un recipiente de plástico.

**Máquina de enrollado.** En esta máquina se lleva a cabo el primer proceso de fabricación. En esta máquina se realiza el enrollado del alambre así como el corte del mismo hay enrolladoras de doble acción, enrolladoras de control numérico, enrolladoras programables.

**Horno de relevado de esfuerzos.** Este es un proceso técnico que se da en hornos, la temperatura y el tiempo que debe permanecer el resorte en este proceso dependen del tipo de alambre y del calibre del mismo. Este proceso se da en dos tipos de hornos, unos continuos y otros estacionarios.

**Máquina de ganchos.** Para la formación de ganchos especiales en los extremos de los resortes de tensión y de torsión, se usan máquinas automáticas, aunque algunas máquinas enrollan el resorte y al mismo tiempo le hacen los ganchos.

**Esmeril.** Está máquina esmerila los extremos para obtener un buen asiento de los resortes de compresión sean de la forma o tamaño que fuesen. También el esmerilado sirve para reducir el alabeo o deformado. La elección de la piedra, el sistema de esmerilado y la duración de la operación, vienen condicionados a la calidad que se quiere obtener, así como a las tolerancias de esmerilado del resorte.

**Máquina de chafaneado.** Está operación se hace en máquinas automáticas o manualmente en un esmeril de banco, se pueden hacer chaflán en los extremos ya sea en la parte exterior o en la parte interior.

**Máquina de shot peen.** Esta máquina recubre la superficie del resorte con golpes ocasionados por pequeños balines el chorro golpea con gran fuerza. Esto se puede hacer por dos métodos el primero es usando aire como agente impulsor y el método mecánico, en el cual las municiones caen en una rueda que gira rápidamente y sirve de impulsor. La energía de la rueda es transferida a la munición por medio de unas soleras radiales y por medio de la fuerza centrífuga la munición sale disparada hacia las partes. Esta máquina limpia la superficie y martillea las diminutas irregularidades, trabajando en frío la superficie y de esta manera aumentando las propiedades físicas.

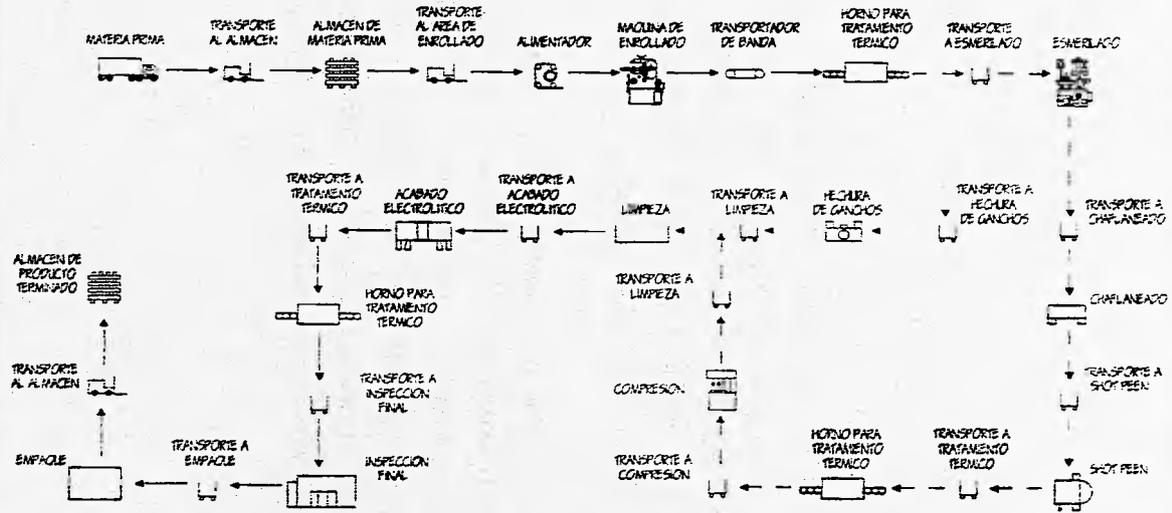
**Deposito Electrolítico.** En este proceso se sumergen en la solución contenida en grandes tinas para darles así el acabado.

**Horno para eliminar los embriones de Hidrógeno.** Después del acabado electrolítico se le tiene que dar al resorte un tratamiento térmico de una hora aproximadamente y a 200 °C para quitar toda tendencia a la fractura debida a Hidrógeno.

**Compresión.** Está se realiza utilizando cilindros neumáticos ya que el 90% de los resortes que se fabrican se pueden comprimir con este sistema. Cuando el resorte trabaja muy esforzado, se recomienda que la compresión se haga en caliente.

**Laboratorio de pruebas.** En este laboratorio se llevan a cabo las pruebas mecánicas de los resortes, independientemente de los chequeos que se realizan durante las diferentes operaciones del proceso. Es necesario tener una operación especial de chequeo de los resortes. Este chequeo consiste en seleccionar los resortes ya sean de compresión, tensión o torsión de acuerdo a su carga. Actualmente hay probadores digitales que son más fáciles de leer y por lo tanto la prueba es más rápida. Cuando los resortes son para aplicaciones delicadas, este chequeo se hace al 100% de las piezas y para esto hay máquinas seleccionadoras que separan los resortes correctos, los que están altos de carga y los que están bajos. Estas máquinas son automáticas y la selección la hacen electrónicamente.

Cuando hay necesidad de checar medidas precisas o formas caprichosas en los ganchos se usan los comparadores ópticos. Otra máquina para checar resortes es el estrotoscopio y sirve para ver a los resortes trabajando. Por último hay máquinas especiales para hacer pruebas de vida a los resortes, en donde se puede ajustar la compresión del resorte y la velocidad del ciclado. Pruebas de fatiga también proveen datos necesarios para determinar esfuerzos en las curvas de diseño y calidad de material.



NOTAS:

- RESORTES DE COMPRESION, TENSION Y TORSION
- - - RESORTES DE COMPRESION
- — — RESORTES DE TENSION Y TORSION

DIAGRAMA DEL PROCESO

HERNANDEZ RAMIREZ FRANCISCO  
 JIMENEZ MENDOZA JOSE LUIS  
 MORALES BENVENUEZA JOSE RAMON

FECHA: 27/ENERO/1996

### III.4.2 APLICACIÓN DEL MÉTODO SLP

El método SLP (Systematic Layout Planning), utiliza una técnica cualitativa al proponer distribuciones con base en la conveniencia de cercanía entre las diferentes áreas de trabajo. Emplea la siguiente simbología internacional:

Letra	Orden de proximidad	Valor en líneas
A	<u>A</u> bsolutamente necesaria	=====
E	<u>E</u> specialmente importante	=====
I	<u>I</u> mportante	=====
O	<u>O</u> rdinaria o normal	=====
U	<u>U</u> nimportant (sin importancia)	=====
X	Indeseable	-----
XX	Muy indeseable	-----

El método puede desarrollarse de acuerdo a los siguientes pasos:

1. Construir una matriz diagonal y anotar los datos correspondientes al nombre del departamento y al área que ocupa. La matriz debe tener forma tal que por medio de ella estén relacionados todos los departamentos de la empresa, a continuación se muestra un ejemplo.

	Depto. 1	Depto. 2	Depto. 3	Depto. 4	Depto. 5
Depto. 1		A	I	A	X
Depto. 2			U	A	U
Depto. 3				O	I
Depto. 4					A
Depto. 5					

2. Llenar cada uno de los cuadros de la matriz (diagrama de correlación) con la letra del código de proximidades que se considere más acorde con la necesidad de cercanía entre los departamentos.

3. Construir un diagrama de hilos usando el valor de las líneas del código de proximidad.

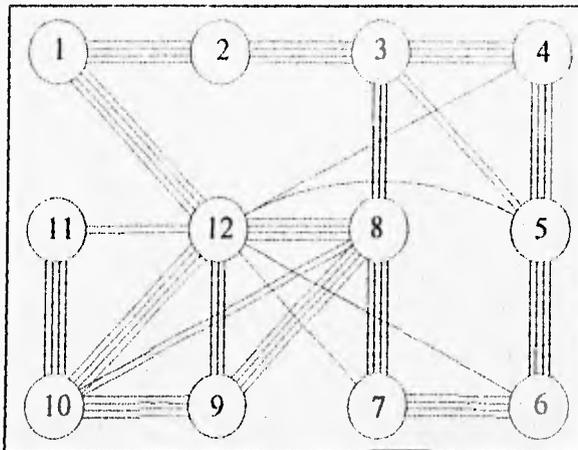
4. Como el diagrama de hilos debe coincidir con el de correlación en lo que se refiere a la proximidad de los departamentos, y el diagrama de hilos de hecho ya es un plano, éste se considera la base para proponer la distribución.

5. La distribución propuesta es óptima cuando las proximidades coinciden en ambos diagramas y en el plano de la planta.

A continuación se presentan la matriz y la distribución propuesta:

	Almacén materia prima	Enrollado	1 <sup>er</sup> Relev. de esfuerzos	Esmertilado	Shot peen	2 <sup>do</sup> Relev. de esfuerzos	Compresión	Limpieza	Acabado	Inspección y empaque	Almacén de prod. terminado	Laboratorio
Almacén materia prima	A	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	A
Enrollado		A	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
1 <sup>er</sup> Relev. de esfuerzos			A	I	U	U	U	E	U	U	U	U
Esmertilado				A	U	U	U	U	U	U	U	O
Shot peen					A	U	U	U	U	U	U	O
2 <sup>do</sup> Relev. de esfuerzos						A	U	U	U	U	U	O
Compresión							A	U	A	U	U	O
Limpieza								A	A	I	U	A
Acabado									A	A	U	E
Inspección y empaque										A	A	A
Almacén prod. terminado											A	I
Laboratorio												I

Matriz de relaciones de las áreas de la planta para el método SLP.



- |  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| 1. Almacén de materia prima              | 7. Compresión                     |
| 2. Enrollado                             | 8. Limpieza                       |
| 3. 1 <sup>er</sup> relevado de esfuerzos | 9. Acabado                        |
| 4. Esmerilado                            | 10. Inspección y empaque          |
| 5. Shot peen                             | 11. Almacén de producto terminado |
| 6. 2 <sup>do</sup> relevado de esfuerzos | 12. Laboratorio                   |

Diagrama de hilos para el método SLP.

A continuación se presenta el plano de la distribución de planta obtenida en base al método SLP y que resultó ser la más óptima, de acuerdo al proceso y manejo de materiales.



### III.5 PROGRAMA DE PRODUCCIÓN

Técnicamente una vez concluido el periodo de implantación de la planta y transcurridas las pruebas del equipo y los sistemas de fabricación, así como puestas en marcha y normalizadas las operaciones productivas, la fábrica estaría en condiciones de operar al máximo de su capacidad nominal de producción. El aprovechamiento de la capacidad de producción instalada se incrementará paulatinamente, y se espera que este aprovechamiento ocurra en la medida que el personal encargado de la operación, supervisión y administración de los procesos productivos y comerciales adquiera la capacitación necesaria para el logro de los objetivos.

Se requerirá considerar dos metas, estas son:

- a) No depender de un sólo tipo de industria
- b) Alcanzar una productividad de 15.25 horas-hombre por tonelada producida.

Se pretende participar en el mercado, con una capacidad de 2550 toneladas, mismas que serán alcanzadas dentro de tres años de experimentación que servirán para adentrar a la empresa dentro de la competencia, de esta manera para el primer año se tendrá 62% de la capacidad pretendida, es decir 1583 toneladas que se incrementarán a 1836 en el segundo año y a 2107 en el tercer año, para alcanzar las 2550 toneladas en el cuarto año y mantenerlas durante los próximos años.

Se procurará participar principalmente dentro del sector automotriz, debido al crecimiento en la producción de automóviles, sin descuidar otros sectores que se encuentran dentro del mercado potencial (industria eléctrica y electrónica, industria de maquinaria y herramientas y otras industrias).

AÑO	AUTOMOTRIZ		ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA		MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS		OTRAS INDUSTRIAS		TOTAL
	TONS	(%)	TONS	(%)	TONS	(%)	TONS	(%)	
1996	1,185.35	74.88	395.11	24.96	0.3166	0.02	2.21	0.14	1583
1997	1,374.79	74.88	458.26	24.96	0.3672	0.02	2.57	0.14	1836
1998	1,577.72	74.88	525.90	24.96	0.4214	0.02	2.95	0.14	2107
1999	1909.44	74.88	636.48	24.96	0.5100	0.02	3.57	0.14	2550
2000	1909.44	74.88	636.48	24.96	0.5100	0.02	3.57	0.14	2550
2001	1909.44	74.88	636.48	24.96	0.5100	0.02	3.57	0.14	2550
2002	1909.44	74.88	636.48	24.96	0.5100	0.02	3.57	0.14	2550
2003	1909.44	74.88	636.48	24.96	0.5100	0.02	3.57	0.14	2550
2004	1909.44	74.88	636.48	24.96	0.5100	0.02	3.57	0.14	2550
2005	1909.44	74.88	636.48	24.96	0.5100	0.02	3.57	0.14	2550

Cuadro III.5. Programa de producción.

### III.6 MARCO LEGAL DE LA EMPRESA

En México, como en todos los países, existen leyes que rigen el comportamiento del gobierno en el poder así como de las instituciones y los individuos. A esas normas le siguen una serie de códigos de la más diversa índole, como el fiscal, el sanitario, el civil y el penal; y, finalmente, existe una serie de reglamentaciones de carácter local o regional.

Es indudable que gran parte de los reglamentos locales, regionales y nacionales, repercuten de alguna manera en el proyecto, y por tanto deben ser tomados en cuenta, ya que toda actividad empresarial y lucrativa se encuentra incorporada a determinado marco jurídico. Un proyecto, por muy rentable que sea, antes de ponerse en marcha debe incorporarse y acatar las disposiciones jurídicas vigentes.

Todos los aspectos legales relacionados con la empresa son importantes, tanto para su conocimiento como para su buen manejo, a fin de que la empresa aplique óptimamente sus recursos y alcance las metas que se ha fijado. A continuación se mencionan los requisitos a nivel federal para el establecimiento de cualquier tipo de empresa:

### **REQUISITOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UNA EMPRESA**

#### **Requisitos a nivel federal.**

1. Constancia y certificado de zonificación de uso del suelo.
2. Constancia de uso del suelo, alineamiento y número oficial.
3. Licencia de construcción.
4. Licencia de uso de suelo.
5. Visto bueno de prevención de incendios.
6. Visto bueno de seguridad y operación.
7. Autorización de operación.
8. Declaración de apertura (registro del padrón delegacional).
9. Licencia de anuncios.
10. Licencia de funcionamiento.
11. Visto bueno de contrato para constituirse como sociedad de responsabilidad limitada microindustrial.
12. Cédula para la micro, pequeña y mediana industria y actividad artesanal e inscripción en el padrón.
13. Baja del padrón nacional de la micro, pequeña y mediana industria y actividad artesanal.
14. Registros de descarga de aguas residuales.

### **Requisitos ante otros organismos del sector público**

#### **Secretaría de Desarrollo Social**

1. Licencia de funcionamiento.
2. Inventarios de emisiones o encuesta industrial.
3. Reporte semestral de residuos.
4. Cédula de operación de emisiones a la atmósfera.
5. Manifiesto de entrega, transporte y recepción de residuos peligrosos.
6. Evaluación del impacto ambiental.

#### **Secretaría de Salud**

1. Licencia sanitaria.
2. Expedición de aperturas de establecimientos.
3. Expedición de nuevas líneas de productos.
4. Expedición de datos del establecimiento y líneas de productos.
5. Solicitud de autorización sanitaria previa de importación.
6. Aviso sanitario de importación.
7. Certificado de libre venta para exportación.
8. Constancia de libre venta para exportación.

#### **Comisión Nacional del Agua**

1. Fijación de condiciones particulares de descarga de aguas residuales.

#### **Comisión Nacional del Ahorro de Energía (CONAE)**

1. Programa para el ahorro de energía.
2. Ejecución de diagnósticos energéticos.
3. Desarrollo de proyectos para el ahorro de energía.
4. Financiamiento de proyectos para el ahorro de energía.
5. Ejecución de programas integrales de conservación y ahorro de energía.

### **Secretaría de Comercio y Fomento Industrial**

1. Registro y renovación de marca.
2. Búsqueda de anterioridad de marca.
3. Registro y renovación de aviso comercial.
4. Publicación y renovación de aviso comercial.
5. Publicación y renovación de nombre comercial.
6. Patente de invención.
7. Registro de diseño industrial.
8. Registro de modelo de utilidad.
9. Autorización de uso y funcionamiento de instalaciones de gas LP.
10. Cumplimiento de normas obligatorias (NOM).
11. Solicitud de permisos de importación o exportación.
12. Información sobre Fracciones arancelarias.
13. Certificado de origen.
14. Permiso de importación temporal para la exportación.
15. Empresas integradoras (información).
16. Registro de empresas exportadoras.
17. Acreditamiento para suscribir permisos de importación y de exportación.
18. Información económica, contable, financiera y balances de divisas.

### **Procuraduría Federal del Consumidor**

1. Manifestación, pago de derecho y certificación de verificación (instrumentos de medición).

### **Secretaría del Trabajo y Previsión Social**

1. Registro de la comisión mixta de adiestramiento.
2. Registro de comisiones mixtas de seguridad en los centros de trabajo.
3. Registro de plan y programas de capacitación y adiestramiento.

4. Capacitación industrial de la mano de obra.
5. Registro de título médico.
6. Registro de exámenes médicos.
7. Autorización de libros de registro de recipientes sujetos a presión y generadores de vapor.
8. Autorización de planos de construcción e instalación de recipientes sujetos a presión y generadores de vapor.
9. Autorización de certificado de competencia para fogonero y operador de generadores de vapor y jefe de planta.
10. Licencia de operadores de grúas y montacargas.
11. Bajas de instalación de recipientes sujetos a presión y generadores de vapor.
12. Autorización para rompimiento de sellos y válvulas de seguridad de generadores de vapor y recipientes sujetos a presión.
13. Aviso de baja de la comisión mixta de seguridad e higiene o de cambio en el centro de trabajo.

#### **Secretaría de Relaciones Exteriores**

1. Verificación y reserva de denominaciones sociales.

#### **Secretaría de Educación Pública**

1. Información para la presentación del servicio social industrial.

#### **Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal**

1. Unidades de verificación de instalaciones eléctricas para servicios de alta tensión y lugares de concentración pública.

**Secretaría de Hacienda y Crédito Público**

1. Inscripción en registro federal de contribuyentes.
2. Cédula de identificación fiscal.
3. Apertura o cierre de establecimientos o locales.
4. Inicio de liquidación o sucesión.
5. Aviso de cancelación de liquidación total del activo.
6. Aviso de aumento y/o disminución de obligaciones fiscales.
7. Aviso de cambio de domicilio fiscal.
8. Aclaración por error u omisión del contribuyente.
9. Aclaración por error de la autoridad.
10. Servicio de buzón fiscal.

**INEGI**

1. Manifestación estadística.

**Instituto Mexicano del Seguro Social**

1. Aviso de inscripción patronal.

**INFONAVIT**

1. Registro empresarial.

**Teléfonos de México**

1. Quejas.
2. Cambio de domicilio.
3. Regulación de documentos de líneas telefónicas.
4. Asesoría de red digital.
5. Contratos especiales.

**Instituto Mexicano de Investigación Tecnológica**

1. Programa de reestructuración financiera impulso.

**COPARMEX**

1. Ser empresario mexicano.
2. Tener aptitud empresarial.

**Nacional Financiera**

1. Asesoría e información de programas y apoyo para la micro y pequeña empresa.
2. Asesoría e información de programas de apoyo integral a la micro industria.

---

## **CAPÍTULO IV**

### **ESTUDIO ECONÓMICO**

---

#### **IV.1 INTRODUCCIÓN**

Una vez concluido el estudio técnico en el capítulo anterior, en el cual se comprobó que no existen restricciones de tipo tecnológico para llevar a cabo el proyecto, es necesario realizar un análisis económico que nos permita determinar el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto, el costo total de la operación de la planta, así como de otra serie de indicadores que servirán de base para determinar la factibilidad del proyecto desde el punto de vista económico.

El estudio económico abarca principalmente, la inversión total inicial, los costos totales (producción, administración, ventas, financieros), los ingresos, el capital de trabajo y el costo de capital. Toda ésta información será necesaria para elaborar el estado de resultados, el punto de equilibrio y el balance general para, finalmente, realizar la evaluación financiera.

Cabe mencionar que todas las cantidades presentadas en éste capítulo, están expresadas en dólares, al tipo de cambio actual de 7.5 pesos por dólar, esto se hizo con el fin de dar una representación más estable al proyecto para el futuro.

## IV.2 INVERSIÓN TOTAL INICIAL: FIJA Y DIFERIDA

La inversión total inicial comprende la adquisición de todos los activos fijos y diferidos necesarios para la puesta en marcha de las operaciones de la empresa, con excepción del capital de trabajo.

El activo fijo comprende los bienes que son propiedad de la empresa, tales como terrenos, maquinaria, equipo, mobiliario, vehículos de transporte, herramientas, y otros.

El activo diferido representa al conjunto de bienes propiedad de la empresa necesarios para su funcionamiento, y que incluyen: patentes de invención, marcas, diseños comerciales o industriales, nombres comerciales, asistencia técnica o transferencia de tecnología, gastos preoperativos y de instalación y puesta en marcha, contratos de servicios (como luz, teléfono, telex, agua, corriente trifásica y servicios notariales), estudios que tiendan a mejorar en el presente o en el futuro el funcionamiento de la empresa, como estudios administrativos o de ingeniería, estudios de evaluación, capacitación de personal dentro y fuera de la empresa, etc.

El costo del terreno se obtuvo con base al mejor sitio ubicado en el parque industrial San Juan del Río en el estado de Querétaro, el costo de la construcción se obtuvo de información publicada por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI).

Todos los precios que se indican en esta sección fueron proporcionados por diversos fabricantes de equipo y maquinaria a precios de Enero de 1996.

En el cuadro IV.1 se presenta el monto total de la inversión fija y diferida, considerándose ésta última dentro de los costos de instalación.

No.	DESCRIPCIÓN	COSTOS (Miles)		
		VALOR DE	INSTALACION	TOTAL
1	Terreno 2016 m <sup>2</sup> (Preparación y acondicionamiento del terreno)	26,850.00	5,370.00	32,220.00
2	Nave industrial (Incluye estructura, pisos, vigas, refuerzos)	101,430.00	15,214.50	116,644.50
3	Alimentador de alambre (Araña)	200.00	26.66	226.66
4	Transportador de material (Montacargas)	10,666.66	0.00	10,666.66
5	Bandas transportadoras	240.00	40.00	280.00
6	Máquinas para enrollado	180,000.00	27,000.00	207,000.00
7	Contenedores	533.33	0.00	533.33
8	Hornos para tratamiento térmico	166,666.66	25,000.00	191,666.66
9	Máquinas para esmerilado	80,000.00	12,000.00	92,000.00
10	Máquina para chaflán	20,000.00	3,000.00	23,000.00
11	Máquina para ganchos	10,000.00	1,500.00	11,500.00
12	Máquina para shot peen	46,666.66	7,000.00	53,666.66
13	Máquina para compresión	26,666.66	4,000.00	30,666.66
14	Laboratorio de pruebas (Diversos instrumentos)	26,666.66	2,666.67	29,333.33
15	Edificio administrativo (Incluye muebles)	10,000.00	1,000.00	11,000.00
16	Tanque de almacenamiento de agua	133.33	26.66	159.99
17	Tanque de almacenamiento de gas	666.66	266.66	933.32
18	Comedor (Incluye muebles)	2,500.00	400.00	2,900.00

Cuadro IV.1. Inversión fija total del proyecto.

No.	DESCRIPCIÓN	COSTOS (Dólares)		
		EQUIPO	INSTALACIÓN	TOTAL
19	Tubería (Incluye aire, gas, aceite y agua, así como su distribución)	5,333.33	1,333.33	6,666.66
20	Estacionamiento (Incluye caseta de vigilancia)	6,133.33	1,333.33	7,466.66
21	Áreas verdes	666.66	400.00	1,066.66
22	Baños (Incluye muebles)	3,600.00	1,333.33	4,933.33
23	Trabajo eléctrico (Incluye alambrado, materiales y conexiones a equipo, hornos, lámparas, alumbrado, motores y controles)	8,000.00	2,666.66	10,666.66
24	Planta de emergencia y subestación	30,000.00	4,666.66	34,666.66
25	Extractores	26,666.66	5,333.33	31,999.99
26	Equipo contra incendio	800.00	133.33	933.33
27	Mantenimiento	3,000.00	400.00	3,400.00
28	Instrumentos de inspección	4,000.00	1,333.33	5,333.33
29	Acabado y limpieza	6,666.66	666.66	7,333.32
30	Camioneta	11,333.00	0.00	11,333.00
	<b>TOTAL (Inversión fija tangible)</b>	<b>816,086.26</b>	<b>124,111.10</b>	<b>940,197.36</b>
31	Planeación e integración del proyecto	8,160.86		8,160.86
32	Ingeniería del proyecto	40,804.31		40,804.31
33	Supervisión de la construcción	40,804.31		40,804.31
34	Administración del proyecto	8,160.86		8,160.86
	<b>TOTAL(Inversión fija intangible)</b>	<b>97,930.35</b>		<b>97,930.35</b>
35	Imprevistos	91,401.66		91,401.66
	<b>TOTAL INVERSIÓN FIJA</b>	<b>1,005,418.2</b>	<b>124,111.1</b>	<b>1,129,529.3</b>

Cuadro IV.1. Inversión fija total del proyecto (Continuación).

### IV.3 COSTOS DE PRODUCCIÓN

Los costos de producción incluyen cada uno de los siguientes elementos:

1. **Materias primas.** Son los materiales necesarios para la elaboración del producto. Estos costos incluyen el precio, fletes de compra, almacenamiento y de manejo.
2. **Mano de obra directa.** Es aquella que se utiliza para transformar la materia prima en producto terminado. Su monto varía de acuerdo al volumen de producción.
3. **Mano de obra indirecta.** Es aquella necesaria en el departamento de producción, pero que no interviene directamente en la transformación de las materias primas. En este rubro se incluyen: personal de supervisión, jefes de turno, todo el personal de control de calidad, y otros.
4. **Materiales indirectos.** Se refieren a los elementos auxiliares en la presentación del producto terminado por ejemplo: cajas de cartón, bolsas de plástico y otros.
5. **Costo de los insumos.** Todo proceso productivo requiere de insumos para su funcionamiento, estos pueden ser: agua, energía eléctrica, combustibles, detergentes, gases industriales especiales, reactivos para control de calidad, ya sean químicos o mecánicos, mantenimiento y refacciones.
6. **Costo de depreciación.** Es un costo virtual, es decir se trata y tiene el efecto de un costo sin serlo, debido a que la depreciación es una reserva que se crea para sustituir los activos fijos cuando éstos han llegado al final de su vida útil.

En los cuadros siguientes se muestra la estimación de los costos de producción necesarios para producir una tonelada promedio de resortes.

## IV.3.1 PRECIOS DE MATERIAS PRIMAS

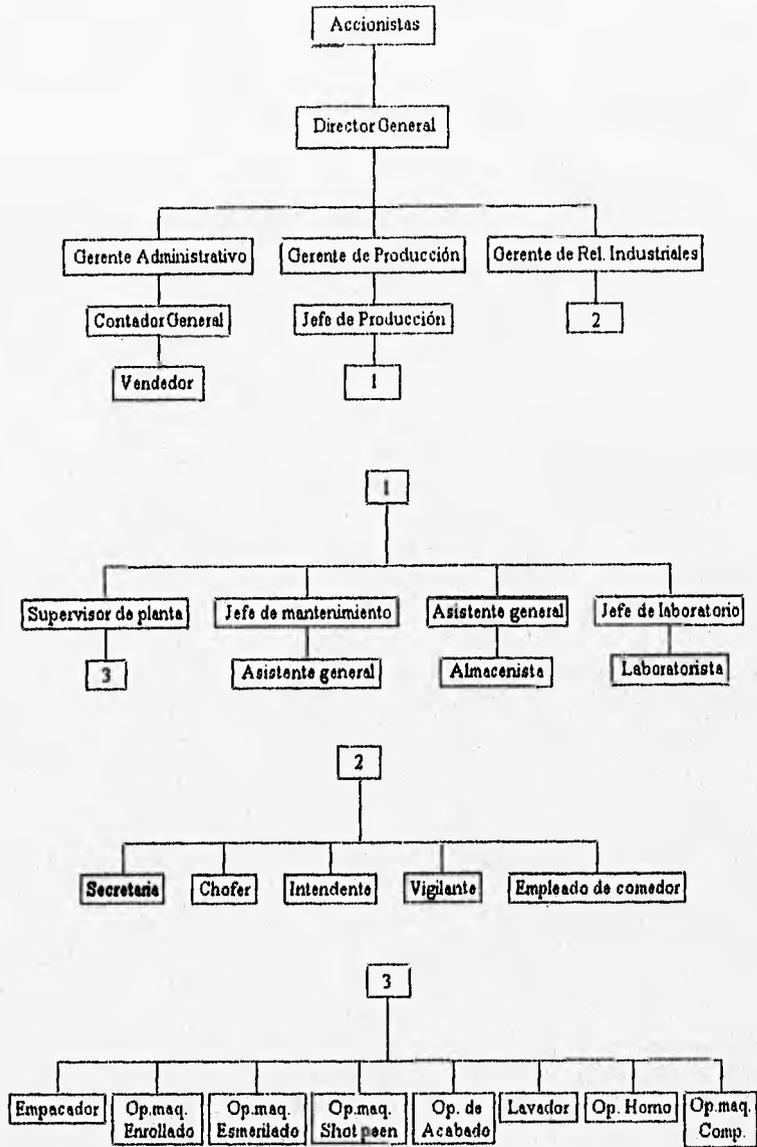
Calibre para alambre	Diámetro en mm.	Diámetro en pulg.	Precio		Proveedor
			Alambre piano	Alambre Acero Inoxidable	
1	7.188	0.2830	1,162.66	5,228.66	INFRA
2	6.660	0.2625	1,162.66	5,228.66	INFRA
3	6.190	0.2437	3,866.66	6,157.94	ACSA
4	5.723	0.2253	1,147.94	5,343.80	INFRA
5	5.258	0.2070	1,133.22	5,451.43	INFRA
6	4.877	0.1920	1,258.39	5,559.06	INFRA
7	4.496	0.1770	1,320.76	5,666.69	INFRA
8	4.115	0.1620	1,383.33	5,774.31	INFRA
9	3.767	0.1483	1,445.97	5,881.94	INFRA
10	3.429	0.1356	1,508.17	5,989.57	INFRA
11	3.061	0.1205	1,570.57	6,043.38	INFRA
12	2.680	0.1055	1,633.05	6,097.20	DISCALA
13	2.324	0.0915	1,633.39	6,113.26	DISCALA
14	2.032	0.0800	1,633.44	6,140.00	DISCALA
15	1.829	0.0720	1,749.96	6,753.03	DISCALA
16	1.588	0.0625	1,348.66	6,760.22	INFRA
17	1.372	0.0540	1,808.38	7,059.81	DISCALA
18	1.207	0.0475	1,866.66	7,366.65	DISCALA
19	1.041	0.0410	1,949.32	7,806.93	DISCALA
20	0.8839	0.0348	1,786.64	8,247.24	INFRA
21	0.8052	0.0317	2,454.86	9,271.69	INFRA
22	0.7264	0.0280	3,123.09	10,296.15	ACSA
23	0.6553	0.0258	4,061.67	10,681.40	ACSA
24	0.5842	0.0230	5,000.00	11,066.62	MANFER
25	0.5182	0.0204	5,467.26	11,977.45	MANFER
26	0.4597	0.0181	5,933.00	12,866.68	MANFER
27	0.4394	0.0173	7,466.72	13,099.94	MANFER
28	0.4115	0.0162	9,000.00	13,333.32	MANFER
29	0.3810	0.0150	9,572.17	13,899.97	MANFER
30	0.3556	0.0140	10,000.00	14,466.61	MANFER
31	0.3302	0.0132	10,516.44	14,866.82	MANFER
32	0.3251	0.0128	11,032.88	15,266.68	MANFER

Cuadro IV.2. Precios y proveedores de las materias primas.

Los precios mostrados en el cuadro anterior, están dados en dólares por tonelada, y pueden variar según el proveedor donde se adquiera el producto.

#### ***IV.3.2 ANÁLISIS DE LA FUERZA DE TRABAJO***

A continuación se presenta el organigrama general para la organización de la nueva empresa, así como la estimación de los requerimientos de la fuerza de trabajo, para producir las toneladas anuales requeridas, con sus respectivos sueldos y salarios.



DESCRIPCIÓN DE CARGO	NÚMERO DE PERSONAS	SALARIO MENSUAL (Dólar)	TOTAL DE SALARIOS (Dólar)
<b>PERSONAL EJECUTIVO</b>			
Director General	1	3,333.33	3,333.33
Gerente Administrativo	1	1,600.00	1,600.00
Gerente de Producción	1	2,000.00	2,000.00
Gerente de Relaciones Industriales	1	1,066.66	1,066.67
<b>SUBTOTAL</b>	<b>4</b>		<b>8,000.00</b>
<b>ADMINISTRACIÓN</b>			
Contador General	1	1,333.33	1,333.33
Vendedor	1	733.33	733.33
<b>SUBTOTAL</b>	<b>2</b>		<b>2,066.66</b>
<b>DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN</b>			
Jefe de Producción	1	1,066.66	1,066.66
Supervisor de Planta	1	666.66	666.66
Jefe de Mantenimiento	1	1,066.66	1,066.68
<b>SUBTOTAL</b>	<b>3</b>		<b>2,800.00</b>
<b>DEPARTAMENTO DE ENROLLADO</b>			
Operador de máquina de Enrollado	3	200.00	600.00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>3</b>		<b>600.00</b>
<b>DEPARTAMENTO DE TRATAMIENTO TÉRMICO</b>			
Operador de hornos de tratamiento	2	93.33	186.66
<b>SUBTOTAL</b>	<b>2</b>		<b>186.66</b>
<b>DEPARTAMENTO DE ESMERILADO</b>			
Operador de máquina para esmerilado	2	93.33	186.66
<b>SUBTOTAL</b>	<b>2</b>		<b>186.66</b>

Cuadro IV.3. Costo de la mano de obra directa e indirecta.

DESCRIPCIÓN DE PERSONAL	NÚMERO DE PERSONAS	SALARIO MENSUAL (Dólares)	TOTAL DE SALARIOS (Dólares)
<b>DEPARTAMENTO DE SHOT PEEN</b>			
Operador de máquina de shot peen	1	93.33	93.33
<b>SUBTOTAL</b>	<b>1</b>		<b>93.33</b>
<b>DEPARTAMENTO DE LIMPIEZA</b>			
Lavador de resortes	1	93.33	93.33
<b>SUBTOTAL</b>	<b>1</b>		<b>93.33</b>
<b>DEPARTAMENTO DE ACABADO</b>			
Operario para acabado	1	93.33	93.33
<b>SUBTOTAL</b>	<b>1</b>		<b>93.33</b>
<b>DEPARTAMENTO DE COMPRESIÓN</b>			
Operario de máquina de compresión	1	93.33	93.33
<b>SUBTOTAL</b>	<b>1</b>		<b>93.33</b>
<b>DEPARTAMENTO DE EMPAQUE</b>			
Empacadores	1	93.33	93.33
<b>SUBTOTAL</b>	<b>1</b>		<b>93.33</b>
<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>			
Asistente general	1	533.33	533.33
<b>SUBTOTAL</b>	<b>1</b>		<b>533.33</b>
<b>ALMACENES</b>			
Almacenista	2	93.33	186.66
<b>SUBTOTAL</b>	<b>2</b>		<b>186.66</b>
<b>DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD</b>			
Jefe de laboratorio	1	800.00	800.00
Laboratorista	1	266.66	266.66
<b>SUBTOTAL</b>	<b>2</b>		<b>1066.66</b>

Cuadro IV.3. Costo de la mano de obra directa e indirecta. (Continuación).

DESCRIPCIÓN PERSONAL	NÚMERO DE PERSONAS	SALARIO MENSUAL (Dólares)	TOTAL DE SALARIOS (Dólares)
<b>DIVERSOS</b>			
Empleados de comedor	3	93.33	280.00
Vigilantes	2	93.33	186.66
Chofer	1	160.00	160.00
Secretaria	2	160.00	320.00
Intendentes	2	93.33	186.66
<b>SUBTOTAL</b>	<b>10</b>		<b>1133.32</b>
<b>TOTALES</b>			
PERSONAL EJECUTIVO	5		8,000.00
PERSONAL ADMINISTRATIVO	2		2,066.66
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN	3		2,800.00
DEPARTAMENTO DE ENROLLADO	3		600.00
DEPARTAMENTO DE TRATAMIENTO TÉRMICO	2		186.66
DEPARTAMENTO DE ESMERILADO	2		186.66
DEPARTAMENTO DE SHOT PEEN	1		93.33
DEPARTAMENTO DE LIMPIEZA	1		93.33
DEPARTAMENTO DE ACABADO	1		93.33
DEPARTAMENTO DE COMPRESIÓN	1		93.33
DEPARTAMENTO DE EMPAQUE	1		93.33
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	1		533.33
ALMACENES	2		186.66
DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD	2		1,066.66
RELACIONES INDUSTRIALES Y DIVERSOS	10		1,133.32
<b>TOTAL</b>	<b>36</b>		<b>17,226.6</b>
<b>TOTAL ANUAL</b>			<b>206,719.2</b>

Cuadro IV.3. Costo de la mano de obra directa e indirecta. (Continuación).

**IV.3.3 COSTOS INDIRECTOS**

Dentro de los costos de producción se encuentran los costos de los materiales indirectos y el costo de mantenimiento, en el cuadro siguiente se presenta la estimación de los costos mencionados.

DESCRIPCIÓN	COSTO ANUAL (Dólares)
Herramientas y abrasivos	1,600.00
Lubricantes y grasas	1,333.33
Materiales de laboratorio	1,066.66
Mantenimiento y refacciones	4,000.00
Diversos	6,666.66
<b>TOTAL</b>	<b>14,666.65</b>

Cuadro IV.4. Costos indirectos.

#### IV.3.4 COSTOS DE LOS INSUMOS

A continuación se presenta la estimación de los requerimientos de energía eléctrica, agua, gas y combustibles, necesarios para cubrir la demanda de 1583 toneladas de el primer año de operación de la planta.

DESCRIPCIÓN	CONSUMO		REQUERIMIENTO	CONSUMO	
	(Kwh/a)	(Kwh/a)		(Kwh/a)	(Kwh/a)
Máquina BTS 100	0.75	162.00	1,944.00	0.44	0.33
Máquina BTS 400	4.00	864.00	10,368.00	1.05	4.20
Máquina BS 1100	10.00	2,160.00	25,920.00	2.50	25.00
Hornos 1 <sup>a</sup> relevado de esfuerzos	60.00	12,960.00	155,520.00	2.00	120.00
Hornos 2 <sup>da</sup> relevado de esfuerzos	40.00	8,640.00	103,680.00	2.80	112.00
Máquina de esmerilado	6.00	1,296.00	15,552.00	1.48	8.88
Máquina de chaflaneado	0.75	162.00	1,944.00	1.48	1.11
Máquina de compresión	1.50	324.00	3,888.00	2.50	3.75
Máquina de shot peen	3.00	648.00	7,776.00	2.90	8.70
Alumbrado	22.50	4,860.00	58,320.00	1.51	33.98
Diversos	2.00	432.00	5,184.00	0.30	0.60
<b>TOTAL</b>	<b>150.50</b>	<b>32,508.00</b>	<b>390,096.00</b>		<b>318.47</b>

Cuadro IV.5. Consumo de energía eléctrica.

DESCRIPCIÓN	CONSUMO			CONSUMO POR TON (M <sup>3</sup> /Ton)
	(M <sup>3</sup> /Hr)	(M <sup>3</sup> /Mes)	(M <sup>3</sup> /Año)	
Consumo personal	1.00	216.00	2592.00	1.63
Áreas verdes	2.00	432.00	5184.00	3.27
Diversos	2.00	432.00	5184.00	3.27
<b>TOTAL</b>	<b>5.00</b>	<b>1080.00</b>	<b>12960.00</b>	<b>8.18</b>

Cuadro IV.6. Consumo de agua.

DESCRIPCIÓN	CONSUMO			CONSUMO POR TON (M <sup>3</sup> /Ton)
	(M <sup>3</sup> /Hr)	(M <sup>3</sup> /Mes)	(M <sup>3</sup> /Año)	
Calentadores y cocina	0.0023	0.5000	6.0000	0.0037
<b>TOTAL</b>				<b>0.0037</b>

Cuadro IV.7. Consumo de gas.

DESCRIPCIÓN	CONSUMO			CONSUMO POR TON (Litros)
	(Litros/Hr)	(Litros/Mes)	(Litros/Año)	
Camioneta	7.77	1,680.00	20,160.00	0.078
Planta de emergencia	0.09	28.83	250.00	6.33
<b>TOTAL</b>	<b>7.86</b>	<b>1,708.83</b>	<b>20,410.00</b>	<b>6.41</b>

Cuadro IV.8. Consumo de combustible.

DESCRIPCIÓN	CONSUMO		TOTAL (Costos)
	CONSUMO POR TON	UNIDAD	
ENERGÍA ELÉCTRICA (Kwh)	318.47	0.13	41.40
COMBUSTIBLES (Lts.)	6.4100	0.26	1.70
GAS (Metros <sup>3</sup> )	0.0037	137.33	0.51
AGUA (Metros <sup>3</sup> )	8.1800	0.20	1.64
<b>TOTAL</b>			<b>45.25</b>

Cuadro IV.9. Resumen de costos de servicios.

\* Para los cuadros anteriores se consideran 9 horas diarias y 300 días al año.

**IV.3.5 DEPRECIACIÓN ANUAL E IMPUESTOS**

El término depreciación tiene el mismo significado que amortización, el primero sólo se aplica al activo fijo, y el segundo sólo se aplica a los activos diferidos o intangibles, el término amortización significa el cargo anual que se hace para recuperar la inversión.

En los cuadros siguientes se presentan los cargos anuales por depreciación y amortización, así como la estimación de los impuestos y seguros.

DESCRIPCIÓN	TOTAL INVESTIDO	TASA DE DEPRECIACIÓN	DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN ANUAL					AÑO 5 (Dólares)
			1	2	3	4	5	
Edificio e Instalaciones	116,080.0	3%	3,482.4	3,482.4	3,482.4	3,482.4	3,482.4	98,668.0
Equipo	673,156.2	10%	67,315.6	67,315.6	67,315.6	67,315.6	67,315.6	336,578.1
Costos de instalación	124,111.10	20%	24,822.2	24,822.2	24,822.2	24,822.2	24,822.2	0.0
Planeación e integración del proyecto	8,160.86	10%	816.0	816.0	816.0	816.0	816.0	4,080.4
Ingeniería del proyecto	40,804.3	10%	4,080.4	4,080.4	4,080.4	4,080.4	4,080.4	20,402.1
Supervisión de la construcción	40,804.3	10%	4,080.4	4,080.4	4,080.4	4,080.4	4,080.4	20,402.1
Administración del proyecto	8,160.86	10%	816.0	816.0	816.0	816.0	816.0	4,080.4
Gastos de puesta en marcha								484,211.3
<b>TOTAL</b>	<b>1,011,277.7</b>		<b>105,413.2</b>	<b>105,413.2</b>	<b>105,413.2</b>	<b>105,413.2</b>	<b>105,413.2</b>	

**Cuadro IV.10. Depreciación y amortización anual.**

DESCRIPCIÓN	COSTO ANUAL (Dólares)
Impuesto sobre la propiedad	4,030.00
Seguros (0.25 % de los costos de instalación)	307.78
Diversos	4,000.00
<b>TOTAL</b>	<b>8,337.78</b>

Cuadro IV.11. Impuestos y seguros.

#### IV.4 COSTOS GENERALES

Dentro de los costos generales se incluyen los costos de administración y costos de venta.

**Costos de Administración.** Son los costos provenientes de realizar la función de administración dentro de la empresa. Esto implica que fuera de las dos grandes áreas de una empresa que son producción y ventas, los costos de los demás departamentos o áreas como son: planeación, recursos humanos y selección de personal, relaciones públicas y finanzas, se cargarán a Administración y Costos Generales.

**Costos de Venta.** Son los costos en los que se incurre para hacer llegar el producto al consumidor. Estos costos incluyen investigación y desarrollo de nuevos mercados o de nuevos productos adaptados a los gustos y necesidades de los consumidores, la adecuación de la publicidad que realiza la empresa, la tendencia de las ventas, viáticos y representaciones, etc.

DESCRIPCIÓN	COSTO ANUAL (Dólares)
GASTOS DE VENTA	2,700.00
GASTOS ADMINISTRATIVOS	3,333.33
<b>TOTAL</b>	<b>7,093.33</b>

Cuadro IV.12. Costos generales.

#### IV.5 COSTOS FINANCIEROS.

Son los intereses que se deben pagar en relación con capitales obtenidos en préstamo.

Para nuestro proyecto no consideramos crédito financiero, debido a que todo el capital de trabajo será aportado por los accionistas, por lo anterior no se presentan costos financieros para la evaluación del proyecto.

#### IV.6 RESUMEN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN Y OPERATIVOS

En base a los cuadros presentados en las secciones anteriores, se elaboró el siguiente cuadro que muestra el resumen total de los costos de producción para los tres primeros años.

DESCRIPCIÓN	1996 (Dólares)	1997 (Dólares)	1998 (Dólares)	1999 (Dólares)
Materias primas	3,396,166.60	3,939,553.26	4,530,486.24	5,481,888.36
Sueldos y salarios	206,719.20	239,794.27	275,763.41	333,673.73
Costos de energía	71,630.75	83,091.67	95,555.42	115,622.06
Costos indirectos	14,666.65	17,013.31	19,565.31	23,674.03
Depreciación	105,413.28	105,413.28	105,413.28	105,413.28
Impuestos	8,337.78	8,337.78	8,337.78	8,337.78
Gastos generales	7,093.33	8,228.26	9,462.50	11,449.63
<b>Costos totales</b>	<b>3,810,027.59</b>	<b>4,401,431.83</b>	<b>5,044,583.95</b>	<b>6,080,058.86</b>
<b>Producción total (Ton.)</b>	<b>1583</b>	<b>1836</b>	<b>2107</b>	<b>2550</b>
<b>Costo/Tonelada</b>	<b>2,406.84</b>	<b>2,397.29</b>	<b>2,394.20</b>	<b>2,384.34</b>

Cuadro IV.13. Resumen anual de costos.

#### IV.7 DETERMINACIÓN DEL CAPITAL DE TRABAJO

El capital de trabajo se define desde el punto de vista contable como la diferencia entre el activo circulante y el pasivo circulante, desde el punto de vista práctico representa el efectivo adicional con que hay que contar para que empiece a funcionar la empresa para financiar la primera producción, comprar materia prima, pagar mano de obra, créditos en las primeras ventas y gastos diarios de la empresa, éstos rubros representan el activo circulante. También se puede obtener crédito en servicio, impuestos y proveedores, estos rubros representan el pasivo circulante.

Para la estimación del capital de trabajo, necesario para la operación de la planta, se consideró que opere con las siguientes capacidades: para el primer año 1,583 toneladas, para el segundo año 1,836 toneladas, para el tercer año 2,107 toneladas a fin de alcanzar las 2,550 toneladas anuales a partir del cuarto año.

En el cuadro siguiente se presenta la descripción del capital de trabajo e inventarios, así como el cálculo del capital de trabajo que requerirá el proyecto durante los tres primeros años.

DESCRIPCIÓN	BASES DEL CÁLCULO	AÑO 1 (Dólares)	AÑO 2 (Dólares)	AÑO 3 (Dólares)
<b>ACTIVO CIRCULANTE</b>		<b>993,300.5</b>	<b>1,150,711.9</b>	<b>1,321,896.8</b>
Caja y bancos	1 Mes (Costos de producción)	316,911.1	366,100.2	419,593.4
Cuentas por cobrar	1 Mes (Valor de ventas)	393,375.5	456,315.5	524,762.9
Materias primas:				
a) Alambre piano	1 Mes	240,561.8	279,051.6	320,909.4
b) Alambre de acero inox.	1 Mes	42,452.0	49,244.4	56,631.0
<b>PASIVO CIRCULANTE</b>		<b>283,013.8</b>	<b>328,296.1</b>	<b>377,540.5</b>
Cuentas por pagar	1 Mes (Costo de M.P.)	283,013.8	328,296.1	377,540.5
<b>CAPITAL DE TRABAJO</b>		<b>710,286.6</b>	<b>822,415.8</b>	<b>944,356.3</b>

Cuadro IV.14. Capital de trabajo.

#### IV.8 ESTIMACIÓN DE LOS INGRESOS DE VENTAS

La estimación de los ingresos de ventas se realizó considerando el volumen de producción citado anteriormente, estimando el precio promedio de una tonelada de resortes en 2,982 dólares/tonelada, que es el requerido para que la nueva planta tenga un margen de utilidad. Cabe mencionar que el precio puede variar dependiendo del tipo de resorte que se elabore, tanto por su complejidad como por el material utilizado.

En el cuadro siguiente se presentan los ingresos por ventas estimados para los próximos diez años, suponiendo precios constantes.

No.	AÑO	PRONÓSTICO DE VENTAS (Ton.)	PRECIO DE VENTA (Dólares)	INGRESOS POR VENTAS (Dólares)
1	1996	1,583	2,982	4,720,506
2	1997	1,836	2,982	5,474,952
3	1998	2,107	2,982	6,283,074
4	1999	2,550	2,982	7,604,100
5	2000	2,550	2,982	7,604,100
6	2001	2,550	2,982	7,604,100
7	2002	2,550	2,982	7,604,100
8	2003	2,550	2,982	7,604,100
9	2004	2,550	2,982	7,604,100
10	2005	2,550	2,982	7,604,100

Cuadro IV.15. Ingresos por ventas.

#### IV.9 ESTADO DE RESULTADOS

El objetivo del Estado de Resultados es obtener la utilidad neta y los flujos netos de efectivo del proyecto, que se obtienen restando a los ingresos todos los costos en que incurra la planta y los impuestos que se deban pagar.

En el cuadro siguiente se muestra el estado de resultados y la obtención de los flujos de efectivo para los tres primeros años.

DESCRIPCIÓN	1996	1997	1998
Ventas (Toneladas)	1,583	1,836	2,107
+ Ingresos por Ventas	4,720,506.0	5,475,786.9	6,297,155.0
- Costos de Producción	3,802,934.2	4,393,203.5	5,035,121.4
= Utilidad Marginal	917,571.7	1,082,583.3	1,262,033.5
- Gastos generales	7,093.3	8,228.7	9,462.5
= Utilidad Bruta	910,478.4	1,074,355.1	1,252,571.0
- I.S.R. (42%)	382,400.9	451,229.1	526,079.8
- R.U.T. (10%)	91,047.8	107,435.5	125,257.1
= Utilidad Neta	437,029.6	515,690.4	601,234.1
+ Depreciación	105,413.2	105,413.2	105,413.2
= Flujo neto de efectivo	542,442.9	621,103.7	706,647.3

Cuadro IV.16. Estado de resultados.

#### IV.10 BALANCE GENERAL INICIAL

El Balance General Inicial tiene como objetivo determinar anualmente cual se considera que es el valor real de la empresa en ese momento. En el siguiente cuadro siguiente aparece el balance general inicial de la nueva empresa, ya que considerar balances de periodos futuros implica incurrir en suposiciones cuya base probablemente no es aceptablemente firme.

ACTIVOS		PASIVOS	
<u>ACTIVO</u>		<u>PASIVO</u>	
<u>CIRCULANTE</u>		<u>CIRCULANTE</u>	
Caja y Bancos	316,911.1	Cuentas por Pagar	283,013.8
Inventarios	283,013.8		
Cuentas por Cobrar	393,375.5	<b>TOTAL DE PASIVOS</b>	<b><u>\$ 283,013.8</u></b>
<b>TOTAL</b>	<b><u>\$ 993,300.5</u></b>	<b>CAPITAL</b>	
<u>ACTIVO FIJO</u>		Aportación de Accionistas	<b><u>\$ 1,715,704.9</u></b>
Edificio e Inst.	816,086.2	<b>TOTAL DE PASIVO + CAPITAL</b>	<b><u>\$ 1,998,718.8</u></b>
Equipo	97,930.3		
Imprevistos	91,401.6		
<b>TOTAL</b>	<b><u>\$ 1,005,418.2</u></b>		
<b>TOTAL DE ACTIVOS</b>	<b><u>\$ 1,998,718.8</u></b>		

Cuadro IV.17. Balance general inicial (dólares).

#### IV.11 DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

El punto de equilibrio es el nivel de producción en el que son exactamente iguales los beneficios por ventas a la suma de los costos fijos y los variables.

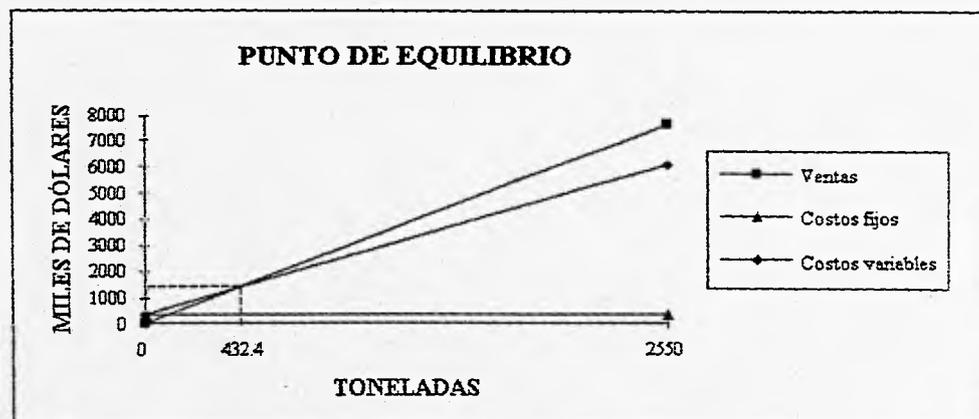
El punto de equilibrio o producción mínima económica (PME) se puede calcular en forma matemática como sigue:

$$PME = \text{Produc. Prog.}(\text{Costos Fijos}) / (\text{Valor de la produc.} - \text{Costos Variables})$$

Con base a la producción estimada y los presupuestos de ingresos y egresos, previsiblemente la producción mínima económica sería la que se muestra en el cuadro siguiente. De acuerdo con los resultados de éste cuadro, en el primer año de operación (1996), se utilizará el 62 % de la capacidad nominal y se estaría produciendo 3.6 veces la producción mínima económica, la gráfica IV.1 muestra el punto de equilibrio para éste año, y para el cuarto año de operación periodo en el cual se podría aprovechar el 100 % de la capacidad nominal de la planta, por lo cual se lograría 4.1 veces la producción mínima económica.

DESCRIPCIÓN	(TONELADAS)			
	1996	1997	1998	1999
Capacidad nominal total	2,550	2,550	2,550	2,550
% que se utilizará	62.0	72.0	82.6	100.0
Producción Programada	1,583	1,836	2,107	2,550
Prod. Mín. Econ.	432.4	478.5	527.7	608.5
Prod. Prog./Prod.Mín.Econ.	3.6	3.8	3.9	4.1
	(DÓLARES)			
Valor de la Producción	4,720,506.0	5,475,786.9	6,297,155.0	7,619,557.5
Costos Variables	3,467,797.3	4,022,644.9	4,626,041.6	5,597,510.4
Costos Fijos	342,230.2	378,786.9	418,542.2	482,548.4
Egresos Totales	3,810,027.5	4,401,431.8	5,044,583.9	6,080,058.8

Cuadro IV.18. Producción mínima económica.



Gráfica IV.1. Punto de equilibrio para el primer año de operación.

---

## CAPÍTULO V

### ANÁLISIS FINANCIERO

---

#### V.1 FLUJO NETO DE EFECTIVO

Para la evaluación de proyectos existen diversos métodos para calcular la rentabilidad o el tiempo de recuperación de la inversión.

A continuación el cuadro V.1 muestra los ingresos y los egresos totales para obtener los ingresos y egresos descontados y de ésta manera poder calcular los indicadores que más adelante se muestran.

AÑO	INGRESOS	EGRESOS	FLUJO NETO
1995	0	1,129,529.37	-1,129,529.37
1996	4,720,506.00	3,810,027.58	910,478.41
1997	5,475,786.96	4,401,431.83	1,074,355.12
1998	6,297,155.00	5,044,583.95	1,252,571.05
1999	7,619,557.55	6,080,058.85	1,539,498.69
2000	7,619,557.55	6,080,058.85	1,539,498.69
2001	7,619,557.55	6,080,058.85	1,539,498.69
2002	7,619,557.55	6,080,058.85	1,539,498.69
2003	7,619,557.55	6,080,058.85	1,539,498.69
2004	7,619,557.55	6,080,058.85	1,539,498.69
2005	7,619,557.55	6,080,058.85	1,539,498.69

Cuadro V.1. Flujo neto de efectivo.

En base a estos datos en el cuadro V.2 se pueden apreciar los flujos de efectivo descontados al 60 %. Esta tasa de interés representa la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR), la cuál se obtuvo sumando un premio al riesgo de 20% a la tasa máxima que ofrecen los bancos por una inversión a plazo fijo que actualmente es alrededor del 40%.

AÑO	FLUJO DESCONTADO AL 60%			FLUJO DESCONTADO ACUMULADO
	FLUJO NETO	FACTOR DE ACTUALIZACIÓN	FLUJO DESCONTADO	
1995	-1,129,529.37	1	-1,129,529.37	-1,129,529.37
1996	910,478.41	0.6250	569,049.00	-560,480.36
1997	1,074,355.12	0.3906	419,669.97	-140,810.39
1998	1,252,571.05	0.2441	305,803.47	164,993.08
1999	1,539,498.69	0.1525	234,908.85	399,901.94
2000	1,539,498.69	0.0953	146,818.03	546,719.97
2001	1,539,498.69	0.0596	91,761.27	638,481.25
2002	1,539,498.69	0.0372	57,350.79	695,832.04
2003	1,539,498.69	0.0232	35,844.24	731,676.29
2004	1,539,498.69	0.0145	22,402.65	754,078.94
2005	1,539,498.69	0.0090	14,001.65	768,080.60

Cuadro V.2. Flujo neto descontado al 60 %.

## V.2 PERIODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN

El periodo de recuperación de la inversión (PRI), es el tiempo transcurrido a partir del año cero hasta donde registra ganancia el flujo acumulado.

El periodo de recuperación de la inversión (PRI) es igual al número de años con pérdida, hasta llegar al año donde registra ganancia el flujo acumulado. Al flujo del año positivo se divide entre doce meses y éste resultado es el divisor del valor del último año, que presenta pérdida en el flujo acumulado, éste resultado nos da la cantidad de meses que integran junto con los años de pérdida el total de tiempo necesario, para recuperar la inversión. A continuación se calcula el PRI:

### AÑO DE FLUJO ANUAL

Siguiente al último año de pérdida de flujo acumulado:

$$164,993.08/12 = 13,749.42$$

Último año negativo del flujo acumulado:

$$140,810.39/13,749.42= 10.24$$

Este resultado indica que en tres años más diez meses es el tiempo total requerido para recuperar la inversión.

### **V.3 VALOR PRESENTE NETO**

El valor presente neto (VPN), es el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial.

Los flujos descontados para los diez primeros años es: 1,897,609.9 dólares, mientras que la inversión inicial asciende a: 1,129,595.3 dólares, por lo tanto el VPN al 60% es:

$$\text{VPN} = 1,897,609.9 - 1,129,595.3 = 768,080.7 \text{ dólares}$$

Dado que el VPN es mayor que cero, se acepta el proyecto.

### **V.4 TASA INTERNA DE RENDIMIENTO**

La tasa interna de rendimiento (TIR), se define como la tasa de descuento que hace que el VPN sea igual a cero, es decir, que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial.

En el cuadro V.3 se observa que la TIR que se acerca al valor de cero es 95.4%.

AÑO	FLUJO NETO	FACTOR DE ACTUALIZACIÓN	FLUJO DESCONTADO
1995	-1,129,529.37	1	-1,129,529.37
1996	910,478.41	0.5117	465,956.19
1997	1,074,355.12	0.2619	281,383.57
1998	1,252,571.05	0.1340	167,891.49
1999	1,539,498.69	0.0685	105,604.17
2000	1,539,498.69	0.0351	54,045.12
2001	1,539,498.69	0.0179	27,658.71
2002	1,539,498.69	0.0091	14,154.91
2003	1,539,498.69	0.0047	7,244.07
2004	1,539,498.69	0.0024	3,707.30
2005	1,539,498.69	0.0012	1,897.29
<b>TOTAL</b>			<b>1,129,542.86</b>
<b>MENOS INVERSIÓN INICIAL</b>			<b>1,129,529.37</b>
			<b>13.49</b>

Cuadro V.3. Tasa interna de rendimiento al 95.4 %.

### V.5 RENDIMIENTO DE LA INVERSIÓN

Es el resultado de dividir la utilidad neta entre la inversión total multiplicado por cien, en el cuadro V.4 se muestra el rendimiento de la inversión para los primeros diez años.

ANO	CANTIDAD NETA	INVERSIÓN TOTAL	RENDIMIENTO (%)
1995	0	1,129,529.37	0
1996	437,029.63	1,129,529.37	38.69
1997	515,690.46	1,129,529.37	45.65
1998	601,234.10	1,129,529.37	53.22
1999	738,959.37	1,129,529.37	65.42
2000	738,959.37	1,129,529.37	65.42
2001	738,959.37	1,129,529.37	65.42
2002	738,959.37	1,129,529.37	65.42
2003	738,959.37	1,129,529.37	65.42
2004	738,959.37	1,129,529.37	65.42
2005	738,959.37	1,129,529.37	65.42

Cuadro V.4. Rendimiento de la inversión.

## V.6 RESUMEN DE INDICADORES

Los resultados obtenidos de ésta evaluación financiera son los siguientes:

Valor Presente Neto (VPN) = 768,080.7 dólares

Periodo de recuperación de la inversión (PRI) = 3 años 10 meses

Tasa Interna de Retorno (TIR) = 95.4 %

Rendimiento de la inversión (ROI) = 65.4 %

Tomando en cuenta los indicadores anteriores se puede concluir que el proyecto es rentable, ya que el VPN es positivo, el periodo de recuperación de la inversión es menor a cuatro años, la TIR es superior a la tasa de actualización, por lo

que el proyecto tiene un margen de seguridad aceptable, como se observa en la siguiente gráfica. Y el rendimiento de la inversión es mayor a las tasas actuales de interés bancario (alrededor de 44 % anual).

Existen técnicas que no toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo y que propiamente no están relacionadas en forma directa con el análisis de la rentabilidad económica, sino con la evaluación financiera de la empresa.

Existen cuatro tipos básicos de razones financieras:

**1. Razones de liquidez**, que miden la capacidad de la empresa para cumplir con sus obligaciones (pagos) a corto plazo, entre ellas figuran:

a) **Tasa circulante**. Se obtiene dividiendo los activos circulantes entre los pasivos circulantes. La tasa circulante es la más empleada para medir la solvencia a corto plazo, ya que indica a que grado es posible cubrir las deudas de corto plazo sólo con los activos que se convierten en efectivo a corto plazo. Un valor comúnmente aceptado para ésta tasa es de tres. Su fórmula es:

$$\text{Razón circulante} = \text{activo circulante} / \text{pasivo circulante}$$

b) **Prueba del ácido**. Se calcula los inventarios a los activos circulantes y dividiendo el resto por los pasivos circulantes. Esto se hace así porque los inventarios son los activos menos líquidos. Así, ésta razón mide la capacidad de la empresa para pagar las obligaciones a corto plazo sin recurrir a la venta de inventarios. Se considera que uno es un buen valor para la prueba del ácido. Su fórmula es:

$$\text{Prueba del ácido} = (\text{activos circulantes} - \text{inventario}) / \text{pasivo circulante}$$

**2. Tasas de apalancamiento.** Mide el grado en que la empresa se ha financiado por medio de la deuda. Están incluidas:

a) **Razón de deuda total a activo total.** También llamada tasa de deuda. Mide el porcentaje total de fondos provenientes de instituciones de crédito. Su fórmula es :

$$\text{Tasa de deuda} = \text{deuda total} / \text{activo total}$$

b) **Número de veces que se gana el interés.** Se obtiene dividiendo las ganancias antes del pago de interés e impuestos. Mide el grado en que pueden disminuir las ganancias sin provocar un problema financiero a la empresa por no poder alcanzar o cubrir los gastos anuales de interés. Un valor aceptado de ésta tasa es ocho veces y su fórmula es:

$$\text{Número de veces que se gana el interés} = \text{ingreso bruto} / \text{cargos de interés}$$

**3. Tasas de actividad.** Este tipo de tasas no se pueden aplicar en la evaluación de un proyecto, ya que mide la efectividad de la actividad empresarial y cuando se realiza el estudio no existe tal actividad. La primera tasa es rotación de inventarios, y se obtiene dividiendo las ventas sobre los inventarios, ambas expresadas en dinero. El valor comúnmente aceptado de esta tasa es 9. Su fórmula es:

$$\text{Rotación de inventarios: } \text{ventas} / \text{inventarios}$$

a) **Periodo promedio de recolección.** Es la longitud promedio de tiempo que la empresa debe esperar después de hacer una venta antes de recibir el pago en efectivo. Un valor aceptado para esta tasa es 45 días. Su fórmula es:

$$\text{P.P.R.} = \text{cuentas por cobrar} / \text{ventas por día}$$

b) **Rotación de activo total.** Es la tasa que mide la actividad final de la rotación de todos los activos de la empresa. Un valor aceptado para esta tasa es de 2. Su fórmula es:

$$\text{Rotación de activos totales} = \text{ventas anuales} / \text{activos totales}$$

4. **Tasas de rentabilidad.** La rentabilidad es el resultado neto de un gran número de políticas y decisiones; las tasas de este tipo revelan qué tan efectivamente se está administrando la empresa.

a) **Tasa de margen de beneficio sobre ventas.** Se calcula dividiendo el ingreso neto después de impuestos sobre las ventas. Un valor promedio aceptado en la industria es de entre 5 y 10 %. Su fórmula es:

$$\text{Tasa de margen de beneficio} = \text{utilidad neta después de imp.} / \text{ventas tot. anuales}$$

b) **Rendimiento sobre activos totales.** Se obtiene dividiendo la utilidad neta libre de impuestos, entre los activos totales.

c) **Tasa de rendimiento sobre el valor neto de la empresa.** Es la tasa que mide el rendimiento sobre la inversión de los accionistas, llamada valor neto o capital.

Para el proyecto en estudio no son aplicables todas las razones financieras mencionas, por ello sólo se calcularán las siguientes:

1. Tasa circulante
2. Prueba del ácido
3. Tasa de margen de beneficio sobre ventas

1. Cálculo de la tasa circulante. Tomando los datos del cuadro IV.14, se tiene:

Razón circulante: activo circulante / pasivo circulante

$$RC (\text{año } 1) = 3.5$$

$$RC (\text{año } 2) = 3.5$$

$$RC (\text{año } 3) = 3.5$$

Se observa que el valor de esta tasa es aceptable, ya que un valor aconsejado es de 3.0.

2. Cálculo de la prueba del ácido. Tomando los datos del mismo cuadro IV.14, se tiene:

Prueba del ácido = (activo circulante - inventarios) / pasivo circulante

$$\text{Prueba del ácido (año } 1) = 2.5$$

$$(\text{año } 2) = 2.5$$

$$(\text{año } 3) = 2.5$$

El valor obtenido en la prueba del ácido es ligeramente mayor que el valor aconsejado, sin embargo se considera aceptable.

3. Cálculo de la tasa de margen de beneficio sobre ventas. Considerando los datos del cuadro IV.16, se tiene:

Tasa de margen de beneficio = utilidad neta después de imp. / ventas tot. anuales

Tasa de margen de beneficio (año 1) = 9.2 %

(año 2) = 9.4 %

(año 3) = 9.5 %

Se observa que el valor obtenido de esta tasa se encuentra dentro del rango aceptado por la industria.

## V.7 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Se denomina análisis de sensibilidad (AS) el procedimiento por medio del cual se puede determinar cuánto se afecta (qué tan sensible es) la TIR ante cambios en determinadas variables del proyecto.

Existen una gran cantidad de variables dentro del proyecto, como son los costos totales, ingresos, volumen de producción, tasa y cantidad de financiamiento, etc. El AS no está encaminado a modificar cada una de estas variables para observar su efecto sobre la TIR, solamente hay que modificar las variables que están fuera de control del empresario. Una de estas variables es el volumen de producción que afectaría directamente los ingresos.

Los pronósticos de venta han sido calculados ajustando una serie de datos históricos, obteniendo una ecuación que permite pronosticar cuál será el futuro volumen de ventas; sin embargo, el hecho de hacer este pronóstico no implica necesariamente que así vaya a ser, sobre todo en una situación económica tan inestable como la de México. Podría darse el caso de que bajara la producción industrial y que el producto analizado no se vendiera en el volumen esperado, pues es un producto netamente de consumo industrial. El AS estaría encaminado a

determinar cuál sería el volumen mínimo de ventas que debería tener la empresa para ser económicamente rentable.

El siguiente análisis tiene por objeto determinar cuál es el nivel mínimo de ventas que puede tener la empresa para seguir siendo económicamente rentable. A continuación se presenta la TIR obtenida disminuyendo el volumen de ventas pronosticado.

Ventas anuales (ton)	1,424.7	1,266.7	1,108.1	949.8
Costo de producción	3,422,640.8	3,042,347.4	2,662,053.9	2,281,760.5

PRODUCCIÓN (TON)	TIR	TMAR	DECISIÓN
1,583.0	95.4%	60%	Aceptar el proyecto
1,424.7	85.3%	60%	Aceptar el proyecto
1,266.7	76.7%	60%	Aceptar el proyecto
1,108.1	67.8%	60%	Aceptar el proyecto
949.8	58.7%	60%	Rechazar el proyecto

**Cuadro V.5.** Análisis de sensibilidad.

Del análisis de sensibilidad se concluye que 1,108 toneladas de ventas anuales es el límite mínimo de producción necesario para que el proyecto sea económicamente rentable. El valor obtenido muestra que el proyecto es seguro desde este punto de vista, dado que contamos con una capacidad instalada de 2,550 toneladas anuales y trabajando con el 43.45% de esta capacidad obtendríamos el volumen mínimo de producción para que el proyecto siga siendo rentable.

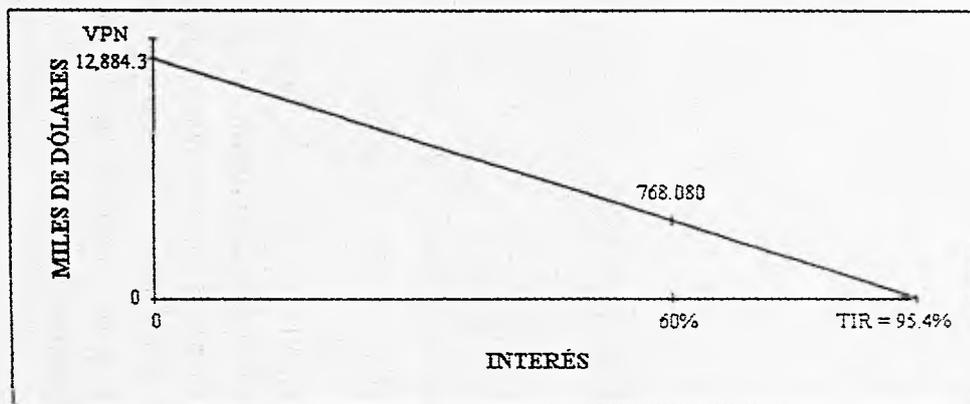


Figura V.1. Gráfica VPN-TIR.

---

## CONCLUSIONES

---

Los sucesos negativos ocurridos durante 1994 no invalidan los significativos avances logrados en materia fiscal, comercial, de descentralización y desregulación, de integración a los mercados internacionales y de modernización a nivel de miles de empresas.

La solidez de estos avances permitirá no sólo que el proceso de ajuste que ha seguido a los recientes episodios devaluatorios alcance su propósito de abatir la inflación con rapidez, sino que hará posible que la recuperación de la producción y el empleo ocurran en un contexto en el que las exportaciones aumenten en forma acelerada.

Desde el punto de vista macroeconómico, en 1994 se alcanzaron resultados importantes que no se han perdido con los efectos del ajuste en la paridad. Las finanzas públicas son estructuralmente sanas.

La profunda modernización sectorial permite anticipar que, a pesar del impacto negativo que pudiera tener la crisis cambiaria en el corto plazo, la planta productiva nacional cuenta ahora, a diferencia de lo que ocurría en el pasado, con una gran capacidad para adaptarse a las nuevas circunstancias y aprovechar las oportunidades que les ofrece el proceso de globalización de nuestra economía. El acelerado crecimiento de las exportaciones en 1995 así lo atestigua.

De acuerdo al panorama presentado en el primer capítulo, se observa que muchos de los factores económicos son favorables y se vislumbran resultados positivos y optimistas para el futuro, destacando el sector manufacturero, el cual ha tenido un notable crecimiento, por lo cual consideramos que es el momento indicado para la implantación del proyecto, desde el punto de vista macroeconómico.

Cabe mencionar que el estudio macroeconómico se realizó durante el primer semestre de 1995, por lo cual la información presentada se basa en el comportamiento de la economía durante 1994, esto provoca que la información expuesta no refleja la situación actual del país, sin embargo esta situación no altera los resultados del proyecto, dado que en 1995 el panorama económico presentó una estabilidad mayor, lo que favorece al proyecto.

En base a los resultados obtenidos en el segundo capítulo, observamos que existe una demanda insatisfecha para un periodo de diez años, la cual, se estima, no será cubierta por las empresas existentes.

El consumo más importante de resortes se encuentra principalmente, en dos sectores industriales: la industria automotriz y la industria eléctrica-electrónica, por ello la producción debe ser enfocada hacia éstos dos sectores, esto tiene cierto riesgo debido a la dependencia que tendría la empresa, sin embargo, por ser productos de exportación permiten atacar mercados más amplios, produciendo resortes para consumo interno o exportándolos de manera directa o como parte de un producto terminado. También existe una demanda insatisfecha en otros sectores que no deben ser descuidados. Asimismo, se cuenta con una gran variedad de productos, lo que permitirá no depender de un sólo producto.

En cuanto a la balanza comercial observamos que existe un déficit considerable, debido a los altos volúmenes de importación utilizados para cubrir la demanda nacional de resortes. En base a esto, existe la posibilidad de crear nuevas plantas para satisfacer el mercado ocupado por las importaciones, ya que las plantas existentes no cuentan con planes de expansión para poder cubrir dicho mercado. Por lo anterior concluimos que es posible la factibilidad del proyecto desde el punto de vista del mercado.

De acuerdo a la información presentada en el tercer capítulo, se concluye que no existen restricciones en cuanto a maquinaria y equipo, suministro de materias primas, procesos de manufactura y disposición de parques industriales con los servicios necesarios para la operación de la planta.

La planta se ubicará en el parque industrial San Juan del Río, en el estado de Querétaro, por reportar las mejores condiciones en cuanto a instalación y operación obtenidas en el estudio de ubicación de planta.

Por lo que respecta a la calidad del producto, aseguramos que con la maquinaria, materia prima y procesos expuestos, se obtiene la calidad requerida por cada uno de los sectores mencionados.

Desde el punto de vista técnico es posible la factibilidad del proyecto, ya que la tecnología y la calidad nos coloca en ventaja sobre empresas establecidas que cuentan con tecnología obsoleta.

Será necesario producir un volumen de 432.4 toneladas anuales, para alcanzar la producción mínima económica o punto de equilibrio sobre una capacidad nominal de 2550 toneladas, con el fin de que no existan pérdidas. El precio promedio por tonelada será de 2,982 dólares sobre un costo de producción de 2,406.84, para obtener la utilidad estimada.

Debido a que en el proyecto no se consideró crédito financiero, la aportación de capital será proporcionada por inversionistas privados y el monto total de ésta aportación es de 1,715,704.9 dólares.

En el análisis financiero realizado en el quinto capítulo, se comprueba la rentabilidad económica del proyecto, ya que el periodo de recuperación es de tres años diez meses con una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 95.4 % y el rendimiento de la inversión es de 65.4 % lo cual es favorable para los inversionistas.

Por todo lo anterior concluimos que la implementación del proyecto es factible.

---

## BIBLIOGRAFÍA

---

1. CAMARA DEL HIERRO Y DEL ACERO (CANACERO) A. C.
2. CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA TRANSFORMACIÓN (CANACINTRA) A. C.
3. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRÁFICA E INFORMÁTICA
4. INFORME ANUAL DEL BANCO DE MÉXICO 1994
5. BANCO DE COMERCIO EXTERIOR (BANCOMEXT)
6. SECRETARÍA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL (SECOFI)
7. EVALUACIÓN DE PROYECTOS INDUSTRIALES, Baca Urbina G. Ed. McGrawHill/Interamericana de México. México 1994.
8. LA FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN TÉCNICO ECONÓMICA DE PROYECTOS INDUSTRIALES. Soto Rodríguez Humberto, Espejel Zavala Ernesto, Martínez Frías Héctor. México 1978.
9. MANUAL DE PROYECTOS DE DESARROLLO ECONÓMICO. O.N.U. México 1958.
10. FUNDAMENTOS DE PREPARACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS. Sapag Nassir y Sapag Reinaldo. Ed. McGrawHill. 1985.
11. SPRING DESIGNER'S HANDBOOK. Harold Carlson. Marcel Jekker Inc. EUA 1978.
12. DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA. Shigley Joseph Edward Ed. McGrawHill. 1980.
13. FUNDAMENTOS DE DISEÑO PARA INGENIERÍA MECÁNICA. Juvinal Robert C. De. LIMUSA México 1993.

14. PROYECTO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS. Spotts M. F.  
Ed. Reverté S. A. España 1976.
15. PROCESOS DE MANUFACTURA VERSIÓN SI. Amstead B. H., Phillip O.  
Ed. Continental, México 1982.
16. PLANT LAYOUT AND DESIGN. James M. Moore. USA 1970.
17. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA. Muther Richard.  
Ed. Hispano Europea S. A. España 1981.
18. INGENIERÍA ECONÓMICA. Tarquin Anthony J., Blank Leland T.  
Ed. McGrawHill. 1978.
19. CURSO DE ECONOMÍA MODERNA. Samuelson Paul. Ed. Aguilar. 1964.