

300617

39
2ej



UNIVERSIDAD LA SALLE A. C.

**ESCUELA DE INGENIERIA
INCORPORADA A LA U. N. A. M.**

**ESTUDIO DE SIMULACION PARA LA MICRO
Y PEQUEÑA INDUSTRIA ANTE LA
APERTURA DEL TLC**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
**INGENIERO MECANICO - ELECTRICISTA
CON AREA PRINCIPAL EN
INGENIERIA INDUSTRIAL**

P R E S E N T A :
ALEJANDRO ALONSO REYES RUIZ

ASESOR : ING. RAUL RAMIREZ DE LA TORRE

MEXICO, D. F.

1994

**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 está 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.

UNIVERSIDAD LA SALLE A.C.
ESCUELA DE INGENIERIA
INCORPORADA A LA U.N.A.M.

**ESTUDIO DE SIMULACION PARA LA MICRO
Y PEQUEÑA INDUSTRIA ANTE LA
APERTURA DEL TLC**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO-ELECTRICISTA
CON AREA PRINCIPAL EN
INGENIERIA INDUSTRIAL

P R E S E N T A

ALEJANDRO ALONSO REYES RUIZ

ASESOR: ING. RAUL RAMIREZ DE LA TORRE

Dedicatorias

*A la memoria de mi madre
como homenaje a su amor
y agradecimiento por la vida.*

*A la memoria de Chabe, mi nana,
por su noble labor, enorme dedicación
y ejemplo de bondad.*

*A mi padre y hermanos
con mi cariño y agradecimiento.*

*A la Comunidad Lasallista
por su gran labor educativa
y por los diecisiete años de alegría
que pasé en sus aulas.*

*A todo el lector que tenga
este trabajo en sus manos
y obtenga algún provecho de él.*

INDICE

Introducción.	5
El porqué de este estudio	6
Capítulo I. Antecedentes.	8
El desarrollo industrial micro y pequeño	9
Desarrollo en México	9
México Prehispánico	9
Conquista y Colonia	10
México Independiente	11
El Porfiriato	11
La época contemporánea	12
El papel de las pequeña y micro industrias	15
Capítulo II. Situación Actual. El TLC.	16
Datos Censales	17
Población y distribución geográfica	17
Actividades Principales	17
Crecimiento de la industria micro y pequeña 1982-1990	21
Programas de Promoción	23
El Tratado de Libre Comercio de América del Norte	26
Oportunidades sectoriales	29
Desventajas	33
Capítulo III. Simuladores.	34
Introducción	35
Definición	36
Modelos	36
¿Cómo se lleva a cabo un estudio de simulación?	39
Aspectos estadísticos	41
¿Cómo saber si el modelo de simulación es válido para el sistema?	41
Diseño de experimentos	42
Planeación táctica	43

Aplicaciones de Simulación	44
Operaciones de fabricación	44
Sistemas de transporte	45
Planeación y control del proyecto	46
Planeación financiera	47
Estudios ambientales y ecológicos	47
Sistemas de atención de la salud	47
Capítulo IV. Modelos del estudio.	49
Introducción	50
Primer caso: Taller de serigrafía y diseño "Strada"	52
Situación de la empresa	52
Planteamiento y descripción del modelo	53
Segundo caso: Centro de servicio automotriz "Grupo Mayco"	60
Situación de la empresa	60
Descripción del proceso	61
Planteamiento y descripción del modelo	63
Distribución de llegada de los vehículos	64
Tiempos de operación	66
El modelo	67
Tercer caso: Confecciones "Nelly"	72
Situación de la empresa	72
Marco de referencia. Políticas de inicio	75
Proceso productivo	77
El modelo	79
Capítulo V. Resultados e interpretación.	84
Caso 1: Taller de serigrafía y diseño "Strada"	85
Caso 2: Centro de servicio automotriz "Grupo Mayco"	91
Recomendaciones	95
Caso 3: Confecciones "Nelly"	98
Evaluación de las alternativas	99
Otras opciones	102
Desenlace	103

Conclusiones.	105
Las MPE en retrospectiva y su estado actual	106
Alternativas	107
La simulación y las MPE	110
Bibliografía	112

INTRODUCCION

México 1990. Las políticas gubernamentales de desarrollo toman un nuevo cariz. Superada ya la aguda crisis de los años 80 y alejados del peligro del caos económico, se plantea la posibilidad de integrar un mercado común, libre de obstáculos y trabas arancelarias y de trámites con nuestros dos vecinos del norte. Será el mercado de consumidores más grande del mundo y México es el que se encuentra más rezagado en cuanto a productividad ante sus dos socios. Después de dos años de negociaciones fue aprobado el acuerdo por las tres partes del Tratado. El reto consiste ahora en lograr la competitividad exigida o de lo contrario nuestras empresas e industrias se verán francamente superadas.

Figura I.1 América del Norte.



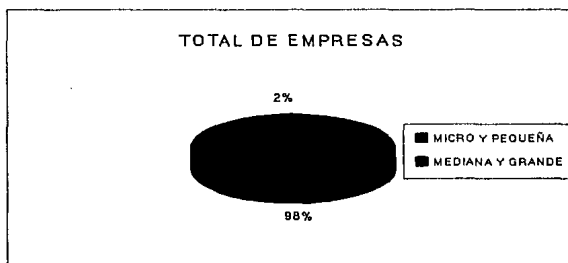
La estratificación industrial mexicana indica que el 98% del total de las industrias son clasificadas como pequeñas y micro,¹ abarcan el 49% del empleo total y aportan el 10% del PIB global.² Lo notable aquí es la cantidad de establecimientos y la cantidad de

¹El criterio para determinar el tamaño de las empresas es el siguiente: La micro es aquella con no más de 15 personas y ventas totales menores a 110 salarios mínimos anuales; la pequeña emplea hasta 100 personas y sus ventas no superan 1115 veces el salario mínimo; la mediana emplea hasta 250 personas y realiza ventas totales no mayores a 2010 veces el salario mínimo; la gran empresa supera estos valores. (*Diario Oficial*, 18 de mayo de 1990)

² Fuente: INEGI, *Censos Económicos 1989*.

empleo generado. Pero su situación ante la nueva realidad venidera aparentemente no es muy alentadora, sobre lo cual se dedica un capítulo más adelante. Las necesidades que tienen estas pequeñas y micro industrias de mejoras productivas, tecnológicas y de financiamiento son muchas. Asimismo, la infraestructura mexicana se encuentra limitada en varios aspectos como son las facilidades de distribución y transporte, de costos elevados, sus procedimientos y métodos son todavía muy tradicionales y sus expectativas son de franca incertidumbre.

Figura 1.2 Cantidad de empresas por tamaño.



El porqué de este estudio

En base a la experiencia personal del programa académico de la carrera de ingeniería industrial y a las labores desempeñadas en el Servicio Social, nos ha surgido un cuestionamiento específico sobre las materia de Investigación de Operaciones. Los ejemplos estudiados en las aulas, sus planteamientos y marco de referencia son, casi en su totalidad, de empresas de tamaño mediano o grande. Es indudable que el método seguido será el mismo para cualquier empresa, independientemente de su tamaño, sin embargo, prácticamente ningún texto consultado o ejemplo estudiado está referido a las circunstancias de una empresa micro o pequeña. De ahí parte la necesidad de llevar a cabo una investigación donde el objeto de estudio sean las micro y pequeñas empresas y la herramienta utilizada en su beneficio sea una de las varias que contempla la Investigación de Operaciones en general. La hipótesis es, entonces, la real aplicación de las herramientas analíticas, en concreto la simulación, en las micro y pequeñas industrias. Se pretende dejar demostrado de manera ejemplificada, ilustrada y explicada en un lenguaje comprensible para los empresarios, que, en todo caso, son los potenciales

receptores del beneficio, la real posibilidad de llevar a la práctica estos métodos a bajo costo y con altos rendimientos.

La presente investigación consiste en un estudio de la situación actual de las microindustrias. Se ponen en relieve los renglones más significativos de sus condiciones. Se hace un análisis cualitativo de los puntos establecidos por el TLC y se utiliza la técnica de simulación para intentar vislumbrar situaciones futuras en las nuevas condiciones del entorno. Las empresas estudiadas como ejemplo aportaron datos, entrevistas e información tomados directamente en su lugar de trabajo. Así también, la información presentada a nivel nacional fue obtenida de datos facilitados por entidades de fomento de Nacional Financiera, INEGI, SECOFI, CANACINTRA y publicaciones afines. Al final, los resultados obtenidos de los algoritmos simuladores tan sólo nos indicarán uno o varios resultados posibles para cada caso analizado y sometido a ellos. Su interpretación y alternativas propuestas serán hechas dentro del marco de la productividad y la calidad total.

Dirigido a todos aquellos pequeños y microindustriales, a los estudiantes de ingeniería industrial y al público en general como una guía y consulta para su real aplicación en la urgente modernización tecnológica y productiva de nuestro país y, sobre todo, como una muestra de la utilización de la técnica de la simulación en un tema poco atendido todavía por los métodos avanzados de investigación de operaciones y las universidades.

La presente investigación está estructurada en cinco capítulos de manera de que sigan una secuencia lógica del planteamiento de la hipótesis, su tratamiento y la demostración de la tesis discutida. Asimismo, cada uno se puede tratar por separado como un tema particular si así se desea. Los primeros dos tratan acerca de la historia de las industrias pequeñas y micro, su situación corriente y la influencia que el Tratado de Libre Comercio tiene sobre ellas. El tercer capítulo consiste en una explicación de la técnica de simulación, sus alcances y pormenores. Los capítulos cuarto y quinto son la parte práctica del trabajo. En ellos se plantean tres casos reales, se destaca su problemática, se plantean modelos de solución y se llevan a cabo las simulaciones con sus respectivas interpretaciones. Al final son anotadas las conclusiones generales de la obra. debe considerarse para juicio final que es, en sí, una tesis práctica.

CAPITULO I

ANTECEDENTES

**"Los hombres son inteligentes, no en proporción a su experiencia,
sino en proporción a la capacidad de su experiencia"**

- G.B. Shaw

EL DESARROLLO INDUSTRIAL PEQUEÑO Y MICRO

Es de conocimiento universal que desde que el hombre existe, la principal labor que lo ha hecho poseedor de esa característica de superioridad sobre el resto de los animales es el trabajo.

El propio avance de la civilización se fue dando paulatinamente a través de las mejoras constantes a las técnicas de trabajo y a los descubrimientos que las iban acompañando. Más tarde, surgió uno de los avances más importantes en materia de desarrollo: la división del trabajo. Esto permitió que las naciones pudieran satisfacer con mayor facilidad sus necesidades primarias.

La división del trabajo trajo inevitablemente otro avance en el desarrollo: la especialización. Es esta especialización la que posteriormente encaminaría al ser humano a establecer su *modus vivendi* por medio del desarrollo de actividades específicas a cambio de la remuneración correspondiente. Surgen entonces, aproximadamente desde la cuna misma de la civilización las pequeñas industrias. En su origen fueron formadas exclusivamente por los miembros de la familia, cosa que perdura hasta nuestros días, o en su defecto, por pequeñas asociaciones de unos cuantos individuos que establecían su negocio, pequeño pero que gracias a la especialidad que dominaban, les garantizaba que sus productos o servicios les serían requeridos.

DESARROLLO EN MEXICO

México prehispánico

En México, los antiguos pobladores sólo conocían una fuerza de trabajo: la humana. Ellos mismos producían sus satisfactores. Sin embargo, surgieron artesanos con oficios especializados: orfebres, joyeros, escultores, alfareros, pintores, artistas plumarios, talladores, curtidores y sastres, entre otros, cuyas técnicas constituyeron el núcleo primario de las industrias artesanales.

Las técnicas de industrias de transformación o de manufactura no artesanal, se encontraba por ese entonces aún en el subdesarrollo en relación a los que ya se utilizaban en Europa y Asia. Por ejemplo, la fundición de metales era prácticamente desconocida, en su lugar se trabajaba el tallado de piedras; la industria textil, por lo tanto, no poseía máquinas rudimentarias de hilado y, si bien eran buenos confeccionadores de prendas de vestir, no lo lograban hacer a la escala que permitiera hecerlas llegar a una gran cantidad de personas. Tal vez, lo más adelantado en ese entonces eran la orfebrería y la joyería. sus productos eran altamente demandados en los *tianguis* de esa época.

Conquista y Colonia

Una vez llevada a cabo la Conquista, el desarrollo industrial se vio todavía menos favorecido por las políticas impuestas por el gobierno español. Estas consistían únicamente en la apropiación de las materias primas de la colonia, especialmente los metales preciosos y convertir a las colonias en mercados de los productos manufacturados procedentes de la metrópoli e impedir que se crearan industrias competitivas. Sin embargo, debido a la preexistente diferencia de desarrollo, se establecieron nuevas industrias, se introdujeron tecnologías avanzadas y aún llegaron a incrementarse las que ya existían. En el campo de la construcción se experimentó un auge considerable gracias a la edificación de innumerables construcciones y obras civiles. Lo que privaba principalmente en estas labores era, sin embargo, la mano de obra.

Transcurre entonces el período virreinal con un acaparamiento por parte de la corona española hacia toda la industria de importancia. Hasta las pequeñas industrias que existían fueron desplazadas, sobre todo en cuanto a su administración se refería. Al cabo de tres siglos, la pequeña industria había avanzado en lo mínimo nada. Tan sólo los comercios pudieron sobrevivir.

México Independiente

Se podría pensar que con la consumación de la independencia el desarrollo industrial mexicano en general tendría un despegue hacia la industrialización que se gestaba en Europa gracias a la Revolución Industrial. Empero, con todo y la autonomía de gobierno, las importaciones procedentes de Europa se seguían protegiendo en completo perjuicio de nuestro desarrollo industrial. Sin embargo, se crearon algunas instituciones como el Banco de Avío para el fomento de la industria nacional que trataba de dar apoyo financiero a proyectos de inversión para diferentes giros. Su duración fue tan sólo de doce años. En el sector privado, hubo gente que se dio a la tarea de modernizar las industrias fuertes de ese entonces: la textil y la construcción. Mientras tanto, los pequeños empresarios seguían marginados de toda oportunidad de desarrollo. En resumen, hasta antes del Porfiriato el desarrollo industrial se vio enfocado únicamente a los sectores primario y secundario de nuestra economía. Las pequeñas industrias llegaban apenas a unos cuantos centenares, de diversas índoles y principalmente concentradas en las áreas de la capital, Puebla, Guanajuato y Veracruz.

El Porfiriato

Durante las dos últimas décadas del siglo pasado y la primera del presente, el gobierno porfirista, en medio de un clima de paz social, se dedicó, entre otras cosas, a dar grandes facilidades a la inversión de capitales extranjeros con lo que toda la industria se expandió. La idea de Díaz era modernizar al país, al estilo europeo, a como diera lugar. Pues bien, es cierto que toda la industria pesada, la metalúrgica, la extractiva, la de la transformación, la pesca, la agricultura y la ganadería, en una palabra todo el sector primario, se desarrolló gracias a la llegada de las técnicas y el capital extranjeros. Por ende, las pequeñas industrias asumieron un papel diferente al que habían tenido antaño. Se abrió la perspectiva de trabajar no sólo para el público directamente, sino que se podría trabajar para las grandes industrias a manera de subcontratación. Les fabricarían subensambles, accesorios, productos similares, servicios especializados, etc. Pero la innovación tecnológica y científica seguía en manos extranjeras.

La época contemporánea

El desarrollo industrial de México en el siglo XX ha estado relacionado a la ampliación de su capacidad industrial. Después del Porfiriato y hasta antes de la Segunda Guerra Mundial, el desarrollo siguió por los mismos cauces que en la época anterior; más que de la protección arancelaria y del fomento deliberado del gobierno, dependió del aumento normal de la demanda interna. Las empresas que se establecieron durante ese período fueron principalmente muy pequeñas y de carácter artesanal. Sin embargo, con la creación del Banco de México en 1925 y la creación de varias comisiones nacionales, entre otras, la de Caminos e Irrigación, se sentó la base de la estrategia de desarrollo seguida por el gobierno: la sustitución de importaciones, semejante a la aplicada por otros países de capitalismo tardío. La sustitución de importaciones enfatiza el desarrollo del mercado interno como paso intermedio para lograr una industrialización más amplia.

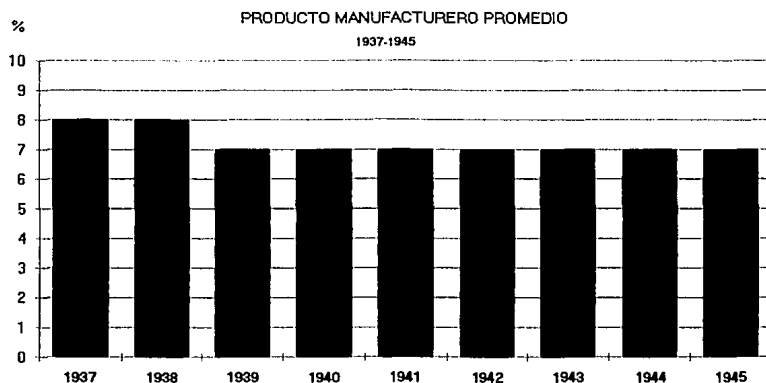
El modelo en sus primeras etapas consideraba que el desequilibrio en la balanza de pagos era necesario ya que se asumía que la producción no sería competitiva a nivel internacional en los primeros años y por ello no habría las bases para fomentar las exportaciones a pesar de que se requeriría de fuertes importaciones para ampliar la capacidad productiva. Así se pensó que el déficit comercial se solucionaría a largo plazo mediante la puesta en marcha de la nueva capacidad instalada y la consecuente reducción de importaciones.

Para 1936, el producto manufacturero había tenido un crecimiento promedio del 4%. La política cardenista de reforma agraria y de formación de capital social básico mantuvo expectante a la inversión extranjera. El petróleo es nacionalizado, el resto del capital foráneo seguía dominando al comercio, la minería, la electricidad y los ferrocarriles. El crecimiento de la demanda pública por mayores gastos gubernamentales y la política agraria hicieron crecer la planta industrial a un ritmo del 8% de 1937 a 1939. La devaluación de 1938 y la reducción de los abastecimientos del exterior por la guerra, acentuaron el proceso de sustitución de importaciones y fomentaron la exportación de algunas manufacturas. De tal modo que, de 1939 a 1945, el sector manufacturero creció en un 7% promedio anual. El auge de creación de pequeñas y microempresas se vio totalmente favorecido.

En la década de los cuarenta, el gobierno inicia su participación directa en la industria. Se negó a quitar las barreras proteccionistas. En 1947 se invirtió el signo de la balanza de

pagos, se agotaron las reservas de divisas, se volvieron más severos los controles a las importaciones y el capital exterior no sólo se interesó en obtener materias primas para sus metrópolis, sino en abastecer directamente para el mercado interno. En los cincuenta, la reorientación del crédito bancario hacia las manufacturas facilitaron a la industria la producción de bienes intermedios; ello, efecto de la atención del gobierno en el fortalecimiento de la infraestructura, lo cual se extendió a todos los sectores, inclusive hasta en la ganadería que tradicionalmente había estado muy atrasada.

Figura 1.1 Producto manufacturero 1937-1945.



Hacia 1959, el gobierno se preocupó por la estructura que había tomado la industria. Entonces, se pasó a la etapa de alentar la sustitución de importaciones de bienes intermedios. Prosperó la industria manufacturera en particular y toda en general, conllevando la de sus subcontratadores. La industria en general se había diversificado. La política proteccionista atrajo aún más a la inversión extranjera, pero la importancia creciente del capital foráneo hizo crecer las remesas al exterior del país por concepto de regalías y utilidades y esto amenazaba con una deformación del modelo de economía nacional. La investigación y el desarrollo, por entonces, no eran en lo absoluto fomentados y entonces nos volvimos dependientes por completo de la tecnología

extranjera . La petroquímica básica y la industria automotriz fueron los únicos sectores que se obligaron al avance tecnológico, pero los establecimientos que gozaban de protección arancelaria se rezagaron.

Se debe abrir un paréntesis que explique un poco más a fondo lo anterior, sobre todo a lo que se refiere a la estrategia de sustitución de importaciones. Uno de los problemas básicos de esta propuesta era que carecía de un esquema de planeación que fijara metas precisas, por lo que se pensó que su promoción podría basarse en el apoyo que otorgara el sector público (mediante el desarrollo de la infraestructura, la provisión de insumos básicos a bajo precio y un esquema de subsidios) y la puesta en marcha de un sistema de protección. Esto haría que los empresarios obtuvieran un margen de utilidades mayor que el internacional y así contarían con recursos para nuevas inversiones. Sin embargo, al no tenerse metas específicas, el modelo dejaba elementos sin definir. No precisaba el periodo del esquema de protección, provocando ineficiencia productiva y baja calidad y, con todo y ello, seguir teniendo ganancias. A esto se sumó la falta de normatividad que indujera al desarrollo tecnológico.

En los setenta y los ochenta, el desarrollo se dio fundamentalmente en la industria química y en el equipo de transporte. Tal vez entonces, el fracaso del modelo se debió a la falta de definiciones estratégicas. La industrialización se llevó a cabo sin modificar los parámetros de importación por medio de cambios tecnológicos. La política industrial no tuvo la capacidad de aprovechar a las pequeña y micro industrias desarrolladas hasta este punto. La sustitución de importaciones beneficiaba principalmente a empresas trasnacionales que adquirirían buena parte de sus insumos del exterior lo que limitó el desarrollo de proveedores nacionales, provocando oligopolios en el desarrollo industrial, reduciendo irremediamente la participación de las pequeña y micro empresas, las cuales permanecieron en los sectores tradicionales, relacionados principalmente con la *economía de subsistencia*.

En los ochenta, el gobierno cambia su política. El cambio busca una reorientación industrial fundamentada en la promoción de exportaciones. A finales de los ochenta, se introdujo un programa de estabilización. Dicho programa no aceptaba un mercado cambiario subvaluado. De nuevo las importaciones aumentan y las exportaciones manufactureras se contraen. Es entonces, ahora, que se propone un Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos y Canadá con el fin de ampliar la base exportadora del país, atraer inversiones y tener mejor acceso al mercado de América del Norte.

PAPEL DE LAS PEQUEÑA Y MICRO INDUSTRIAS

Tal vez, el papel más importante que han jugado las pequeña y micro industrias en el proceso de industrialización ha sido el de ser importantes generadoras de empleo. Baste decir que hasta 1970 habían proporcionado casi el 60% del empleo del sector manufacturero, hubo una contracción en los setenta al 45% y recuperación en los ochenta hasta un 50%. Otro elemento importante que han mostrado a través del desarrollo ha sido su capacidad de adaptación a cambios drásticos en la economía. Así, en la crisis de los años ochenta, jugaron un papel muy importante en la provisión al mercado interno de insumos, fueron capaces de absorber mano de obra que era despedida del sector industrial oligopólico.

CAPITULO II
SITUACION ACTUAL
EL TLC

"El comercio es el igualador de las riqueza en las naciones"

- Gladstone

El medio ambiente de los últimos años se ha convertido en un medio inestable y de cambios rápidos. El desempeño de la micro y pequeña empresa se ve completamente afectado por una multitud de factores que corren por estos tiempos y que apuntan a diferentes direcciones conforme el entorno se va modificando. La llegada del Tratado de Libre Comercio representa un marco de actividad productiva y económica de reto y perspectiva y, por ello, urge llevar a cabo una enorme acción de actualización y mejoras técnicas. Antes es necesario establecer las características en las que se encuentra este sector empresarial.

DATOS CENSALES

Población y distribución geográfica

De acuerdo con los datos de los Censos Económicos de 1989, el total de microindustrias existentes en el territorio nacional ascendía a más de 100,000. La tabla 2.1 muestra los datos globales del país. Debe hacerse hincapié en que en los estados de México y el Distrito Federal se encuentran localizadas casi la cuarta parte del total de las microempresas (23.85%). Véase la figura 2.1

El total de las micro y pequeñas empresas generan empleo para 1.1 millones de mexicanos de los cuales, 301 mil empleos están en el D.F. y el Estado de México solamente. En estas entidades se llevaron a cabo las investigaciones de campo del presente trabajo. Las estimaciones actuales (1993) sugieren que el total de empleos generados tan sólo por las microempresas asciende a 1.3 millones en aproximadamente 250,000 establecimientos. Véase la figura 2.2

Actividades Principales

La tabla 2.2 muestra cómo se encuentran divididas las MPE por actividad que realizan. Como se puede apreciar, las actividades desempeñadas son muy variadas sin el

predominio de alguna actividad en particular. Todas las micro y pequeñas industrias se encuentran realizando actividades que tienen que ver con los grupos mencionados en la tabla.

Figura 2.1 Distribución geográfica de las MPE.

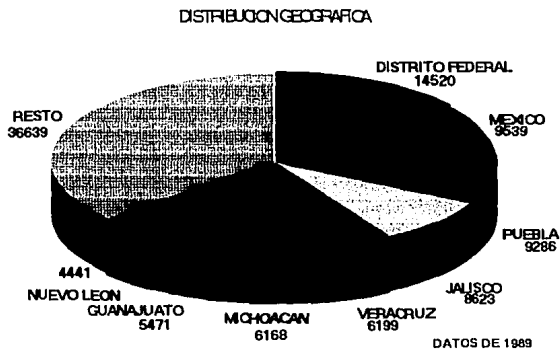
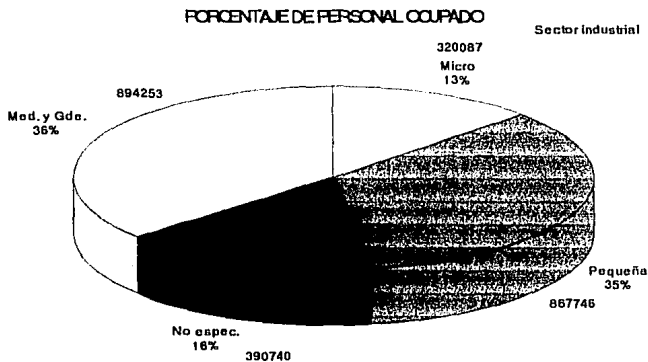


Figura 2.2 Porcentaje de personal ocupado.



ACUSE DE RECIBO DE EJEMPLARES DE TESIS EN LA BIBLIOTECA CENTRAL

NOMBRE DEL ALUMNO: Alejandro Alonso Reyes Ruiz

NOMBRE DE LA TESIS O SEMINARIO: Estudio de simulación para la micro y pequeña industria ante la apertura del TLC

ESCUELA O UNIVERSIDAD	CARRERA
Universidad La Salle	Ingeniería Mecánico-Eléctrica

FECHA	DIA	MES	AÑO
	02	12	94

ENTREGO
SELLO Y FIRMA
DOS EJEMPLARES
DE LA BIBLIOTECA
BIBLIOTECA
CENTRAL

- * FAVOR DE LLENAR POR TRIPPLICADO A MAQUINA O CON LETRA DE MOLDE
- * ENTREGAR DOS EJEMPLARES DE LA TESIS EN LA BIBLIOTECA CENTRAL U.N.A.M.
- * EXIGIR QUE LE SELLEN Y LE FIRMEN LAS DOS COPIAS

Tabla 2.1 Total de microempresas por entidad federativa.

TOTAL DE MICROEMPRESAS					
DISTRIBUCION GEOGRAFICA					
POR ENTIDAD			POR CANTIDAD		
ESTADO	CANTIDAD	%	ESTADO	CANTIDAD	%
AGUASCALIENTES	958	0.95%	DISTRITO FEDERAL	14520	14.39%
BAJA CALIFORNIA	1405	1.39%	MEXICO	9539	9.46%
BAJA CALIFORNIA SUR	246	0.24%	PUEBLA	9286	9.20%
CAMPECHE	630	0.62%	JALISCO	8623	8.55%
COLIMA	432	0.43%	VERACRUZ	6199	6.14%
CHIAPAS	2453	2.43%	MICHOACAN	6168	6.11%
COAHUILA	2164	2.14%	GUANAJUATO	5471	5.42%
CHIHUAHUA	2437	2.42%	NUEVO LEON	4441	4.40%
DISTRITO FEDERAL	14520	14.39%	YUCATAN	3097	3.07%
DURANGO	1553	1.54%	OAXACA	3003	2.98%
GUANAJUATO	5471	5.42%	TAMAULIPAS	2726	2.70%
GUERRERO	1745	1.73%	CHIAPAS	2453	2.43%
HIDALGO	1842	1.83%	CHIHUAHUA	2437	2.42%
JALISCO	8623	8.55%	COAHUILA	2164	2.14%
MEXICO	9539	9.46%	SAN LUIS POTOSI	2048	2.03%
MICHOACAN	6168	6.11%	SONORA	1973	1.96%
MORELOS	673	0.67%	SINALOA	1872	1.86%
NAYARIT	959	0.95%	HIDALGO	1842	1.83%
NUEVO LEON	4441	4.40%	GUERRERO	1745	1.73%
OAXACA	3003	2.98%	DURANGO	1553	1.54%
PUEBLA	9286	9.20%	BAJA CALIFORNIA	1405	1.39%
QUERETARO	1058	1.05%	ZACATECAS	1214	1.20%
QUINTANA ROO	168	0.17%	TLAXCALA	1175	1.16%
SAN LUIS POTOSI	2048	2.03%	QUERETARO	1058	1.05%
SINALOA	1872	1.86%	NAYARIT	959	0.95%
SONORA	1973	1.96%	AGUASCALIENTES	958	0.95%
TABASCO	808	0.80%	TABASCO	808	0.80%
TLAXCALA	1175	1.16%	MORELOS	673	0.67%
TAMAULIPAS	2726	2.70%	CAMPECHE	630	0.62%
VERACRUZ	6199	6.14%	COLIMA	432	0.43%
YUCATAN	3097	3.07%	BAJA CALIFORNIA SUR	246	0.24%
ZACATECAS	1214	1.20%	QUINTANA ROO	168	0.17%
TOTAL	100886	100.00%	TOTAL	100886	100.00%

Tabla 2.2 ACTIVIDADES PRINCIPALES						
RAMA	MICRO	PEQUEÑA	NO ESPEC.	TOTAL	%	
Molienda de Nixtamal y tortillas	17871	56	7321	25248	16.74%	
Estructuras metálicas, tanques y calderas	11844	295	2353	14492	10.75%	
Panadería	10952	527	843	12322	9.14%	
Fab. y rep. de muebles de madera	7268	405	1192	8865	6.56%	
Confección de prendas de vestir	7077	1048	629	8754	6.50%	
Imprenta y editorial	5721	569	267	6577	4.86%	
Materiales de arcilla para construcción	4581	54	1146	5781	4.29%	
Productos lácteos	4018	83	1156	5257	3.90%	
Cemento, cal y yeso	3828	323	419	4570	3.39%	
Productos de aserradero y carpintería	3059	387	460	3906	2.90%	
Alfarería y cerámica	1878	21	958	2857	2.12%	
Maquinaria y equipo para uso general	1933	492	169	2614	1.94%	
Productos de madera y corcho	1527	54	988	2567	1.90%	
Calzado	1925	523	108	2556	1.90%	
Otros productos metálicos	1763	524	145	2432	1.80%	
Otros productos alimenticios	1637	158	292	2087	1.55%	
Productos de plástico	1000	652	157	1809	1.34%	
Tejidos y acabados fibras blandas	664	433	418	1515	1.12%	
Cuero y sus productos	1082	27	399	1508	1.12%	
Otras	928	148	306	1380	1.02%	
Industria de la carne	855	60	311	1246	0.92%	
Piezas metálicas	615	131	422	1168	0.87%	
Beneficio y molienda de cereales	809	139	203	1151	0.85%	
Otras sustancias y productos químicos	681	332	129	1142	0.85%	
Confección de materiales textiles	637	34	432	1103	0.82%	
Vidrio y sus productos	901	109	93	1103	0.82%	
Bebidas	644	104	200	948	0.70%	
Tejidos de punto	468	233	117	818	0.61%	
Sustancias químicas básicas	473	150	129	752	0.56%	
Maquinaria, equipo y accesorios eléctricos	396	261	63	720	0.53%	
Maquinaria y equipo para uso específico	403	107	193	703	0.52%	
Industria automotriz	336	218	135	689	0.51%	
Celulosa y papel	375	207	79	661	0.49%	
Hule	319	119	137	575	0.43%	
Industrias básicas del hierro y acero	287	155	112	554	0.41%	
Fabricación y reparación de muebles met.	282	89	126	507	0.38%	
Cacao, chocolate y conillería	327	77	89	493	0.37%	
Reparación y ensamble de equipo de precisión	287	63	77	427	0.32%	
Alimentos para animales	213	67	134	414	0.31%	
Conservas alimenticias	147	101	120	368	0.27%	
Industria farmacéutica	152	111	69	332	0.25%	
Industrias básicas de metales no ferrosos	97	47	134	278	0.21%	
Equipo electrónico	104	83	78	265	0.20%	
Textiles fibras duras	156	18	55	229	0.17%	
Aparatos y accesorios de uso doméstico	75	29	78	182	0.14%	
Coque	66	16	94	176	0.13%	
Equipo de transporte	70	34	59	163	0.12%	
Tabaco	63	41	28	132	0.10%	
Industria azucarera	27	0	92	119	0.09%	
Aceites y grasas	18	3	62	83	0.06%	
Máquinas de oficina, cálculo e información	11	11	54	76	0.06%	
Petroquímica básica	16	0	26	42	0.03%	
Refinación de petróleo	12	4	7	23	0.02%	
Fibras artificiales y/o sintéticas	0	0	15	15	0.01%	
TOTAL	100866	9972	23896	134754	100.00%	

Para efectos de la presente investigación los datos obtenidos son referentes a microempresas del sector manufacturero. Debe aclararse también que, de cualquier manera, en los ejemplos posteriores utilizados para los modelos matemáticos se consideran también a microempresas del sector comercial y de servicios, ya que gran parte de ellas, sobre todo el subsector de servicios, está compuesto por empresarios con estudios profesionales.

Crecimiento de la industria manufacturera micro y pequeña 1982-1990

A partir del inicio del sexenio anterior y el actual, el crecimiento del sector micro y pequeño de las industrias manufactureras sufrió una desaceleración en relación a las tasas de crecimiento sostenidas que se habían venido observando durante los 35 años anteriores. Ya se mencionó que el modelo de sustitución de importaciones falló, la crisis aguda que sobrevino en 1982 y que perduraría hasta hace muy poco, detuvo el crecimiento acelerado y lo volvió moderado. (Figuras 2.3 a 2.6).

Este crecimiento moderado ha iniciado una etapa actual de nueva aceleración. Esto se debe a la participación del gobierno y particularmente a los programas de Nacional Financiera en apoyo a la micro y pequeña empresa.

Figura 2.3 Crecimiento de establecimientos de MPE 1982-1990.

	ESTABLECIMIENTOS									
	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	T.C.A.
Micro	60973	61261	61892	64590	68657	74394	76526	81332	92556	5.36
Pequeña	13750	13848	14939	15856	16093	17296	17668	18281	19685	4.59
Total	74723	75109	76831	80446	84750	91690	94194	99613	112241	5.24

Fuente: IMSS

Figura 2.4 Tasas de crecimiento 1982-1990.

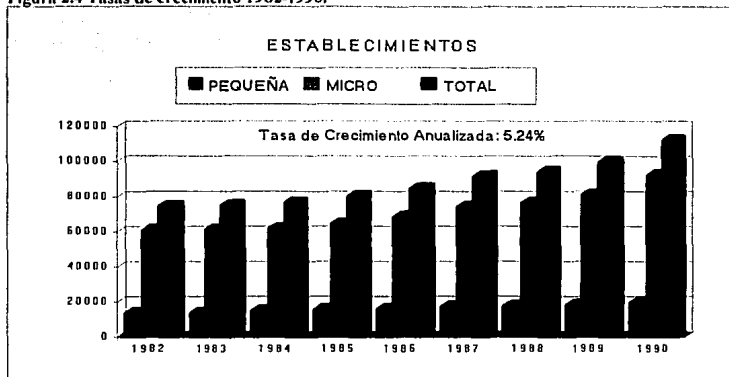


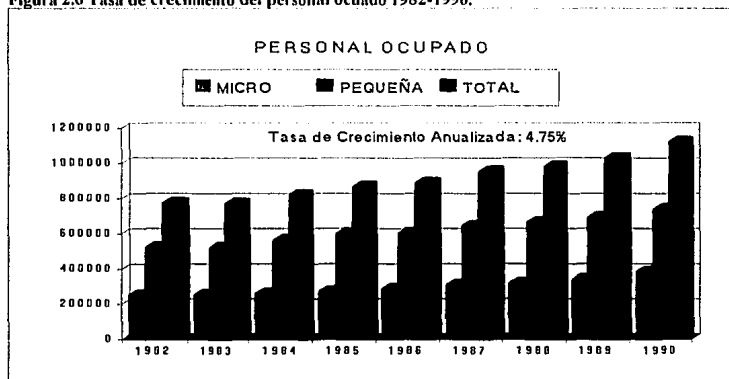
Figura 2.5 Personal ocupado por las MPE manufactureras 1982-1990.

PERSONAL OCUPADO

	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	T.C.A.
Micro	251920	250874	258497	270731	286215	308483	317157	338304	384465	5.43
Pequeña	523385	520475	562914	597376	602034	645466	664556	690927	737230	4.38
Total	775305	771349	821411	868107	888249	953949	981713	1029231	1121695	4.75

Fuente: IMSS

Figura 2.6 Tasa de crecimiento del personal ocuado 1982-1990.



Programas de Promoción

En el año de 1985, surge el *Programa para el Desarrollo Integral de la Industria Mediana y Pequeña*³. Los objetivos del programa gubernamental fueron los siguientes:

1. Incremento en el promedio de eficiencia en las pequeñas y medianas empresas mediante una utilización más adecuada de los factores de la producción y una mayor calidad de su estructura y sistemas operativos.
2. Mejorar la adquisición de insumos intermedios, maquinaria y equipo, recursos financieros y otros servicios de las MPE para incrementar su integración eficiente al mercado interno y al de exportación.

Entre las herramientas principales resaltan:

- a. Promoción de organizaciones colectivas o asociaciones de empresarios para mejores condiciones de adquisiciones de insumos y creación de plantas de reciclaje de desechos.
- b. Impulso al desarrollo tecnológico mediante un programa de riesgo compartido con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt); desarrollo de bancos de tecnología transferibles y de utilización de maquinaria, y la interrelación de instituciones de investigación científica y tecnológica.
- c. Inducción y promoción de programas de capacitación y asistencia técnica.
- d. Uniformidad de criterios de las instituciones financieras de promoción para mejorar el acceso de las MPE; fortalecimiento de mecanismos de descuento de las empresas públicas para su favorecimiento; uniones de crédito; fondos federales y estatales; programas especiales en la banca comercial e incentivos fiscales para ellas.
- e. Programas para la creación de grupos de subcontratación con el fin de establecer vínculos industriales y promover una mejor interrelación entre las MPE y las grandes compañías.

³ Programa para el Desarrollo Integral de la Mediana y Pequeña Industria, 30 abril de 1985.

- f. Establecimiento de asociaciones para llevar a cabo la comercialización; líneas especiales de crédito para el fomento de exportaciones directas e indirectas; nuevas zonas para establecimiento de nuevas MPE en el país y un sistema de información para ellas.

En 1988 el gobierno consideró que el apoyo debería centrarse en la microindustria, para lo cual se publicó una nueva ley⁴. Sus principales objetivos consistían en simplificar los procedimientos administrativos para permitir la creación de microindustrias y en establecer estímulos económicos para el surgimiento de nuevas microindustrias. Con respecto a la aplicación de estos estímulos, el programa recomendaba la creación de un registro de microindustrias. Asimismo, sugería una mejor interrelación entre la microindustria y las instituciones educativas y de investigación.

Esta tendencia de apoyo a la pequeña y microindustria se enfatiza en el *Programa de Modernización y Desarrollo de la Industria Micro, Pequeña y Mediana* dado a conocer a mediados de 1991, en donde se señala que las "empresas clasificadas como microindustrias e industria pequeña tendrán preferencia para el otorgamiento de los apoyos contenidos en este programa, independientemente de la actividad industrial que realicen". De esta forma se pasa de una política generalizada hacia una de focalización. En esta perspectiva el actual programa contiene algunos avances en relación a la legislación de 1985. Las principales características que permiten diferenciarlo de los primeros programas, son:

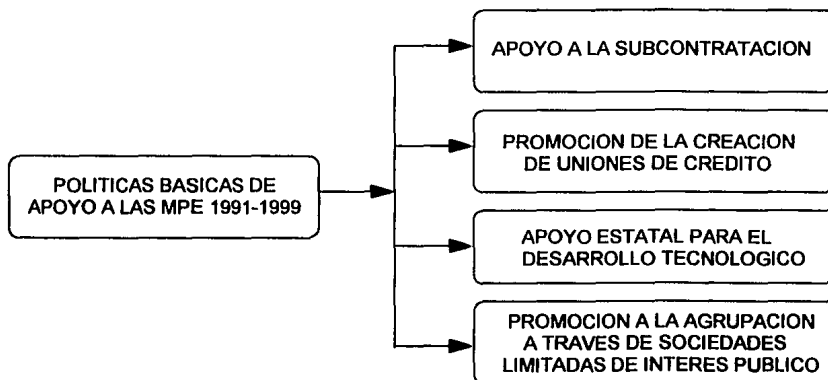
1. Considera a la dispersión de la microindustria como un obstáculo para la consecución de beneficios; por tanto, propone la constitución de consorcios bajo la figura legal de "sociedad de responsabilidad limitada de interés público", la cual tiene la ventaja de otorgar a este tipo de industria un mayor acceso a los recursos financieros y mejores condiciones para la adquisición de materias primas, insumos, tecnología y activos fijos, todo ello mediante un proceso conjunto *nacional e internacional* de comercialización y subcontratación.

⁴ Ley federal para el Fomento de la Microindustria, enero de 1988.

2. Propone el fomento de uniones de crédito con la participación de micro, pequeñas y medianas empresas a través de reglas más flexibles para su operación y un más alto nivel de apalancamiento (hasta de 40 a 60 veces su capital contable).
3. En cuanto a tecnología, el programa propone la utilización del Centro de Investigación Gubernamental (Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial), Los centros de investigación y desarrollo de tecnología y las instituciones educativas públicas para dar asistencia a la micro y pequeña empresa en el desarrollo de productos, adaptaciones de tecnología, selección de maquinaria, control de calidad y empaque.
4. Por último, el mayor énfasis se refiere a la subcontratación, respecto de la cual se supone contribuirá a su desarrollo sobre una base más amplia.

Como cuadro sinóptico, las políticas actuales de apoyo a las MPE quedarían:

Fig. 2.7 Políticas actuales de apoyo a las MPE.



EL TRATADO DE LIBRE COMERCIO DE AMERICA DEL NORTE

Como se dijo al inicio del presente trabajo, hacia 1990 una nueva realidad se presentaba. El planteamiento del libre mercado entre México, Canadá y los Estados Unidos, significa que nuestra planta productiva está frente al mayor reto de su historia. Esta afirmación se basa en que ahora, más que nunca, la población total del país es tan grande como nunca y sigue creciendo y, según la teoría malthusiana, seguiremos aumentando en progresión geométrica y, sin embargo, no nada más los alimentos sino todos los satisfactores se están reproduciendo aritméticamente y en algunos casos muy por debajo de lo mínimo necesario. Por otra parte, también volvemos a indicar que acabamos de salir de una crisis inflacionaria que estuvo a punto de llegar a niveles de hiperinflación y que, el peligro latente de otra recesión aun existe si no se logra la transición a la economía avanzada.

Se dijo ya también que el principal papel que desempeña la micro y pequeña empresa es el de ser gran generadora de empleo (alrededor del 50% del total), entonces surgen las siguientes cuestiones: ¿cuáles son los sectores más beneficiados, al menos en perspectiva, de las micro y pequeñas empresas?, ¿cuáles los perjudicados?, ¿qué posibles políticas y decisiones son las más adecuadas ante las nuevas condiciones?, ¿es en realidad lo mejor que nos pudo haber pasado en estos tiempos, desde la visión de un microempresario?

Para responder a estas interrogantes y a todas las de su tipo, a continuación hacemos una síntesis de los puntos más importantes que se suscriben en el Acuerdo de Libre Comercio y posteriormente plantaremos algunos modelos de alternativas a seguir en circunstancias particulares de algunas microempresas.

La primera cuestión es ¿qué es, brevemente, el TLC? En pocas palabras, es un acuerdo entre México, Canadá y Estados Unidos para facilitar la compra y venta de productos industriales y agrícolas entre los tres países. También se incluyen reglas para regular la compra y venta de los servicios.

El TLC supone que producir para un mercado mayor permitirá ampliar la participación de las empresas pequeñas en las cadenas productivas, por su facilidad para adaptarse e integrarse a ellas y de esta manera poder vender sus productos y servicios al exterior a precios y calidad competitivos. Además, es necesario mencionar que el 42% de las

importaciones de México se desgravarán de inmediato y dicho porcentaje está constituido, en gran medida, por los insumos y maquinaria que no se producen en el país.

¿Qué puntos negociados son los directamente benefactores de la pequeña y micro industria?

Reglas de Origen. Las reglas de origen son el primer punto que desde la perspectiva de la MPE le beneficia porque mediante ellas se asegura la intervención de la industria nacional en un alto porcentaje de la manufactura de los productos que podrán ser comercializados sin pago de aranceles. Se espera que las MPE desarrollen un número mayor de proveedores, subcontraten productos y se apoyen con tecnología de vanguardia a precios reducidos.

Costo de Capital. Las políticas en materia comercial y de inversión brindarán mayor certidumbre y seguridad a los capitales venideros, disminuirán las tasas que tienen que pagar las MPE para la contratación de crédito. La participación de la banca extranjera en nuestro país permitirá una reducción de los márgenes de intermediación de la banca debido a la mayor competencia en el sector financiero y a bancos especializados en atención a la MPE con instrumentos más adecuados a sus necesidades.

Transporte. Puesto que la mayor parte del desplazamiento de mercancías en México se lleva a cabo por carretera y no existen proyectos a corto plazo para la modernización del sistema ferroviario y marítimo, serán necesarias dos cosas: primero, que la MPE tenga un sistema de transporte eficiente, confiable y competitivo y, segundo, que la infraestructura de transporte terrestre sea incrementada por parte del gobierno. Esto generará mayor competencia en el transporte permitiendo también que aumente la calidad del servicio a mejores precios.

Comercio. Con el TLC, las MPE podrán acceder a mayores oportunidades de exportación al comercializar sus productos en México con cadenas extranjeras y exportar a través de cadenas mexicanas que comercialicen en el extranjero. Desde luego esto supone que habrá un aumento de demanda para las MPE y la industria en general.

Compras al sector público. Este punto fue negociado de tal manera que ya existe la apertura de los gobiernos de Canadá y de Estados Unidos a realizar sus compras a la industria mexicana. El beneficio directo es que este tipo de compras no incurren en costos de comercialización, publicidad y distribución que, si para una mediana o gran empresa representa un muy alto volumen de costo, para las MPE simplemente resulta incosteable. Aparentemente en este aspecto las MPE están en desventaja contra las empresas grandes para obtener los contratos, pero es un hecho que el número de oportunidades se incrementa. El gobierno de México se reservó el derecho de que el 50% de las compras del sector público se pondrán a concurso únicamente a proveedores nacionales desde la entrada en vigor del Tratado.

Servicios. Aquí está un punto esencial para las MPE; la liberalización comercial en materia de servicios permitirá a la industria ser más competitiva al contar con una mejor infraestructura. Las empresas podrán adquirir equipo de cómputo, esencial para simplificar trámites administrativos, en mejores condiciones. También se les facilitará automatizar sus procesos productivos y comerciales y contar con sistemas de respuesta dinámica de inventarios, en el momento oportuno.

Debemos hacer un paréntesis en lo que a comercio de servicios se refiere. Se sabe que el sector de servicios representa aproximadamente las dos terceras partes de la actividad económica. Para las micro y pequeñas empresas que son prestadoras de servicios, el principal problema al que se enfrentan es la falta de capital de trabajo y a sus procedimientos administrativos/operativos. La oportunidad que representa el TLC radica en el aprovechamiento de las ofertas de financiamiento y en la obtención de nueva tecnología que ofrezca solución a sus problemas principales. Por otra parte, se entiende que en el sector de servicios financieros es muy difícil penetrar ya que son grandes empresas con un enorme respaldo tecnológico las que tienen controlado el mercado; Asimismo los servicios de telecomunicaciones no forman parte del tratado ya que están en control del gobierno. Empero, los servicios de transporte tienen grandes oportunidades, ya mencionadas anteriormente.

Administración Aduanera. La operación aduanera estará sujeta a reglas que agilicen y minimicen los trámites. De este modo los costos aduanales de las MPE, que son relativamente altos, se verán reducidos.

Inversión extranjera. Las MPE podrán realizar alianzas estratégicas y aprovechar los intercambios tecnológicos y otras formas de asociación con empresas extranjeras que les permitirán incrementar su eficiencia y productividad.

Propiedad intelectual. La protección a los descubrimientos, patentes y marcas dará confianza a los inventores de otros países para venir a México o enviar su tecnología.

Disposiciones Generales. El tratado también tiene contemplada la creación de programas especiales en México y Estados Unidos para las MPE. Habrá un comité especial que dará a conocer los procedimientos de compras del sector público; identificará oportunidades de asociación y promoverá el comercio entre ellas.

Oportunidades sectoriales

Las disposiciones específicas de liberalización comercial en los sectores textil, autopartes, plástico agroindustrial y muebles tendrán efectos favorables sobre las MPE. Del mismo modo, a continuación se hace mención a otros sectores que están directamente incluidos en el Tratado.

Industria Textil y de la confección.

La MPE textil en México contempla unos 2,000 establecimientos. De inmediato, con el TLC se obtiene la eliminación de las cuotas de importación por parte de Estados Unidos, en aquellos productos que cumplan las *reglas de origen*. Podrán vender directamente hilos y prendas de vestir a los Estados Unidos en cualquier cantidad. La desgravación arancelaria se llevará a cabo conforme la siguiente tabla:

Tabla 2.3 Desgravación arancelaria del sector textil.

Desgravación arancelaria sector textil			
PAIS	INMEDIATA	A 5 AÑOS	A 10 AÑOS
México	21%	67%	12%
E.U.A.	31%	58%	11%
Canadá	15%	60%	25%

Industria de autopartes.

Es indudable que la participación de las MPE en el sector automotriz es importante, pues son más de 700 empresas del ramo y más de 6000 relacionadas. El TLC elimina las barreras al comercio de autopartes y elimina las restricciones a la inversión con el sector durante un periodo de diez años. A este sector se le otorgó mayor plazo para que las MPE puedan mejorar y hacerse más eficientes para competir. La industria mexicana de autopartes tendrá garantizada, durante diez años, una proporción del valor agregado de las empresas de ensamble, es decir, la industria terminal. La tabla de desgravación es la siguiente:

Tabla 2.4 Desgravación arancelaria del sector autopartes.

Desgravación arancelaria sector autopartes			
PAIS	INMEDIATA	A 5 AÑOS	A 10 AÑOS
México	7%	69%	24%
E.U.A.	83%	16%	1%
Canadá	7%	69%	24%

Sector plásticos.

Toda la industria de los plásticos ha tenido un enorme crecimiento durante los últimos lustros. Esto, aunado a los términos favorables que establece el Tratado, permitirá un importante desarrollo en este sector que cuenta con unas 1900 empresas micro y pequeñas. De entrada, las resinas sintéticas se desgravarán, lo cual favorecerá a la MPE debido a que este es su principal insumo. Estados Unidos eliminará también de inmediato los aranceles a las importaciones mexicanas de plástico y sus manufacturas, lo cual beneficiará las exportaciones de este sector, ya que este país constituye el principal mercado. La tabla 2.5 muestra la desgravación correspondiente.

Tabla 2.5 Desgravación arancelaria sector plásticos.

Desgravación arancelaria sector plásticos				
PAIS	INMEDIATA	A 5 AÑOS	A 10 AÑOS	EXENTO
México	16%	14%	69%	1%
E.U.A.	84%	3%	13%	
Canadá	5%	14%	77%	4%

Sector agroindustrial.

En materia agroindustrial, los resultados de las negociaciones crearon oportunidades muy atractivas para las empresas del ramo, entre las cuales destacan las pequeñas y algunas medianas. Se debe tener en cuenta que son alrededor de 40,000 MPE relacionadas con el sector. El Tratado reconoce plenamente las diferencias en cuanto a grado de desarrollo de las economías, por ello, se brindó un estímulo adicional a la inversión agroindustrial en México, ya que se reducen los costos al liberalizarse los bienes de capital y otros insumos necesarios para la modernización del campo y de las empresas agroindustriales, tales como tractores, segadoras, trilladoras, cosechadoras, empacadoras de forrajes, arados, fertilizantes, insecticidas y herbicidas, entre otros productos.

Además, Estados Unidos eliminará inmediatamente los impuestos a la miel de abeja y diversas frutas y legumbres. En los siguientes cinco años se desgravarán las mezclas de frutas y vegetales, jugo de piña y otras frutas en las cuales contamos con un elevado potencial agrícola e industrial. Canadá, por su parte, desgravará inmediatamente las importaciones mexicanas de coles, verduras, café, nueces y jugo de toronja. En cinco años, calabaza, cebollas, ajos, chocolate, rábanos, verduras congeladas, alubias y mayonesa. Asimismo, se han establecido "ventanas estacionales", que son períodos del año en que podrán ingresar ciertos productos mexicanos a E.U. sin pagar impuestos como el tomate, berenjena, chiles, calabazas, sandía y cebollas.

Por otra parte, México desgravará de inmediato sólo el 36% de sus importaciones provenientes de Estados Unidos y, cinco años después, únicamente un 3%. Para permitir que los productores mexicanos se hagan más competitivos, se brinda protección, durante

diez años, contra la importación de piezas de pollo, productos porcícolas, papas, manzanas, aceites, alimentos preparados y embutidos.

Con Canadá, el comercio de productos agrícolas es mucho menor y fueron excluidos los productos lácteos y avícolas. México sólo desgravará el 4% del valor de las importaciones de dicho país; en cinco años, un 5% y el resto a plazos de diez y quince años.

Las medidas sanitarias y fitozoosanitarias se conservan. Sin embargo, los tres países acordaron no utilizarlas para bloquear la entrada de productos agrícolas a otros mercados.

Muebles.

Las condiciones favorables que se obtuvieron en las negociaciones permitirán a la industria mueblera un libre acceso a estos mercados, así como una protección adecuada en el mercado nacional. Este sector en específico involucra unas 10,000 MPE.

Los insumos y parte de este sector provenientes de Estados Unidos y Canadá se desgravarán de manera inmediata, situación que beneficia a las MPE. Estados Unidos eliminará los impuestos de importación a la totalidad de los productos de esta industria, a partir de la entrada en vigor del Tratado.

Otros sectores.

El TLC brinda, en general, al resto de los sectores industriales de las MPE oportunidades de desarrollo y mejora. En resumen, las ventajas crediticias y de financiamiento, la entrada de tecnología más barata y la mejora de infraestructura de comunicaciones son las principales ventajas que plantea el TLC para las MPE. Cabe señalar que se llegó al acuerdo entre los tres países de que es posible llevar a cabo actividades de mantenimiento de maquinaria y vehículos en territorio extranjero lo cual favorecerá a estos negocios en los estados fronterizos.

Existen otros apartados del TLC en los cuales se llevaron a cabo negociaciones tendientes a la obtención de ventajas mutuas para los tres países. Algunos fueron, la industria del calzado, las pinturas y tintas, aluminio, envases metálicos, manufacturas de hule y la cerveza.

Desventajas

Ya indicados los principales sectores beneficiados por el TLC, es el momento de señalar algunas desventajas para las MPE. Sin importar el sector al cual pertenezcan. La principal desventaja a la que se enfrentan las MPE no son sus análogas extranjeras que, desde luego, cuentan con mejores técnicas, procedimientos y respaldo económico, sino las medianas y grandes empresas de nuestro país que en determinado momento pueden acaparar las oportunidades de venta y adquisición de insumos mejorados. El Tratado no tenía ninguna manera de evitar esto puesto que ello es el simple resultado de la competencia interna.

Otra desventaja, relativa en sí misma, son los plazos de desgravación y apertura a ciertos sectores específicos, ya que para algunos representa poco tiempo para modernizarse y para otros significa tener que esperar mucho para tener acceso a insumos importados. Para el caso, cada MPE, de acuerdo a sus características, determina las amenazas principales a su actividad.

CAPITULO III

SIMULADORES

**"Porque los hijos de este siglo son en su generación
más sagaces que los hijos de la luz"**

- Biblia. Lucas16:8

Introducción

A medida que la complejidad de los problemas dentro de las organizaciones del sector público y privado se van incrementando, las herramientas de la ingeniería industrial y el análisis de sistemas desempeñan un papel cada vez más importante en la resolución de problemas. La micro y la pequeña empresa no está fuera de la aplicación de estas técnicas aun cuando su aplicación se encuentre más extendida en la mediana y gran empresa. Aquí se pretende utilizar una de esas técnicas para las MPE de acuerdo con las condiciones anteriormente enunciadas de la nueva realidad que plantea el mercado libre en América del Norte.

Vamos ahora a hacer una presentación somera de la técnica de simulación para que, pensando en los empresarios que tengan esta investigación en sus manos, se tenga un panorama sencillo de sus pormenores sin ahondar demasiado en explicaciones y fundamentos matemáticos que no forman parte de las pretensiones de este trabajo aun cuando sí se requieran ciertos conocimientos elementales de algunos términos.

En los últimos 35 años, los avances revolucionarios en las computadoras electrónicas han dado un gran impulso al desarrollo y al surgimiento de la simulación como una de las técnicas más poderosas y ampliamente usadas para analizar sistemas complejos principalmente en países desarrollados. Los modelos de simulación se pueden emplear, en resumen, en cuatro niveles:

- Como instrumentos explicativos para definir un sistema o problema.
- Como vehículos analíticos para determinar elementos, componentes y aspectos críticos.
- Como asesores en diseño para sintetizar y evaluar soluciones propuestas.
- Como predictores para pronosticar y ayudar en la planeación de desarrollos futuros.

En la presente investigación, los últimos dos puntos son los que serán puestos a ejecución para los casos posteriores donde se aplican. Recordemos que ya tenemos destacadas

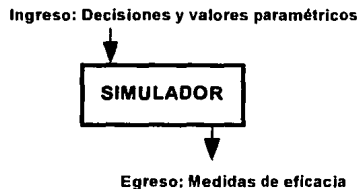
algunas nuevas condiciones del entorno que afectan a las MPE, después se necesitará aplicar los supuestos.

Definición

En sus sentido más amplio, la simulación es el proceso de diseñar un modelo lógico-matemático de un sistema real y de experimentar con él hasta tener resultados útiles. En otras palabras, la idea básica de simulación consiste en construir un recurso experimental que "actúe o haga como" (simule) algún sistema en particular con aspectos importantes.

La finalidad es la de establecer un ambiente donde sea posible obtener información sobre acciones alternativas por vía de la experimentación. Por ello, los modelos de simulación se pueden utilizar para diseño, análisis de procedimientos y evaluación del rendimiento. Véase fig. 3.1

Fig 3.1 Diagrama conceptual de un simulador.



Modelos

Los modelos son *descripciones* de sistemas. Dichos modelos son abstracciones selectivas de la realidad. Un artista contempla la realidad, la filtra y crea una representación selectiva. Un modelo es el resultado de ese proceso.

Resulta evidente la pregunta ¿cuántos tipos de modelos existen? La respuesta sería: indefinida, puesto que cada uno de nosotros puede hacer una abstracción selectiva de la realidad para cada una de las facetas de la misma. De ello se comprende que existan

esculturas, composiciones musicales, maquetas, planos arquitectónicos, prototipos, dibujos, etc. que son modelos desde el punto de vista de sus creadores. Para nuestro tema de análisis, estaremos hablando todo el tiempo de modelos de tipo lógico-matemático aplicados a la vida diaria de las empresas.

Debemos hacer un paréntesis para recordar o, en su caso ilustrar, el término *sistema*. Por sistema vamos a considerar al conjunto de recursos materiales, operativos, técnicos, humanos y económicos interactuando simultáneamente para la consecución de un fin. A lo mejor nos referiremos a un "sistema de transporte" donde existen personas que operan, vehículos que transportan carga, técnicas para la carga y descarga, instalaciones como almacenes, rampas, bodegas, etc., infraestructura en carreteras y dinero que permita el flujo de trabajo. Todo ello es parte del "sistema" (Fig. 3.2). Dentro de un "sistema de inventarios" podría estar el almacén, los encargados, las mercancías, los procedimientos de pedido y salida de almacén, los parámetros de reorden y surtido, por ejemplo, que son parte del sistema.

La construcción de modelos es una labor que depende mucho del análisis del problema en particular. Es en sí, una actividad que se dificulta conforme se vuelve más complejo el problema. Podríamos citar, por ejemplo, que Galileo llevó a cabo la construcción de un modelo que cuantifica el comportamiento de los cuerpos en un campo gravitacional, a partir de la hipótesis de Newton sobre la noción de fuerza gravitacional. Así señaló que sin importar cuál fuera la masa de los cuerpos, éstos recorren una distancia de

$$D = gt^2/2$$

metros en t segundos, siendo g la constante de aceleración. Este postulado es por sí mismo, una *representación selectiva de la realidad, un modelo*. Aunque la relación manifiesta en el modelo no es *exactamente* satisfecha para un caso real debido a la fricción del aire, el viento y otros factores, el modelo es ciertamente útil, importante y simple.

El modelado de un sistema se facilita, si:

- 1) Se dispone de leyes físicas pertinentes al sistema.
- 2) Se puede hacer una representación gráfica o pictórica del sistema (fig. 3.2).
- 3) Se puede manejar la variabilidad de insumos, elementos y salidas del sistema.

Con frecuencia, el modelado de sistemas complejos y de gran escala es más difícil que el modelado de sistemas físicos, por las siguientes razones:

Fig. 3.2 Sistema de transporte.



- 1) Se dispone de pocas leyes físicas fundamentales.
- 2) Están implícitos muchos elementos de procedimiento que son difíciles de escribir y representar.
- 3) Se requieren políticas de entrada que son difíciles de cuantificar.
- 4) Los componentes aleatorios son elementos significativos.
- 5) La toma de decisiones humana es una parte integral de estos sistemas.

También es cierto que un enfoque de simulación evita muchas de estas dificultades. El buen éxito de un modelador depende de qué tan bien pueda definir los elementos significativos y la relación entre ellos.

Idealmente, los modelos de simulación son adecuados para resolver problemas. La simulación proporciona la flexibilidad para construir modelos ya sea agregados o detallados.

¿Cómo se lleva a cabo un estudio de simulación?

Como se mencionó anteriormente, el inicio del proceso comienza en la elaboración de un modelo simple que se va afinando evolutivamente hasta que satisface los requerimientos del problema. A manera de guía, podemos enlistar los siguientes pasos:

1. **Planteamiento del problema.** La definición del problema que se va a estudiar, incluyendo una determinación del objetivo de la resolución del problema.
2. **Construcción del modelo.** La abstracción del sistema en relaciones lógico-matemáticas de acuerdo con el planteamiento del problema.
3. **Adquisición de datos.** La identificación, especificación y colección de datos.
4. **Validación.** El proceso de establecer que exista una exactitud o correspondencia entre el modelo de simulación y el sistema real.
5. **Planeación estratégica y táctica.** El proceso de establecer las condiciones experimentales para usar el modelo.
6. **Experimentación.** La ejecución del modelo de simulación para obtener valores de salida.
7. **Análisis de resultados.** El proceso de analizar las salidas de simulación para hacer inferencias y hacer recomendaciones para la resolución del problema.
8. **Ejecución y documentación.** El proceso de poner en práctica decisiones resultantes de la simulación y de la documentación del modelo y su uso.

Abriremos un nuevo paréntesis para destacar la utilidad de las computadoras en esta técnica. Ya se mencionó al principio de este capítulo que el enorme avance de estas técnicas lo ha ocasionado el surgimiento y perfeccionamiento de las mismas. En el caso de los modelos de simulación, el llevar a cabo corridas a mano es un proceso largo y tedioso, por decirle de buena manera, y esto incurre en un consumo de recursos y costos que las MPE no se pueden dar el lujo de afrontar. Entonces, para involucrar a las computadoras con un estudio de simulación, se deben colocar dos pasos en la lista anterior, justo después del paso de adquisición de datos:

1. **Traducción del modelo.** La preparación del modelo para el procesamiento en computadora.
2. **Verificación.** El proceso de establecer que el programa de computadora se ejecute como se pretende.

Tal vez, esto último genere polémica en cuanto a la decisión de adquirir equipo computacional en una MPE. Es indudable que tal decisión debe responder a estudios de costo-beneficio y a la capacidad de absorción y aprovechamiento de la inversión. Existirán muchos ramos que no requieran de este tipo de equipo para llevar a cabo sus tareas rutinarias, sin embargo, es necesario reconocer que no podemos cerrarnos a las alternativas sin antes hacer algún análisis de los sugeridos. Por otra parte, no sólo se utiliza una computadora para hacer modelos de simulación, esto es apenas una mínima parte de la gran cantidad de aplicaciones de las computadoras que ya se disponen en nuestro mercado a precios accesibles.

Los anteriores pasos para el desarrollo de la simulación se efectúan pocas veces en una secuencia estructurada, empezando con la definición del problema y terminando con la documentación. Un proyecto de simulación puede implicar inicios en falso; suposiciones erróneas que se deben abandonar más adelante, replanteamiento de los objetivos del problema y evaluación y rediseño repetidos del modelo. Sin embargo, si se hace correctamente, este proceso iterativo debe producir un modelo de simulación que determine adecuadamente las alternativas y propicie el proceso de toma de decisiones.

Aspectos estadísticos

La corrida de un modelo de simulación en una computadora es, en esencia, un experimento complejo de muestreo. Un análisis estadístico apropiado constituye una parte necesaria de un estudio de simulación para: 1) usar eficientemente los datos generados por simulación en la estimación de medidas de rendimiento del sistema y, 2) revelar el alcance y limitaciones de las conclusiones basadas en los datos.

En la formulación de un modelo de simulación, con frecuencia es necesario caracterizar los elementos aleatorios de un sistema por medio de distribuciones de probabilidad particulares. Para seleccionar una distribución apropiada para un proceso de entrada, se deben comprender algunas de las circunstancias básicas de las distribuciones comunes y las circunstancias en que surgen estas distribuciones. Algunas de las más comunes son la Normal, χ^2 (ji cuadrada), de Poisson, t student, binomial, β (beta), etc⁵.

¿Cómo saber si el modelo de simulación es válido para el sistema?

La validación de modelos de simulación, aunque difícil, es una tarea significativamente más fácil que la validación de otros tipos de modelos, por ejemplo, una formulación de programación lineal⁶. En los modelos de simulación hay una correspondencia entre los elementos del modelo y del sistema. Por tanto, las pruebas para ver si es razonable comprenden una comparación de la estructura del modelo y del sistema y comparaciones del número de veces que se efectúan decisiones elementales o tareas del subsistema.

Al hacer estudios de validación, el patrón de comparación debe ser tanto las salidas pasadas del sistema como el conocimiento por experiencia del rendimiento del sistema. Esto es sin duda, la parte medular de la validación de los modelos.

⁵ El estudio de la estadística comprende el análisis de estas distribuciones. Cualquier libro en la materia puede ser consultado.

⁶ Un modelo de **programación lineal** es utilizado para llevar a cabo estudios de optimización de cantidades. Dichos modelos cuentan con *restricciones* propias del sistema modelado que deben ser satisfechas.

Diseño de experimentos

Una corrida de simulación es un experimento en el cual se estima una evaluación del rendimiento de un sistema para un conjunto de condiciones prescrito. En la jerga del diseño de experimentos, las condiciones se denominan "factores" y "tratamientos", donde un tratamiento es un nivel específico de un factor. Entre las características distintivas de experimentos de simulación están las siguientes: 1) el modelador de la simulación conoce con detalle la estructura del proceso que produce las variables de respuesta (resultados); 2) usualmente son fáciles de obtener las observaciones adicionales de estas variables; y 3) algunas veces se puede controlar la varianza⁷ de estas variables.

De aquí se tiene que los objetivos finales de cualquier experimento de simulación son:

1. Obtener conocimientos sobre los efectos de factores controlables sobre las salidas o resultados del experimento
2. Estimar parámetros del sistema en cuestión.
3. Hacer una selección entre un conjunto de alternativas.
4. Determinar los niveles de tratamiento para todos los factores que producen una respuesta óptima.

Como se ve, en ellos se resume y justifica la aplicación de la simulación a cualquier tipo de problema que se desea resolver de la mejor manera posible. Las MPE son por lo tanto, buenos escenarios donde se aplique un experimento de simulación y más si las condiciones económicas del país así lo requieren.

Un punto final relacionado con el diseño de experimentos es la optimización de un modelo de simulación. Existen dos situaciones por separado que ejemplifican dicho punto. La primera es la moraleja: "No simules si no tienes que hacerlo"; y el segundo es el acrónimo KISS "Keep It Simple, Stupid" en inglés ("consévalo sencillo, estúpido). Este último, aunque ciertamente puede parecerse ofensivo a los mexicanos, es popular entre los profesionales de análisis cuantitativo en Estados Unidos y Canadá y ... las MPE de esos países los tienen trabajando para ellas.

⁷ *Varianza o Variación* es una medida cuantitativa utilizada en estadística que se refiere al grado de dispersión que tienen los elementos de una muestra o población de datos en relación al promedio o *media*.

Planeación táctica

Dentro de este aspecto nos estamos adelantando tal vez a una de las conclusiones más importantes del presente trabajo: la planeación. Por lo pronto, entenderemos que en un estudio de simulación, su éxito y, por ende, su utilidad, está enteramente concentrado en esta frase.

La planeación táctica tiene por objetivo hacer el uso más eficiente del modelo de simulación en la ejecución de corridas especificadas por el diseño experimental en conjunto. Este tema incluye tres aspectos principales: 1) determinación de una política de iniciación del modelo que evite desviación inicial, 2) control de la ejecución del modelo a fin de reducir la varianza de las salidas y, 3) determinación de un punto de parada en la experimentación cuando se ha reunido una cantidad suficiente de datos, con el fin de asegurar una confiabilidad aceptable en los resultados finales.

Las políticas de iniciación determinan un método para establecer las condiciones iniciales para un modelo de simulación y para seleccionar un punto de interrupción después del cual se registrarán las observaciones de muestra. En la práctica, usualmente estas decisiones se toman por medio de la inspección de resultados de algunas corridas piloto del modelo y aplicando una prueba intuitiva para detectar el inicio de un comportamiento de estado estable. El uso de las políticas de iniciación se debe considerar junto con el procedimiento de estimación.

A fin de reducir la varianza de las salidas de experimentos de simulación, existen técnicas especiales desarrolladas para ello. Las más utilizadas en la práctica son dos: generación de números aleatorios comunes y variables antitéticas.

La técnica de generación de números aleatorios comunes permite al experimentador afinar la comparación entre configuraciones de sistemas alternativos usando exactamente la misma secuencia de entrada de números aleatorios para conducir la simulación a cada alternativa. De esta manera se realiza un experimento de simulación en el que se utilizan parámetros al azar dentro del modelo del sistema y que sus resultados deben ser analizados dentro de la relación que guarden con la experiencia.

La idea básica que apoya el método de variables antitéticas consiste en hacer pares de corridas complementarias sobre el mismo modelo de simulación, de manera que las respuestas correspondientes, llamémoslas X y X' tiendan a quedar en lados opuestos de la media μ_x (promedio).

Debe acotarse que la efectividad tanto de la generación aleatoria como el muestreo antitético depende en gran medida del comportamiento del modelo al cual se aplicaron, aunque ninguna técnica está garantizada para mejorar la precisión de estimadores de rendimiento basados en simulación.

Por último, dentro de la planeación táctica, existen técnicas matemáticas que auxilian al experimentador a determinar el tamaño de la muestra, de tal modo que ésta sea adecuada para obtener resultados confiables.

APLICACIONES DE SIMULACION

Las aplicaciones de la simulación por computadora se han incrementado rápidamente en los últimos 20 años. Las investigaciones indican que la simulación y la estadística son las técnicas cuantitativas que se usan más ampliamente en el gobierno y la industria. No es difícil diseñar y desarrollar modelos de simulación para uso industrial. Típicamente estos modelos tienen un tamaño mayor, pero no son más complejos en cuanto a concepto, que los modelos presentados en la mayoría de los libros de texto estándar sobre simulación. Al construirse modelos de simulación se deben tener en cuenta los enfoques alternativos disponibles para ellos y evitar la conformidad rígida con un conjunto fijo de reglas de modelado. Estas innovaciones de modelado son las que permiten un sinnúmero de aplicaciones; a continuación se enlistan algunas de las más importantes.

Operaciones de fabricación

1. Diseño de planta.
2. Mejoramiento de la productividad.
3. Programación.
4. Asignación de fuerza de trabajo.
5. Manejo de materiales.
6. Fabricación auxiliada por computadora.

Un ejemplo de estas aplicaciones es el realizado para un diseño de planta que se refiere al dimensionamiento de tanques de almacenamiento, evaporadores e intercambiadores de calor para una planta de molienda en húmedo de maíz. Para modelar la llegada de carros-tanque de ferrocarril que contienen materias primas y el flujo subsecuente de materiales a través de diversos procesos se construyó un modelo. Además de la determinación en cuanto a costo para las unidades requeridas, el modelo se usó para evaluar sistemas propuestos de control manual y computarizado para la planta. En un sistema de control se utilizó un modelo que mezclaba programación lineal en la simulación de válvulas de ajuste a fin de maximizar la rentabilidad de los productos finales. Por lo tanto, la simulación no sólo se usó para finalizar el diseño de planta, sino también para identificar la estrategia de control más económicamente compatible con la calidad de la producción y los requerimientos de volumen.

Sistemas de transporte

1. Rendimiento de sistemas de ferrocarril de pasajeros.
2. Programación y trazo de rutas de autobuses.
3. Control de tráfico aéreo.
4. Operaciones de terminal aérea.

Un ejemplo de los problemas y objetivos de los estudios de simulación en esta área se refiere a la evaluación de la capacidad productiva de instalaciones de procesamiento de carga en terminales terrestres. Específicamente, la necesidad de la administración de determinar los efectos de las demandas fluctuantes para carga terrestre en la capacidad de la terminal para satisfacer la demanda de manera oportuna. La utilización de recursos fue otro factor importante. Estas aplicaciones están altamente difundidas en los Estados Unidos.

En una terminal, la carga llega por camión o ferrocarril, ésta se descarga y clasifica por tipo de envío, destino y prioridad. La carga clasificada se mueve a varias áreas de almacenamiento donde se retiene hasta que es posible alguna forma de consolidación. Una vez consolidada, se pesa, se inspecciona y se almacena. Luego su condición se puede denominar como "lista para moverse". Cuando se selecciona carga lista para moverse a un destino, se transfiere a un área de preparación donde se combina con otra carga

asignada al mismo destino. Luego se procesa mediante equipo de carga y se transfiere a los camiones.

Esta secuencia de operaciones de procesamiento de carga se modeló fácilmente por medio de un enfoque orientado al proceso, a fin de responder a las siguientes preguntas del procedimiento: 1) ¿se debe instalar equipo de carga/descarga y dónde? 2) ¿cuántos camiones puede cargar simultáneamente la terminal? 3) ¿qué recursos adicionales se requieren para apoyar el incremento de tráfico terrestre durante emergencias?

Planeación y control del proyecto

1. Planeación del producto.
2. Mercadeo.
3. Investigación y desarrollo.
4. Construcción.

Un ejemplo ilustrativo de este tipo de aplicación fue el análisis de riesgo en la construcción de un ducto. La construcción de un ducto comprende básicamente: la preparación del lugar para colocar la tubería, colocación de la tubería y soldado de las secciones de la tubería. Las operaciones de apoyo para la construcción del ducto comprenden la construcción, desmantelamiento y mudanza de los lugares de trabajo; la construcción de caminos y otras instalaciones de transporte y el reacondicionamiento ecológico del lugar donde se trabajó. Cuando se lleva a cabo la planeación de la construcción de un ducto (y todas las obras civiles) se deben considerar las condiciones del clima, ya sean adversas o favorables. Se desarrolló un modelo de red⁸ que consistió en las actividades de construcción y de transporte. También se incluyeron en el modelo los efectos de las condiciones climatológicas sobre las actividades de construcción. Se efectuó un análisis de riesgo para determinar la probabilidad de completar la construcción del ducto en las fechas obligatorias especificadas. También se hizo un análisis de costo y los aumentos en el costo que se podrían esperar y también se evaluaron los efectos de cambiar las actividades y el ritmo de construcción.

⁸ Los análisis por medio de diagramas de *redes* son esquematizaciones de actividades donde las "*ramas*" de la red significan actividades y los puntos de cruce o "*odos*" son momentos en el tiempo donde se terminan unas e inician otras, es decir, son momentos *críticos*.

Planeación financiera

1. Análisis de flujo de caja.
2. Modelos corporativos.
3. Modelos econométricos.

Un análisis de flujo de caja implica característicamente un experimento de muestreo de distribución para estimar el valor medio neto actual de un flujo de caja estocástico⁹. Muchos modelos corporativos son simulaciones de evento discreto determinísticas¹⁰, que se usan para comparar estrategias alternativas de administración a gran escala. Usualmente, los modelos econométricos son simulaciones continuas en las que se fija el tiempo de pasos de las corridas y se modela el comportamiento de variables de interés.

Estudios ambientales y ecológicos

1. Control de insectos.
2. Poblaciones marinas.
3. Flujos de energía.
4. Control de ríos.
5. Agricultura.
6. Control de contaminación.

Estos estudios se pueden ilustrar con un estudio de flujo de cadmio en un área urbana sumamente industrializada. Para describir el flujo del cadmio de la región se usó un modelo de simulación para representar las trayectorias de flujo de cadmio dentro de áreas urbanas y rurales. Para reducir los niveles de cadmio, como el barrido regular de las calles, usando un modelo combinado.

Sistemas de atención de la salud

1. Manejo de inventario.
2. Planeación de hospitales.

⁹ Término que se refiere a la incertidumbre de las cantidades.

¹⁰ Término que se refiere a la certidumbre de las cantidades. Contrario a *estocástico*.

3. Planeación de fuerza de trabajo.
4. Manejo de materiales.

Una aplicación típica se relaciona con el manejo del flujo de los pacientes a través de la clínica de planeación familiar de un hospital. Tanto la carga de trabajo de los empleados como los tiempos de servicio al paciente variaban en gran medida, con periodos de sobrecarga de trabajo y amontonamiento seguidos por periodos de virtual inactividad. Los administradores del hospital buscaron una solución para este problema que no requiriera la interrupción de operaciones en marcha o inversiones mayores de capital. Se usó la simulación para evaluar los efectos de políticas alternativas de asignación de personal y procedimientos de programación de pacientes durante los cuellos de botella¹¹ observados. Como resultado de este estudio se adoptó un nuevo procedimiento de programación de pacientes, en el cual se eliminaron los cuellos de botella sin cambios en el nivel de personal.

Estas son apenas unas cuantas aplicaciones de la simulación. La imaginación es el único límite real de aplicación a los problemas de las empresas. Puede ser que un micro o pequeño empresario siga teniendo la visión un tanto borrosa de su aplicación en su negocio. A continuación, toca turno a ilustrar algunas aplicaciones reales de la simulación en casos que fueron tomados de algunas MPE.

La selección que se hace de ellas obedece principalmente a fines ilustrativos y de seguimiento general puesto que realizar un estudio de simulación que abarcara a todas las MPE sería una labor titánica que rebasa de los alcances del presente trabajo. El estudiante y el empresario que consulten esto tendrán que tener tal cosa presente.

¹¹ Los **cuellos de botella** son circunstancias o problemas de los sistemas que se consideran críticos y de cuya correcta solución depende el que no se presenten crisis mayores en los sistemas.

CAPITULO IV

MODELOS DEL ESTUDIO

**"Cuatro cosas le pertenecen a los jueces: escuchar cortésmente,
contestar sabiamente, considerar todo sobriamente y decidir
imparcialmente"**

- Sócrates

Introducción

El presente capítulo puede considerarse como la parte medular de la presente investigación. Aquí serán analizadas algunas micro y pequeñas empresas desde el punto de vista del análisis ingenieril para la resolución de problemas y la toma de decisiones. Los casos expuestos son, como se mencionó en el prefacio de la obra, tomados del trabajo de campo realizado junto con ellas.

Los criterios de selección del modelo de simulación efectuado obedecen, como toda la obra, a ser representativos de su área de aplicación dentro de las áreas funcionales de la empresa. Sería imposible desarrollar un modelo en el cual se involucraran tantas y tantas variables existentes dentro de más de doscientas mil MPE y las del entorno en que se desenvuelven sus actividades diarias. Así, nos centraremos a plantear casos específicos de cada empresa buscando que la idea y el método seguido para la planteación de los modelos sea lo más valioso del caso. A fin de cuentas, hacemos hincapié que el análisis de cada problema es la parte medular de la utilización de esta herramienta y toca a cada empresario, estudiante o cualquier persona interesada encontrar las similitudes o guías para su aplicación en sus asuntos particulares.

Cada caso se presentará como sigue:

- Ficha técnica de la empresa
- Situación de la empresa
- Problema a atacar
- Planteamiento y descripción del modelo
- Explicación de su funcionamiento
- Notas y pormenores

Dentro del análisis de situación de la empresa se emplea la técnica, en cuadro sinóptico, de detección de las fuerzas y debilidades propias de la empresa y de las oportunidades y amenazas del entorno a ella. Esto como punta de flecha para la ilustración del método de

análisis de problemas a nivel estratégico de cualquier negocio. En ello están involucradas las consideraciones que apliquen en lo referente a las oportunidades y amenazas que trae consigo la apertura del Tratado de Libre Comercio expuestas en el capítulo II.

Los resultados e interpretación de los modelos simulados se deja para otro capítulo a manera de integrar un apartado de las conclusiones particulares de cada caso sin que, en un momento dado, sea necesario recorrer toda la explicación utilizada en el planteamiento del modelo para entender las conclusiones y recomendaciones hechas a la empresa involucrada en el caso estudiado.

Primer caso: Taller de serigrafía y diseño "Strada"

Clasificación: Microempresa

Nº de personas: 2

Ventas anuales: N\$ 100,000.00

Giro: Artes gráficas

Actividades principales: Diseño e impresión serigráfica para tarjetas de presentación, volantes, posters, papelería empresarial u otras impresiones en otros materiales.

Situación de la empresa

Fig. 4.1 Situación de la empresa "Strada".

Área funcional de la empresa	Características			
	Oportunidades	Amenazas	Fuerzas	Debilidades
Administración	Planes de asistencia técnica			Falta de planeación estratégica
Comercialización	Asociación con grandes empresas comercializadoras	Entrada de competencia con mejores programas de comercialización		Carencia de planes de promoción
Producción	Ingreso de maquinaria mejorada a precios accesibles		Calidad	Altos costos operativos
Finanzas	Apertura de líneas de crédito a reducidas tasas de interés			Falta de liquidez
Personal			Experiencia en el ramo	

El objetivo del modelo de simulación es encontrar algunas estrategias que nos permitan eliminar algunas de las debilidades de la empresa como el poder establecer planes de promoción y reducir los altos costos operativos. Una vez que ambos se resuelvan, la falta de liquidez así lo hará también.

Planteamiento y descripción del modelo

De la variedad de productos que se elaboran, se escogió para el caso a las tarjetas de presentación personal como los objetos del estudio. El modelo consiste en determinar cuáles tarjetas son las que más ingreso bruto anual generan al negocio y a cuánto ascienden las ganancias simuladas.

Con estos datos se podrá establecer una estrategia de promoción orientada a captar mayores ganancias por medio de las tarjetas más rentables; estimar los requerimientos de materiales para la producción a fin de evitar las compras no programadas que son desperdicio de tiempo y muchas veces de material.

El proceso productivo de cada tipo de tarjeta contempla el número de tintas empleadas, el tipo de papel y la técnica de impresión requerida según el diseño. La tabla 4.1 ilustra las combinaciones posibles:

Tabla 4.1 Combinaciones posibles para la elaboración de tarjetas de presentación.

Impresión	Papel	Nº Tintas
Abierta	Nacional	1
Cerrada	Importado	2
		3
		4
		5

De la tabla se desprende que puede haber $2 \times 2 \times 5 = 20$ tipos de tarjetas diferentes. En la realidad, el caso de tarjeta de impresión cerrada a una tinta no existe, por lo que son 18 tipos de tarjetas los que se manejan y cada uno tiene un precio que se enlista a continuación:

Tabla 4.2 Precios de tarjetas de presentación por tipo.

Tipo	Precio	Tipo	Precio
1	N\$ 0.80	10	N\$ 1.54
2	N\$ 1.00	11	N\$ 1.10
3	N\$ 1.15	12	N\$ 1.26
4	N\$ 1.30	13	N\$ 1.43
5	N\$ 1.40	14	N\$ 1.54
6	N\$ 0.88	15	N\$ 1.21
7	N\$ 1.10	16	N\$ 1.38
8	N\$ 1.26	17	N\$ 1.57
9	N\$ 1.43	18	N\$ 1.69

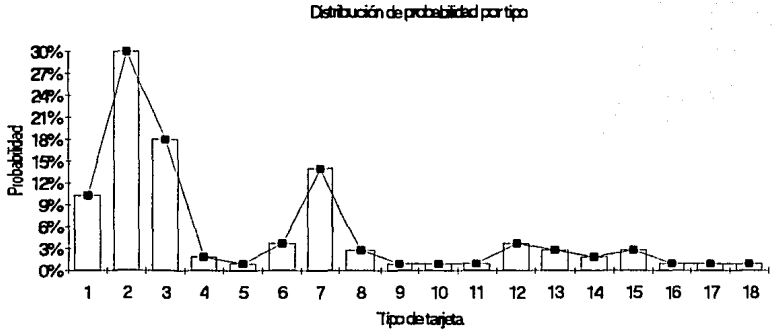
Siendo el orden de combinación para cada tipo como sigue: Impresión, Papel y N° de Tintas, de tal manera que el tipo 1 corresponde a impresión abierta, papel nacional a una tinta; el tipo 2, impresión abierta, papel nacional a dos tintas, etc. Repetimos que el caso cerrado, nacional o importado a una tinta no aplica.

Dichos tipos (precios) tienen una distribución de probabilidad de pedido como sigue:

Tabla 4.3 Distribución de probabilidad de pedido de tarjetas de presentación.

Tipo	%P	N° indice	Tipo	%P	N° indice
1	10%	00-09	10	1%	95
2	30%	14-43	11	1%	58
3	18%	59-76	12	4%	83-86
4	2%	87-88	13	3%	92-94
5	1%	90	14	2%	96-97
6	4%	10-13	15	3%	77-79
7	14%	44-57	16	1%	89
8	3%	80-82	17	1%	98
9	1%	91	18	1%	99

Fig 4.2 Histogramas de distribución de probabilidad de pedido por tipo.



La figura 4.2 representa el histograma de distribución de probabilidad del tipo de tarjeta pedida.

Y las cantidades ordenadas por tipo están dentro del rango de 100, 200 y 300. No por ello se descarta que ocasionalmente se solicitan 50 tarjetas o 500, pero son casos muy raros y se descartan para el presente estudio.

Asimismo, estas cantidades de pedido tienen la siguiente distribución de demanda por tipo de tarjeta (tabla 4.4) y sus histogramas respectivos (fig 4.3).

Como se puede observar en las tabla 4.3 y 4.4, existe una columna llamada *Nº indice*, dichos números están directamente relacionados con la probabilidad de demanda y se utilizan en la corrida de simulación.

A continuación se lleva a cabo la corrida de simulación con el modelo de ingreso total como sigue (4.1):

$$V_t = \sum_{i=1}^{100} P_k \times D^{12}$$

¹² (Σ) Notación que significa sumatoria. De una serie de términos: a,b,c se dice que $\Sigma(a,b,c)$ es igual a $a + b + c$.

donde:

V_t = Ingreso

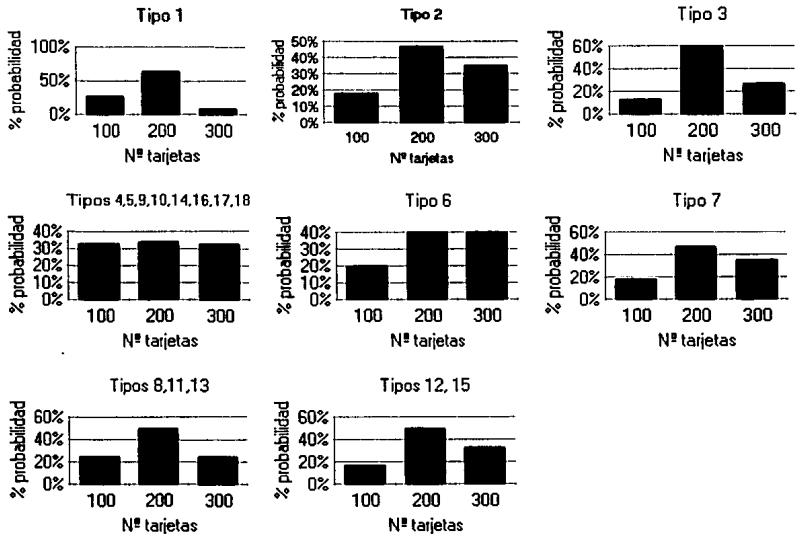
P_k = Precio del tipo k

D = Cantidad demandada

Tabla 4.4 Distribución de demanda por tipo de tarjeta.

Tipo 1	% Dist. Dem	Nº indice	Tipo 7	% Dist. Dem	Nº indice	Tipo 13	% Dist. Dem	Nº indice
100	27%	00-26	100	18%	00-17	100	25%	00-24
200	64%	24-90	200	47%	18-64	200	50%	25-74
300	9%	91-99	300	35%	65-99	300	25%	75-99
Tipo 2	% Dist. Dem	Nº indice	Tipo 8	% Dist. Dem	Nº indice	Tipo 14	% Dist. Dem	Nº indice
100	22%	00-21	100	25%	00-24	100	33%	00-32
200	59%	22-80	200	50%	25-74	200	34%	33-66
300	19%	81-99	300	25%	75-99	300	33%	67-99
Tipo 3	% Dist. Dem	Nº indice	Tipo 9	% Dist. Dem	Nº indice	Tipo 15	% Dist. Dem	Nº indice
100	13%	00-12	100	33%	00-32	100	17%	00-16
200	60%	13-82	200	34%	33-66	200	50%	17-66
300	27%	83-99	300	33%	67-99	300	34%	67-99
Tipo 4	% Dist. Dem	Nº indice	Tipo 10	% Dist. Dem	Nº indice	Tipo 16	% Dist. Dem	Nº indice
100	33%	00-32	100	33%	00-32	100	33%	00-32
200	34%	33-66	200	34%	33-66	200	34%	33-66
300	33%	67-99	300	33%	67-99	300	33%	67-99
Tipo 5	% Dist. Dem	Nº indice	Tipo 11	% Dist. Dem	Nº indice	Tipo 17	% Dist. Dem	Nº indice
100	33%	00-32	100	25%	00-24	100	33%	00-32
200	34%	33-66	200	50%	25-74	200	34%	33-66
300	33%	67-99	300	25%	75-99	300	33%	67-99
Tipo 6	% Dist. Dem	Nº indice	Tipo 12	% Dist. Dem	Nº indice	Tipo 18	% Dist. Dem	Nº indice
100	20%	00-19	100	17%	00-16	100	33%	00-32
200	40%	20-59	200	50%	17-66	200	34%	33-66
300	40%	60-99	300	33%	67-99	300	33%	67-99

Fig 4.3 Histogramas de distribución de probabilidad por tipo de tarjeta de presentación.



Ahora, se tiene el dato de que el promedio es de 2 pedidos por semana. Por ello *i* irá de 1 hasta 100 para considerar alrededor de 100 pedidos al año. Se construye la siguiente tabla (tabla 4.5):

Tabla 4.5 Tabla piloto de simulación para ventas de tarjetas de presentación.

Nº de prueba <i>i</i>	Nº aleatorio para tipo	Tipo <i>k</i>	Precio <i>P</i>	Nº aleatorio de demanda	Demanda <i>D</i>	Ingreso <i>V_t</i>
-----------------------	------------------------	---------------	-----------------	-------------------------	------------------	------------------------------

y utilizando el método de Monte Carlo¹³ se lleva a cabo la corrida de simulación y el llenado de la tabla.

¹³ Simulación de Monte Carlo es la técnica de simulación que utiliza números aleatorios (al azar) para obtener las muestras a simular.

Para llenar la tabla se procede como sigue: En la columna de N° de prueba i , se inicia poniendo un 1, luego se genera un número aleatorio para el tipo que se coloca en la columna correspondiente, después, se busca en la tabla 4.3 el rango de n° índice o el número que coesponda a dicho número aleatorio para entonces asignar el Tipo k de tarjeta y el Precio P indicado. Seguido se vuelve a generar otro N° aleatorio para la demanda y se coloca en la columna, se busca el correspondiente n° índice en la tabla 4.4 según el tipo de tarjeta y se establece la Demanda D . Por último, se hace el cálculo del ingreso por concepto del pedido de cierta cantidad tarjetas de un tipo dado. Se sigue haciendo el mismo procedimiento pero bajando al siguiente renglón e indicando ahora como N° de prueba 2, luego 3 y así sucesivamente hasta llegar a 100. Al final se suma la columna de Ingreso para tener el ingreso anual simulado por ventas.

Para ilustrar un poco más este primer caso, se muestra una parte de la tabla de simulación (tabla 4.6):

Tabla 4.6 Tabla de simulación piloto para la empresa "Strada". Primeras iteraciones.

Nº de prueba i	Nº aleatorio para tipo	Tipo k	Precio P	Nº aleatorio para demanda	Demanda D	Ingreso Vt
1	46	7	N\$1.10	74	300	N\$330.00
2	43	7	N\$1.10	49	200	N\$220.00
3	66	3	N\$1.15	4	100	N\$115.00
4	79	15	N\$1.21	51	200	N\$242.00
5	45	7	N\$1.10	46	200	N\$220.00
6	43	2	N\$1.00	79	200	N\$200.00
7	59	3	N\$1.21	4	100	N\$121.00
8	4	1	N\$0.80	41	200	N\$160.00
9	79	15	N\$1.21	66	300	N\$363.00
10	0	1	N\$0.80	42	200	N\$160.00

y la tabla continúa 90 renglones más.

Este proceso se llevará a cabo cinco veces, es decir, que serán cinco diferentes años de pedidos de tarjetas de presentación simulados, sin que esto indique que sean consecutivos, donde se supone que las condiciones de demanda y de precios son constantes.

Una vez terminadas las tablas, llevado a cabo automáticamente con la ayuda de una computadora y hecho el cálculo de los ingresos brutos anuales, se hace un ordenamiento por tipo de tarjeta y por cantidad de ingreso (también hecho por computadora) de cada tabla para tener un comparativo de los cinco años simulados; se obtiene un promedio general de ingresos por año y promedio de ingresos por tarjeta ordenadas de mayor a menor, y así proceder a realizar las interpretaciones y recomendaciones pertinentes para el caso.

Segundo caso: Centro de servicio automotriz "Grupo Mayco"

Clasificación: Pequeña empresa

Nº de personas: 35

Ventas anuales: N\$ 3'500,000.00

Giro: Servicios automotrices

Actividades principales: Servicios automotrices de mecánica en general, alineación y balanceo de neumáticos, suspensiones, autolavado y venta de refacciones.

Situación de la empresa

Fig. 4.4 Situación de la empresa "Mayco".

Area funcional de la empresa	Características			
	Oportunidades	Amenazas	Fuerzas	Debilidades
Administración				Autocracia del dueño Mala toma de decisiones Carencia de planes, procedimientos y programas
Comercialización	Poco crecimiento de competencia		Marca prestigiosa Precios accesibles Multiservicios	Mala ubicación
Operaciones	Desgravación a 5 años del 76% de las autopartes de importación	Dependencia de maquinadores y mayoristas Dudosa calidad de refacciones	Calidad de servicio Amplitud del local Tecnología vanguardista	Elevados costos operativos
Finanzas	Estabilidad de precios			Inexistencia de plan de finanzas
Personal			Capacitación Responsabilidad Cohesión de equipos por área	Trato desigual al personal

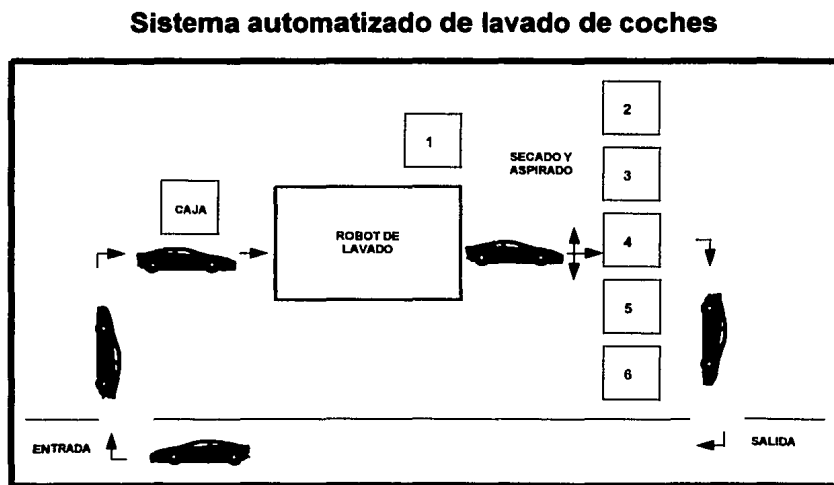
En este segundo caso, se planteará un modelo de simulación que permita al dueño darse cuenta de las mejores alternativas de planeación del trabajo para no incurrir en costos elevados por cuestión de personal. Esto atiende a la situación de que la empresa es enteramente de servicios y, por ello, el personal empleado en la misma debe ser lo más productivo posible. Ya se cuenta con personal capacitado y responsable (figura 4.4), ahora la cuestión es ver si su trabajo está realmente organizado de tal modo que se eliminen tiempos ociosos con los problemas y gastos que ello conlleva.

Se escogió, entre todos los servicios que se prestan en la empresa, al de lavado automatizado de coches, como el objeto del estudio. Primero, hagamos una breve descripción de la situación actual del servicio y su situación.

Descripción del proceso

La figura 4.5 muestra esquemáticamente el funcionamiento del sistema de lavado automatizado de coches que se opera en este negocio.

Fig. 4.5 Diagrama esquemático del lavado automatizado de coches.



La explicación es la siguiente: a) El vehículo que va a ser lavado entra al sistema, b) se paga por el servicio de acuerdo al tipo de programa que se haya escogido (el robot es capaz de desempeñar 4 programas diferentes de lavado que no varían en tiempo de ejecución), c) entra el vehículo al robot de lavado (previo le son lavadas las llantas y los paneles laterales inferiores), d) pasa a la sección de secado y aspirado (islas 1 a 6) y, e) sale el vehículo del sistema.

El personal empleado en esta operación es el siguiente:

- 1 supervisor
- 1 operador del robot
- 13 secadores
- 1 cajera

Las funciones del personal pueden variar según las necesidades del momento. Los fines de semana, durante los cuales la demanda de servicio es mayor, uno de los secadores (que llamaremos comodín) se coloca en la posición del lavado de llantas y paneles. Entre semana, el operador del robot hace tal labor. Los secadores trabajan por parejas que se mantienen normalmente fijas.

El servicio de autolavado se realiza toda la semana con horario de 8:00 A.M. a 5:30 P.M. de Lunes a Viernes; de 8:00 A.M. a 4:00 P.M. los Sábados y de 8:00 A.M. a 3:00 P.M. los Domingos. Los días de descanso del personal se van rotando de acuerdo a la tabla 4.7 y los descansos para comer de acuerdo a la tabla 4.8.

Tabla 4.7 Rol de días de descanso del personal del sistema de lavado automatizado de coches.

Día	Pareja 1	Pareja 2	Pareja 3	Pareja 4	Pareja 5	Pareja 6	Operador	Comodín	Supervisor
Lunes	■	■							
Martes			■						
Miércoles				■					■
Jueves					■			■	
Viernes						■	■		

Tabla 4.8 Rol de tiempo de comida del personal de lavado.

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
12:00		P1	P1 + O	P1	P1
12:30	P3 + C	P2 + C	P2 + C	P2 + O	P2 + C
13:00	P4 + O	P4 + O	P3	P3	P3
13:30	P5	P5	P5	P4	P4
14:00	P6	P6	P6	P5	P5

Donde:

P1, P2, ..., P6 = Parejas de secadores

C = Comodín

O = Operador

Como se puede observar en ambas tablas, tanto Sábados como Domingos no se tienen programados ni descansos ni comidas ya que esos días se sale más temprano. Debe aclararse que los números asignados a cada pareja son solamente para efectos de ilustración, es decir que la pareja P1 no será siempre la misma ni se coloca necesariamente en la misma isla de secado y aspirado.

El sorteo o distribución de los coches que van saliendo del robot de lavado es uniforme en un carrousel, o sea, que el primer coche que salga irá a la isla 1, el segundo a la 2 y así sucesivamente. Se tiene contemplado que si una pareja de secadores termina antes que la anterior en turno y ya hay coche esperando, se le asigna a ésta el vehículo. Esta es una manera de fomentar la eficiencia del trabajo.

Planteamiento y descripción del modelo

Entonces, el problema a analizar consiste en simular el comportamiento de la demanda de vehículos a lo largo de la semana para percibir si la programación de horarios, descansos y hasta la misma cantidad de empleados es la adecuada y/o generar alguna alternativa. Este problema inquieta al gerente del negocio ya que siente que existen

grandes intervalos de tiempo durante los cuales la gente está ociosa. Esto representa un gasto no justificado ya que los empleados están contratados con sueldo y horario fijos. Ello es la causa del estudio del sistema de autolavado.

Para este caso se llevará a cabo la simulación de un sistema que sigue lo que se conoce como "línea de espera"¹⁴. Lo que se persigue detectar es el porcentaje de ociosidad del sistema para así proponer alternativas que mejoren su rendimiento.

Para el análisis se necesita conocer el proceso del servicio, cosa ya revisada; una distribución de demanda que sea "representativa" del comportamiento del sistema. Ponemos "representativa" entre comillas porque las variaciones de la demanda son frecuentes y se deben a una cantidad enorme de factores tales como el clima, el día de la semana, la hora, la época del año, la semana del mes, etc. La distribución de la demanda se hará entonces de acuerdo a las siguientes variables que son las de mayor influencia sobre ella en base a la experiencia del gerente: día de la semana, hora, clima y estación del año. Esta distribución indicará la tasa de llegada de vehículos a lo largo del día en cada hora que está en servicio. Lo importante es, como en todo este estudio, el mostrar un método de análisis para la elaboración de modelos que sea aplicable para los micro y pequeños establecimientos.

Distribución de llegada de los vehículos

A continuación se enlistan las distribuciones de probabilidad de los diferentes factores que influyen en la demanda de servicio (llegada de vehículos):

Clima.- El clima es tal vez el factor que impone más variabilidad a la demanda del servicio de autolavado. En el lugar que se encuentra ubicado el establecimiento se tienen las siguientes probabilidades de lluvia de acuerdo a la siguiente tabla (tabla 4.10). Se descartan los días con lluvia matutina y tarde sin lluvia por su casi nula ocurrencia.

¹⁴Las "líneas de espera" o "teoría de colas" son una parte importante de los estudios de investigación de operaciones. Existe un sinnúmero de modelos ya existentes que se aplican en muy diversos lugares. Debemos pensar que existen líneas de espera en muchos eventos de la vida cotidiana, por ejemplo, en los bancos, en los supermercados, en las reparaciones, en los procesos productivos (inspecciones), en los parques de diversiones, consultorios médicos, etc.

Tabla 4.10 Distribución de probabilidad de lluvia en el año.

Estación	Duración días	Duración semanas	% de ocurrencia		
			Sin lluvia o despejados	Con lluvia vespertina y mañana sin lluvia	Con lluvia todo el día
Seca	212	30	90%	8%	2%
Semiseca	61	9	40%	40%	20%
Lluviosa	92	13	20%	40%	40%

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional

Día de la semana.- La demanda de servicio varía en cuanto al día de la semana y la hora del día. La tabla 4.11 indica el promedio de coches por hora que llegan al servicio.

Tabla 4.11 Distribución de probabilidad de llegada de vehículos por día de la semana y hora.

Tasa de llegada de automóviles (Automóviles por hora)							
Sin lluvia							
Hora/Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
8:00	15	13	14	15	19	20	8
9:00	12	11	12	11	14	22	11
10:00	9	9	8	10	12	23	24
11:00	10	11	9	11	13	28	28
12:00	11	10	11	10	15	36	27
13:00	12	11	11	12	17	35	25
14:00	10	10	10	11	18	18	24
15:00	8	9	10	9	20	14	
16:00	6	7	8	8	19		
17:00	3	4	4	3	5		
Total	96	95	97	100	152	196	147

Dichos tiempos de llegada son promedios de acuerdo a una toma de tiempos de un mes de duración y corroborada con datos históricos. Los totales son, a su vez, también totales promedio de autos atendidos durante el día. Debe aclararse que son tasas de llegada en condiciones de clima favorables (sin lluvia) pues en condiciones no propicias, la demanda se cae por completo. Para la utilización posterior de estos valores se harán las siguientes conversiones: $60 \text{ minutos}/X \text{ coches} = X \text{ minutos/coche} = 1/\lambda$ (fig. 4.6). $(1/\lambda)^{-1} = \lambda$. λ = Tasa de llegada en sistemas de líneas de espera.

Para el caso de lluvia o real amenaza de ella se consideran los valores de la Tabla 4.12 como las probabilidades de hora de inicio de ésta.

Tabla 4.12 Distribución de probabilidad de hora de inicio de lluvia.

Probabilidad de hora de inicio de la lluvia vespertina	
Hora	Probabilidad
13:00	5%
14:00	10%
15:00	20%
16:00	40%
17:00	25%

La cantidad de llegada de coches por tamaño en porcentajes es la siguiente: **Chico: 70%**, **Mediano: 15%** y **Grande: 15%**.

Tiempos de operación

Los tiempos de operación del servicio de lavado de autos se resumen en la siguiente tabla (Tabla 4.13), en ella veremos los promedios de ejecución y sus desviaciones estándar.

Tabla 4.13 tiempos de lavado y secado de coches.

Lavado			Secado		
Auto	Media	Desv. Est.	Auto	Media	Desv. Est.
	Min	Seg		Min	Min
Grande	3.26	8.48	Grande	9.22	2.33
Chico	3.14	7.84	Mediano	8.59	1.84
Mediano	3.09	4.10	Chico	8.37	1.77

Los tiempos de lavado son independientes de cualquier factor que no sea intrínseco del robot de lavado. Se supondría con facilidad que el tiempo debiera ser el mismo ya que es una máquina automática. Sin embargo, tiene la característica de poseer sensores ópticos para el cepillado de carrocería y llantas lo que hace que los coches no se laven exactamente en el mismo tiempo, aunque para casos prácticos, como el de nuestro

estudio, se puede considerar como constante el tiempo de lavado de tal modo que podría considerarse un tiempo que se agrega al tiempo de secado. Cabe señalarse que: a) las desviaciones típicas de los tiempos de lavado no exceden del 4.33% (carros grandes) y b) los coches medianos presentaron menor tiempo de lavado que los chicos. Esta particularidad parece ilógica, pero se debe a que los coches medianos no presentan con frecuencia contornos redondeados como varios de los chicos, situación que hace que el robot se demore en su labor. El lavado de coches tiene otra peculiaridad: el robot no necesita haber terminado de lavar un auto para iniciar el lavado del siguiente. Esto lo puede hacer cada 1.71 minutos lo que equivaldría a que, en promedio, lo empezaría a realizar cuando llegaran 19 coches o más de cualquier tamaño en una hora.

En lo que al secado se refiere, se observa que los tiempos de ejecución varían en razón directa al tamaño del coche. Los tiempos tomados como muestra para estos valores se llevaron a cabo en diferentes días y a diferentes horas para no incurrir en el error de no considerar la fatiga de los secadores ni la cantidad de demanda presente. Es por ello que se aprecia que las desviaciones estándar son del orden del 22% de la media. También tiene que ver la productividad de cada pareja que, como ya vimos, son normalmente formadas por las mismas personas. La utilización de estos valores será, sin embargo, la media de cada uno:

$$\text{lavado} = 1/\mu_L; (1/\mu_L)^{-1} = \mu_L$$

$$\text{secado} = 1/\mu_S; (1/\mu_S)^{-1} = \mu_S$$

μ_L y μ_S = Tasas de servicio

El modelo

El modelo que se utilizará en la simulación de la operación, será el mismo que se utiliza en la teoría de colas o de líneas de espera. Si analizamos de nuevo la figura 4.5 nos percatamos de que el sistema se puede dividir en dos subsistemas de líneas de espera. El primero es aquel donde se lleva a cabo el lavado por medio del robot y el segundo el de secado. En la jerga de las líneas de espera, el primer subsistema se llama "unicanal" porque sólo un servidor (el robot) lleva a cabo la operación. El segundo se llama "multicanal" porque son varios servidores (las parejas de secadores) los que esperan

llevar a cabo su labor. La figura 4.6 ilustra los modelos para el sistema "unicanal" (lavado) y la figura 4.7 para el sistema "multicanal" (secado).

Fig. 4.6 Fórmulas de cálculo para líneas de espera unicanal.

CARACTERISTICA	SIMBOLO	FORMULA
Número esperado en el sistema (4.2)	L	$= \frac{\lambda}{\mu_L - \lambda}$
Número previsto en la línea de espera (4.3)	Lq	$= \frac{\lambda^2}{\mu_L(\mu_L - \lambda)}$
Tiempo previsto de espera (incluye el tiempo de servicio) (4.4)	W	$= \frac{1}{\mu_L - \lambda}$
Tiempo de espera previsto en la línea de espera (4.5)	Wq	$= \frac{\lambda}{\mu_L(\mu_L - \lambda)}$
Probabilidad de uso del sistema (4.6)	p	$= \frac{\lambda}{\mu_L}$
Probabilidad de que el sistema esté vacío (4.7)	P₀	$= 1 - \frac{\lambda}{\mu_L}$

Donde:

λ = tasa de llegada de automóviles al sistema (coches/minuto)

μ_L = tasa de tiempo de servicio de lavado (servicios/minuto)

Figura 4.7 Fórmulas de cálculo para líneas de espera multicanal.

CARACTERISTICA	SIMBOLO	FORMULA
Probabilidad de que el sistema esté vacío (4.8)	P_0	$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{s-1} \frac{(\lambda/\mu_s)^n}{n!} + \frac{(\lambda/\mu_s)^s}{s!} \times \frac{1}{1 - (\lambda/s\mu_s)}}$
Número previsto en la línea de espera (4.9)	L_q	$L_q = P_0 \times \frac{1}{\mu_s^{s-1} (s-1)! (\mu_s s - \lambda)^2}$

Donde:

λ = tasa de llegada de automóviles al sistema (coches/minuto)

μ_s = tasa de tiempo de servicio de secado (coches/minuto)

s = número de servidores

Existen unas ecuaciones que se llaman "ecuaciones de flujo" que se aplican cuando un sistema ha llegado a un estado estacionario¹⁵ y que se pueden aplicar para este caso:

$L = \lambda W$ y, por extensión, $L_q = \lambda W_q$ (4.10 y 4.11)

Lo siguiente es correr el modelo en una simulación de la operación. Se simularán 15 semanas de operación para la estación seca, 5 para la semiseca y 7 para la lluviosa de donde se obtendrán los resultados promedio de probabilidad de que el sistema se encuentre vacío (fórmula 4.8) para cada día de la semana y a cada hora. Posiblemente surja la pregunta de por qué no se está tomando en cuenta ninguna consideración del

¹⁵Estado estacionario de una línea de espera es cuando la línea ha llegado a un instante tal que la probabilidad de llegada de un cierto número de individuos al sistema no depende del momento en el que se cuenten. (Eppen y Gould, *Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa*, Prentice Hall)

lavado. La respuesta es que nuestro objetivo de análisis, la ociosidad de los secadores, resultan irrelevantes los tiempos de lavado de la máquina, si se hace cola o no, etc., sólo influye la cantidad de coches que llegan al sistema en un intervalo de tiempo determinado, para el caso, una hora.

Después se ubicará el impacto económico que esto tiene sobre los actuales esquemas de asignación de personal. De ahí se desprenderán las recomendaciones y sugerencias para el caso. De la misma manera que el caso 1, se generarán números aleatorios y números índice para las variables que así lo necesiten.

La muestra de simulación piloto sería como lo muestra la siguiente figura (Figura 4.8):

Figura 4.8 Corrida piloto del sistema de lavado automatizado de coches. Otención de la ociosidad P_0 .

ESTACION:	Semi	SEMANA:	1	DIA:	Lunes	CLIMA:	Semiseco
						HORA DE INICIO DE	18:00
						LLUVIA:	
Hora:	8:00	Islas:	4				
Coches:	15	Tasa	0.2500		Tpo. lavado	Tpo. secado	
		llegada					
Chicos:	11				34.54	92.07	
Medianos:	2				6.18	17.18	
Grandes:	2				6.52	18.44	
				Promedio:	3.15	8.51	
				P_0	11.34%		
Hora:	9:00	Islas:	4				
Coches:	12	Tasa	0.2000		Tpo. lavado	Tpo. secado	
		llegada					
Chicos:	8				25.12	66.96	
Medianos:	2				6.18	17.18	
Grandes:	2				6.52	18.44	
				Promedio:	3.15	8.55	
				P_0	17.78%		

En esta corrida, se muestran los datos simulados de las 8:00 y 9:00 horas del día Lunes de la primera semana de la estación semiseca del año. La cantidad de coches es la cantidad promedio de la tabla 4.11, los tipos de coche que llegan de acuerdo a la distribución de probabilidad de llegada por tipo. El número de islas (s) de secado corresponden a los correspondientes a esa hora, según las tablas 4.7 y 4.8. El tipo de clima y la hora de inicio de lluvia en su caso corresponden a una simulación Monte Carlo de acuerdo con las distribuciones de probabilidad de las tablas 4.10 y 4.12. Los tiempos de lavado y secado son resultado de promediar los tiempos medios por tipo de coche multiplicados por la cantidad de coches de cada tipo. Los valores de λ y μ son la tasa de llegada y el inverso del promedio de tiempo de secado respectivamente. La probabilidad de que el sistema se encuentre vacío (P_0) se calcula automáticamente.

Tercer caso: Confecciones "Nelly"

Clasificación: Microempresa

N° de personas: 6

Ventas anuales: NS 170,000.00

Giro: Confección de ropa

Actividades principales: Confección de ropa casual para dama y caballero; ropa sport para toda la familia y ropa de bebés.

Situación de la empresa

Fig. 4.9 Situación de la empresa "Nelly".

Area funcional de la empresa	Características			
	Oportunidades	Amenazas	Fuerzas	Debilidades
Administración	Planes de asistencia técnica		Buena toma de decisiones Experiencia en el ramo	Falla de planeación Falla de información
Comercialización	Libерación de impuestos y aranceles para exportación de mercancías	Entrada de competencia norteamericana y canadiense con mejores precios y marcas prestigeadas.	Ciientelela fiel Prestigio en su mercado	Desabasto en el reperto
Producción	Desgravación arancelaria para melerías primas y maquinaria de importación Posibilidad de maquilación a grandes firmas			Mequinería obsoleta Métodos artesanales de producción Desperdicio de melerías Falla de control de inventarios
Finanzas	Acceso a servicios de crédito financiero con intereses más bajos	Trato preferencial de las instituciones de crédito hacia empresas medianas o grandes.	Liquidez y solvencia de efectivo	Carencia de planes presupuestarios
Personal	Planes gubernamentales de capacitación		Personal capacitado Armonía en el ambiente de trabajo	Poco personal

Esta microempresa, perteneciente al sector textil de la industria manufacturera, es una de las típicas empresas de tipo familiar. Es una de tantas en las que el desarrollo de la misma empezó como una actividad secundaria de la persona que la inició, teniendo una experiencia previa en la actividad y como búsqueda de nuevas fuentes de ingreso. En otras palabras, pertenece al sector que se conoce como "tradicional". Ya se hizo mención en los capítulos I y II acerca de su historia y oportunidades del sector textil en el marco del TLC. Asimismo, esta empresa puede tomarse como representativa del tipo de empresa que prevalece en nuestra economía micro.

Como se observa en la figura 4.9, la empresa tiene como atributos internos principales el que, en estos momentos, ha podido superar la crisis de los ochenta (la empresa tiene 11 años de establecida) y cuenta con liquidez. Esto se debe, sobre todo, a que el mercadeo se lleva a cabo con pagos de contado y al momento de entrega. Sus clientes son principalmente tiendas minoristas y comerciantes de mercados sobre ruedas. La empresa ya tiene un prestigio ganado entre decenas de negocios del ramo y es bastante reconocida entre sus clientes. El manejo de la empresa ha sido bueno y no tiene problemas internos graves. Sin embargo, la dueña, tiene cierto temor hacia el porvenir de su negocio en esta etapa de apertura del comercio. Por ello, ha despertado su interés a mejorar y afianzar su posición frente a la nueva situación.

En principio, se encontró que carece de información general referente a lo que es en sí el TLC, sus pormenores y alternativas; desconoce cualquier procedimiento de financiamiento y de adquisición de nueva maquinaria. En general, lo que la ha hecho permanecer en el ramo, ha sido el bajo precio que da a sus clientes con utilidades marginales y su prestigio ya ganado en su mercado.

Para llevar a cabo el estudio del caso, se le dieron a conocer algunos de los pormenores del TLC y de la situación prevaleciente en la micro y pequeña empresa en general hacia estas perspectivas. También se le dio a conocer acerca de un estudio realizado por Centro de Estudios Económicos de El Colegio de México titulado "Efectos del Tratado de Libre Comercio sobre México y América del Norte"¹⁶ donde se destacan algunos valores obtenidos por la investigación para el sector textil y de confección de ropa. Siguiendo estos parámetros como puntos iniciales de referencia, surgió la inquietud por parte de la

¹⁶ Tal investigación consiste también en un estudio de simulación de modelos macroeconómicos a nivel país y de sectores con escenarios diferentes y estudio comparativo. El sector textil es uno de los sectores específicamente destacados del estudio.

empresaria sobre qué alternativa de mejora productiva le permitiría poder alcanzar los mejores beneficios planteados en las conclusiones del estudio.

Marco de referencia. Políticas de inicio

A continuación anotamos los escenarios manejados por el estudio de El Colegio de México a fin de que el lector pueda tener también el marco de referencia para los modelos planteados posteriormente a la empresa para la consecución de los mejores resultados:

Tabla 4.14 Efecto de la apertura comercial sobre el ingreso real, utilidades y salarios del país.

Escenario A		Efecto	
Eliminación de aranceles y E.U. eleva en 25% las cuotas a textiles, confecciones y otros.	Ingreso (Millones de dólares)		803
	Utilidades		1.60%
	Salarios		1.60%
Escenario B		Efecto	
El mismo que A y México reduce restricciones a la inversión.	Ingreso (Millones de dólares)		2431
	Utilidades		1.90%
	Salarios		2.50%

Tabla 4.15 Efectos sobre el empleo sectorial.

Escenario A		Efecto	
Capital:	Fijo		
Tipo de Cambio:	Fijo	Sector textil	1.60%
Balanza Comercial:	Variable	Confección de ropa	1.80%
Salario:	Variable		
Escenario B		Efecto	
Capital:	Fijo		
Tipo de Cambio:	Fijo	Sector textil	7.69%
Balanza Comercial:	Variable	Confección de ropa	8.31%
Salario:	Fijo		
Escenario C		Efecto	
Capital:	Variable		
Tipo de Cambio:	Fijo	Sector textil	-4.60%
Balanza Comercial:	Variable	Confección de ropa	-6.20%
Salario:	Variable		

Como se puede observar en la tabla 4.14, el escenario de apertura comercial total (como lo plantea el TLC) ofrece los mejores resultados simulados para el país en materia de ingresos, utilidades y salarios para la economía. En lo que se refiere al sector al que pertenece la empresa en estudio se observa que, en el escenario A, el más sencillo con las condiciones previas al TLC, entrega resultados directos de crecimiento de empleo muy conservadores; en el escenario B, aún sin apertura comercial y sin elevación en el nivel salarial, los crecimientos de empleo son interesantes, pero ello no es precisamente lo que se busca ya que el poder adquisitivo no se vería beneficiado; por último, en el escenario C, las condiciones de apertura comercial entregan resultados de deterioro en la cantidad de empleos efectivos del sector. Esto último representa que el empleo se desplazaría hacia otros sectores ya que a nivel nacional el empleo se mantiene constante. Este mismo escenario no es empobrecedor por sí mismo, sino que representa el reto de que para lograr los beneficios de la apertura, se deben hacer ajustes importantes, sobre todo en lo que al incremento de la productividad se refiere. Finalmente, las ganancias del sector se elevan en un 12% del PIB del país si los E.U. eliminan aranceles y elevan cuotas al doble a productos textiles mexicanos.

Por lo tanto, para las empresas de este ramo, se presenta una amenaza real debido al bajo nivel de productividad en relación a las empresas de competencia extranjera o grandes y medianas nacionales. Los efectos correspondientes a dichas industrias en Canadá y Estados Unidos son mínimos en cuanto a cantidad de empleo generado, aumento en ganancias y salarios, etc. Ello se debe, en gran parte, al nivel de productividad que poseen, el cual les permite absorber los cambios con mayor firmeza y los mantiene en expectativas más favorecedoras de competencia frente a las mexicanas. Es necesario, por lo tanto, que se haga un análisis de su estado productivo donde se determinen los principales problemas potenciales, plantear alternativas de solución y someterlas a pequeñas simulaciones para determinar cuál de ellas es la mejor opción ante los resultados obtenidos por el estudio de referencia, es decir, los que mejor provecho obtengan a estas situaciones, por sí mismas simuladas. En resumen, se trata de una simulación particular (el caso en sí mismo) sobre una simulación general (del estudio de referencia).

Debemos hacer énfasis en que lo que se persigue es elevar el nivel de productividad, y esto se puede ya vislumbrar como la principal premisa de todas las MPE, recordando que:

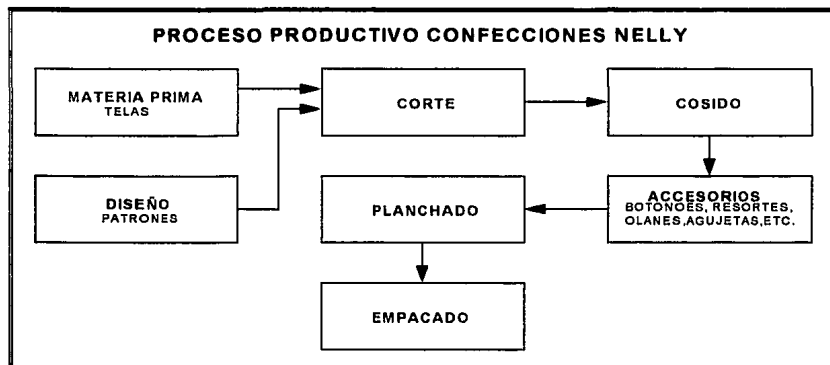
Figura 4.10 Definición de productividad.

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{LO PRODUCIDO}}{\text{LOS INSUMOS}}$$

Proceso productivo

El proceso de producción del taller de confección se puede ilustrar esquemáticamente como aparece en la figura siguiente (figura 4.11):

Fig. 4.11 Diagrama esquemático del proceso de producción de ropa.



La materia prima se adquiere directamente en las tiendas de los proveedores y se dispone de una camioneta y un chofer-mensajero para su transportación así como para la distribución de los productos terminados. Los patrones de los diseños se tienen clasificados de acuerdo al tipo de prenda y la talla aunque no se les tiene dispuestos con mucho orden en el taller. Entonces, una vez que llega la materia prima, se procede a realizar el corte de la tela con tijeras, tarea que lleva a cabo directamente la dueña del

negocio. Aquí debe hacerse mención a que la cantidad de materia prima desperdiciada está alrededor del 12%. Este material no tiene un uso alternativo sino que es desechada. Posteriormente se lleva a cabo el cosido de las prendas en cuatro máquinas de coser caseras de cierta antigüedad operadas por la misma cantidad de costureras. Una vez que las prendas están cosidas o casi totalmente, se procede a colocar los accesorios que lleven según la prenda de que se trate. Esta labor la hace primeramente la propietaria en una quinta máquina de coser casera y una vez que las costureras terminaron su tarea, se incorporan a la labor. Cuando se termina de manufacturar un lote (pedido) de ropa, se manda la ropa a pre-lavado y planchado y al final su empaquetado, esta actividad la lleva a cabo principalmente el chofer-mensajero, la embarca, la reparte y realiza el cobro correspondiente. Al mismo tiempo levanta nuevos pedidos. No se maneja crédito ni se reciben cheques, sólo efectivo y de contado. En contadas ocasiones llega a aceptarse el crédito del 50% del cobro a pagar en la siguiente entrega.

Se puede decir que en el taller siempre hay trabajo, sin que por ello tengan sobrecarga del mismo o trabajos retrasados, sino que el ritmo de trabajo que tienen está bastante adaptado a la demanda que cubren la cual ha permanecido más o menos constante. Solamente en la temporada de fin de año es cuando se llega a recargar la demanda de pedidos.

La dueña considera que el que sea su propia empresa la que recoge el material y la que entrega la mercancía le da mayor preferencia ante sus clientes y proveedores en cuestiones de precio y confiabilidad: es decir, sostiene que el servicio que da es parte importante de que siempre cuente con pedidos y con materia prima. Aunque debe mencionarse que, en ocasiones, el reparto debe de realizarse en puntos diferentes de la ciudad que se encuentran muy distantes entre ellos y si se tiene que recoger materia prima o accesorios, el chofer no se da abasto para realizar la labor de empaque y reparto de nueva mercancía.

Los niveles de producción durante el trienio 1991-1993 se han mantenido constantes con una ligera baja durante 1993. La tabla 4.16 condensa estos datos.

Tabla 4.16 Ventas promedio de ropa 1991-1993.

Promedio anual '91-'93	Unidades	Ingreso
Prenda	Producidas	(N\$)
Blusa dama t. CH y M	945	14.175.00
Blusa dama t. G y XG	940	15.510.00
Camisa caballero t. CH y M	900	11.700.00
Camisa caballero t. G y XG	940	13.630.00
Playeras unisex unitalla	1410	12.690.00
Sudaderas unisex unitalla	1030	15.450.00
Pants unisex t. CH y M	710	19.170.00
Pants unisex t. G y XG	685	20.550.00
Shorts unisex unitalla	1180	12.980.00
Vestido dama t. CH y M	715	15.730.00
Vestido dama t. G y XG	710	17.750.00
Total	10165	169.335.00
Promedio/prenda	924.09	15.394.09

El modelo

En este caso, el problema o cuestión que se someterá a evaluación será lo referente a la productividad por persona según la organización de trabajo que se tenga en el taller. El tipo de organización potencial consta de 2 alternativas: contratar a una persona o despedir a una. Por el momento y de acuerdo a lo presentado por el estudio de referencia se cree que el camino a seguir es despedir a una persona y optimizar la organización aunque el contratar a una persona más no debe afectar mucho si se mantienen fijos los salarios.

Las combinaciones posibles de organización de trabajo se basan en cuanto a las funciones que se desempeñen en las labores diarias. A continuación se enlistan todas ellas:

Equipo de 4 personas Combinación	Equipo de 5 personas Combinación	Equipo de 6 personas Combinación
A) 1 Cc y 3 c	C) 1 Cc y 4 c (Actualmente)	F) 1 Cc y 5 c
B) 2 Cc y 2 C	D) 2 Cc y 3 c	G) 2 Cc y 4 c
	E) 3 Cc y 2 c	H) 3 Cc y 3 c
		I) 4 Cc y 2c

Donde:

Cc = Cortadora y costurera

c = costurera

Como se puede observar, se descartaron las posibilidades de dejar a una sola costurera ya que la dueña considera de antemano que dicha forma de trabajo no es adecuada porque dejar aislada a una persona en dicha labor le crea un mal ambiente de trabajo y probablemente abandonaría éste o no rendiría igual.

La combinación C es la que está operando actualmente con los siguientes resultados (Promedio 1991-1993):

Combinación: C: 1 Cc y 4 c

Producción: 10165 unidades/año

Ingreso generado: N\$ 170,000.00

Sueldo anual: N\$ 47,000.00*

Productividad por persona: 6.77 prendas/día

* Los sueldos mensuales son (N\$):

Cc: 1,500.00

c: 800.00

Para cada combinación posible se llevó a cabo una pequeña prueba de producción de 3 días de duración cada una, es decir, 2 a la semana, lo que hizo 4 semanas de pruebas para la ocho combinaciones restantes a fin de obtener las productividades correspondientes de prendas por persona al día en base a los desempeños mostrados. Para los equipos de 4 personas se dio vacaciones a una costurera y para los equipos de 6 personas fue contratada por 2 semanas una persona.

Una vez más, debemos recordar que para poder llevar a cabo una verdadera simulación es necesario que existan variables probabilísticas. En este caso, dicha variable será la productividad por persona al día. Los datos estadísticos se obtuvieron a partir de la tabla 4.16 y del pequeño estudio de tiempos arriba mencionado con el fin de observar el comportamiento de la producción a lo largo de un periodo de tiempo, que en este caso fue de una semana también.¹⁷ Los detalles del estudio de tiempos efectuado salen de los objetivos de la presente investigación por lo cual los mismos son omitidos. Para el caso, se anotan los resultados relevantes del estudio para efectos prácticos. De tal manera que se observó que la productividad diaria se comportaba como una *distribución normal*.¹⁸ La tabla 4.17 concentra las productividades por combinación.

Tabla 4.17 Productividades diarias por persona (prendas al día).

Equipo	Combinación		Productividad		
	Cc	c	16.00%	68.00%	16.00%
A	1	3	3.97	5.65	7.33
B	2	2	4.28	5.95	7.62
C	1	4	5.15	6.77	8.39
D	2	3	5.64	7.24	8.84
E	3	2	5.66	7.44	9.02
F	1	5	5.63	7.17	8.71
G	2	4	5.19	7.21	8.23
H	3	3	6.68	8.17	9.66
I	4	2	6.94	8.40	9.86

En *cursiva* los datos de la combinación actual de trabajo.

¹⁷ Se recomienda la consulta del texto "*Introducción al estudio del trabajo*" editado por la Organización Internacional del Trabajo para obtener información detallada sobre definiciones, métodos e interpretaciones de los estudios de tiempos.

¹⁸ Anteriormente ya se hizo mención a la *distribución normal*. Véase el pie de página n° 5.

Es importante aclarar el hecho de que se indique que los resultados observados se comportaron como una distribución normal. Brevemente explicaremos que una distribución normal es por sí misma una distribución continua que gráficamente tiene la forma de una campana y que tiene porcentajes de probabilidad dados a determinadas desviaciones estándar. La mayoría de los datos están cerca del promedio de la muestra. Una muestra discreta puede aproximarse a una distribución normal, cosa que se realizó con los resultados obtenidos. En la distribución normal, de la media hasta 1σ ¹⁹, en cualquier dirección se encuentran agrupados 34.13% de los datos, considerando ambas direcciones redondeamos al 68% de los datos asignando como marca de clase al valor promedio de productividad. Hasta 3σ a partir de la media se tienen el 49.87% de los datos, entonces, considerando ambas direcciones se tiene el 99.74% de los datos, lo que es prácticamente la totalidad de ellos. El tamaño de los intervalos desde $[-3\sigma, -1\sigma]$, $(-1\sigma, 1\sigma]$ y $(1\sigma, 3\sigma]$ es el mismo: 2σ . La marca de los intervalos extremos será por lo tanto el valor medio de la productividad $\pm 2\sigma$.

Al contar con dichas distribuciones de probabilidad de la productividad y los sueldos asignados a cada puesto, lo siguiente es plantear la simulación como tal: se trata de simular la producción anual (300 días efectivos de trabajo) con las productividades de cada equipo (A,B,C, etc.) Deben considerarse las siguientes restricciones y observaciones:

- 1.- La producción anual debe ser al menos de 10100 prendas para tener cubierta la demanda.
- 2.- Los salarios se mantienen constantes para amortiguar el efecto del crecimiento por concepto de sueldo en caso de que se contrate a una persona más.
- 3.- Los precios se mantendrán constantes como decisión de mantener el mercado ante una apertura comercial de la que no se tiene certeza de sus ofertas en cuanto a precio. En caso de tenerse certeza del comportamiento de la oferta, sólo tendría que incluirse la variación de los precios.
- 4.- El indicador a considerar será la relación obtenida de Ingreso/Sueldo anuales.

De esta manera la tabla de simulación quedaría como sigue (tabla 4.18):

¹⁹ σ es el símbolo utilizado en estadística para designar a la desviación estándar.

Tabla 4.18 Tabla piloto de simulación de producción de ropa. Primeras y últimas iteraciones.

A) Equipo de 4					B) Equipo de 4				
Días	Combinación 1 Cc + 3 c				Días	Combinación 2 Cc + 2 c			
i	Nº aleatorio	Productividad	Sumatoria	Por equipo	i	Nº aleatorio	Productividad	Sumatoria	Por equipo
1	17	5.65	5.65	22.6	1	70	5.95	5.95	23.8
2	40	5.65	11.3	45.2	2	87	7.62	13.57	54.28
3	54	5.65	16.95	67.8	3	48	5.95	19.52	78.08
4	14	3.97	20.92	83.68	4	69	5.95	25.47	101.88
5	78	5.65	26.57	106.28	5	87	7.62	33.09	132.36
6	7	3.97	30.54	122.16	6	82	5.95	39.04	156.16
7	52	5.65	36.19	144.76	7	80	5.95	44.99	179.96

291	13	3.97	1649.19	6596.76	291	93	7.62	1721.43	6885.72
292	86	7.33	1656.52	6626.08	292	99	7.62	1729.05	6916.2
293	1	3.97	1660.49	6641.96	293	76	5.95	1735	6940
294	77	5.65	1666.14	6664.56	294	76	5.95	1740.95	6963.8
295	69	5.65	1671.79	6687.16	295	39	5.95	1746.9	6987.6
296	7	3.97	1675.76	6703.04	296	79	5.95	1752.85	7011.4
297	6	3.97	1679.73	6718.92	297	63	5.95	1758.8	7035.2
298	2	3.97	1683.7	6734.8	298	30	5.95	1764.75	7059
299	95	7.33	1691.03	6764.12	299	73	5.95	1770.7	7082.8
300	7	3.97	1695	6780	300	10	4.28	1774.98	7099.92

De ahí:

$$\text{Producción} = \text{Productividad (por persona)} \times \text{n}^\circ \text{ de personas del equipo. (4.12)}$$

La columna *i* corresponde a los días que se trabajan al año, el *número aleatorio* es el que se genera para tomar en cuenta la *productividad* del día por persona, la *sumatoria* indica la cantidad de prendas acumuladas y la columna *por equipo* es la producción acumulada de prendas. Asimismo, se hará para los demás equipos hasta 300 días de trabajo. Posteriormente, se obtiene el sueldo anual pagado de acuerdo a la combinación de trabajo del equipo. Así:

Sueldo anual = Sueldo de la combinación al día x 300. (4.13)

Y el indicador utilizado para nuestra evaluación, lo designaremos P:

$$P = \text{Ingreso anual/Sueldo anual. (4.14)}$$

El criterio principal para tomar la decisión será el valor de dicho indicador que sea el mayor de los obtenidos por la simulación. Será importante considerar el crecimiento del volumen de ventas, las expectativas propias de crecimiento y la capacidad del mercado para absorberlo.

CAPITULO V

RESULTADOS E INTERPRETACION

"Nunca digas tu resolución antes de tiempo"

- John Selden

Caso 1: Taller de serigrafía y diseño "Strada"

Los resultados finales de los cinco años simulados quedan concentrados como lo muestra la tabla 5.1.

Tabla 5.1 Resultados finales de simulación de ventas de tarjetas de presentación.

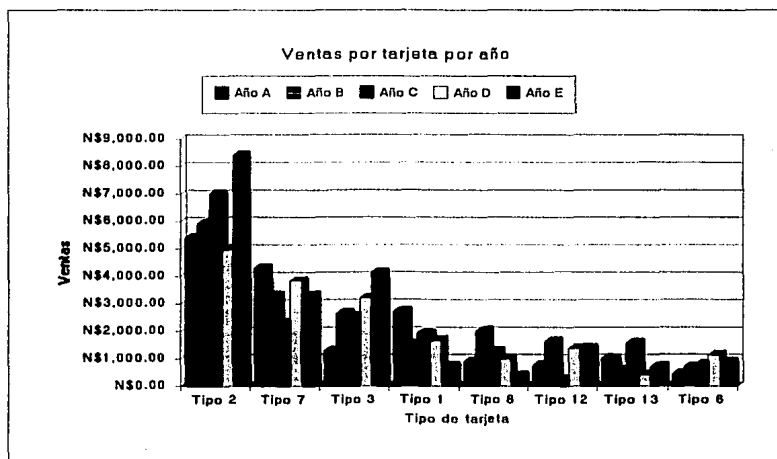
Año A		Año B		Año C		Año D		Año E	
Tipo 2	N\$5.400.00	Tipo 2	N\$5.920.00	Tipo 2	N\$7.000.00	Tipo 2	N\$5.000.00	Tipo 2	N\$8.400.00
Tipo 7	N\$4.290.00	Tipo 7	N\$3.300.00	Tipo 3	N\$2.530.00	Tipo 7	N\$3.850.00	Tipo 3	N\$4.140.00
Tipo 1	N\$2.720.00	Tipo 3	N\$2.645.00	Tipo 7	N\$2.310.00	Tipo 3	N\$3.220.00	Tipo 7	N\$3.300.00
Tipo 4	N\$1.560.00	Tipo 8	N\$2.016.00	Tipo 1	N\$1.920.00	Tipo 1	N\$1.680.00	Tipo 12	N\$1.386.00
Tipo 3	N\$1.271.00	Tipo 12	N\$1.638.00	Tipo 13	N\$1.573.00	Tipo 14	N\$1.540.00	Tipo 6	N\$880.00
Tipo 13	N\$1.001.00	Tipo 1	N\$1.520.00	Tipo 8	N\$1.260.00	Tipo 12	N\$1.386.00	Tipo 9	N\$858.00
Tipo 8	N\$882.00	Tipo 9	N\$858.00	Tipo 4	N\$1.170.00	Tipo 6	N\$1.144.00	Tipo 1	N\$728.00
Tipo 12	N\$756.00	Tipo 6	N\$704.00	Tipo 6	N\$792.00	Tipo 15	N\$1.089.00	Tipo 13	N\$715.00
Tipo 15	N\$605.00	Tipo 14	N\$616.00	Tipo 14	N\$778.00	Tipo 8	N\$1.008.00	Tipo 5	N\$700.00
Tipo 17	N\$471.00	Tipo 13	N\$572.00	Tipo 5	N\$700.00	Tipo 4	N\$520.00	Tipo 10	N\$616.00
Tipo 10	N\$462.00	Tipo 11	N\$330.00	Tipo 18	N\$676.00	Tipo 9	N\$429.00	Tipo 15	N\$605.00
Tipo 14	N\$462.00	Tipo 4	N\$260.00	Tipo 15	N\$605.00	Tipo 13	N\$429.00	Tipo 18	N\$507.00
Tipo 6	N\$440.00	Tipo 15	N\$242.00	Tipo 10	N\$462.00	Tipo 18	N\$338.00	Tipo 17	N\$471.00
Tipo 16	N\$414.00	Tipo 18	N\$169.00	Tipo 9	N\$266.00	Tipo 17	N\$314.00	Tipo 8	N\$378.00
Tipo 18	N\$338.00	Tipo 17	N\$157.00	Tipo 12	N\$252.00	Tipo 16	N\$276.00	Tipo 11	N\$330.00
Tipo 5	N\$140.00	Tipo 5	N\$140.00	Tipo 11	N\$220.00	Tipo 11	N\$220.00	Tipo 4	N\$130.00
Tipo 9	N\$0.00	Tipo 16	N\$138.00	Tipo 16	N\$0.00	Tipo 10	N\$154.00	Tipo 14	N\$0.00
Tipo 11	N\$0.00	Tipo 10	N\$0.00	Tipo 17	N\$0.00	Tipo 5	N\$140.00	Tipo 16	N\$0.00
TOTAL	N\$21.212.00	TOTAL	N\$21.225.00	TOTAL	N\$22.526.00	TOTAL	N\$22.737.00	TOTAL	N\$24.144.00

De ella se puede resaltar los siguientes hechos:

1. En los cinco años simulados, la tarjeta de presentación Tipo 2 resultó ser la que mayores ganancias generó en cada ejercicio.

- Le siguen en orden de importancia por la cantidad de ingreso generado las tarjetas Tipo 7 y Tipo 3.
- Las ganancias totales simuladas por año se encuentran arriba de los N\$21,000.00 en todos los casos.
- Se dieron casos en los cuales algunos tipos de tarjeta no tuvieron pedido alguno (años A, B, C y E), lo que confirma la aleatoriedad de la simulación. La tarjeta de presentación Tipo 16 tuvo la particularidad de no haber tenido pedido en dos años.

Fig. 5.1 Ganancias por tipo de tarjeta en cada año.

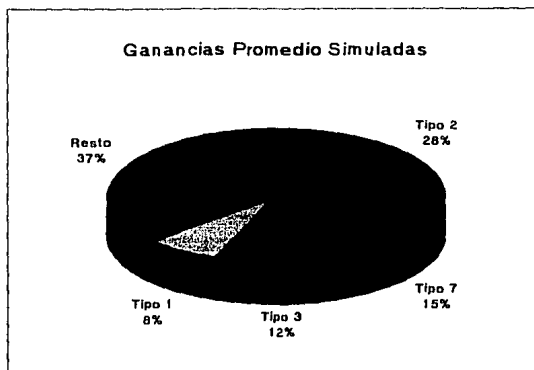


La tabla 5.2 es un promedio de los resultados anteriores:

Tabla 5.2 Resultados promedio de ventas por tipo de tarjeta.

Resultados Promedio	
Tipo 2	N\$6.344.00
Tipo 7	N\$3.410.00
Tipo 3	N\$2.761.20
Tipo 1	N\$1.713.60
Tipo 8	N\$1.108.80
Tipo 12	N\$1.083.60
Tipo 13	N\$858.00
Tipo 6	N\$792.00
Tipo 4	N\$728.00
Tipo 14	N\$677.60
Tipo 15	N\$629.20
Tipo 9	N\$486.20
Tipo 18	N\$405.60
Tipo 5	N\$364.00
Tipo 10	N\$338.80
Tipo 17	N\$282.60
Tipo 11	N\$220.00
Tipo 16	N\$165.60
Total Prom.	N\$22.368.80

Fig. 5.2 Diagrama de "pastel" de principales tarjetas de presentación.



En la tabla 5.2 y la figura 5.2 se pueden observar los promedios de ingreso por tipo de tarjeta y total y su respectiva gráfica de participación de los principales tipos de tarjeta en los ingresos totales. Estos valores representan por sí mismos una estandarización de los resultados para cada tipo de tarjeta. De esta manera, de aquí partiremos a hacer las siguientes recomendaciones prácticas a la microempresa considerando ya algunas de las situaciones que se tienen dentro del nuevo escenario del Tratado de Libre Comercio:

- Debido a que 22.4 miles de nuevos pesos representan más del 22% de las ventas totales de la empresa, es conveniente tener un plan de promoción de tarjetas de presentación para que, aun cuando se presenten fluctuaciones externas en el mercado con la potencial entrada de empresas extranjeras a la competencia, el ingreso no se vea afectado y asegure la liquidez indispensable. Se debe promover un plan de promoción de ventas que tenga consideradas como puntales a las tarjetas que: 1) ofrecen mayores ingresos anuales y, 2) las que requieren menores costos de producción. Sin embargo, no por ello se deben descartar en primera instancia a las tarjetas de presentación "no estrellas" de la línea de productos porque la variedad hace, en ocasiones, la diferencia entre preferir un productor y otro por experiencia propia del empresario.
- Tomando como modelo los resultados de la tabla 5.2 se pueden elaborar estimados de requerimientos de material y sus presupuestos para tener un mejor control sobre los gastos de operación que se hagan durante las actividades. Claro está que dichos planes de gastos deben ser elaborados para periodos más cortos de tiempo: mensual, trimestral, etc.; la tabla nos da una idea de lo que debe considerarse en cuanto a las cantidades esperadas. Si se agrega la propia experiencia que se tiene sobre los pedidos, más los montos de ventas esperados, el hacer los planes de gastos en periodos de tiempo menores se facilita notablemente y sobre todo se puede empezar a desarrollar un plan conjunto de mutuo beneficio con los proveedores.²⁰

²⁰ Este tipo de programas de desarrollo de proveedores forman parte de una de las estrategias más importantes dentro de lo que se conoce como "*Just in time*" (Justo a tiempo). Este concepto consiste en una forma de trabajo y organización donde tanto los costos de inventario así como las inspecciones en los procesos tienden a desaparecer y se busca eliminar los retrabajos y desperdicios. Todo ello radicando en el pensamiento de "tener lo necesario, no más, no menos, en el lugar e instante precisos".

- Del mismo modo, los materiales que van a ser necesarios durante las actividades se pueden tener mejor previstos para disminuir su costo de inventario al optimizarse la existencia de materiales de reserva lo que de inmediato surtirá efectos en el flujo de efectivo de la empresa y coadyuva a la planeación del espacio para almacén. Los desperdicios de tiempo por constantes compras de materiales y por la obsolescencia de algunos serán olvidados en corto tiempo. El almacén de materiales tendrá lo necesario para no tener que realizar compras no previstas ni serán tirados a la basura algunos materiales como desperdicios u obsoletos.
- Si la microempresa logra tener establecidos los controles sobre sus gastos de operación y alguna certeza sobre sus ingresos, se convierte en una real candidata a la apertura de una línea de crédito por parte de las instituciones dedicadas a ello. Dichas instituciones tienen, entre sus principales medidores para el otorgamiento de créditos, al control y organización interno de la empresa como uno de sus principales factores de decisión. También consideran al proceso productivo y el control de gastos, la planeación y el registro de las operaciones de manera formal, etc. En resumen, a las empresas con mejores procesos y controles, se les otorga más fácilmente los financiamientos necesarios para las inversiones en mejoras de todo tipo, además de los ya mencionados programas gubernamentales de fomento. La cuestión del desarrollo de mercado se supone estará asegurado gracias a la apertura del TLC que ofrece mayor número de alternativas de comercialización.
- El ejemplo estudiado representa tan sólo una parte de las actividades de la empresa. Si el estudio ofrece parámetros que ayudan a tomar decisiones importantes en lo que a tarjetas de presentación se refiere, el extender este tipo de trabajo hacia otras actividades como la papelería, los grabados, posters, etc., beneficiará por entero a la empresa. Lo recomendable es, que teniendo acceso a instituciones de fomento, a prestadores de servicio social o a universidades se soliciten asesorías al respecto para el desarrollo de estos métodos cuantitativos particulares.
- Por último, se sugiere la búsqueda de canales de comercialización mayoritarios como lo son las cadenas de autoservicios. Es cierto que el principal problema que esto representa es que las condiciones del convenio las establecen las cadenas de

autoservicios con francas ventajas en su favor de tal manera que, si un micro o pequeño productor quiere que sus productos tengan un escaparate en el piso de ventas del autoservicio lo deben entregar a consignación lo cual, si la empresa está en problemas de falta de liquidez dentro de un círculo vicioso de fallas operativas, resulta simplemente inútil y hasta con pérdidas el hacer el intento. La empresa, en general la micro y pequeña, solamente puede afrontar esta aventura siempre y cuando cuente ya con una infraestructura de operación con cierta estabilidad, mientras tanto, seguirá siendo una alternativa poco atractiva. La llegada de nuevas cadenas de autoservicios ofrece otras nuevas alternativas de convenio, sin que ello exija la mejora interna de las MPE.

Caso 2: Centro de servicio automotriz "Grupo Mayco"

La siguiente tabla muestra los resultados concentrados de las simulaciones hechas para cada estación climática de año. (Tabla 5.3)

Tabla 5.3 Resultados finales de probabilidades de ociosidad del sistema de lavado.

Resultados finales: Estación seca							
Hora/Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
8:00	23.16%	15.66%	25.11%	11.79%	6.45%	5.75%	32.19%
9:00	28.74%	20.83%	28.97%	20.83%	13.59%	4.30%	20.87%
10:00	37.40%	27.88%	41.22%	23.97%	18.04%	3.72%	3.19%
11:00	33.97%	20.83%	37.50%	20.83%	15.66%	1.71%	1.71%
12:00	29.90%	23.81%	31.21%	23.81%	11.34%	0.37%	2.01%
13:00	27.53%	20.63%	31.21%	17.78%	8.10%	0.47%	2.73%
14:00	33.57%	23.89%	34.04%	20.73%	7.17%	7.67%	3.17%
15:00	45.69%	32.69%	39.18%	32.69%	18.13%	19.42%	
16:00	54.01%	45.37%	45.74%	36.70%	18.92%		
17:00	54.36%	40.93%	45.47%	46.77%	34.19%		
Resultados finales: Estación semiseca							
Hora/Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
8:00	29.07%	49.40%	13.59%	29.43%	6.45%	43.45%	45.75%
9:00	34.22%	52.50%	18.04%	36.66%	13.59%	42.58%	36.70%
10:00	42.22%	56.73%	32.18%	39.18%	18.04%	42.23%	22.55%
11:00	39.05%	52.50%	27.88%	36.66%	15.66%	41.03%	21.37%
12:00	35.30%	54.29%	20.63%	39.05%	11.34%	40.22%	21.61%
13:00	33.10%	68.25%	20.63%	34.22%	8.10%	40.28%	22.18%
14:00	38.68%	69.56%	23.89%	36.58%	7.17%	44.60%	22.54%
15:00	45.69%	71.15%	54.38%	42.30%	24.43%	48.20%	
16:00	65.51%	74.79%	59.31%	59.31%	43.87%		
17:00	65.77%	72.74%	59.10%	65.78%	54.44%		
Resultados finales: Estación lluviosa							
Hora/Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
8:00	36.67%	51.81%	50.62%	62.20%	33.18%	46.14%	51.56%
9:00	41.27%	54.76%	53.17%	66.07%	38.28%	45.31%	43.48%
10:00	48.41%	58.79%	61.25%	67.42%	41.46%	44.98%	30.85%
11:00	45.58%	54.76%	58.79%	66.07%	39.76%	43.83%	29.79%
12:00	42.23%	56.46%	54.65%	67.35%	36.67%	43.07%	30.01%
13:00	40.27%	54.65%	54.65%	64.76%	47.49%	43.13%	30.52%
14:00	45.25%	56.51%	56.51%	66.03%	46.95%	47.24%	44.67%
15:00	51.51%	58.79%	56.55%	79.39%	59.52%	63.00%	
16:00	67.15%	81.99%	70.93%	80.62%	86.64%		
17:00	83.70%	100.00%	90.26%	91.85%	100.00%		

De la tabla anterior se pueden destacar, en primeras instancias, los siguientes hechos:

1.- En las tres estaciones climáticas, la probabilidad de ociosidad es mayor de Lunes a Jueves que de Viernes a Domingo con un 17% de diferencia, en promedio. Lo cual, sí es significativo en cuanto a la cantidad de trabajo realizado que representa.

2.- Hay días que pudo haberse esperado un resultado menor, como el caso del Sábado de las estaciones semiseca y lluviosa pero debe hacerse hincapié en que las probabilidades de lluvia aumentan notablemente en estas temporadas para cualquier día de la semana.

3.- Las mayores probabilidades de ociosidad por día se encuentran localizadas en las horas extremas de la tarde salvo los Domingos.

4.- Resulta evidente la variabilidad de probabilidades en todas las horas de cada día (del orden del 10% de desviación típica para la estación seca y del 15% para las otras dos) lo que demuestra que el factor principal que interviene, después del clima, claro está, es la demanda de servicio. A este respecto haremos más adelante una pequeña prueba de simulación modificando las cantidades de islas de secado y de demanda para observar los comportamientos.

5.- Se obtuvieron resultados de probabilidad total (100%) en algunos casos. Esto no quiere decir que definitivamente se cancelen dichos horarios de servicio, lo pertinente es considerar que para que esos resultados se hayan dado tendría que coincidir que lloviera siempre a esa hora en esos días, cosa que en la realidad no hay plena seguridad que así suceda. Esto sólo se dio en la simulación.

El estado de resultados semanal de la siguiente página (Figura 5.3) en condiciones favorables nos ayudará a obtener mejores perspectivas.

De aquí se desprende que, en condiciones favorables, el gasto por sueldos y salarios representa el 42.54% de los gastos totales semanales y el 13.83% del ingreso bruto además de ser un gasto fijo.

Fig. 5.3 Estado de resultados semanal del servicio de autolavado.

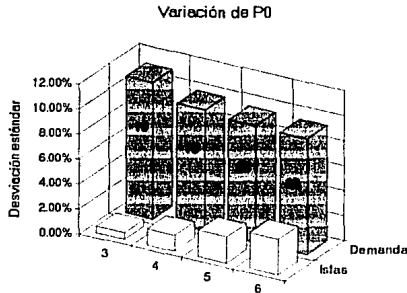
Precio por servicio:	N\$18,00
Número de servicios:	883
Ingreso bruto:	N\$15,894.00
Sueldos:	N\$2,198.00
Materiales:	N\$500.00
Agua:	N\$1,200.00
Energía eléctrica:	N\$600.00
Otros:	N\$500.00
Amortización:	N\$5.75
Publicidad y promoción	N\$163.01
Total de gastos	N\$5,166.77
Utilidad antes de impuestos:	N\$10,727.23
Impuestos (35%)	N\$3,754.53
Utilidad neta	N\$6,972.70

Anteriormente mencionamos que el factor más significativo, después del clima, que interviene en el crecimiento o decrecimiento de la probabilidad de ociosidad del sistema era la demanda, esto se comprueba con las siguientes pruebas (Tabla 5.4 y Figura 5.4) utilizando varios valores para demanda e islas de secado:

Tabla 5.4 estado de resultados semanal promedio.

Demanda	10	15	20	25	
Tasa de llegada	0.1667	0.25	0.3333	0.4166	
Tasa de servicio	0.1168	0.1175	0.1172	0.1172	
Islas	P0				Desv. est.
3	22.88%	9.16%	1.23%	-3.38%	10.95%
4	23.81%	11.34%	4.73%	1.28%	9.69%
5	23.97%	11.79%	5.54%	2.42%	9.37%
6	23.99%	11.89%	5.75%	2.73%	9.28%
Desv. est.	0.53%	1.28%	2.10%	2.83%	

Figura 5.4 Variación de la probabilidad de ociosidad de servicio.



Como se observa el número de islas a cualquier demanda apenas afecta al P_0 con valores de menos de 3% y ello sucede a demandas altas. En cambio, la variación de la demanda a determinado número de islas hace que P_0 tenga cambios sustanciales del orden del 10%. Entonces, podremos confiar que si elimináramos islas de secado a determinadas horas de la semana, no se vería en dificultades la realización del servicio.

En la tabla 5.4 hay un valor negativo (-3.38%) que corresponde al servicio con demanda de 25 coches por hora y con sólo tres islas de secado. Esto significa que el número de islas no se dará abasto en satisfacer la demanda de coches a secar, sino que se irá formando una cola que ocasionará una baja de nivel de servicio muy importante para la satisfacción de los clientes ya que parte del atractivo del servicio es la rapidez con que se lleva a cabo. Para una isla la cantidad máxima de coches por hora con que se puede satisfacer la demanda es de 7; para 2 islas, 14; etc.

Si observamos de nuevo la tabla 5.3 y de acuerdo con las expectativas del empresario, se pretende que para un servicio como el de nuestro caso, el tiempo de ociosidad no debe de exceder en más del 15% para considerar que nuestro servicio es competitivo y el personal empleado es redituable. Entonces podemos concluir que nuestro sistema está sobrado, en gran medida, de personal durante gran parte de la semana. Simplemente en la estación más favorable para el servicio que es la estación sin lluvia y máxime para las otras dos.

La cuestión de la rentabilidad del sistema, como se vio, es alentadora ya que entrega buenos dividendos, pero, lo que es un hecho, es que se tiene trabajando más gente de la necesaria.

Si volvemos a consultar las demandas promedio de servicio de la tabla 4.11, y los valores de dos párrafos arriba podríamos hacer las siguientes sugerencias en cuanto a la administración del personal:

Recomendaciones

- Actualmente se cuenta con 6 parejas de secadores con contrato fijo y con salario mínimo. Este valor puede reducirse a 4 parejas para los días entre semana que descansarían y tomarían descansos para comer de acuerdo a la siguiente tabla (tabla 5.5). Las cuatro parejas se rotarían los descansos de Lunes a Jueves; Viernes, Sábado y Domingo todos trabajan. Los horarios de comer se ajustarían de acuerdo a la Tabla 5.6. Esto permite tener cubiertos todos los horarios de acuerdo a las demandas promedio con probabilidades inferiores o no muy superiores al 15% de ociosidad entre semana. Para el fin de semana, habría cuatro parejas los Viernes y se sugiere buscar la contratación eventual de secadores para el Sábado, 2 parejas y Domingo, una pareja. Dichos trabajadores eventuales tendrían salario mínimo del día por ser mano de obra no calificada. Esto ofrece ciertas ventajas en cuanto a la motivación del personal ya que de esta manera los ingresos no fijos de los secadores (propinas) se repartirían entre menos personas, estimulándolos a realizar con mayor eficiencia su trabajo. El trabajo eventual de fin de semana puede resultar interesante para personal que tenga otras actividades entre semana y quiera obtener un ingreso extra. Desde luego esto implica una buena selección y capacitación de dichos secadores para que el nivel de servicio sea óptimo.

Tabla 5.5 Rotación propuesta de descansos de personal del autolavado.

Día	Pareja 1	Pareja 2	Pareja 3	Pareja 4	Operador	Comodín	Supervisor
Lunes							
Martes							
Miércoles							
Jueves							
Viernes							

Tabla 5.6 Rol de comidas propuesto del personal de autolavado.

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
12:00	P2 + O	P1 + O	P1+ C	P1 + O	P1 + O
12:30	P3	P3 + C	P2	P2 + C	P2 + C
13:00	P4	P4	P4	P3	P3
13:30					P4

- Lo anterior repercute en el monto del gasto por concepto de sueldos y salarios de tal manera que de N\$2,198.00 bajaría a N\$1,798.00 que constituye un ahorro de N\$400.00 (2.5% del ingreso bruto) que al año hacen N\$20,800.00 que bien pueden ser canalizados a otros rubros como publicidad y promoción, capacitación, mantenimiento, incentivos, etc.
- Estas estimaciones son en base a las condiciones favorables para la mayor demanda de servicio, en otras condiciones climáticas, los valores de probabilidad de ociosidad seguirán siendo altos como lo mostró la simulación y por el factor de mayor significación de la demanda sobre la cantidad de islas de secado. Si el clima no favorece el servicio, simplemente no hay y resulta secundario discutir si es adecuado más o menos islas.
- A fin de eliminar los altos índices de ociosidad para tiempos de lluvias, sería necesario establecer planes de promoción de personal y de trabajo para estas ocasiones tales como podría ser que se capacitara a los secadores en otras labores del centro de servicio para que los tiempos improductivos se cubran con nuevas actividades que les ofrecerían nuevas expectativas y les crearía un compromiso con la empresa.
- Un análisis similar para las demás estaciones climáticas arrojaría las mejores opciones de programación de horarios y de trabajo y es ampliamente recomendable que se hagan estas actividades a fin de que, como quedó demostrado en el ahorro que significan, la empresa tenga una mayor liquidez, que ya se demostró, es un factor de relevancia en la vida sana de cualquier empresa.

- El establecimiento de procedimientos productivos para esta actividad, así como para todas, permitirá la implementación de sistemas de programación y control sobre los materiales, mantenimiento, personal y servicio que reducirán los costos operativos altos que padece el negocio.
- Un estudio del método seguido durante todo el proceso sería benéfico para ilustrarnos acerca de la eficiencia misma del proceso, particularmente se trataría de un estudio de tiempos y movimientos del área de secado para corregir fallas, desperdicios de materiales y reducción de tiempos que pudieran existir. Tales estudios no requerirían de mucho tiempo y con la flexibilidad característica de los pequeños establecimientos, no sería largo el periodo de implementación de las mejoras y, por ende, la rentabilidad general del negocio se vería rápidamente beneficiada.
- Por último, un estudio financiero, principalmente sustentado en el análisis de razones financieras²¹, permitiría a la empresa formular un plan de finanzas y de canalización de recursos que le facilitaría crecer de acuerdo a la capacidad potencial que tiene por la fuerzas propias y las oportunidades que le ofrece el entorno.

²¹ **Razones Financieras.** Diferentes indicadores resultado de operaciones matemáticas sencillas de algunos rubros clave de los estados financieros de los negocios. Su utilidad radica en que son como el "tomador del pulso" de las finanzas del negocio, reflejo entero de las operaciones diarias y las decisiones administrativas.

Caso 3: Confecciones "Nelly"

Una vez que el algoritmo de simulación ha corrido durante 300 ciclos (días) para las nueve posibles combinaciones de equipos de trabajo se tienen los resultados concentrados en la siguiente tabla (Tabla 5.7).

Tabla 5.7 Resultados concentrados de la simulación de producción y sueldo.

Equipo	Combinación		Cantidad de prendas	Crecimiento Relativo	Precio unit. promedio	Ingreso Anual N\$	Sueldo Diario N\$	Días trabajados	Sueldo Anual	Crecimiento Relativo	P Ing/Sueldo
	Cc	c									
A	1	3	6780	-33.30%	16.72	113.389.08	130.00	300	39.000.00	-17.02%	2.9074
B	2	2	7100	-30.15%	16.72	118.740.76	153.33	300	46.000.00	-2.13%	2.5813
C	1	4	10114	-0.50%	16.72	169.147.07	156.67	300	47.000.00	0.00%	3.5369
D	2	3	10756	5.81%	16.72	179.683.92	180.00	300	54.000.00	14.89%	3.3312
E	3	2	11192	10.10%	16.72	187.175.60	203.33	300	61.000.00	29.79%	3.0685
F	1	5	12777	25.70%	16.72	213.683.23	183.33	300	55.000.00	17.02%	3.8851
G	2	4	13980	37.33%	16.72	233.467.78	206.67	300	62.000.00	31.91%	3.7656
H	3	3	14866	48.25%	16.72	246.619.77	230.00	300	69.000.00	48.81%	3.6032
I	4	2	15120	48.75%	16.72	252.667.68	253.33	300	76.000.00	61.70%	3.3272

En *cursiva* están los datos de la combinación actual de trabajo.

De ella se desprenden los siguientes hechos:

1. Cualquiera de las dos posibles combinaciones de la alternativa de despedir a una persona se descartan, pues no se alcanza a satisfacer la demanda mínima establecida: 10100 prendas. Más aún, se queda muy por debajo de esa cantidad. Como ilustración se indicará que para el equipo A, se necesitaron 449 días de trabajo, es decir, medio año más; para el equipo B, se necesitaron 430 días de trabajo. Obviamente esto no es de ninguna manera beneficioso.
2. Los resultados simulados para el equipo C, forma de trabajo con la cual se trabaja actualmente, satisfacen plenamente la demanda mínima y el ingreso obtenido, también el sueldo pagado es similar al de referencia para la descripción del modelo en el capítulo 4. A partir de estos valores se juzgará la mejor alternativa a seguir.

3. De las alternativas posibles restantes, D, E, F, G, H e I se deben descartar aquellas cuyo indicador P sea menor que el del equipo C. Por ello, quedan descartadas las combinaciones de los equipos D, E e I; también se comprueba con ello el descarte de los equipos A y B. Esto se debe a que la productividad del dinero producido (Ingreso) entre el dinero invertido por concepto de Sueldo (recuérdese la definición de productividad de la figura 4.10). El indicador P es por sí mismo un valor de productividad simulado.

4. Quedan entonces las alternativas de equipos F, G y H. Las tres implican la contratación de una persona más. ¿Cuál de las tres es la mejor opción? Aquí intervienen varios factores más que el simple indicador P como se ha mencionado ya en el final del capítulo anterior. En primera instancia, sería el equipo F la mejor opción, pues la productividad P es la mayor de los resultados obtenidos, pero será necesario considerar otros factores.

Evaluación de alternativas

Cada una de las tres alternativas de mejora posibles tienen sus propias implicaciones. Veamos detalladamente cada una de ellas.

Alternativa F.

Esta opción implica que el crecimiento en el volumen de producción y ventas es del orden del 25%. El escenario de apertura comercial nos dice que, en efecto, habrá crecimiento en las ventas y las utilidades de toda la economía en general, pero la pequeña contracción en el empleo generado del sector, obliga a las empresas del ramo a modernizarse, a invertir en mejora tecnológica y a la búsqueda de alternativas comerciales. Además, la competencia venidera seguramente contará con otros instrumentos de crédito y facilidades de pago que pueden representar ventajas competitivas. A nivel interno de la empresa, esta opción representa que la supervisión del trabajo seguirá recayendo sobre la dueña del negocio, así como la responsabilidad, en cuanto a la productividad de los materiales, es decir, que ese 12% de material desperdiciado, se mantendrá y hasta posiblemente se incrementará por la mayor cantidad de trabajo. Asimismo, la capacidad de distribución de mercancía se vería aún más

saturada, situación que podría ser sometida a un estudio de rutas de transporte²² con el fin de optimizar las entregas y absorber el crecimiento suscitado. La dueña considera que su mercado sí es capaz de absorber ese 25% más de producción, a través de más demanda, sin necesidad de una inversión en publicidad.

Evaluación final: buena, pues representa mejora productiva con poca inversión de recursos.

Alternativa G.

Esta organización de trabajo ofrece algunas ventajas significativas con respecto a la anterior en cuanto al manejo interno de la empresa: primero, la responsabilidad del área de corte se distribuiría entre dos personas lo cual podría disminuir el índice de desperdicio de material (del 12% actualmente) ya que se crearía una retroalimentación en la técnica de corte entre ambas personas. La dueña considera que una de las costureras sería ascendida al puesto y se le recomienda que se le dé la capacitación necesaria para la labor y se le deje en adelante encontrar su propio ritmo y forma de trabajo. En las pruebas de trabajo hechas para la obtención de los valores de productividad por combinación, ya fue hecha esta maniobra y se observó que la persona asignada se adaptaba fácilmente a la nueva labor. Ello también aligeraría la carga de trabajo sobre la dueña y le permitiría poner mayor atención a otros aspectos del manejo de la empresa. De la misma manera, esto crearía una motivación a la superación personal de las costureras pues representa la apertura hacia puestos mejor remunerados.

Las desventajas de esta alternativa están principalmente en el aspecto de la distribución y de la capacidad del mercado para absorber la producción. Un 37% más de prendas producidas implica, no nada más la sobresaturación en la cantidad de viajes necesarios para las entregas, sino también la capacidad de transporte del vehículo que se vería rebasada pues actualmente, en cada viaje, se está utilizando la camioneta a su máxima capacidad. En cuanto a la capacidad del mercado para absorber la producción, la dueña piensa que ya no sería tan fácil que, en promedio mensual, le pidan 320 prendas más, su cartera de clientes constantes apenas rebasa una docena. Se vería obligada a invertir tiempo y recursos en un estudio de mercado y en estrategias de promoción y publicidad

²² *Rutas o Redes de transporte.* Otra de las áreas de aplicación ampliamente estudiadas por las Investigación de Operaciones. Cualquier texto corriente de la materia contiene capítulos dedicados al campo.

para penetrar a otros mercados y lograr colocar más prendas. Esto puede considerarse como viable ya que a mayor producción y optimizada, la utilidad se vería incrementada y de ahí saldrían los recursos para esos gastos. De hacerse, también tendría que considerar la compra de otro vehículo para reparto y una persona más. De la misma manera, seguramente tendría que abrir líneas de crédito y en general, aumentar su infraestructura organizacional. En resumen, esta alternativa implica un crecimiento verdadero de la empresa en todos los órdenes y así mismo un reto para la dueña.

Evaluación final: Muy buena si se considera el crecimiento que implica a futuro. La inversión de recursos es fuerte al principio, pero arroja buena productividad a corto plazo y ofrece solidez a largo plazo.

Alternativa H.

Esta alternativa es la que menos diferencia de crecimiento positivo tiene en relación a la combinación del equipo C, con apenas .0043 unidades por encima del valor de P_C . El crecimiento en producción/ventas es del 46%. Bajo esta circunstancia, las inversiones para infraestructura son mucho mayores que las alternativas F y G. El resultado de beneficio en productividad no es tan alentador, apenas del 0.11% por encima de P_C , contra un 4.6% de P_G y un 7.95% de P_F . Aun cuando las ventas son mayores, las utilidades no se verían beneficiadas sino reducidas por todos estos gastos en infraestructura. En otras palabras, la necesidad de crecimiento rebasaría la capacidad de respuesta de la empresa para poder adaptarse a la realidad que esto supone. Por otra parte, tener tres personas encargadas en la labor de corte podría resultar contraproducente ya que al quedar la actividad a cargo de una cantidad de personas mayor, podría conducir a conflictos en las relaciones de trabajo; sin embargo, seguiría fomentando la superación de las costureras.

Evaluación final: Regular. El beneficio de aumento de productividad P es pequeño para la cantidad de inversiones de recursos y sacrificios que se necesitarían realizar. Tal vez sería necesario pasar por una etapa intermedia de crecimiento para poder considerar una alternativa de este tipo. Los recursos (\$) con que se cuenta actualmente imposibilitan su realización.

Otras opciones

Con lo anterior, se obtuvo como la mejor alternativa la combinación del equipo G. Sin embargo, existe un factor que en ninguno de los casos estudiados fue considerado, y no fue por falta de previsión sino por la naturaleza misma del factor: la inversión en maquinaria.

En todos los casos, se han considerado los aspectos de volumen de producción y ventas, distribución, organización funcional del trabajo, toma de decisiones, publicidad y promoción, capacidad de absorción del mercado, etc. Además haciendo estimaciones sobre las cantidades y tipos de recursos necesarios a invertir para los cambios, lo cual, en ningún caso, ha supuesto una verdadera reforma o cambio sustancial a la empresa en el mejor de los casos, más o menos personal.

Se ha venido haciendo mención a las alternativas (que ya no son alternativas en sí, sino casi ya cambios obligatorios) de inversión tecnológica desde los primeros capítulos del estudio. Esta alternativa representa una nueva forma de trabajo para la empresa de nuestro caso. Implicaría desde la obtención de información acerca de todas las opciones de maquinaria para confección de ropa, que son bastantes, las facilidades de obtención de crédito y financiamiento para su pago, las facilidades de capacitación que dan los productores y/o distribuidores de la maquinaria. La situación actual del sector está todavía en franco retraso frente a empresas de Canadá y los Estados Unidos del mismo tamaño.

Está demostrado de antemano que, en prácticamente cualquier empresa, la tecnología de punta bien aplicada, supera con creces las capacidades productivas de toda la industria. México cuenta con grandes recursos naturales de materia prima y con la apertura comercial, la obtención de materia prima de importación se facilita y se abarata.

Para nuestro caso, una evaluación de proyecto sería el paso indicado para iniciar el camino hacia esta alternativa, pues la inversión será ciertamente mucho mayor que el resto de las alternativas previamente evaluadas con el estudio de simulación.

La sustitución de maquinaria obsoleta por maquinaria de vanguardia tiene muchas e innumerables ventajas, sólo por mencionar algunas, anotamos las siguientes:

- a) Se cuenta con entidades de servicio, soporte y venta de refacciones con relativa facilidad.
- b) La amplia competencia de los mercados de productores actuales, hace que continuamente se ofrezcan a los clientes los mejores productos, precios y garantías.
- c) La información accesoria a la maquinaria es más completa y actualizada, lo que permite hallar fácilmente la mejor opción o la que más se apegue a las necesidades particulares de cada empresa.
- d) Eleva sustancialmente el valor de la empresa ante posibles solicitudes de crédito y negociaciones con otras empresas e instituciones bancarias.
- e) Representa una fuerza competitiva frente a otras empresas de la competencia y puede ser un factor de decisión de compra ante los clientes potenciales si se explota adecuadamente tal atributo.

Desenlace

Todas las consideraciones, evaluaciones y resultados anteriores han sido comentadas a la dueña del negocio y, con expectativas de enriquecimiento de la obra y de motivación, haremos un breve resumen de su nueva visión del negocio y de la respuesta a sus inquietudes.

Primero que nada, ha mencionado que su actitud hacia el futuro es de reto y perspectiva. Está dispuesta a poner todo su empeño por ver crecer su empresa y afrontar las condiciones de excelencia que exige la apertura comercial y se abre a todas las organizaciones profesionales que a ello se dedican.

Se decidió por obtener información de todas las alternativas potenciales de obtención de crédito pues considera que, sea cual sea su decisión final, hará una inversión de capital y acudirá a este medio.

Está solicitando información a las instituciones de fomento y de asistencia técnica para tener atención profesionalizada para analizar cada opción planteada por este estudio y ahondar más en las consecuencias de ello. Del mismo modo, para poder solucionar los problemas y carencias que actualmente padece.

Ha comenzado a considerar la ampliación y reordenamiento de su taller para estar preparada ante un crecimiento intempestivo. También está considerando obtener referencias bancarias a fin de obtener un préstamo para la compra de un nuevo vehículo y tal vez renovar algo de equipo de costura.

Planea iniciar una campaña interna de capacitación y superación del personal, enviando a las costureras a la escuela nocturna para que completen sus estudios de educación media básica y a cursos de bachillerato tecnológico.

Considera importante la realización inmediata de un estudio de mercado, donde también se incluya la posibilidad de empezar a exportar, para poder hacer la decisión final a seguir. Para ello se piensa valer de algún conocido que tenga capacidad profesional para ello.

Todo lo anterior requiere obviamente que ella se dedique por completo a su negocio, así que de inmediato contratará a una nueva costurera y, a la más eficiente, la hará cortadora-costurera a fin de sostener la forma de organización que hasta el momento maneja, en tanto se hacen los cambios hacia el futuro inmediato.

CONCLUSIONES

**"La clave del éxito depende sólo de lo que podamos hacer
de la mejor manera posible"**

- H. W. Longfellow

Las MPE en retrospectiva y su estado actual

El desarrollo industrial a pequeña escala ha sufrido en nuestro país múltiples transformaciones que han obedecido principalmente a las circunstancias y decisiones políticas de las diferentes épocas de nuestra historia, sin que en ninguna de ellas hayan desempeñado un papel preponderante o definitivo en la economía del país.

La diversificación de las actividades que han venido desempeñando se mantuvo prácticamente estática durante las épocas prehispánica y colonial siendo las más importantes las de comercio de artesanías y de producción agrícola. Dentro del contexto histórico del siglo XIX, la situación general del país no ofrecía las opciones y facilidades de desarrollo para este sector de la industria por lo que se empezó a crear una franca dependencia del exterior en cuanto a la inversión y al desarrollo tecnológico.

Entrando el siglo XX, la situación de las MPE era de retraso absoluto y sin ninguna garantía o respaldo gubernamental durante el Porfiriato. Con la llegada de la Revolución, se comenzaron a plantear reales alternativas de apoyo con la creación de instituciones específicas para ello. Sin embargo, la adquisición de materias primas tenía como limitante los elevados precios internacionales que se generaron durante la recesión económica mundial entre las dos guerras mundiales.

A mediados de la década de los cuarenta, se inicia en nuestro país un "boom" industrial a consecuencia del fin de la guerra, en el cual, las MPE tuvieron frente a sí la oportunidad de aprovechar la llegada de tecnología avanzada y de capitales foráneos que daban impulso al aparato productivo del país. El modelo económico aplicado a nivel nacional era el conocido como la "sustitución de importaciones". Es en esta época, precisamente, cuando se comienzan a aplicar en el mundo los métodos analíticos que se conocen actualmente en forma genérica como Investigación de Operaciones que fueron desarrollados unos años antes durante la Segunda Guerra Mundial. Su aplicación en México ha sido, desde entonces, discreta.

Desde entonces hasta la década de los ochenta, el modelo económico seguido fue deteriorándose y las MPE, en vez de lograr una consolidación como pilar de la economía, pasaron a fungir únicamente como soportadoras de gran parte del empleo creándose un círculo vicioso en el cual ni se desarrollaban ni aportaban desarrollo al resto de la economía. Tan sólo crecían en número.

El fracaso de las políticas económicas seguidas, generan la crisis de los ochenta y las MPE, por su naturaleza, son las que soportan en gran medida la inflación y los empleos, aunque una gran cantidad de ellas tuvo que desaparecer. El gobierno inicia un cambio de políticas y genera un nuevo modelo económico llamado "desarrollo estabilizador" que contempla la apertura comercial y el liberalismo económico. La participación del Estado se reduce paulatinamente a la vigilancia y al otorgamiento de facilidades.

La existencia de programas y leyes gubernamentales de fomento y promoción abren la posibilidad a las MPE de integrarse a una economía más libre y dinámica, donde solamente tienen cabida las empresas con mejor desempeño. Visto de otra manera, no existen alternativas, la mejora productiva hacia la excelencia es el único camino para el desarrollo.

El Tratado de Libre Comercio, representa el parteaguas de los nuevos horizontes. El retraso general de nuestro país en relación a las dos economías septentrionales del continente es total. A nivel micro es simplemente desalentador el futuro. En materia de obtención de licitaciones públicas y contratos con el gobierno no hay elementos para competir. Las más de doscientas mil MPE que aportan el 50% del empleo tienen frente a sí varias alternativas.

Alternativas

Las alternativas a seguir son muy variadas y se ajustan a cada tipo de empresa; sin embargo, se pueden alinear en tres grandes grupos:

- Introducción de nuevos métodos, maquinaria y tecnología.

Esta alternativa sugiere una modernización a nivel operativo de las MPE. Implica una real apertura por parte de los empresarios a diferentes enfoques y a otras fuentes conocimiento científico e ingenieril como hacia empresas de tecnología de punta, universidades y centros de investigación. El presente trabajo establece una parte de este tipo de alternativas. Un propósito no mencionado, pero implícito en la presente investigación, es el hacer hincapié en la necesidad de vincular totalmente a las universidades con las empresas de tal manera que la retroalimentación sea altamente beneficiosa, el empresario recibe asesoría y estudios a bajo costo así como la posibilidad de selección de sus futuros empleados y las universidades obtienen lugares de experiencia vivencial para sus alumnos y reconocimiento por esta labor. Ello también conduce a que las áreas de investigación de las universidades reciban incentivos y financiamiento desde el sector empresarial para que puedan tener desarrollo y resultados para el país.

Por otra parte están las instituciones especializadas, los centros de investigación gubernamentales y las empresas de tecnología de punta y/o consultoras que son ya opciones tradicionales de las empresas para llevar a cabo modificaciones, pero sus servicios son generalmente caros y no tienen una gran promoción por lo que son desconocidas para una gran parte de las MPE.

- Subcontratación y/o asociación con grandes empresas.

Esta opción ha sido también ya utilizada por un buen número de MPE y representa para muchos la alternativa más viable, sobre todo para aquellas empresas que cuentan ya con cierto nivel de calidad, servicio y precio. Tiene como ventajas principales que las ventas son de volumen considerable y constantes la mayor parte del tiempo, dependiendo de la gran empresa con la que trabajen, además de la asesoría y desarrollo. Este tipo de estrategia ha tenido resultados importantes principalmente en Italia, donde las MPE tienen gran peso y ello se debe gracias a la relación que llevan con las grandes y medianas empresas. La asociación con otras empresas supone un cambio organizacional, sobre todo para determinar áreas de responsabilidad ante las nuevas circunstancias que lleguen en una asociación.

Ahora, en el marco del TLC, esta alternativa se vuelve más atractiva ya que la segura entrada de grandes empresas trasnacionales con este tipo de políticas abre un importante camino a las MPE que pretendan sostenerse y crecer con métodos de trabajo del primer mundo.

- Asociación con otras MPE.

Similar a la anterior, con la diferencia de que esto permite crear otras empresas un poco más grandes con diversificación de actividades y apoyo mutuo, pero conservándose el tamaño de pequeñas o micro. Este tipo de estrategia bien puede tener mayor recurrencia ante la apertura comercial. Si grandes empresas mexicanas se asocian con similares estadounidenses y canadienses, las MPE respectivas pueden hacerlo también. Para esto se necesitaría una importante red de información que permita conocer a potenciales socios y proyectos que se estén llevando a cabo.

Todas ellas, desde luego, suponen la inversión de recursos financieros y de tiempo. Para ello es necesario que la regulación estatal en servicios financieros sea liberada con mayor celeridad pues actualmente la protección con que cuentan los bancos e instituciones financieras nacionales tienen en desventaja a las MPE frente a sus competidoras nacionales. El TLC contempla la liberación paulatina de este sector. Una apertura más rápida obligaría a una competencia mayor de oferta, bajando las tasas de interés actuales que son la principal limitante de las MPE para acceder a la contratación de estos servicios. Múltiples proyectos de mejora se ven frenados por la falta de capital y liquidez.

Por otra parte, un importante monto de MPE no tiene conocimiento de muchos planes de financiamiento que ya existen, lo que también las mantiene en el subdesarrollo. Pero esto no es precisamente una deficiencia ocasionada por la falta de promoción y propaganda, de hecho ésta existe y en buena medida, la principal causa que origina su bajo nivel de solicitud es la propia actitud de muchos empresarios, principalmente aquellas industrias que pertenecen a sectores tradicionales, consideran que estos negocios crecen y se mantienen sin más razón que la propia naturaleza del negocio y no inician la búsqueda de recursos financieros para crecer.

La simulación y las MPE

Si recordamos la hipótesis planteada al inicio del presente trabajo, mencionada en el prefacio, como causa y origen de la investigación, es el momento de colocarla a nivel de tesis:

Queda demostrado que la técnica de simulación es aplicable con facilidad, es rentable y confiable para las MPE. Pueden y merecen, entonces, ser considerados casos prácticos y ejemplos para su enseñanza dentro de las aulas universitarias. Es necesario que los futuros profesionales, que tengan en su plan de estudios la materia, tengan una visión completa que incluya el universo de los pequeños y micro negocios como parte de los objetos de estudio. Las grandes empresas deben dejar de ser el terreno exclusivo de estudio de la materia. Esto brinda aportaciones importantes a las diferentes partes involucradas:

Universidades: colabora a que los estudiantes dejen de ver únicamente en las grandes y medianas industrias sus futuros puestos de trabajo y fortalece los programas de estudiantes emprendedores²³ al brindar la expectativa de aplicaciones reales a negocios que potencialmente pueden iniciar por su propia cuenta. Si cuentan con departamentos de investigación, es posible desarrollar y patentar métodos y técnicas de trabajo que sean acordes a las necesidades mexicanas dentro del TLC. La ley federal de fomento a las microindustrias (capítulo II) ya contempla la participación de las instituciones educativas públicas a este respecto.

Empresas: pone al alcance de las MPE la utilización de técnicas científicas de manejo del negocio con resultados comprobables y a bajo costo. Genera también un cambio de visión del empresario sobre la forma de trabajar y producir bienes y servicios. En los tres casos estudiados, este cambio de perspectiva fue experimentado por los dueños, sobre todo, el tercero.

²³ Los *programas de emprendedores* consisten en esquemas, normalmente extracurriculares, en los que los estudiantes tienen la experiencia real de iniciar una empresa, organizarla, llevar a cabo operaciones, ventas y repartos de utilidades y la liquidación de la misma. Dichos programas fueron iniciados por el Instituto Tecnológico de Monterrey. Actualmente son muchas las universidades que cuentan con ellos aunque con una participación con un potencial de crecimiento enorme.

El empleo de este tipo de herramientas analíticas debe llevarse a cabo cuidadosamente. Es necesario someter a una evaluación previa si en verdad es pertinente realizar las aplicaciones. Esto se debe principalmente a que, en un negocio pequeño, la cantidad de detalles es reducida y por ello, el sentido común y los conocimientos propios de los dueños tienden a predominar en la toma de decisiones. En ocasiones parecerá que la realización de tantos cálculos y observaciones de diferentes eventos resulta innecesaria. Existen cosas que son evidentes y se puede caer en el afán de querer utilizar siempre los cálculos cuando no se necesitan. Por ello mismo se debe enfatizar en la experimentación con este tipo de empresas en las universidades. Tal vez, sea necesario hacer énfasis en la correcta realización de una *planeación estratégica*. En los casos estudiados y, presumiblemente, en casi la totalidad de las MPE, se carece de ella. Si la utilización de las herramientas cuantitativas está planificada, como todo lo demás, sus resultados se verán multiplicados.

Por otra parte, ¿qué debe hacer el empresario micro y pequeño que desea iniciar estudios de este tipo y mejorar el estado de su empresa? Una vez planeados, la principal limitante es el costo. Una empresa mediana o grande cuenta con recursos suficientes ya sea para, 1) crear su propio departamento de ingeniería industrial o área staff dedicada a ello; o, 2) contratar a empresas externas que prestan estos servicios. Una MPE no cuenta con esos recursos, eso se vio en el capítulo II, la mayoría de ellas se enfrenta a problemas de liquidez. Las instituciones de fomento exigen muchos requisitos para iniciar financiamientos y asistencia técnica, es decir, si la empresa se encuentra en un estado de desempeño malo, es descartada de cualquier atención. Es aquí, de nuevo, donde las universidades pueden destacar en su papel de prestadoras de estos servicios. Los beneficios ya fueron mencionados.

Toca turno ahora a los empresarios, estudiantes y a la sociedad en general hacer uso de todas las herramientas que están a su alcance. Esta tesis pretende formar parte de ellas. La reflexión final es sencilla: todas las grandes empresas comenzaron siendo microempresas, se llevaron muchos años en crecer y establecerse, actualmente existen muchos recursos para hacer más rápido ese proceso, la única condición para ello fue, es y será siempre la misma: el empresario que *quiere* utilizar algo, lo *puede* hacer.

BIBLIOGRAFIA

- Shamblin, James E. y G.T. Stevens
Investigación de operaciones. Un enfoque fundamental
Mc Graw-Hill
México 1988

- Eppen, G.D. y F.J. Gould
Investigación de operaciones en la ciencia administrativa
Prentice-Hall
México 1987

- Hillier, F.S: y G.J. Lieberman
Introducción a la investigación de operaciones
Mc Graw-Hill
México 1982

- Salvendy, Gavriel
Biblioteca del ingeniero industrial. Tomo VII
Limusa
México 1990

- Oficina Internacional del Trabajo
Introducción al estudio del trabajo
Limusa-Noriega
España 1988

- Spiegel, Murray R.
Estadística. Serie Schaum
Mc Graw-Hill
México 1982

- Weston, F.J: y E.F: Brigham
Fundamentos de administración financiera
Mc Graw-Hill
México 1987

- Ruiz, Clemente y Carlos Zubirán
Cambios en el papel de las micro, pequeña y mediana empresas en México
Nacional Financiera
México 1992

- Autores varios
La aplicación del método de casos en la industria pequeña y mediana
Nacional Financiera
México 1988

- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial
Tratado de Libre Comercio en América del Norte. Monografías
SECOFI
México 1991

- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial
Tratado de Libre Comercio en América del Norte: La industria micro, pequeña y mediana
SECOFI
México 1992

- Autores Varios
Enciclopedia de México. Tomo VII
Enciclopedia de México
México 1978

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
Censos Económicos 1989
INEGI
México 1990

- Instituto Mexicano del Seguro Social
Anuarios Estadísticos
IMSS
México 1991