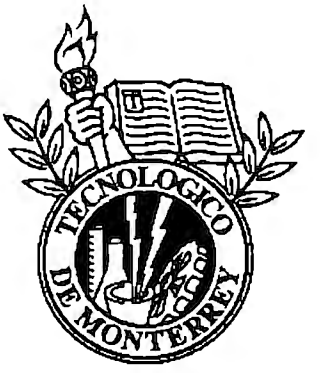
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

Campus Ciudad de México



Análisis del Valor de Negocios obtenido en empresas mexicanas por sus inversiones en Tecnología de Información similar

DOCTORADO EN ADMINISTRACIÓN

Tesis presentada por

PEDRO FLORES JIMÉNEZ

Asesor

DR. GUILLERMO CARRASCO ACEVEDO

México, D. F. **Diciembre de 2003**

ITESM
CAMPUS CIU... MEXICO
BIB...

ANÁLISIS DEL VALOR DE NEGOCIOS OBTENIDO EN EMPRESAS MEXICANAS POR SUS INVERSIONES EN TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN SIMILAR

Resumen

La presente investigación doctoral postula que el valor de negocios que obtiene una empresa por sus inversiones en Tecnología de Información (TI), se puede analizar considerando cinco constructos hipotéticos: el medio ambiente externo de una empresa, sus estrategias de negocios, su organización en general, los esquemas de retroalimentación y control de la información internos, y su desempeño general; los cuales son afectados por la introducción, aplicación y uso intensivo de la Tecnología de Información.

Se postula también que las inversiones en hardware, software, personal, soporte técnico y telecomunicaciones, se pueden definir como variables observables básicas. A través de estas variables y, mediante una modelación adecuada, es factible investigar sus relaciones causales existentes con los diversos constructos hipotéticos propuestos.

Para validar los dos postulados, se desarrolla un modelo completo de regresión estructural, compuesto por dos sub-modelos: el ***Modelo de Medición***, que define ***i*** variables observables y su relación causal con ***j*** variables latentes hipotéticas de primer orden; y el ***Modelo de Estructura***, que plantea las relaciones causales entre las variables latentes dependientes de primero y segundo orden con la variable independiente definida como *Valor de Negocios de la Tecnología de Información.*

Dada la subjetividad de los diversos constructos teóricos que se proponen, una forma de medirlos es por métodos indirectos a través de diversas variables que sí puedan medirse. Un modelo de regresión estructural es el adecuado para estos fines. Todas las hipótesis que se plantean fueron evaluadas apoyándose en un modelo SEM (Structural Equations Model) que contiene las características requeridas y que permitió analizar los datos recabados en ***n*** empresas nacionales.

Debido a que la Tecnología de Información con que cuentan las empresas en México es diferente en sus componentes principales, la investigación se restringió sólo a aquellas que poseen la tecnología de IBM, específicamente los equipos AS/400 e iSeries y los elementos que las complementan, como una forma de homogenizar dicho rubro.

Los resultados obtenidos por esta investigación indican dos conclusiones fundamentales: que las inversiones en Tecnología de Información, realizadas por las empresas mexicanas estudiadas sí han obtenido un Valor de Negocios de tipo cualitativo; y que existe una relación estrecha entre las expectativas que tuvieron los directivos, antes de invertir, con los resultados finales obtenidos por las diversas áreas que utilizan la TI actualmente.

Índice General

Agradecimiento especial ..... *i*
Dedicatoria ..... *ii*
Resumen ..... *iii*
Índice General ..... *v*
Índice de Figuras ..... *viii*
Índice de Tablas ..... *ix*
Índice de Diagramas ..... *x*
Índice de Cuadros ..... *xii*

I Introducción 1
I.1 Presentación 1
I.2 Antecedentes de la Investigación 4
I.3 Objetivos 7
I.3.1 Objetivo General 7
I.3.2 Objetivos Específicos 7

I.4 El problema de Investigación 8
I.5 Planteamiento de hipótesis 16
I.5.1 Hipótesis sobre el valor de negocios de la Tecnología de Información 16
I.5.2 Hipótesis sobre los beneficios obtenidos por la Tecnología de Información en las empresas mexicanas 16

I.6 Justificación de la Investigación 17
I.7 Metodología Aplicada 19
I.8 Contexto de la Investigación 23

II El ámbito de la Tecnología de Información 25
II.1 Definición de Tecnología de Información y sus componentes 25
II.1.1 Diferentes tecnologías según los componentes 27
II.1.2 Principales componentes de la Tecnología de Información 28
II.1.3 Arquitecturas definidas para la Tecnología de Información 36

II.2 Evolución de la Tecnología de Información 43
II.3 Ámbito de la Tecnología de Información 51
II.3.1 Aplicaciones actuales 51
II.3.2 Una vista contingente del desarrollo de los sistemas de información 52
II.3.3 Factores de éxito y fracaso de los sistemas de información 54

III La empresa mexicana a la luz de la Teoría General de Sistemas.... 57

IV Naturaleza del Valor de Negocios de la Tecnología de Información 68
IV.1 Los problemas asociados con la identificación de beneficios..... 72
IV.1.1 Clasificación de beneficios de la Tecnología de Información..... 73
IV.1.2 Áreas problema en la identificación de beneficios de la Tecnología de Información..... 74
IV.1.3 Hacia una economía de la información..... 76

IV.2 Los problemas asociados con la medición de los beneficios..... 77
IV.2.1 Valor tangible de negocios derivado de la Tecnología de Información..... 78
IV.2.2 Valor intangible de negocios derivado de la Tecnología de Información..... 80

IV.3 Aspectos que se consideran para invertir en Tecnología de Información..... 83
IV.4 Las inversiones en Tecnología de Información en México..... 87
IV.5 El dilema de una inversión en Tecnología de Información: Inversión vs. Gasto..... 91

V Estado de Arte en la medición y evaluación de beneficios en Tecnología de Información..... 94
V.1 Enfoques contemporáneos para la evaluación de las inversiones en Tecnología de Información..... 94
V.1.1 Mediciones y evaluaciones ex-ante..... 94
V.1.2 Mediciones y evaluaciones ex-post..... 95
V.1.3 Evaluación formativa..... 95
V.1.4 Evaluación sumativa..... 95

V.2 Técnicas cualitativas y cuantitativas para la evaluación de la Tecnología de Información..... 96
V.2.1 Técnicas para evaluar los beneficios tangibles de la Tecnología de Información..... 96
V.2.1.A Retorno de la Inversión (ROI)..... 96
V.2.1.B Análisis Costo-Beneficio (CBA)..... 100
V.2.1.C Retorno Administrativo (ROM)..... 100
V.2.1.D Economía de la Información (IE)..... 101

V.2.2 Técnicas para evaluar los beneficios intangibles de la Tecnología de Información..... 101
V.2.2.A Método Multi-Objetivos Multi-Criterios (MOMC)..... 102
V.2.2.B Análisis de Valor (VA)..... 102
V.2.2.C Factores Críticos de Éxito (CSF)..... 103

VI Modelo de análisis de las variables implicadas en la Tecnología de Información 106
VI.1 Modelación del problema mediante SEM (Structural Equations Model)..... 106
VI.1.1 Conceptos básicos del Modelo de Ecuaciones Estructurales..... 109
VI.1.2 Modelación computacional del problema utilizando el sistema EQS. 111
VI.1.3 Reglas para la determinación de los parámetros del modelo..... 116
VI.1.4 Notación LISREL para la modelación de las ecuaciones estructurales 120
VI.1.5 Definición matemática de los modelo de medición y de estructura... 122
VI.1.6 Validez del modelo hipotético propuesto..... 124
VI.1.7 Métodos para la estimación de parámetros..... 126

VI.2 Desarrollo del modelo hipotético de Medición..... 128
VI.3 Desarrollo del modelo hipotético de Estructura..... 144

VII Prueba del Modelo Completo de Variables Latentes..... 152
VII.1 Pruebas de ajuste al Modelo..... 153
VII.1.1 Pruebas con Multiplicadores de Lagrange (LM)..... 155
VII.1.2 Pruebas de Wald..... 159

VII.2 Especificaciones del modelo en el sistema EQS..... 161
VII.3 Análisis del Programa de Control..... 165
VII.4 Análisis estadístico de la muestra de datos..... 167
VII.5 Matriz $(S-\hat{\Sigma})$ de covarianzas residuales..... 168
VII.6 Matriz de residuos estandarizados..... 169
VII.7 Bondad de ajuste del Modelo a los datos maestrales..... 172
VII.8 Ecuaciones de medida con errores estándar, pruebas estadísticas y solución estandarizada..... 175
VII.9 Ajustes post-hoc al modelo hipotético..... 177

VIII Interpretación del Modelo final..... 179
VIII.1 Diferencias en las percepciones ejecutivas..... 179
VIII.2 Interpretación de las relaciones causales..... 184

IX Conclusiones..... 188

Anexo 1 Resultados del EQS para el Modelo..... 199
Apéndice A Instrumento de Medición..... 229
Apéndice B Marcas Comerciales Registradas..... 239

Bibliografía..... 240

Índice de Figuras

Figura 1 Ejemplo de causalidad de un constructo hipotético..... 11
Figura 2 Enfoque de negocios de la TI a partir de una misión..... 42
Figura 3 Evolución de los equipos AS/400 e iSeries..... 44
Figura 4 Una vista contingente del desarrollo de los sistemas de información..... 52
Figura 5 Marco de trabajo conceptual del desarrollo de Sistemas de Información... 53
Figura 6 Análisis de la empresa como un sistema total 58
Figura 7 Sistema racional con una entrada, una salida y retroalimentación..... 59
Figura 8 Sistema racional con ***m*** entradas y ***n*** salidas..... 60
Figura 9 Sistema racional con ***m*** entradas, ***n*** salidas y retroalimentación múltiple.... 61
Figura 10 La empresa como un sistema de subsistemas..... 63
Figura 11 La empresa como un sistema de caja negra..... 63
Figura 12 La empresa vista como un sistema interrelacionado..... 66
Figura 13 Relaciones de la TI dentro de un contexto de negocios..... 78
Figura 14 Usuarios que tienen relación directa con la TI en el ámbito empresarial.... 82
Figura 15 La TI y su interrelación con la empresa..... 87
Figura 16 Puntos de vista inversión vs. gasto en TI..... 91
Figura 17 Elementos de un Diagrama de Trayectoria..... 113
Figura 18 Ejemplo de modelación estructural con EQS..... 114
Figura 19 Representación del Modelo de Medición y de Estructura en EQS..... 161
Figura 20 Representación del Modelo de Medición y de Estructura final en EQS..... 178

Índice de Tablas

Tabla 1 Capacidades técnicas de los equipos iSeries..... 34
Tabla 2 Rendimiento de los equipos AS/400 medido en CPW..... 44
Tabla 3 Crecimiento de las responsabilidades y funciones de la TI..... 45
Tabla 4 Cambios organizacionales de la TI..... 46
Tabla 5 Comparación entre el PD tradicional vs. Computación Personal..... 48
Tabla 6 Notación en LISREL..... 121

Índice de Diagramas

Diagrama 1	Relación causal entre constructos de orden superior	12
Diagrama 2	Constructos hipotéticos de beneficios Ex–ante y Ex-post	13
Diagrama 3	Constructos hipotéticos de primer orden	14
Diagrama 4	Inversiones en Supportware	92
Diagrama 5	Diagrama de trayectoria para un modelo simple de regresión bivariada que ajusta el valor de las inversiones en HW al valor verdadero del Hardware	129
Diagrama 6	Diagrama de trayectoria para un modelo simple de regresión bivariada que ajusta el valor de las inversiones en SW al valor verdadero del Software	130
Diagrama 7	Diagrama de trayectoria para un modelo simple de regresión bivariada que ajusta el valor de las inversiones en NW al valor verdadero de Netware	130
Diagrama 8	Modelo de Medición para el factor Humanware	131
Diagrama 9	Modelo de Medición para el factor Supportware	135
Diagrama 10	Factores latentes con sus variables de medición asociadas	136
Diagrama 11	Modelo de Medición para el factor Medio Ambiente Externo de segundo orden	137
Diagrama 12	Modelo de Medición para el factor Estrategias de Negocios de segundo orden	138
Diagrama 13	Modelo de Medición para el factor Organización de la Empresa de segundo orden	139
Diagrama 14	Modelo de Medición para el factor Retroalimentación y Control de segundo orden	140
Diagrama 15	Modelo de Medición para el factor Resultados Empresariales de segundo orden. Primera parte	141
Diagrama 16	Modelo de Medición para el factor Resultados Empresariales de segundo orden. Segunda parte	142

Diagrama 17 Efectos directos entre constructos latentes independientes y dependientes..... 145

Diagrama 18 Efectos indirectos entre constructos latentes independientes y dependientes..... 146

Diagrama 19 Relación de factores latentes de Inversiones en Tecnología de Información..... 147

Diagrama 20 Relación de factores latentes de Inversiones en TI contra los factores latentes de beneficios Ex–ante y Ex-post..... 148

Diagrama 21 Relación de los factores latentes de beneficios Ex–ante y Ex-post contra el factor latente Valor de Negocios de la TI..... 149

Diagrama 22 Modelo Hipotético Original..... 151

Índice de Cuadros

Cuadro 1	Resumen de los indicadores de bondad de ajuste.....	153
Cuadro 2	Resultados de la prueba univariada de los Multiplicadores de Lagrange...	155
Cuadro 3	Resultados de la prueba multivariada de los Multiplicadores de Lagrange	156
Cuadro 4	Resultados de la prueba univariada de los LM para el factor Humanware	157
Cuadro 5	Resultados de la prueba univariada de los LM para el factor Supportware	157
Cuadro 6	Resultados de la prueba de Wald.....	159
Cuadro 7	Información de Control del Programa.....	165
Cuadro 8	Ecuaciones del Modelo en EQS.....	165
Cuadro 9	Ecuaciones finales del Modelo en EQS.....	166
Cuadro 10	Condiciones de ejecución para el modelo.....	166
Cuadro 11	Análisis estadístico univariado de la variables medibles.....	167
Cuadro 12	Valores de curtosis de la teoría elíptica.....	167
Cuadro 13	Casos que contribuyen más al valor de la curtosis.....	167
Cuadro 14	Matriz de Covarianzas Residuales.....	168
Cuadro 15	Valores promedio dentro y fuera de la diagonal principal.....	168
Cuadro 16	Matriz de Residuos Estandarizados.....	169
Cuadro 17	Valores promedio dentro y fuera de la diagonal principal de la Matriz de Residuos Estandarizados.....	169
Cuadro 18	Los 20 valores residuales estandarizados más grandes.....	170
Cuadro 19	Distribución de los residuos estandarizados.....	171
Cuadro 20	Resumen de los indicadores de bondad de ajuste.....	172
Cuadro 21	Resumen de las iteraciones para la minimización de la función.....	174
Cuadro 22	Ecuaciones de medición con su error estándar y prueba estadística.....	175
Cuadro 23	Solución estandarizada del modelo final.....	176
Cuadro 24	Los cinco valores residuales estandarizados más grandes.....	177
Cuadro 25	Valores de los índices de bondad de ajuste de una reespecificación.....	177

I Introducción

I.1 Presentación

Mientras cursaba las materias asignadas para el Doctorado en Administración en el ITESM, Campus Ciudad de México, leí en una revista la siguiente frase: "*La frase más excitante que se pueda oír de la ciencia, la que anuncia los nuevos descubrimientos, no es «¡eureka!» (¡Lo encontré!), sino «Qué extraño---»*"[1]

La cita anterior me llamó fuertemente la atención porque, efectivamente, creía que lo más importante era llegar a conclusiones válidas y aplicables en el mundo de la ciencia y en la realidad. Ahora que presento esta tesis, me doy cuenta que lo más importante ha sido el arduo trabajo desarrollado para plantear, lo más fielmente posible, las implicaciones que tiene el modelo que propongo para analizar, de forma cuantitativa, el valor que para los negocios tienen las inversiones que han realizado las empresas mexicanas en Tecnología de Información.

La idea central de esta tesis surgió cuando la Dirección General de la empresa en que laboraba me hizo el siguiente cuestionamiento: *"¿Cuál es el mejor ERP (Enterprise Resources Planning, por sus siglas en ingles, Planeación de Recursos Empresariales) que podemos utilizar para la administración de la empresa?*"

Contestar esta pregunta me llevó más de seis meses de estudios técnicos de factibilidad, buscando empatar los requerimientos de captación, análisis, síntesis y explotación de la información de las diferentes áreas, con las facilidades que proporcionan estos sistemas de información. Uno de los rasgos principales que tienen actualmente todos los ERP's comerciales, es su precio. No son baratos y los costos de adquisición, consultoría e implementación rebasan con facilidad los 5 millones de dólares.

Cuando la empresa decidió adquirir un determinado ERP, las siguientes preguntas en importancia fueron: *"¿Cuáles son los beneficio que se esperan recibir realmente por la adquisición de este sistema comercial, y cuánto tiempo deberá transcurrir para percibir tales beneficios?*".

Para contestar estas nuevas preguntas acudí con diversos especialistas en la materia encontrando que no existen en México, a la fecha de esta tesis, métodos o técnicas estandarizadas para la evaluación de los beneficios que aportan los sistemas de información empresariales.

Algunas empresas, por lo general, aplican diversas técnicas de evaluación de proyectos de inversión como VPN, TIR, ROI y otras más. Estas técnicas se ven sumamente limitadas al momento de cuantificar, de forma monetaria, los beneficios y el valor de negocios que le reportan a las empresas el uso y la aplicación de la Tecnología de Información a sus procesos productivos y a la forma de hacer negocios.

[1] Isaac Asimov (1920-1992) Escritor estadounidense.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

Otras empresas no aplican ninguna técnica para evaluar sus inversiones en Tecnología de Información y se sujetan al buen juicio de sus ejecutivos de sistemas. Confían en que el encargado de sistemas sabrá seleccionar el software, el hardware, los equipos de telecomunicaciones, la gente y los demás requerimientos tecnológicos más adecuados a las necesidades de la empresa.

¿Por qué es tan difícil medir este valor de negocios? La razón se encuentra en la naturaleza de los beneficios: la gran mayoría son intangibles y se diluyen entre los beneficios que aportan los demás elementos productivos conforme transcurre el tiempo.

Se dice que la labor de un Ingeniero de Sistemas es volver tangible lo intangible. Mientras que la labor de un Ingeniero Civil se nota desde el primer día del proyecto, con obreros moviéndose y transportando materiales y herramientas, con excavaciones para las cimentaciones, con el levantamiento de muros; y diversas actividades más. En el caso de los proyectos de Ingeniería de Software, pueden pasar varios meses sin que se note en la realidad el trabajo que realizan los equipos de desarrolladores, trátese de cualquier paso en el proyecto de software, como análisis, diseño o implementación de un sistema de información. Los directores y ejecutivos de las empresas se ponen nerviosos cuando reciben las propuestas económicas de los ejecutivos de sistemas solicitando fuertes cantidades monetarias para la adquisición de la tecnología informática y, conforme transcurre el tiempo, aumenta su inquietud cuando los beneficios prometidos no se vuelven realidad tan rápido como quisieran.

Algo similar sucede con los beneficios que genera en conjunto la Tecnología de Información dentro de una organización. Su cuantificación requiere del ponerse de acuerdo para establecer medidas de evaluación y comparación estandarizadas para poder otorgarle un valor económico a los beneficios intangibles. Solo así se podrá determinar el valor de retorno de las inversiones en Tecnología de Información.

La estructura de los capítulos es la siguiente. El Capítulo I, contiene esta introducción, se explican los antecedentes, los objetivos tanto general como específicos que se persiguen, se define el problema de investigación y las hipótesis a validar, se plantean las razones que justifican el análisis del valor de negocios que aporta la Tecnología de Información a las empresas mexicanas, la metodología que se aplicó y se concluye con la definición del contexto de todo el estudio.

En el Capítulo II, se describen las dos áreas básicas que conforman la Tecnología de Información: los equipos de cómputo y los sistemas de información. Se detallan los componentes principales y las características técnicas de los equipos AS/400 e iSeries y las arquitecturas tecnológicas que poseen las empresas. Se explican en términos generales la evolución de la tecnología de información y la forma en cómo influye para dificultar la cuantificación de los beneficios tangibles que aportan a los procesos productivos. Se hace un bosquejo de la situación actual de la Tecnología de Información en las empresas mexicanas y se estudia la forma en cómo la naturaleza cambiante y adaptativa de los sistemas de información incide en la medición del valor de negocios. Finalmente, se hace un análisis de los factores de éxito y fracaso de los sistemas de información y la manera en cómo repercuten en el ánimo de los directivos para seguir invirtiendo en su adquisición.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

En el Capítulo III, se hace una descripción de las partes principales que fueron estudiadas de las empresas e incorporadas al modelo de análisis propuesto. El desglose de los componentes se realizó considerando a la empresa como un sistema interrelacionado a la luz de la teoría general de sistemas.

Dentro del Capítulo IV, se desarrollan cinco puntos básicos para el análisis de los beneficios que genera la Tecnología de Información: Los problemas que presenta la identificación de los beneficios; los problemas para su medición; los aspectos que toman en cuenta los directivos para invertir en Tecnología de Información; las características de las inversiones que se realizan en México para su adquisición; y el dilema de si es una inversión o un gasto lo que se eroga en Tecnología de Información.

El Capítulo V describe el estado de arte de las investigaciones realizadas para la medición y evaluación de los beneficios que aporta la Tecnología de Información. Se describen los enfoques contemporáneos para la evaluación de las inversiones en Tecnología de información. Y se hace una revisión general de las técnicas cualitativas y cuantitativas más utilizadas para la evaluación de los beneficios tangibles e intangibles de la Tecnología de Información.

A partir del Capítulo VI se aplica la Metodología de Ecuaciones Estructurales (SEM) para desarrollar los modelos hipotéticos de Medición y de Estructura, como base para el análisis del Valor de Negocios de la Tecnología de Información.

En el Capítulo VII, se describen las pruebas realizadas para validar el modelo propuesto mediante el sistema de cómputo comercial EQS. Se explican las pruebas de Multiplicadores de Lagrange y de Wald para ajustar el modelo a los datos recabados y se formula el modelo final ajustado.

El Capítulo VIII, hace una comparación entre las percepciones de los ejecutivos antes de invertir en la adquisición de Tecnología de Información y los resultados realmente obtenidos pos su utilización. Se contrastan con los resultados obtenidos en el modelo final y se interpretan a la luz de los datos recabados y a la teoría propuesta del valor de negocios de la Tecnología de Información.

EL Capítulo IX, describe las conclusiones sobre las hipótesis planteadas, sobre el problema de investigación, sobre las implicaciones de la teoría desarrollada y su relación con las empresas y los empresarios mexicanos. Termina con diversas propuestas de investigaciones futuras.

En resumen, los nueve capítulos sustentan un modelo basado en ecuaciones estructurales para analizar el valor de negocios que han obtenido las empresas mexicanas por sus inversiones en Tecnología de Información. Naturalmente, este trabajo de análisis, como toda obra humana, está sujeto al escrutinio de las personas, a su aprobación, a su rechazo o a su indiferencia. Reconozco tal situación y solo me queda apegarme al juicio sereno de las ideas en la búsqueda de la verdad que, en conjunto con otros talentos, podremos encontrar.

El propósito que me ha animado al escribir esta tesis es participar con un sincero esfuerzo intelectual en pro del mejoramiento de la toma de decisiones de nuestros empresarios mexicanos para que sustenten con más argumentos sus inversiones en un rubro tan caro como lo es la adquisición de tecnología informática. Me apego al juicio que hagan de este proyecto.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

I.2 Antecedentes de la Investigación

> *"Cuando Alejandro el Grande era joven le hizo a su maestro Aristóteles esta pregunta: «¿Cuánto es uno?». Alejandro se sorprendió cuando su maestro dijo que tenía que pensar ese asunto hasta el día siguiente."*
>
> *"A la mañana siguiente Aristóteles le dio su respuesta: «Uno es suficiente»"*[2]

En diciembre de 1993, Erik Brynjolfsson publicó un artículo en la revista Communicators de la ACM, titulado *The productivity Paradox of Information Technology: Review and Assesment*[3], el cual generó un fuerte debate en el mundo académico. También tuvo sus repercusiones en el ámbito empresarial relacionado con la Tecnología de Información (TI)[4]. Brynjolfsson afirmaba que sus investigaciones empíricas no revelaban mejoras significativas en la productividad total asociadas con las inversiones en tecnología de información. Que existía una discrepancia entre los montos de inversión en Tecnología de Información y los montos de beneficios a nivel nacional. A esta discrepancia la identificó como la ***Paradoja de la productividad.***

Lo anterior contrastaba con la enorme promesa de la Tecnología de Información de crear "*la más grande revolución tecnológica que el hombre haya conocido*" (Snow, 1966) y que venía a confirmar la creciente desilusión y frustración que, desde los 80's y principios de los 90's, empezaba a generar la TI, evidenciadas en trabajos publicados como *Computer Data Overload Limits Productivity Gains* (Zachary, 1991). El ganador del Premio Nóbel de economía, Robert Solow (1987) había mostrado desencanto similar al comentar que uno podía encontrar computadoras en cualquier parte del negocio, pero que se encontraban ausentes en las estadísticas de productividad.

En los siguientes años, diversos economistas desarrollaron una amplia variedad de estudios para intentar explicar esta aparente paradoja. Dichas explicaciones se pueden agrupar en tres categorías:

a) Los problemas asociados con la obtención de datos y con el análisis de los mismos que ocultan la productividad ganada con la Tecnología de Información.
b) Los beneficios y ahorros que se obtienen de la Tecnología de Información y que son compensados por las pérdidas generadas en otras áreas de la empresa.
c) La eficiencia y productividad derivadas de la Tecnología de Información que son compensadas por los costos o pérdidas que genera la utilización de dicha Tecnología.

---

[2] Citado en la revista *De todo un poco*, Mayo 17, 2001. E. U. A.
[3] Consultar los datos de la referencia en la Bibliografía
[4] En todo el documento se maneja de forma indistinta el término ***Tecnología de Información*** o sus siglas ***TI***. Se ha encontrado también que gran parte de la literatura publicada en español enfocada a desarrollar este tema, utiliza las siglas ***IT***, por su traducción al idioma inglés, *Information Technology*.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

A pesar de todos los debates, de las investigaciones realizadas, de los nuevos modelos propuestos y de los estudios realizados hasta el día de hoy, continúan vigentes dos preguntas centrales que realzan la *paradoja de la productividad* en Tecnología de Información:

I. **¿Por qué las empresas deberían seguir invirtiendo fuertemente en Tecnología de Información si ésta no aumenta o incorpora valor tangible o medible a la productividad?**

II. **Si la tecnología de información *sí* contribuye a la productividad ¿por qué es tan difícil calcular, de forma cualitativa o cuantitativa, esta contribución?**

Recientemente, y a medida que se han identificado nuevos datos y se han aplicado nuevas metodologías, algunos investigadores han encontrado evidencias de que la Tecnología de Información sí está asociada no solo con mejoras a la productividad, sino también con valores agregados para los clientes y con el crecimiento económico empresarial y nacional. Sin embargo, la medición de la productividad no es una ciencia exacta y los análisis aun contienen fuertes variaciones; las herramientas que se aplican, aunque complejas y sofisticadas, necesitan ser mejoradas; y las conclusiones que se obtienen todavía no son definitivas.

Así, mientras que algunos estudios realizados en Estados Unidos muestran una correlación negativa entre el factor total de productividad y las inversiones de capital en tecnología, durante el periodo 1968-1986 (Berndt y Morrison, 1995); otros estudios sugieren que el capital de computadoras sí contribuye al crecimiento del capital ordinario (Jorgenson y Stiroh, 1995). También Brynjolfsson y Hitt (1996) reportaron efectos positivos por la utilización y aplicación de la Tecnología de Información con base en investigaciones realizadas a nivel de empresas.

Este estudio doctoral es una aportación al entendimiento de cómo la Tecnología de Información puede contribuir al mejoramiento empresarial de México. Algunas empresas, la mayoría, ven a la tecnología de Información como un lastre con el cual se debe convivir "*porque no hay de otra*", o "*porque se está obsoleto o fuera del mercado si no se le utiliza*", desmeritándose su real beneficio. Perciben que la adquisición de tecnología informática es un gasto obligado sin beneficios reales. Otras, las menos, con un sentido visionario consideran que pueden aumentar sus beneficios económicos utilizando la Tecnología de Información para mejorar la calidad de sus proceso, sus relaciones con los clientes, su cadena de aprovisionamiento, sus estrategias de competencia y su propio entorno laboral interno. Ambos tipos de empresas, pueden obtener provecho de las conclusiones que arroja esta investigación para mejorar su toma de decisiones administrativa.

El antecedente más significativo del porqué los empresarios invierten en TI está basado en tres aspectos fundamentales: el negocio, la empresa, y la estrategia.

La palabra *negocio* proviene del vocablo latino ***negotium***, que significa "toda actividad que genere cierto tipo de beneficio, interés o utilidad para quien la practica". Este es el primer aspecto básico. Un ***negocio*** que se desarrolla busca ofrecer bienes y servicios para satisfacer determinadas necesidades para cierto sector y segmento del mercado.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

La estructura técnico-administrativa que se proyecta para apoyar a las actividades del negocio le da origen, forma y coherencia a la ***empresa***, el segundo aspecto básico. De todas las funciones que se realizan dentro de una *empresa*, las que fundamentalmente generan ingresos, utilidades o intereses son las de producción y ventas. Las demás actividades de los tipos contables, logísticos, recursos humanos, sistemas y demás, son necesarias para el soporte, optimización y maximización del rendimiento de las dos primeras. Todas las actividades de apoyo no le representan a la empresa ningún tipo de utilidad, beneficio o provecho directo.[5]

Las primeras inversiones en tecnología de información se orientaron, sobre todo, a mejorar las actividades de apoyo. Entonces, es natural preguntarse "¿se esperaba un real beneficio de negocios derivado de la TI si ésta sólo se aplicaba a las actividades burocráticas?" Aquí interviene un tercer aspecto, la ***estrategia de negocios***.

La palabra estrategia proviene del vocablo griego ***strategos***, que significa "general o comandante". Desde el punto de vista militar la estrategia es el "arte de dirigir las operaciones militares. El arte de distribuir y hacer actuar los medios militares para alcanzar los medios políticos"

Los empresarios empezaron a invertir en la adquisición de TI como una forma de *estrategia de negocios* para buscar mejorar su ventaja competitiva y comparativa en relación con sus empresas rivales. Por consiguiente, los empresarios sí esperaban un beneficio no monetario sino de posición, liderazgo, avance, captación de nuevos mercados y consolidación de su presencia en el mercado competitivo. Estos son los resultados que básicamente se corroboran en la presente investigación.

[5] Carlos Nava Condarco (2003). Citado en la página web Resumido.com

I.3 Objetivos

I.3.1 Objetivo General

Analizar el valor de negocios y su significación para diferentes empresas mexicanas a partir de las inversiones que han realizado en Tecnología de Información similar, utilizando un Modelo de Ecuaciones Estructurales.

I.3.2 Objetivos Específicos

1) Identificar, clasificar y jerarquizar los beneficios que han obtenido las empresas mexicanas por sus inversiones realizadas en Tecnología de Información
2) Determinar si existe correlación entre los beneficios obtenidos y el uso de una misma plataforma tecnológica en empresas mexicanas pertenecientes a diferentes sectores productivos.
3) Determinar si es significativo el fijar la variable de plataforma tecnológica (misma tecnología) haciendo variar los montos de inversión aplicados en diferentes empresas.
4) Analizar los procesos de toma de decisiones utilizados por las empresas mexicanas para determinar los montos de inversión en Tecnología de Información, y sus métodos para cuantificar los beneficios obtenidos por dichas inversiones.
5) Analizar si existe correlación entre el monto de las inversiones en Tecnología de Información y el mejoramiento en el desempeño de las empresas estudiadas, utilizando un modelo de ecuaciones estructurales.
6) Evaluar el tiempo transcurrido entre la inversión realizada y la obtención manifiesta de beneficios tangibles o intangibles.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

I.4 El problema de Investigación

El problema que se plantea surge de una pregunta elemental: ***¿genera algún beneficio la adquisición de un recurso informático por parte de una empresa?*** Para contestar esta pregunta a favor o en contra, es necesario contar con elementos o herramientas que apoyen la respuesta que se dé.

Desde el punto de vista de la economía de empresa, cuando se adquiere un bien, un producto o un servicio, se busca maximizar la utilidad de su adquisición. Ningún empresario en su sano juicio, compraría bienes que no le vayan a reportar utilidad alguna[6]. Claro está que si se invierte en determinado proyecto y éste no genera los beneficios esperados, no significa que se realizó tal inversión con la consigna de perder. Se asume que la toma de decisiones empresariales, busca ante todo, aplicar la mejor alternativa que maximice sus beneficios considerando ciertas funciones de utilidad. Entonces, si un empresario invierte en Tecnología de Información es porque espera un valor de retorno por dichas inversiones.

Ahora bien, ¿Cuáles son los elementos que toman en consideración los empresarios mexicanos para sustentar sus decisiones de invertir en Tecnología de Información? Necesariamente, o la generación de mayores utilidades, o la disminución de costos, o el aumento en la calidad de sus productos o servicios.

De forma evidente, los tres objetivos anteriores están en conflicto. No se puede buscar el mejoramiento de uno sin que se afecte a los otros dos. Si se requieren mejorar los procesos para aumentar la calidad de los productos o servicios entonces se tendrán que invertir mayores recursos económicos, lo que provocará que aumenten los costos. De manera contraria, si se disminuyen los costos la calidad se verá afectada provocando que se vendan menos bienes de consumo y que disminuyan las utilidades. Entonces, es necesario lograr un equilibrio económico que armonice esta tripleta. En conclusión, la adquisición de TI, para los directivos es un asunto de dinero que se debe analizar con cuidado.

Supóngase, a priori, que existe un valor real de negocios generado por las inversiones en Tecnología de Información, aunque dicho valor no se pueda dimensionar, por el momento. Los posibles resultados serían que las inversiones generen un valor positivo de negocios traducido en beneficios tangibles o intangibles para la empresa. O que no genere ningún valor de negocios y los resultados sólo sean gastos por el uso de dicha TI.

Conforme al anterior planteamiento, desde un punto de vista de negocios, vale la pena invertir en la adquisición de tecnología informática si el valor de negocios es positivo y excede las expectativas económicas; es decir, que se obtengan más beneficios que gastos. La decisión de no invertir sería errónea. Si dicho valor es menor a los gastos que se generan, entonces, no vale la pena invertir en un rubro que sólo provocará pérdidas económicas a la organización

[6] Webb (1991) argumenta que los empresarios no sólo buscan el aumento de las utilidades sino algunas otras variantes, como: relación entre utilidades e inversión, monto y aumento de las ventas, participación en el mercado, aumento del valor de mercado de las acciones comunes, utilidades retenidas y dividendos pagados, relación precio/utilidad de las acciones; e inclusive buscan contribuir en causas humanitarias y patrióticas o influir en las decisiones del gobierno, la industria y la sociedad.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

que pretenda adquirirla. La decisión de invertir, en este otro caso, también sería errónea. No obstante, si fuera necesario o forzoso adquirir tecnología de información, lo adecuado sería escoger la opción menos costosa.

El concepto "***valor de negocios de la Tecnología de Información***[7]" es subjetivo y abstracto; esto es, no se puede medir de forma directa por varias razones, a saber.

Primero, porque sólo se percibe de forma intangible, ya que no se cuenta actualmente con ninguna representación estandarizada y aceptada por todos acerca de este valor, en términos monetarios. Los ejecutivos entrevén un valor de negocios pero, sin una medida de referencia, no lo pueden dimensionar.

Segundo, es un constructo hipotético que puede significar diversas cosas para los empresarios. Algunos, entienden como ***valor de negocios*** todo aquello que aporta determinada utilidad a los resultados de la empresa, o que tiene algún asiento contable en el activo. Por ejemplo, cuando un inversionista busca un rendimiento sobre capital, éste se expresa como un porcentaje de la inversión original (Lucas, 2000)

Para otros, el valor de negocios se identifica como las *aportaciones* o *contribuciones* de cada uno de los elementos productivos al mejor desempeño de la compañía. Por ejemplo, ¿Cuánto valen las ideas de mejoras que aportan los empleados? ¿O un descubrimiento o una patente o un sistema de información original?

Tercero, este valor de negocios es la suma de múltiples resultados tangibles e intangibles proporcionados por los factores productivos y por cada una de las áreas que posee la empresa cuando hacen uso intensivo de la TI. La Tecnología de Información es un elemento más en el sistema. De aquí se desprenden diversos argumentos que indican que la intangibilidad del valor de negocios es el resultado de la interacción de la TI con un conjunto de componentes los cuales, analizados de forma aislada, pierden su contexto y valor individual de aportación. Entonces, ***¿Cómo se puede medir dicho valor?***

Diversos investigadores han desarrollado una serie de métodos cualitativos y cuantitativos para contestar la pregunta anterior. Esta tesis también propone un método de análisis. La premisa fundamental es que la tecnología de información sí produce un determinado valor de negocios. Su cuantificación se puede estudiar de forma indirecta apoyándose en la medición directa de sus inversiones en Hardware, Software, Personal, Telecomunicaciones y Soporte Técnico, y en el impacto que ha tenido la TI en áreas clave de las organizaciones, tal como lo proponen diversos investigadores (Singh, 1999; Garrod, 1999; Mahmood y Szewczak, 1999). Formalmente, el problema que se plantea es:

¿Cómo analizar el valor de negocios que generan las diversas inversiones en Tecnología de Información similar realizadas por diferentes empresas mexicanas?

Este problema contiene dos subproblemas básicos. Primero, la Tecnología de Información que poseen las empresas mexicanas abarca una cantidad variable de equipos y componentes, y cada una presenta diversas ventajas y desventajas, según la marca comercial, el modelo, la antigüedad y las capacidades que contengan estos equipos.

[7] En el Capítulo IV se escribe una definición detallada de este concepto clave.

El segundo problema, lo representan las mismas empresas bajo estudio, las cuales no pertenecen a un mismo sector productivo. Esto significa que, en un momento dado, no se podrían comparar los resultados de rendimiento tecnológico entre empresas pertenecientes a diversas ramas de servicios y/o bienes.

Respecto del primer problema, la presente investigación se circunscribió a los modelos AS/400 e iSeries de IBM. Así, se buscó que toda la Tecnología de Información y los elementos que la conforman fueran lo más homogéneas posible. Por ejemplo, el personal de desarrollo de sistemas, aunque pertenezcan a diferentes empresas, posee conocimientos similares en programación con el lenguaje RPG/400. O los operadores del equipo, que tienen experiencia en el mismo sistema operativo OS/400. Inclusive los usuarios encuentran similar rendimiento en el procesamiento de sus datos. Este argumento también se sustenta en el hecho de que los costos de adquisición son muy similares, de tal manera que las empresas al comprar equipos de una misma familia tecnológica también invierten recursos económicos similares.

Sobre el segundo problema, se asumió que las empresas poseen diversos recursos económicos para adquirir estos equipos AS/400. Por consiguiente, al definir una misma plataforma tecnológica, la similitud entre empresas se alcanza por la capacidad económica que poseen para la adquisición de una tecnología que es cara relativamente. Además, dado que el ***valor de negocios de la TI*** es un concepto abstracto, si se miden los mismos conceptos para diversas empresas con la misma escala, entonces se está en la posibilidad de homogenizar los beneficios intangibles por la TI ya que no se cuantifican resultados monetarios a nivel global de empresa.

El problema principal se circunscribe a la realidad nacional. No obstante, los empresarios de otros países también se enfrentan con este dilema. Por ejemplo, en su autobiografía, Lee Iacocca (1989) escribe lo siguiente: *"... en la Chrysler el coste de los proyectos de informatización ha crecido a un ritmo vertiginoso. Como es natural, los que más insisten en lo muy necesarios que resultan los ordenadores vienen a ser los mismos aficionados a usarlos, a saber, el personal de los departamentos contables.*

Son los que entran a verme para anunciarme que si gastamos 25 millones en ese nuevo ordenador central IBM, todos nuestros sistemas quedarán en condiciones de dialogar entre sí.

-Magnífico –les digo-. Pero ¿de qué servirá eso a la empresa? ¿Fabricaremos productos mejores y más rentables?

-Buena pregunta. Ese ordenador nos ahorrará veintidós nuevos puestos de trabajo, como mínimo –contestan.

Así que invertimos en ordenadores y en personal de formación (millones de dólares, millares de horas), pero nunca volvemos la mirada atrás para ver si es cierto que hemos ahorrado, no digo veintidós personas, sino ni siquiera una sola. He firmado tantos proyectos que, a estas alturas, deberíamos funcionar sin personal. Entiendo que el nuevo sistema nos proporciona más datos, y más análisis científicos de esos datos, pero ignoro si eso ha mejorado nuestras decisiones (o nuestros coches)"

En esta tesis se argumenta que el *valor de negocios de la TI* posee una naturaleza multidimensional conformada por cinco constructos hipotéticos: el medio ambiente externo de la organización que se ve influido por la TI; las estrategias de negocios y su soporte informático; la organización de la empresa y su apoyo en la tecnología de información; los esquemas de control y retroalimentación de información de la organización; y los resultados empresariales como fruto de la gestión administrativa apoyada por la Tecnología de Información, en suma. Cada uno de estos constructos es causado por el constructo ***Valor de Negocios***, el cual es definido, a su vez, como una variable independiente totalizadora del efecto causal.

El planteamiento anterior se puede ilustrar con un ejemplo. Supóngase que se desea analizar el *bienestar de las personas* en un momento dado[8].

Este concepto de bienestar es subjetivo e hipotético. Para estudiarlo, es necesario apoyarse en otros conceptos que sí se puedan analizar de forma cuantitativa. Por ejemplo, se puede proponer que los conceptos de estado de salud, situación económica y estabilidad emocional pueden ayudar a determinar cual es el grado de *bienestar de las personas*. El estado de salud se puede medir con diversos análisis clínicos de sangre, orina, radiografías, presión arterial y otros más. La situación económica se puede dimensionar estudiando sus ingresos y gastos. La estabilidad emocional, con diversos cuestionarios psicológicos.

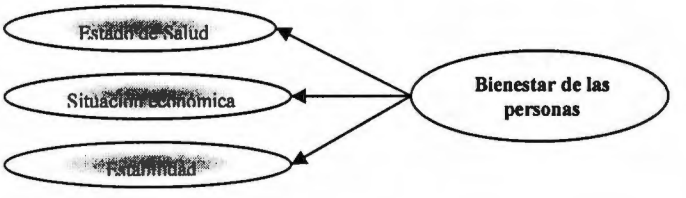


Figura 1. Ejemplo de causalidad de un constructo hipotético

Si al analizar los datos de cada concepto se encuentra una estrecha relación con el grado de *bienestar de las personas*, entonces se puede inferir que existe evidencia estadística de que estos tres constructos hipotéticos apoyan el análisis del bienestar de las personas. Las definiciones de los cuatro constructos necesitan sustentarse en una teoría previa que debe validarse.

El problema bajo estudio tiene las mismas características del ejemplo.

[8] Byrne (1994) utiliza un ejemplo similar al considerar el concepto de adolescente como un constructo multidimensional compuesto por: auto-concepto general, razonamiento académico, comprensión del idioma inglés, y comprensión matemática. Raykov y Marcoulides (2000) desarrollan otros ejemplos alternos.

El siguiente diagrama ilustra la relación causal de los constructos hipotéticos.

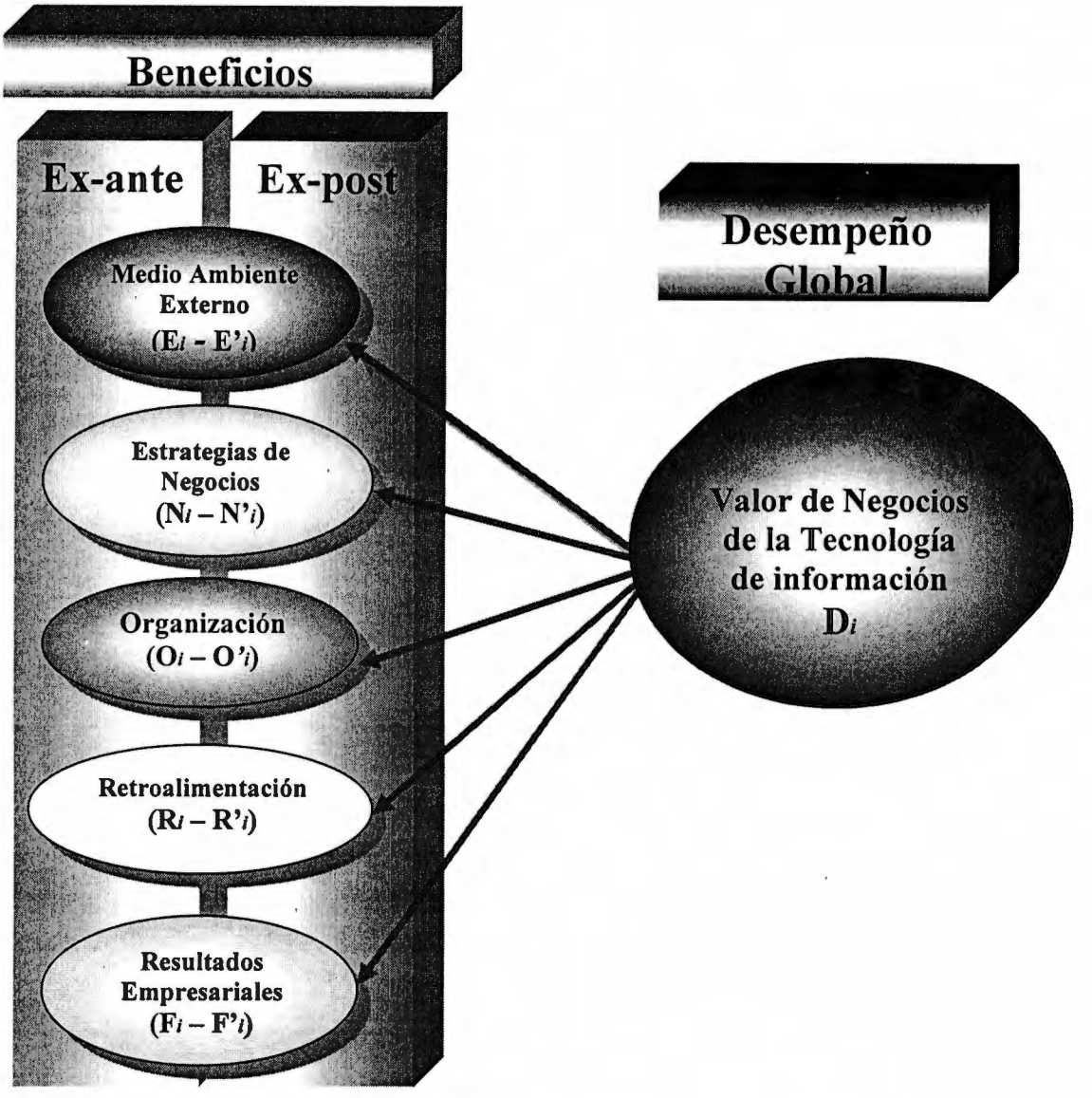


Diagrama 1. Relación causal entre constructos de orden superior

Cada concepto hipotético se definió como una variable latente dependiente de segundo orden y como resultado de la diferencia de expectativas de beneficios. Esto es, se asume que la directiva de una empresa planteó ciertas expectativas Ex-ante de invertir en TI y que, al día de hoy, es posible determinar el grado en que se cumplieron las expectativas de beneficios Ex-post de realizadas dichas inversiones.

Los constructos de beneficios se midieron de forma indirecta utilizando diversas variables observadas dependientes y que sirvieron como referencia para determinar la naturaleza de cada constructo.

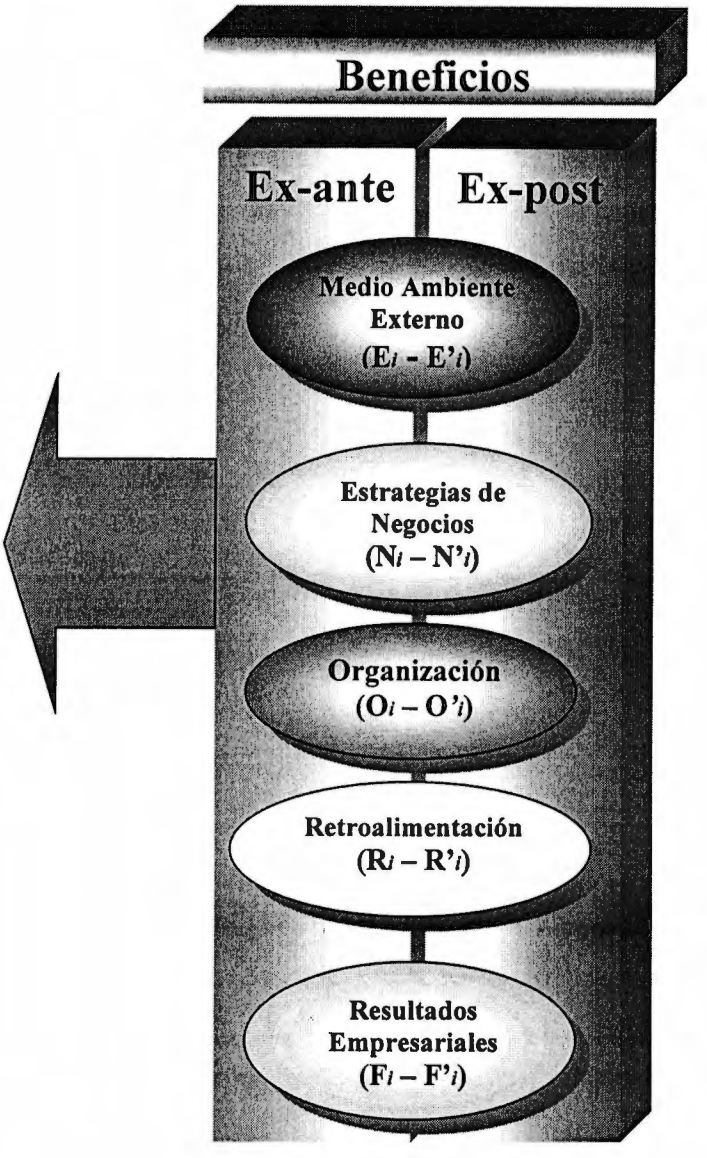


Diagrama 2. Constructos hipotéticos de beneficios Ex–ante y Ex-post

Conforme al diagrama 2, los cinco constructos hipotéticos son conceptos abstractos que deben poseer algún valor verdadero; pero, para evaluarlos, era necesario que se midieran también de alguna forma. Entonces, se procedió a relacionar cada constructo con cinco constructos hipotéticos en un primer nivel, principiando con hardware y software, que son los más identificables y conocidos.

Los demás constructos fueron definidos con tres nombres nuevos propuestos a instancia de otro investigador[9] del ITESM-CCM quien ha desarrollado investigaciones en estos campos:

[9] Coloquios de análisis en Tecnología de Información con el Dr. Fernando Ojeda Villagómez, en los meses de Septiembre-Octubre de 2003, en TELMEX, ciudad de México.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

humanware[10], netware[11] y supportware[12], que conforman las inversiones realizadas efectivamente en TI por las empresas estudiadas (Laudon y Laudon, 2004).

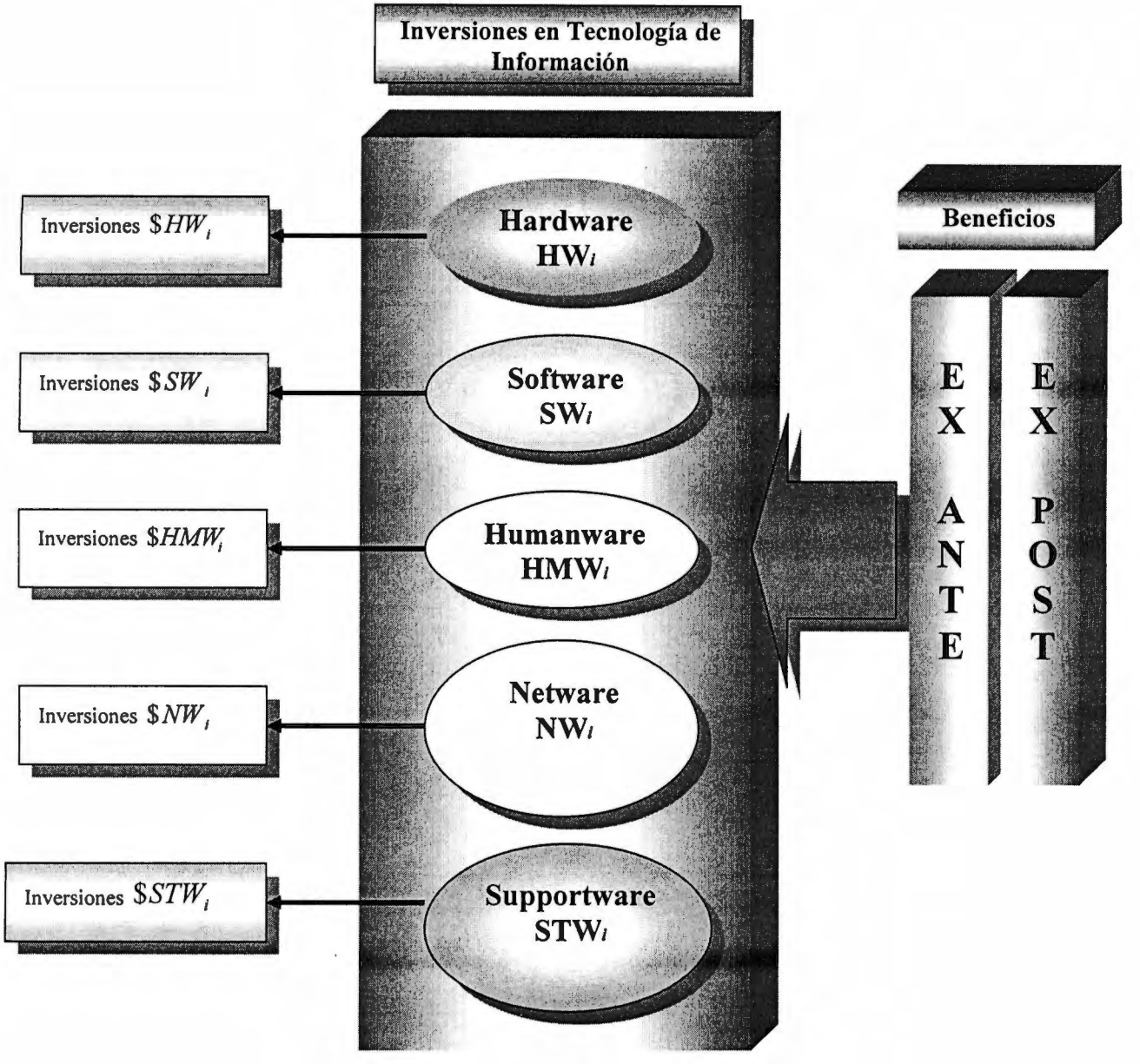


Diagrama 3. Constructos hipotéticos de primer orden

[10] Se entiende el concepto ***humanware*** como todos los recursos humanos con que cuenta una empresa y que tienen relación directa o indirecta con la Tecnología de Información.

[11] El concepto ***netware*** se refiere a todos los componentes tecnológicos que son utilizados para soportar las estructuras de telecomunicaciones de las empresas.

[12] En el concepto de ***supportware*** se han incluido todos los procesos tecnológicos que apoyan al desempeño de la Tecnología de Información, como actualizaciones, mantenimientos, cableados, señalizaciones y otras actividades relacionadas más.

Este último conjunto de variables latentes[13], también es hipotético, pero tiene el sustento de que su medición indirecta se realizó definiendo diversas variables observadas que fueron medidas, a su vez, utilizando un cuestionario proyectado para tales efectos (Ver Apéndice A).

La modelación de la solución al problema planteado se realizó utilizando SEM (Structural Equations Model), un Modelo de Ecuaciones Estructurales para evaluar las correlaciones existentes entre los diferentes constructos dependientes e independientes y utilizando los valores obtenidos, por medio de los cuestionarios, para las variables dependientes observadas.

Dado que la solución desde el punto de vista matemático es complejo, la evaluación, ajuste y análisis del modelo propuesto con los datos observados se realizaron apoyándose en un paquete de cómputo comercial, llamado ™EQS, Versión 5.7b. Los resultados estadísticos y las conclusiones que se exponen en los capítulos VII y VIII se derivaron de las corridas generadas con este paquete computacional.

[13] Los tres conceptos anteriores: ***humanware***, ***netware*** y ***supportware*** no tienen referencia directa en la literatura y se han definido para apoyar la teoría que se expone en esta tesis, con excepción de la palabra *netware* que es utilizada comercialmente por la empresa Novell.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

I.5 Planteamiento de Hipótesis

I.5.1 Hipótesis sobre el valor de negocios de la Tecnología de Información

H1: **El valor de negocios de la Tecnología de Información** está relacionado con el Medio Ambiente de la Empresa, sus Estrategias de Negocios, su Organización Empresarial, los Esquemas de Retroalimentación y Control de la Información Interna, y con el impacto en el Desempeño General de la Empresa.

Hipótesis alterna: El valor de negocios de la Tecnología de Información no está relacionado con el Medio Ambiente de la Empresa, sus Estrategias de Negocios, su Organización Empresarial, los Esquemas de Retroalimentación y Control de la Información Interna, y con el impacto en el Desempeño General de la Empresa

I.5.2 Hipótesis sobre los beneficios obtenidos por la Tecnología de Información en las empresas mexicanas

Considerando la hipótesis principal, las siguientes hipótesis establecen una relación causal que es generada sólo si la primera hipótesis es aceptada. Esto es, cada constructo hipotético siguiente plantea una dimensión del valor de negocios de la TI y, aunque también estos constructos son medidos de forma indirecta a través de diversas variables observadas, su real valor está dado por la forma en cómo son afectados por el uso de la Tecnología de Información.

H2: **La diferencia de beneficios obtenida en el Medio Ambiente Externo**, está relacionada con las inversiones en Hardware, Software, Humanware, Netware y Supportware.

H3: **La diferencia de beneficios obtenida en las Estrategias de negocios**, está relacionada con las inversiones en Hardware, Software, Humanware, Netware y Supportware.

H4: **La diferencia de beneficios obtenida en la Organización de la Empresa**, está relacionada con las inversiones en Hardware, Software, Humanware, Netware y Supportware.

H5: **La diferencia de beneficios obtenida en la Retroalimentación y el control**, está relacionada con las inversiones en Hardware, Software, Humanware, Netware y Supportware.

H6: **La diferencia de beneficios obtenida en los Resultados Empresariales**, está relacionada con las inversiones en Hardware, Software, Humanware, Netware y Supportware.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

I.6 Justificación de la Investigación

Actualmente, la mayoría de las empresas mexicanas invierten diferentes cantidades monetarias en Tecnología de Información. Estos montos han ido en aumento y, para algunas empresas, representan fuertes erogaciones económicas en las que apuestan su futuro y su supervivencia en el mercado. Hoy en día, se argumenta que el uso de la Tecnología de Información es uno de los rubros principales que marca la diferencia competitiva y que propicia el crecimiento sostenido en el mercado.

Los nuevos sistemas de información del tipo B2B (Business To Business), CRM (Customer Relationship Management), ERP (Enterprise Resource Planning), SCM (Supply Chain Management) son caros. La implementación de cualquiera de ellos implica inversiones que van de 1 a 20 o 30 millones de dólares y que consumen de entre 6 meses a 4 o 5 años para su instalación completa. Si un directivo invierte $1,000.00 pesos durante un año en una cuenta de ahorros que paga el 12% anual, sabe que, al final del año, recibirá $1,120.00. Si, por el contrario, en vez de depositarlos en una cuenta de ahorros, adquiere un equipo de cómputo o un programa de software ¿cuánto recibirá de beneficios al final del mismo año?

La evaluación de la Tecnología de Información, considerando los beneficios que aporta a la empresa, es complicada debido a que no se cuenta con un patrón estandarizado de medidas para efectuar tal evaluación, o por lo menos para realizar comparaciones de desempeño con otras empresas (Lucas, 2000, página 10). Mahmoood y Sewczak (1999, página *iv*) lo expresan de la siguiente forma: *"... the traditional financial investment evaluation methods of net present value and discounted cash flow analysis require numbers. And delivering numbers often requires a lot of more 'fudging' and reliance on a 'gut feel' for what is going to happen than many executives feel comfortable with on a continuing basis. That is a problem."*

Para los empresarios es necesario determinar si se justifican o no las inversiones en TI. Como apunta Remenyi (2001, pagina 23), en muchas organizaciones las inversiones en Tecnología de Información son altas y representan más del 50% de los costos asociados a la TI, de forma directa o indirecta.

Así como existen casos de éxito en la incorporación de la TI a los procesos empresariales, también hay casos de fracasos (Laudon y Laudon, 2004, página 414; Turban, *et. al.*, 2002, página 594) que conllevan fuertes pérdidas de billones de dólares. Entonces, los empresarios demandan que sus inversiones en TI contengan la mínima incertidumbre posible y la máxima probabilidad de éxito.

En el ámbito empresarial mexicano es difícil conseguir estas bases. Por ejemplo, cuando el grupo de autotransporte de pasajeros foráneos Flecha Amarilla decidió adquirir en 1999 un sistema ERP de la empresa JD-Edwards, ninguna otra empresa mexicana lo había hecho antes. No existían casos para ser tomados como referencia de implementación más que en países extranjeros y de empresas diferentes al autotransporte. Posteriormente, otra empresa de autotransporte, Pullman de Morelos, hizo lo mismo pero adquiriendo su sistema ERP a la Empresa SAP. Actualmente, más empresas están instalando estos sistemas empresariales pero ya tienen, ahora si, algunas referencias.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

Otra razón que se plantea para analizar las inversiones en TI es la creciente insatisfacción que experimentan los usuarios cuando no observan el rendimiento esperado de los sistemas de información (Remenyi, *et. al.*, 2001, página 18). Esto provoca que demanden la realización de auditorias para evaluar en detalle dichas inversiones.

Finalmente, el que una empresa se interese por conocer los resultados de sus inversiones en Tecnología de Información le permite aumentar el conocimiento de su propia organización, determinar el uso y/o abuso de sus activos tecnológicos, y las influencias que provocan las desviaciones en los resultados esperados. Todo esto contribuye a que los directivos posean mejores elementos para sustentar sus próximas inversiones y toma de decisiones enfocadas a la adquisición de Tecnología de Información.

De lo anterior se deriva la importancia de establecer si existe, o no, alguna relación significativa entre lo que invierte una organización en TI y los beneficios que obtiene. A partir del momento en que la empresa decide invertir en la adquisición de algún tipo de Tecnología de Información, empieza a transitar sobre un camino sin retorno, y para los directivos les es importante saber si parte del éxito de su gestión se debe al soporte y uso de la tecnología de información adquirida y en qué medida, o se debe a la influencia de otros factores diferentes.

Si la Tecnología de Información forma parte de la ventaja competitiva de una empresa es deseable, entonces, determinar la naturaleza de los beneficios cualesquiera que sean.

Este estudio pretende apoyar de cierta manera a los empresarios mexicanos que planean invertir en Tecnología de Información para identificar la existencia de beneficios reales, tangibles e intangibles al final de la inversión, y cuál es el tiempo que transcurrirá para percibir estos beneficios. En suma, el estudio aspira a sustentar la toma de decisiones ejecutivas sobre inversiones en Tecnología de Información apoyándose en un modelo que analiza el valor de negocios que se genera.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

I.7 Metodología Aplicada

La modelación de ecuaciones estructurales (SEM, por sus siglas en inglés Structural Equations Modeling) es una metodología estadística. Ha empezado a ser ampliamente utilizada en los años recientes por biólogos, economistas, médicos, psicólogos y múltiples profesionales e investigadores más. La están aplicando en investigaciones sobre educación, mercados, medicina, economía, comportamiento humano y otros campos del saber humano. Una razón para su uso es porque SEM le proporciona a los investigadores un método comprensivo para la cuantificación y prueba de sus teorías (Raykov y Marcoulides, 2000)

A esta metodología, dentro de la literatura especializada también se le conoce con los nombres de Análisis Causal Lineal, Análisis de Trayectorias, Análisis de Dependencias, Análisis de la estructura de la covarianza, Análisis de variables latentes, y otros nombres más.

Cualquier modelo que utilice la técnica SEM posee dos características:

1) Efectúa la estimación de relaciones de dependencias múltiples y cruzadas;

2) Posee la ***capacidad de representar conceptos no observados o hipotéticos*** en esas relaciones, y toma en cuenta el error de medida en el proceso de estimación (Hair *et. al.*, 1999) (Raykov y Marcoulides, 2000)

SEM aplica un enfoque de prueba de hipótesis para el análisis multivariante de una *teoría estructural* que se ha definido para explicar algún fenómeno. Comúnmente, esta *teoría* representa los procesos causales que generan las observaciones de múltiples variables (Bentler, 1988)

SEM examina de manera simultánea una serie de relaciones de dependencia. Para la presente investigación esto es fundamental debido a que diferentes variables dependientes se convierten, a su vez, en variables independientes en diferentes relaciones de dependencia que se plantean para evaluar las inversiones en Tecnología de Información. Cada concepto de inversión sirve como variable medible para apoyar el estudio de otros conceptos abstractos a través de la validación de constructos hipotéticos.

El concepto de modelación de ecuaciones estructurales involucra cuatro aspectos fundamentales:

a) Los procesos causales en estudio están representados por una serie de ecuaciones estructurales,
b) Las relaciones estructurales pueden ser modeladas gráficamente para tener una clara conceptualización de la teoría bajo estudio.
c) Proporciona un método directo para tratar con múltiples relaciones de forma simultánea, a la vez que proporciona eficacia estadística.
d) Posee la capacidad para evaluar las relaciones de forma exhaustiva y proporciona una transición desde el análisis exploratorio al análisis confirmatorio.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

El modelo hipotético puede, entonces, ser probado estadísticamente por medio de un análisis simultáneo de todo el sistema de variables y determinar si es consistente con los datos recogidos. Si la bondad del ajuste entre el modelo y los datos observados es adecuada, el modelo sirve de argumento para la plausibilidad de las relaciones postuladas entre las variables; si es inadecuada, la postulación de tales relaciones es rechazada.

Las consideraciones que se tomaron en cuenta para utilizar esta metodología como herramienta para el análisis del valor de negocios obtenido en las empresas mexicanas por sus inversiones realizadas en tecnología de información, fueron:

i. La técnica SEM utiliza más un enfoque confirmatorio que exploratorio para el análisis de los datos. Debido a que nuestro estudio define un modelo a priori de relaciones entre diferentes conceptos, SEM permite realizar diversas inferencias estadísticas.

ii. Otras técnicas multivariantes, como el análisis factorial exploratorio, son esencialmente descriptivas por naturaleza y la prueba de hipótesis se hace difícil.

iii. En los análisis de regresión tradicional se ignora el error de medición potencial en todas las variables independientes (explicatorias) incluidas en el modelo. Como resultado de esto, las estimaciones de la regresión pueden ser erróneas y potencialmente conducir a conclusiones incorrectas.

iv. Mientras que otras técnicas multivariantes tradicionales son incapaces tanto de calcular como de corregir los errores de medición, SEM proporciona estimaciones explícitas de dichos parámetros al incorporar un término explícito de error para cada medida falible.

v. Además, mientras que los análisis de datos, que utilizan métodos formales, se basan solamente en las medidas observadas de variables definidas, la modelación de ecuaciones estructurales utiliza en sus análisis dos tipos fundamentales de variables: las observadas y las no observadas o latentes[14]. Esto permite probar una amplia variedad de hipótesis.

vi. Los modelos SEM permiten la estimación simultánea de múltiples interrelaciones de dependencia asociadas.

vii. Los modelos SEM proporcionan la capacidad de incorporar directamente el error de medición de las variables observadas (tanto dependientes como independientes) en el proceso de estimación del modelo.

Los modelos SEM también permiten estudiar los ***efectos directos e indirectos*** de las diferentes variables incorporadas en el modelo (Algunos investigadores prefieren utilizar el término ***influencia*** en lugar de efecto (Schumacker y Lomax, 1996))

Los ***efectos directos,*** son aquellos que inciden de una variable a otra variable de forma directa.

[14] Los términos variables observadas, variables manifiestas y variables medidas, son sinónimos y representan variables asociadas a ciertos atributos definidos del fenómeno que se está estudiando. Los términos variable latente, variable no observada o variable no medida, también son sinónimos que se utilizan en esta investigación para definir un constructo hipotético o factor.

Los ***efectos indirectos***, son aquellos que se dan entre dos variables por medio de una, o varias, variables intermedias. La combinación tanto de los efectos directos como indirectos, forman el ***efecto total*** de la variable *valor de negocios de la TI* sobre las variables dependientes.

De esta manera, si a un *efecto indirecto* no se le otorga la debida atención, la relación entre dos variables de interés no estaría completamente definida. En el punto VI.3 se da una explicación más amplia de estos conceptos, la forma de cómo influyen en un modelo SEM y el método para calcularlos.

De las siete consideraciones planteadas se explicará en mayor detalle la primera por las implicaciones que tiene con el trabajo desarrollado:

La técnica SEM es vista como confirmatoria por el hecho de que se define un modelo a priori al principio del análisis, y se intenta determinar qué tanto es soportada por los datos recabados.

A menudo sucede que los datos llegan a ser inconsistentes con el modelo; las alternativas son, entonces, o desechar el modelo o modificar las hipótesis propuestas.

Por lo general, se opta por la segunda opción, lo que se traduce en una especie de exploración de modelos revisados y probados con los mismos datos.

El término "*exploratorio*" se llega asociar con técnicas de regresión múltiple o análisis factorial exploratorio. No obstante, estas técnicas también pueden ser utilizadas para probar hipótesis establecidas a priori. Jöreskog (1993) hizo la distinción de los términos "*confirmatorio*" y "*exploratorio*" al establecer lo siguiente:

1).- Estrictamente confirmatorio

2).- Modelos alternativos

3).- Aplicaciones de generación de modelos SEM

El primero sucede cuando los investigadores tienen un único modelo que es aceptado o rechazado tomado como base su correspondencia con los datos.

El segundo contexto puede ser más frecuente que el primero, pero se restringe principalmente a situaciones donde se tienen varios modelos a priori disponibles.

El último es el más común y ocurre cuando un modelo inicial no se ajusta a los datos y es modificado múltiples veces. El modelo alterado es probado con los mismos datos. La meta de este proceso recursivo es más el "*descubrir*" un modelo que cuente con estas dos propiedades:

- Que tenga sentido teórico
- Que su correspondiente análisis estadístico con los datos sea razonable (Kline, 1998)

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

Las características enunciadas permiten que la técnica SEM sea la más apropiada para realizar el análisis de los datos que se obtienen en investigaciones no experimentales (Byrne, 1994) relacionándolo con un modelo de análisis confirmatorio tal y como se propone en esta investigación.

La recopilación de los datos se realizó a través de un cuestionario cuyo sustento proviene de los estudios realizados por Singh (1999) y que fue adaptado para las empresas mexicanas. Con el apoyo de la empresa IBM de México[15], dicho cuestionario, se le hizo llegar a los Directores Generales y Gerentes de Sistemas de, aproximadamente, 3,000 empresas ubicadas en diversas ciudades de la República Mexicana.

No obstante el esfuerzo realizado para la difusión del cuestionario, la respuesta fue prácticamente nula. Con excepción de 35 empresas, las demás argumentaron que los datos solicitados *"son confidenciales"* y que no podían ser revelados. Inclusive, parte de los cuestionarios contestados tuvieron que ser desechados por la pobreza y deficiencia en las respuestas. Lo anterior representa un problema para la realización de futuras investigaciones en este campo, las empresas mexicanas no colaboran de forma comprometida para la realización de estudios más profundos y de mejor calidad.

Como complemento de la metodología, se utilizó un paquete computacional llamado EQS (EQuationS) Versión 5.7 desarrollado por el Dr. Peter Bentler, del Departamento de Sicología de la Universidad de California, E. U. A. (Bentler, 1995) para la evaluación del modelo propuesto y los datos recopilados[16].

[15] Se contó con la colaboración del Ing. Héctor Claudio Rubio Sandoval, i-Series Brand Manager y del Ing. Roberto Téllez Chávez i-Series Management, de IBM de México, S. A. Fecha del acuerdo 1 de Abril de 2003.

[16] Esta metodología fue introducida en el ITESM-CCM por el Dr. Miguel Carrillo en el año 2000, quien ha desarrollado diversos trabajos de investigación tanto en México como en la Universidad de Concordia, Canadá, aplicando la metodología de ecuaciones estructurales y evaluando los resultados con EQS.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

I.8 Contexto de la Investigación

La investigación de campo se enfocó en un número determinado de empresas mexicanas ubicadas principalmente en el Distrito Federal, y otras en diferentes ciudades del interior de la República Mexicana, como: Guadalajara, Monterrey, León, Celaya y Querétaro. No se especifica un sector productivo determinado. Las empresas estudiadas pertenecen a los sectores de servicios, manufactura, transporte y producción masiva; son de diferentes tamaños atendiendo la cantidad de personal que labora en las mismas y en el volumen de inversión económica en planta. La característica principal que los distingue y unifica en un grupo homogéneo de análisis es que todas utilizan una misma plataforma tecnológica de equipos de procesamiento de datos. Esto significa que la Tecnología de Información que apoya sus procesos comerciales, de negocios y de operaciones está prácticamente estandarizada en un 80%.

La plataforma tecnológica definida como parte del grupo focal de estudio está compuesta por los diferentes modelos de equipos AS/400 e i-Series de IBM™, debido a que son dos los objetivos importantes en estudio: el análisis de los beneficios que hayan experimentado diferentes empresas, y la correlación de estos beneficios con las inversiones realizadas en la adquisición de una plataforma similar de Tecnología de Información. Lo anterior en contraposición a los estudios realizados por Peter Weill (1992), quien investigó a empresas similares pertenecientes a la industria de las válvulas que utilizaban diferentes tecnologías de información[17].

La originalidad de este estudio reside principalmente en el análisis de los beneficios intangibles que han obtenido múltiples empresas mexicanas pertenecientes a diferentes sectores industriales, contrastados con sus inversiones en Tecnología de Información para las que se ha mantenido fija la variable[18] de plataforma tecnológica, convirtiéndola en una constante proporcional empresarial.

Finalmente, toda investigación empírica que maneje variables causales está sujeta a interpretaciones estadísticas, y sus resultados pueden sustentarse en argumentos lógicos que apoyen un criterio particular de causalidad. El modelo propuesto continúa la línea de investigación desarrollada por Singh (1999) y busca encontrar el "modelo real" que analice efectivamente el *valor de negocios de la TI.*

Coincido plenamente con Lucas (2000, página 57) cuando afirma que: "*En una compañía, las inversiones y el desempeño tienen lugar cada año. Desenmarañar la relación que existe entre ellos, aún cuando sea con poderosas técnicas estadísticas, no puede probar la existencia de una relación causal*".

---

[17] Este estudio fue su disertación doctoral y se enfocó en tres clases de variables: Inversiones en diferentes tipos de tecnología de información; Medidas de desempeño organizacional; y eficacia de las inversiones en TI para convertirse en aplicaciones productivas.

[18] Aunque pudiera parecer un contrasentido esta frase ya que no se puede concebir que una variable esté fija, porque entonces se convierte en una constante. Al declarar que se "*ha mantenido fija la variable de plataforma tecnológica*", se intenta expresar que son diferentes modelos de equipo, pero que pertenecen a una sola marca comercial con variantes en sus configuraciones y que todas forman parte de una misma familia tecnológica.

Las evidencias estadísticas que arroja esta investigación apuntan a que la Tecnología de Información ***sí*** ha contribuido al mejoramiento de las empresas que han invertido en ella. Y corrobora resultados previos, tal como lo concluye Lucas (2000, página 11): *"Dos puntos clave son que no se debe esperar que todas las inversiones en tecnología de información muestren un rendimiento mensurable, y las inversiones pueden tener valor para una organización aún sin un rendimiento financiero demostrable"*

Es necesario prevenir que resulta sumamente difícil recabar un volumen significativo de datos en nuestro País para soportar mejor las conclusiones estadísticas contenidas en este trabajo.

Al estar analizando las respuestas de los cuestionarios se encontró que casi ninguna empresa lleva un seguimiento preciso de sus inversiones, costos y gastos en TI. Es mas, la mitad de los cuestionarios tuvieron que ser desechados debido a la pobreza en las respuestas, sobre todo en lo concerniente a determinar el monto de las inversiones realizadas en los últimos cuatro años.

Francis Fukuyama[19], estableció que la sociedad y sus relaciones internas, están sustentadas en la *confianza*. No obstante, en México, las empresas cuidan el aspecto de revelar sus datos a otras instancias fuera de su ámbito de interés. Argumentan que "*son datos confidenciales*" cuando se les solicita información acerca de las inversiones que han realizado en Tecnología de Información. Aunque personalmente considero que es más un reflejo de la falta de previsión para sistematizar sus datos históricos.

Es necesario revertir el aspecto de la informalidad y la falta de confianza para que las futuras investigaciones en este ámbito se vean enriquecidas con datos de mejor calidad.

[19] Francis Fukuyama Ph. D. (Octubre 27, 1952) Profesor de Política Pública en el Institute of Public Policy de la George Mason University; y Director del Institute's International Transaction Program.

II El ámbito de la Tecnología de Información

II.1 Definición de Tecnología de Información y sus componentes

> *"Tecnología es otra palabra para decir «herramienta». Hubo una época en que los clavos eran alta tecnología"*[20]

El concepto Tecnología de Información está compuesto de dos palabras claves: *Tecnología* e *Información*. Tecnología es el conjunto de los conocimientos propios de un oficio o arte industrial[21] o también, literalmente, es el estudio de las técnicas. Bajo estas definiciones, entonces empresas como IBM, HP, e Intel utilizan técnicas más que tecnología. El término se utiliza de forma extensiva en la literatura administrativa para describir los "procesos de producción" o la maquinaria con que cuenta una organización para la transformación de su materia prima en productos terminados. En años recientes y con la incorporación de las computadoras, la palabra tecnología se utiliza más en conceptos de estrategias de negocios.

Atendiendo las aportaciones de diversos investigadores, se puede considerar que la *tecnología*: "*Es un proceso mediante el cual a través de una fase explícita o implícita de investigación y desarrollo (la aplicación de un conocimiento científico) permite la producción de bienes y servicios*" (Dussauge, *et. al.*, 1992)

Por otro lado, la *Información* es la acción y efecto de informar o informarse[22]. También, cuando se interpreta esta palabra en el marco de la computación, adquiere una connotación más amplia y se describe como el resultado del procesamiento automatizado de los datos. Wilson (1993) establece que Información = (hechos + interpretación) + significado. Ambas palabras, unidas bajo el concepto de *Tecnología de Información*, implican tanto técnicas como procesos computarizados aplicados a datos para generar información.

La Tecnología de Información (TI) definida en términos de capital y de acuerdo con el BEA (U. S. Bureau of Economic Analysis), el cual ha establecido una categoría llamada OCAM (Office, Computing and Accounting Machinery), establece de forma somera que es aquella que está compuesta principalmente de computadoras.

Algunos investigadores se enfocan específicamente al capital de computadoras, mientras que otros consideran la amplia categoría de la BEA, llamada IPE (Information Processing Equipment) que incluye: equipos, instrumentos científicos y de ingeniería, fotocopiadoras y equipos relacionados; también se incluyen el software y los servicios afines y complementarios. En recientes estudios, a menudo se examina la productividad del personal staff de los sistemas de información o de los trabajadores que utilizan las computadoras (Brynjolfsson y Yang, 1996).

---

[20] Tom Clancy. Escritor estadounidense.
[21] De acuerdo con el Diccionario de la Lengua Española, de la Real Academia Española, 1992.
[22] Ibidem, página 822.

Diversos autores establecen similitudes entre los conceptos Sistemas de Información (SI) y Tecnología de Información (TI), indicando que son sinónimos (Turban *et al.* 1999). La Tecnología de Información se refiere a la parte tecnológica de los Sistemas de Información, la cual incluye al hardware, al software, a las redes y a otros dispositivos. Bajo esta definición, se puede conceptualizar a la Tecnología de Información como un subsistema de los Sistemas de Información.

En su sentido más amplio un Sistema de Información (SI) es aquel que recolecta datos, los procesa, los almacena, los analiza y difunde la información generada para un propósito específico. Como cualquier otro sistema, los SI tienen *entradas* (datos e instrucciones), *salidas* (reportes y consultas), *procesos* (conversión de los datos en información), y mecanismos de *retroalimentación* (verificación).

Cuando se utiliza la tecnología de computadoras para soportar los componentes anteriores se está hablando entonces de Sistemas de Información Basados en Computadoras (SIBC).

Ahora bien, la tecnología está ligada con la gente que la opera. Tanto los SI como la TI requiere de gente y de procedimientos para manejar todos sus componentes. Entonces tanto la TI como los SI poseen en esencia los mismos componentes y se puede hablar indistintamente de estos conceptos para referirse a lo mismo.

Antiguamente, sí existía una clara diferencia entre un sistema de información y un sistema de información basado en computadoras. El primero podía operar sin que se utilizaran necesariamente computadoras. El segundo, solo se definía así para remarcar que todo el flujo de información dentro del sistema, estaba automatizado. Se tenían cuatro formas de implementar los sistemas de información: Manual, mecánico, electro-mecánico y electrónico.

En este trabajo de investigación se utilizó preponderantemente el concepto de TI para remarcar la influencia que tiene en la población estudiada la tecnología de computación, representada por los equipos AS/400 e iSeries, pertenecientes a una misma empresa proveedora, IBM. De acuerdo con diversas pláticas tenidas con directores, gerentes y ejecutivos de sistemas[23], una de las plataformas tecnológicas que más han utilizado en los últimos doce años ha sido precisamente el AS/400.

[23] Se aprovechó la circunstancia de que fui Presidente de la Asociación Mexicana de usuarios de Sistemas Interactivos de Cómputo, A. C. durante el periodo 2000-2003. Esta Asociación agrupa a más de 70 empresas nacionales cuya característica común es que utilizan la misma plataforma tecnológica compuesta por diferentes modelos de equipo AS/400 de IBM.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

II.1.1 Diferentes tecnologías según los componentes

a) La Tecnología de Información comprende todos los dispositivos que utilizan la electrónica para capturar, comunicar, procesar, desplegar y almacenar información. Aparte de las computadoras, la tecnología de Información incluye elementos como: cámaras digitales, máquinas de fax, tarjetas inteligentes, CD-ROM's y otras tecnologías relacionadas (Laudon *et al.* 1997).

b) Más específicamente, la Tecnología de Información posee cinco componentes fundamentales: software, hardware, bases de datos, sistemas de comunicaciones, redes y gente. Además, incorpora dispositivos como: sistemas de correo de voz (*voice mail*), los aparatos de fax, los asistentes personales digitales como la Palm Pilot o las hand held, y los dispositivos electrónicos similares que soportan la computación, el almacenamiento y la comunicación de datos.

De estos planteamientos se han deducido las cinco agrupaciones genéricas para el primer nivel del modelo de medición:

i.- *Hardware* (H). Que está conformado por todos los dispositivos físicos.

ii.- *Software* (S). Conformado por todos los programas, sistemas operativos, paquetes comerciales y lenguajes de programación.

iii.- *Humanware* (P). Es todo el personal que tiene a su cargo la manipulación, uso, operación, programación y explotación de los recursos informáticos.

iv.- *Netware* (T). Definido por todos los elementos y medios de comunicación y transferencia de datos, voz, imágenes, sonidos y textos.

v.- *Supportware* (ST). Que involucra el mantenimiento y actualización de toda la estructura tecnológica.

Algunos investigadores han realizado estudios considerando esta misma clasificación. Laudon y Laudon (2004) cuando hacen referencia a que los modelos financieros requieren que todos los costos y gastos sean conocidos y expresados en términos de dinero, y que en el mundo real esto es raramente observado en las inversiones en tecnología de información, establecen como centros de costos al hardware, al software, a las telecomunicaciones, a los servicios técnicos y al personal. Siendo las mismas agrupaciones aplicadas en esta tesis.

Otras aportaciones en las que se utilizan clasificaciones similares se pueden encontrar en los trabajos de Peter Weill y Marianne Broadbent (1999); Niederman, Baucheau y Whetherbe, 1991; Broadbent, *et. al.*, 1995; Brancheau, Janz y Wetherbe, 1996; Davenport y Linder, 1994.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

II.1.2 Principales componentes de la Tecnología de Información

II.1.2.a.- Actualmente, los principales componentes en software de acuerdo con el tipo de soporte y funciones que proporcionan a las empresas son:

- Sistemas de automatización de oficina (OAS, por sus siglas en inglés Office Automation Systems)
- Sistemas de Administración de la Cadena de Suministros (SCM, por sus siglas en inglés Supply Chain Management)
- Sistemas de Administración de las Relaciones Empresariales (ERM, por sus siglas en inglés Enterprise Relationship Management)
- Sistemas de Administración del Conocimiento (KM, por sus siglas en inglés Knowledge Management)
- Sistemas de Administración de las Relaciones con los Clientes (CRM, por sus siglas en inglés Customer Relationship Management)
- Sistemas de Planeación de Recursos Empresariales (ERP, por sus siglas en inglés Enterprise Resources Planning)
- Sistemas de soporte a las decisiones (DSS por sus siglas en inglés Decision Support Systems)
- Sistemas de Información Ejecutiva (EIS por sus siglas en inglés Executive Information Systems)
- Sistemas de Información Administrativa (MIS, por sus siglas en inglés Management Information Systems)
- Diseño Asistido por Computadora/Manufactura Asistida por Computadora (CAD/CAM por sus siglas en inglés Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing)
- Sistemas de procesamiento de transacciones (TPS, por sus siglas en inglés Transaction Processing Systems)
- Sistemas de soporte a grupos (GSS, por sus siglas en inglés Group Support Systems)
- Sistemas Inteligentes o Sistemas expertos (ES, por sus siglas en inglés Expert Systems)
- Sistemas de información estratégica (SIS, por sus siglas en inglés Strategic Information Systems)
- Sistemas Legacy

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

II.1.2.b.- Los principales componentes en hardware son:

Para los equipos AS/400, los principales modelos que poseen las empresas son: 9406-720, 620, 9406-820, 9406-270, F02, F35. Los iSeries modelos 800, 810 se utilizan principalmente en las pequeñas y medianas empresas; los modelos 825, 870 y 890 son más utilizados en las medianas y grandes empresas.

Con variantes en memoria principal de 1,024 Mb a 512 Gb., y capacidades en disco duro de2 Gb hasta 7.3 Tb. Las versiones de los sistemas operativos son casi homogéneas encontrándose la V5.R1 y V5.R2.M0. En los modelos más antiguos aún contienen la versión de sistema operativo V3.R2.M0.

Invertir en el futuro puede ser difícil si no se toman en cuenta todos los detalles de información que una buena decisión implica. El 28 de diciembre de 2001, IBM retiró de su comercialización los equipos AS/400, modelos 7xx; y sus crecimientos fueron descontinuados el 8 de Octubre de 2003[24].

En este punto es pertinente definir algunas características que poseen los equipos as/400 e iSeries de IBM, las cuales han hecho que los empresarios se inclinen por su adquisición y utilización en sus procesos operativos, productivos y administrativos, por encima de cualquier otro equipo y marca comercial existente en el mercado:

a.- **Confiabilidad y disponibilidad**.- En el mes de Octubre de 1998, Gartner Group publicó un estudio titulado "*Platform Availability Data: Can you spare a minute*?". En este estudio se analizo la disponibilidad del AS/400 contra Windows NT y contra Servidores UNIX. Los resultados indicaron que el AS/400 tuvo un promedio anual de 5.2 horas de caída de sistema no planeado o un promedio de disponibilidad del 99.94%. Los servidores UNIX tuvieron un promedio anual de 18.9 horas de caída de sistema no planeado, o un promedio de disponibilidad del 99.73%. Y Windows NT tuvo un promedio anual de 224.5 horas de caída de sistema no planeado o un promedio de disponibilidad del 97.44%[25].

Durante el periodo de Enero del1999 a Mayo de 2001, la empresa SecurityFocus Inc., estudió la vulnerabilidad de diferentes sistemas operativos contra ataques de virus informáticos. Los resultados indicaron que Windows NT/2000 registró 221 puntos vulnerables; Solaris, 67; y el OS/400, ninguno[26].

b.- **Escalabilidad**.- Los equipos iSeries tienen modelos que utilizan desde 1 hasta 32 procesadores. El sistema más pequeño es una PC Server, cuya capacidad de memoria es de los 256 Megabytes; y el sistema más grande soporta 256 Gigabytes. Toda esta gama de modelos, sin importar su tamaño corren el mismo sistema operativo.

c.- **Integración**.- Los equipos iSeries traen incorporada una base de datos relacional integrada (DB2 UDB, o Data Base 2 Universal Data Base) en su microcódigo; traen un modelo de seguridad integrado; un directorio integrado; funciones de respaldo y

[24] Fuente: Revista "*La nueva generación iSeries... simplicidad en un mundo a demanda*". Código de marketing: MX3AGD04, publicado por IBM de México, 02-2003.
[25] Fuente: http://www.aiche-norcal.org/AIXtip/download/gartner_availability.pdf
[26] Fuente: http://www.securityfocus.com

recuperación; funciones de administración del sistema integrado; soporte para el particionamiento lógico y una GUI (Graphical User Interface) integrada. En un servidor Windows NT/2000 la Base de Datos, la Administración del Sistema y el Directorio son tres sistemas de software que se adquieren por separado y no cuenta con el particionamiento lógico.

Para dar una idea de las dimensiones y capacidades de los equipos anteriores, se hará mención de sus capacidades físicas principales y configuraciones más comunes.

Los modelos iSeries 800 y 810 son equipos de cómputo que tienen como características principales de operación su sencillez, seguridad y disponibilidad. Además de que tiene posibilidades de crecer de acuerdo con las demandas de negocios electrónicos de las empresas.

Estos equipos pueden dar soporte simultáneamente a OS/400, Linux, Windows 2000, Windows NT, Lotus Domino y aplicaciones portadas de UNIX. También son compatibles con entornos de aplicación y lenguajes como WebSphere y Java. Sirve también para los procesos de transacciones en línea (OLTP) 5250 convertidas mediante WebFacing sin utilizar capacidad interactiva (CPW de 5250).

Como nota aclaratoria. Para realizar comparaciones de rendimiento entre los diferentes modelos comerciales existentes en AS/400 e iSeries, IBM utiliza una medida de rendimiento relativo a la cual le llama CPW (Commercial Processing Workload). Esta medida CPW, es representativa de las aplicaciones comerciales, principalmente de aquellas que tienen un uso intensivo de procesamiento de base de datos en conjunto con los procesos diarios y el control de compromiso. El valor se basa en las configuraciones máximas y puede ser utilizado para realizar comparaciones relativas entre varios procesadores[27].

Los modelos tradicionales de AS/400 (aquellos que no son servidores) poseen un único valor de CPW, el cual representa la máxima carga de trabajo que puede manejar el modelo al que haga referencia esta medida. Dicho valor de CPW es aplicable a una carga interactiva, a una carga cliente-servidor, o a una combinación de ambos.

Los nuevos equipos utilizan dos valores de CPW. El valor más grande representa la máxima carga de trabajo que el modelo podría soportar si dicha carga de trabajo fuera completamente del tipo cliente-servidor (esto es, sin componentes interactivos). Este valor de CPW se aplica al procesador del sistema. El valor más pequeño de CPW representa la máxima carga de trabajo que el modelo podría soportar si la carga de trabajo fuera completamente interactiva. Para los modelo 7xx este es el valor de CPW que se aplica al procesador del sistema.

Los dos valores de CPW no son aditivos. El procesamiento interactivo reducirá la capacidad del procesador para trabajos cliente-servidor. Cuando se está utilizando el 100% del CPW en procesos cliente-servidor, entonces no hay capacidad disponible del CPU para cargas de trabajo interactivas. Cuando se está utilizando el 100% de la capacidad

[27] Fuente: http://publib.boulder.ibm.com/pubs/html/as400/online/chgfrm.htm

interactiva, entonces no hay disponibilidad del CPU para cargas de trabajo cliente-servidor. En la siguiente tabla se hace mención de los valores CPW para los diferentes modelos de equipos.

Estos equipos son compatibles con soluciones de negocios electrónicos nuevas y abiertas basadas en Hypertext Markup Language (HTML), Extensible Markup Language (XML), y los servicios Web. Los servidores iSeries incluyen el IBM http Server (potencializado mediante Apache) compatible con Java y Domino que proporciona flexibilidad cuando se intentan elegir aplicaciones para negocios electrónicos.

La posibilidad de las particiones lógicas dinámicas (LPAR) permite reasignar, de forma simultánea, recursos físicos entre varios entornos de aplicación. Esto significa que se pueden consolidar dos o más AS/400 dentro de un solo equipo iSeries, que se traduce en reducción de costos de operación y administración. Lo anterior le da mayor valor agregado a las empresas cundo cambian los entornos tecnológicos. Los modelos más recientes soportan hasta diez particiones lógicas en un solo procesador.

Para la consolidación local de servidores y almacenamiento de Intel con la gestión centralizada de servidores iSeries e IBM xSeries, los equipos iSeries tienen dos opciones: la instalación del servidor xSeries integrado en el propio iSeries, o conectar servidores xSeries externos directamente al iSeries mediante adaptadores xSeries integrados. Ambas opciones permiten que los servidores Windows compartan de forma centralizada las unidades de disco, cinta, DVD y los recursos de gestión de sistemas del iSeries. Esto da como resultado una integración completa que permite la gestión del OS/400 para hacer funcionar toda la implementación como una sola infraestructura con la menor complejidad posible.

En las implementaciones convencionales de servidores Windows, cada servidor dispone de unidades de disco dedicadas y un administrador de red es quien debe gestionar la capacidad de cada uno de ellos de forma independiente. Por el contrario, en los equipos iSeries, todos los discos pueden gestionarse como una sola agrupación de almacenamiento protegido mediante una batería redundante de discos independientes (RAID-5), lo cual simplifica la administración de los datos y mejora la utilización del almacenamiento.

La arquitectura integrada de los equipos iSeries permite gestionar la infraestructura de IT de forma centralizada. Integra los elementos necesarios para el desarrollo de aplicaciones de negocios, con herramientas para la gestión de la base de datos, del almacenamiento y de la programación.

Su arquitectura de gestión del almacenamiento optimiza la memoria principal, la antememoria y el almacenamiento en disco para lograr un rendimiento equilibrado de las aplicaciones. Las operaciones de almacenamiento como el aumento en la capacidad de almacenamiento, la distribución de los datos para mejorar el rendimiento, el equilibrio de la carga y la gestión experta de la antememoria forman parte de estas capacidades de gestión.

Otras ventajas que otorga esta estructura integrada de los iSeries son sus conexiones de E/S que alcanzan tasas de transferencia de datos de hasta 1 Gbps entre servidores. Son conocidas como enlaces de alta velocidad HSL (High Speed Link, por sus siglas en inglés)

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

que son más rápidas que las conexiones Ethernet estándar entre máquinas autónomas; con adaptadores PCI que utilizan interfaces estándares de la industria SCSI. A diferencia de los sistemas de red locales (LAN) descentralizadas, todo el tráfico de la red pasa por el servidor iSeries. Esto reduce los puntos potenciales de error y los posibles riesgos para la seguridad.

Los iSeries son compatibles con las redes de almacenamiento central (SAN, por sus siglas en inglés, Storage Area Network) Esto apoya a los administradores para gestionar de forma centralizada los recursos de almacenamiento y para compartirlos entre los distintos entornos de aplicación. El OS/400 utiliza herramientas de gestión gráficas intuitivas para la administración de los recursos del equipo. Las empresas pueden automatizar la gestión del almacenamiento para cargas de trabajo heterogéneas en un solo servidor.

Todos los iSeries integran la base de datos de IBM, la DB2 Universal Database (UDB) El sistema operativo OS/400, versión 5, Release 2 (V5R2) de estos servidores es compatible con un extenso conjunto de estándares abiertos, como el lenguaje de consultas estructurado SQL, lo que brinda flexibilidad y portabilidad del código. El OS/400, V5R2, amplía las particiones de datos mediante IASP (Independent Auxiliary Storage Pool) que le permiten a las empresas realizar operaciones de mantenimiento programadas e intercambiar objetos de la base de datos con otros sistemas de forma transparente al usuario.

Herramientas como WebFacing apoyan a los usuarios y a los proveedores independientes de software (SV, por sus siglas en inglés, Software Vendors) para que modernicen las aplicaciones 5250 que se despliegan en pantallas de *texto verdes*, y dispongan de una interfaz orientada a la Web.

Los procesadores POWER4 de 64 bits que tienen los modelos i825, i870 e i890 son los que proporcionan el rendimiento de estos equipos, equiparable a un mainframe y pertenecen a la octava generación de microprocesadores. Utilizan la tecnología SOI (Silicon-On-Insulator, por sus siglas en inglés, Silicio sobre Aislante) que incrementa la velocidad del procesador y genera menos calor que los chips de cobre, además posee conmutación de memoria a una velocidad mayor a 36 Gb por segundo. Este procesador de 32 vías incorpora 174 millones de transistores en un mismo chip. El diseño del POWER4 recibió el premio MicroDesign Resources, como mejor procesador para estaciones de trabajo y servidores[28].

Los equipos iSeries vienen a apoyar la iniciativa tecnológica que está a favor de que los sistemas sean autónomos. Es decir, busca crear un marco para el desarrollo de sistemas gestionados automáticamente, capaces de responder a los cambios sin que sea necesaria la intervención humana o que ésta sea la mínima posible. Su objetivo es alcanzar cotas más altas de confiabilidad en el uso para reducir el tiempo de inactividad y el costo de la propiedad.

Con el OS/400, V5R2, los equipos iSeries pueden automatizar una variedad de tareas de gestión, simplificándolas para que sean ejecutadas con una pulsada del botón del ratón, o utilizando un dispositivo inalámbrico. Utiliza la interfaz gráfica iSeries Navigator para

[28] Fuente: "*Value Proposition for e-infrastructures: Cost/Benefit Case for IBM e-server*". International Technology Group (Mayo de 2002). ibm.com/servers/solutions/serverconsolidation/pdf/itg.pdf

gestionar servidores iSeries y Windows. Los administradores de los equipos pueden parar y poner en marcha diversos servidores, registrar usuarios de OS/400 en un dominio de Windows y llevar a cabo tareas de gestión del almacenamiento como, añadir discos virtuales nuevos a un servidor Windows.

El iSeries Navigator para Wireless apoya a los administradores para conocer el estado de un servidor, iniciar o parar servidores y ejecutar mandatos de Windows en servidores xSeries integrados por medio de teléfonos móviles capaces de acceder a la Web, o de asistentes personales digitales (PDA, por sus siglas en inglés, Personal Digital Assistant) o a través de un navegador Web. Simplifica la administración y configuración de diferentes tareas como la seguridad, el particionamiento lógico (LPAR), los servicios de TCP/IP, el monitoreo de aplicaciones, la supervisión del almacenamiento virtual, la administración de discos RAID-5 y sus respaldos, y otras funciones más.

Los puntos fuertes de estos equipos desde el punto de vista de las empresas que las utilizan son los siguientes[29]:

- Los modelos 800 y 810 de iSeries ofrecen a las pequeñas y mediana empresas una solución sencilla y accesible con una configuración tecnológica pequeña pero capaz de crecer para satisfacer nuevas demandas de los negocios electrónicos o e-business.
- Estos modelos son ideales para las empresas que buscan la flexibilidad de varios entornos operativos sin la complejidad de administrar una *granja de servidores*[30], permitiéndole reducir el costo total de propiedad y concentrarse en su negocio y no en la tecnología.
- Las características de administración y mantenimiento automático ayudan a controlar la administración del sistema y los costos de mantenimiento.
- La sencilla integración con Windows reduce la complejidad y los costos de operación.
- Dispone de herramientas de bajo costo para modernizar las aplicaciones existentes y llevarlas a la Web.

Estos equipos tienen un precio inicial[31] desde $11,794.00 dólares americanos, para una configuración básica del modelo 800 y puede variar de acuerdo a la configuración requerida por la empresa que lo adquiera.

[29] Nota técnica publicada en el folleto con código de marketing MX3AGD04 por IBM de México (Febrero de 2003)
[30] El concepto ***granja de servidores*** se ha empezado a popularizar y se refiere a la cantidad de servidores PC que empiezan a proliferar dentro de una empresa y cuya administración resulta compleja y costosa. IBM propone su solución para la consolidación de servidores tipo Windows NT/2000 en un solo servidor iSeries.
[31] Cotizado en Febrero de 2003

La siguiente tabla[32] resume las características físicas más relevantes de los equipos iSeries.

Tabla 1. Capacidades técnicas de los equipos iSeries

Modelo	800	800	800	810	810	810
Características generales						
Servidor	0863	0864	0865	0866	0867	0869
Procesador	2463	2463	2464	2466	2467	2469
Edición/Paquete	Valor	Estándar	Avanzado	Estándar/ Empresarial	Estándar/ Empresarial	Estándar/ Empresarial
	1 vía	1 vía	1 vía	1 vía	1 vía	2 vías
CPW del procesador	300	300	950	1,020	1,470	2,700
CPW de 5250[33]	25	25	50	0 o máx.	0 o máx.	0 o máx.
Almacenamiento principal						
Número de DIMM o tarjetas (mín./máx.)	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	2/16
Capacidad mínima (Mb)	256	512	512	512	512	512
Capacidad máxima (Gb)	8	8	8	16	16	16
Almacenamiento de disco						
Mínimo (Gb)	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5
Máximo (Gb)	4.445	4.445	4.445	13.791	13.791	13.791
Brazos de discos	63	63	63	198	198	198
Unidades de DVD/cintas internas	4	4	4	10	10	10
Unidades cinta/ópticas/CD/DVD externas	15	15	15	18/36	18/36	18/36
Sistema físico						
Puertos HSL/HSL-2 externos	2	2	2	2	2	2
Bucles HSL/HSL-2 externos	1	1	1	1	1	1
Torres de E/S admitidas	1	1	1	4	4	4
Ranuras de tarjetas PCI	21	21	21	63	63	63
Máximo tarjetas PCI adaptadoras E/S	17	17	17	50	50	50
Controladoras twinaxiales	15	15	15	48	48	48
Dispositivos twinaxiales	600	600	600	1,920	1,920	1,920
Líneas de comunicación	62	62	62	194	194	194
Puertos LAN	12	12	12	36	36	36
Admite Linux	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Integración de Windows						
Servidores xSeries integrados	4	4	4	13	13	13
Adaptadores xSeries integrados	3	3	3	7	7	7

[32] Nota técnica publicada en el folleto número ISDSP01004-2 (01/03) CP por IBM de México (2003)

[33] Dependiendo de si el paquete es Estándar o Empresarial. La edición estándar ofrece una configuración base, capaz de añadir características a medida que cambian las necesidades de la empresa. La edición empresarial incluye características como la CPW máxima de 5250, WebSphere Application, Server-Express y la licencia para utilizar herramientas para el desarrollo de soluciones de e-business y de administración de datos.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

Las empresas utilizan PC's de diversas marcas comerciales, las cuales también son operadas como terminales conectadas a los AS/400. La cantidad de PC's que poseen las empresas varía en un rango de 40, 55, 60, 80, 100, 480 hasta 3,500 distribuidas en diferentes ciudades del País. Son de diversas marcas comerciales y sobresalen las PC's-clientes, las Lap-Tops y las estaciones de red. También se consideraron las impresoras.

II.1.2.c.- Las bases de datos más comúnmente utilizadas en las empresas estudiadas son la DB2/400 y la UDB/400 (Universal Data Base 400). Operan los lenguajes de explotación QUERY/400 para que los usuarios realicen consultas y sentencias SQL/400 dentro de programas RPG.

II.1.2.c.- Los sistemas de comunicaciones están conformados por el uso de líneas dedicadas privadas LP's, y RDSI (Redes Digitales de Servicios Integrados). Se utilizan equipos como ruteadores Cisco, Switches 3Com, Conmutadores Nortel, centrales telefónicas Siemens y modems.

II.1.2.d.- Las redes más comúnmente utilizadas son LAN, WAN y Ethernet, utilizando el protocolo de comunicaciones TCP-IP y X.25. Para las redes de hardware se incluyeron los adaptadores, los hubs, los switches, ruteadores y las herramientas para su manejo y operación.

II.1.2.e.- La gente del área de sistemas está distribuida principalmente en tres niveles jerárquicos:

- Director/Gerente
- Líderes de proyectos
- Programadores/Operadores

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

II.1.3 Arquitecturas definidas para la Tecnología de Información

Una arquitectura de TI especifica las herramientas que serán utilizadas y las estructuras y los procesos mediante los cuales los datos y las aplicaciones serán adquiridos o desarrollados y puestos a la disposición de los usuarios (Cash Jr., *et al.*, 1994)

Dentro del estudio de las configuraciones que han establecido las empresas nacionales para su tecnología de información se encontraron tres tipos de arquitecturas:

- Arquitectura centralizada, estableciendo una centralización de los equipos de cómputo, principalmente en las oficinas corporativas y teniendo terminales remotas conectadas vía APPC (Advanced Peer-to-Peer Communications) y APPN (Advanced Point to Point Network).
- Arquitectura no centralizada, definiéndose dos sub-tipos principales: computación descentralizada y computación distribuida.
- Arquitectura cliente-servidor

A continuación se mencionan las características más sobresalientes respecto de estas configuraciones y sus tópicos esenciales. Sobresale el hecho de que en nuestro País la TI ha tenido un gran impacto en la automatización de procesos. El que las empresas hayan empezado a invertir fuertemente en los recientes 30 años se debe a dos aspectos:

En primer lugar, por la flexibilidad que presenta la Tecnología de Información. Por un lado, la capacidad de la tecnología industrial, que no haya sido adquirida para el procesamiento de datos, está limitada por las leyes de la física y se circunscribe a la producción en serie de ciertos productos o servicios definidos. Su abanico de posibilidades está restringido a las características de los equipos y sus dispositivos periféricos. Mientras que, por el lado de las nuevas herramientas de Tecnología de Información, estas se restringen a la habilidad, a la creatividad y a la capacidad mental de quienes las manejan para desarrollar y proyectar nuevas aplicaciones industriales y de negocios. Por consiguiente, en teoría no hay límite alguno.

En segundo lugar está la evolución geométrica de la TI. Las generaciones sucesivas de hardware y software desvaloran las inversiones realizadas previamente en TI. Aún cuando una empresa quisiera estar permanentemente en la vanguardia tecnológica, no podría lograrlo: el costo, el tiempo de aprendizaje y de absorción de los conocimientos necesarios para operar la TI de forma óptima, y la adecuación de los procesos y los datos a la misma son restricciones importantes. No obstante, cuando una empresa invierte fuertes cantidades en TI, lo hace adquiriendo la tecnología más reciente y con mejores capacidades.

Para una mejor comprensión de la arquitectura de la TI, se describen sus elementos principales:

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

DATOS.- Estos incluyen números, cantidades, gráficas, textos, imágenes, videos y sonidos, los cuales son convertidos a un formato digital. También en este aspecto se considera la información impresa que fluye en una organización la cual también se transforma en formato digital, como cartas, facturas, reportes y memorandums.

Algunos dispositivos, como los faxes, convierten la imagen de los documentos en formato digital para transmitirlos a través de la línea telefónica. Posteriormente, otros faxes receptores invierten el proceso para obtener una copia impresa. Similar procedimiento realizan los nuevos equipos de teléfonos celulares cuando toman fotos instantáneas y las transmiten a otros teléfonos celulares.

HARDWARE.- Los sistemas de computadoras se clasifican por su tamaño y velocidad de proceso en cuatro categorías:

- Microcomputadoras.- Para la automatización de oficinas y como estaciones de trabajo
- Minicomputadoras.- Computadoras de rango medio de proceso para procesos transaccionales en línea.
- Mainframes.- Manipulan sistemas robustos y bases de datos corporativas.
- Supercomputadoras.- Para cálculos científicos críticos

De manera independiente a esta clasificación, cualquier sistema de computadoras incluye de uno a varios procesadores centrales y uno o más dispositivos de almacenamiento secundario de entrada/salida. Estos componentes de hardware pueden ser conectados a dispositivos adicionales por medio de una red LAN.

PROCESADORES CENTRALES.- El componente principal de una computadora es el CPU, el cual contiene tres sub-componentes principales:

- La Unidad de Control (CU).- Supervisa los programas y las operaciones internas.
- La Unidad Aritmético-Lógica (ALU).- Realiza cálculos y comparaciones lógicas.
- Memoria de sólo lectura (ROM).- Contiene instrucciones de arranque y mantenimiento de ejecución de la computadora.
- Adicional a estos componentes está la Memoria RAM (Random Access memory), la cual mantiene datos o programas de forma temporal que se están procesando.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

Los procesadores centrales contienen diversos dispositivos de entrada/salida y de almacenamiento secundario, a saber:

- Dispositivos de entrada, como el teclado, el mouse, los joysticks, los guantes digitales y light pens; los cuales capturan e introducen datos a la computadora.

  Otros dispositivos comunes de entrada son los scanners ópticos, las lectoras ópticas de caracteres (OCR), los sensores de temperatura, los sensores de flujo de líquidos, de presiones, de resistencia, y otros más sofisticados como los dispositivos de reconocimiento de voz.

- Dispositivos de almacenamiento secundario.- Incluye los discos flexibles de 3 ½", los discos duros, los CD-ROMS y DASD (Direct Access Storage Devices) utilizados en mainframes y minicomputadoras.

- Dispositivos de salida.- Incluye los monitores, las terminales, las impresoras, los plotters, los proyectores y los dispositivos de sonido.

  Los nuevos sistemas de multimedia pueden incluir las capacidades de Entrada/Salida y edición de videos, música estereofónica y voz artificial como los sintetizadores de voz.

- Dispositivos de red.- Son los componentes conectados a través de un sistema en red para intercambiar, entre ellos, diversos datos en formato digital. Incluye los "administradores de tráfico" basados en computadora, como ruteadores, multiplexores y PBX (Private Branch Exchange) y los cables de alambre u ópticos sobre los que fluye el tráfico de datos.

ANCHO DE BANDA.- Es la capacidad de conducción de un enlace de red y que determina la velocidad a la cual son transmitidos los datos, cuántos intercambios de información separados pueden compartir el enlace y, consecuentemente, el rango práctico de aplicaciones que puede soportar.

Los números, los textos y los sonidos son datos de "*ancho de banda-baja*", ya que pueden ser transmitidos rápidamente sobre un reducido o estrecho canal de transmisión, tal como un cable de par trenzado como el que utiliza la industria de la telefonía en México, en el rango de 1,200 a 56,000 bits por segundo o bps.

Las imágenes y gráficas son datos de "*ancho de banda-media*"; los videos son datos de "*ancho de banda-alta*". El cable coaxial es un canal de ancho de banda-medio y la fibra óptica, que puede transportar hasta 2.5 billones de bits por segundo ofrece un ancho de banda muy alto.

Los canales de transmisión de frecuencias, tales como las microondas celulares y la transmisión de radiofrecuencia se están adaptando rápidamente a los sistemas de computadoras portátiles como las Lap-Tops, las Notebooks y las Palm Pilot.

Las redes de computadoras y dispositivos, que actualmente se utilizan, se clasifican en Redes LAN (Local Area Network) que se circunscriben a áreas geográficas cercanas, como un edifico o un campus universitario; las redes WAN (Wide Area Network) que conectan

localidades distantes y pueden combinar canales de transmisión por cable, microondas y transmisiones satelitales.

Las WAN, también se pueden clasificar en redes públicas, de valor agregado, o privadas. Las *redes públicas* como Telmex, AT&T y MCI, también se les llaman COMMON CARRIERS, que incluyen accesos generales, líneas dial-up y líneas privadas arrendadas. Las líneas dial-up tienen una alta tasa de error y un rango de transmisión más lento que las líneas privadas.

Las *redes de valor agregado* o VAN's (Value-Added Networks), tales como Tymnet y Telnet, proporcionan servicios preferentes de red sobre líneas privadas de Transportadores comunes. Las VAN proporcionan a las empresas altas capacidades de transportación de datos sin que requieran una alta supervisión. Las WAN *privadas* pueden utilizar líneas dedicadas, menos costosas, y sistemas satelitales VSAT (Very Small Aperture Terminal).

SOFTWARE.- Todos los dispositivos de computadoras son dirigidos por el software, que es un conjunto de instrucciones los cuales son transformados a lenguaje máquina para que sean ejecutados.

El software ha evolucionado desde los laboriosos códigos de lenguaje máquina (como el Ensamblador), hasta los lenguajes de alto nivel orientados a objetos y componentes.

Básicamente el software se puede clasificar en tres categorías: Los sistemas comerciales, como SAP, JD-Edwards, Baan; los sistemas operativos, como OS/400, Windows NT; y los sistemas desarrollados internamente.

OPERACIONES BÁSICAS.- Los datos, el hardware y el software, soportan operaciones básicas en tres categorías:

i. Almacenamiento de datos
ii. Transmisión de datos
iii. Transformación de datos.

i.- **Almacenamiento de datos**.- Incluye la verificación de la exactitud y precisión de los datos, el aseguramiento de su viabilidad, la determinación de quiénes tendrán acceso a los datos, y la protección o seguridad de los datos. Los datos inexactos no pueden ser transformados en información apropiada.

Las empresas deben definir sus estándares de precisión y los procesos para verificar su exactitud; qué personas serán responsables de estas funciones, tal como un Administrador de Base de Datos; qué software se utilizará para prevenir o resolver las "*colisiones*" de datos en tiempo real; y la oportunidad de los datos, por ejemplo cada cuando serán actualizadas las Bases de datos y cómo podrán verificar los usuarios tales actualizaciones.

La viabilidad de los datos se refiere a los valores contenidos como datos. Aunque han disminuido los costos de almacenamiento, su recuperación puede ser costosa cuando los usuarios intentan navegar entre los grandes volúmenes de BD's por medio de lenguajes de consulta estructurada SQL y Queries, o más complejos por medio de Datawarehouses, Data

Minings o Data Marts. Estos procesos deberán incluir predicciones para la depuración periódica y sistemática de los datos que estén obsoletos, erróneos, inadecuados o no sean ya útiles, utilizando programas de depuración o procesos programados.

Debido a que los volúmenes de entrada de datos van creciendo cada día, se requieren gestiones muy precisas de los recursos de almacenamiento. Para una mejor administración de su información, las empresas deben poner atención a dos principios importantes en la administración de los datos:

a. La separatividad de los datos y las aplicaciones;

b. La durabilidad de la definición de los datos para que sean estables en el tiempo.

ii.- **Transmisión de datos**.- Son los procesos implicados en la obtención y el intercambio de datos e información, tal como la transmisión/recepción de información digital y la conversión de analógica a digital o a papel, y viceversa. La transmisión de datos puede ocurrir entre computadoras similares o diferentes, entre computadoras y dispositivos periféricos, entre computadoras y teléfonos, máquinas de video, grabadoras y otros dispositivos más.

La Organización de Estándares Internacionales propuso el modelo OSI (Open System Interconnect) para redes diseñadas por empresas independientes. Este modelo está compuesto por siete capas y cada capa comprende una determinada tecnología. Por ejemplo, los "*protocolos de red*" especifican cómo serán comprimidos los datos para ser enviados sobre un canal y cómo serán descomprimidos por la computadora receptora.

Los dos protocolos LAN más comúnmente utilizados son Ethernet y Token Ring. Los protocolos EDI (Electronic Data Interchange) especifican la forma y el proceso mediante los cuales dos o más organizaciones pueden intercambiar datos e información. Los protocolos WAN incluyen los estándares de comunicación internacional, como X.21, X.25 y X.27. El protocolo ISDN (Integrated Services Data Network) especifica los estándares para la transmisión de voz, datos, gráficas y videos sobre un mismo canal de transmisión.

Algunos nuevos estándares para la comunicación celular son el GSM (Global Standard for Mobile Communications) IS-54 y CDMA (Code Division Multiple Access).

La selección de las herramientas para la transmisión de los datos y sus estándares afecta el intercambio de información dentro y entre empresas. Estas capacidades pueden forzar a los sistemas de control administrativos y mejorar la adaptabilidad organizacional a las condiciones cambiantes de los negocios.

iii.- **Transformación de los datos**.- Incluye los procesos para cambiar los datos burdos en información con significado. El nivel más bajo de transformación es el proceso mediante el cual el lenguaje máquina es convertido en textos o imágenes sobre una página o pantalla.

Otra transformación incluye la conversión, la computación (cálculos), el sorteo (alfabéticamente o numéricamente), la producción de una representación gráfica de los

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

números (como una regresión lineal, una gráfica de barras o de pastel, y otras más), y la ejecución de programas que pueden incluir los procesos de transformación anteriores.

En estos procesos de transformación de datos se incluyen tres aspectos:

- Los sistemas de administración de las Bases de Datos
- La computación personal.- Lenguajes de programación amigables
- Metodologías y herramientas para el desarrollo del software, tipo CASE y OOPS.

En resumen, una arquitectura de TI, para ser eficiente, deberá responder las siguientes preguntas:

- ¿Tenemos la tecnología correcta? ¿Está estructurada apropiadamente?
- ¿Qué niveles de acceso a la información, para compartir y de seguridad deberán soportar?
- ¿Cuáles aplicaciones se deberán desarrollar y cuáles se deberán comprar?
- ¿Quién mantendrá y actualizará las herramientas, los datos y las aplicaciones?
- ¿Quién determinará si la arquitectura de TI está acorde y cumpliendo con las necesidades de la empresa?

Las respuestas a estas preguntas variarán dependiendo de las competencias básicas de cada empresa, de sus estrategias, de su orientación administrativa, de su propensión y aversión al riesgo, de su capacidad económica para invertir en Tecnología de Información, y otros factores más. Henry Mintzberg indica que los ejecutivos elaboran sus propuestas de estrategias deliberadas, esto es, con una determinada intencionalidad; pero que, conforme transcurre el tiempo y debido a las condiciones cambiantes en los negocios y mercados, algunas estrategias van cambiando y otras se van desechando. Originalmente se plantea una serie de estrategias básicas para el negocio y, pasado cierto tiempo, se van desarrollando estrategias emergentes, diferentes a las primeras creando con ello una percepción de estrategias logradas. (Mintzberg y Quinn, 1993) Los directivos que se embarquen en la aventura de soportar sus estrategias de negocios con TI deberán estar conscientes de que sus adquisiciones requerirán una gran capacidad de adaptación y cambio. Ese es el reto.

Un aspecto en el que se debe hacer énfasis es que toda actuación empresarial debe estar guiada por su misión de negocios, por su visión estratégica y por los planes que deriven de estos conceptos. Theodore Levitt, en su artículo "*La miopía de Marketing*", hace alusión a la importancia de tener muy clara la misión de negocio de una empresa.

No obstante que pueden parecer triviales e inclusive obvios los dos párrafos anteriores, la realidad presenta casos en los cuales se olvidan o se dan por supuestos estos aspectos fundamentales. Se argumenta que las decisiones empresariales se toman, por lo general, bajo un gran número de restricciones y limitaciones como:

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

i. Los ejecutivos a menudo adolecen de la información adecuada para su toma de decisiones más importantes.

ii. Los directivos, así como la gran mayoría de las personas, tienden a darle mayor atención a la información que confirma sus puntos de vista, mientras desacreditan los datos e informes que podrían contravenir sus creencias.

iii. La alta directiva a menudo es aislada de la realidad o de las situaciones reales de su organización

iv. El explosivo crecimiento de la Tecnología de Información y de los flujos de información no han sido acompañados con un correspondiente crecimiento en las habilidades de los directivos para procesar tales cantidades de información (Bourgeois III, Duhaime y Stimpert, 1999)

Los conceptos anteriores se ilustran en la siguiente figura:

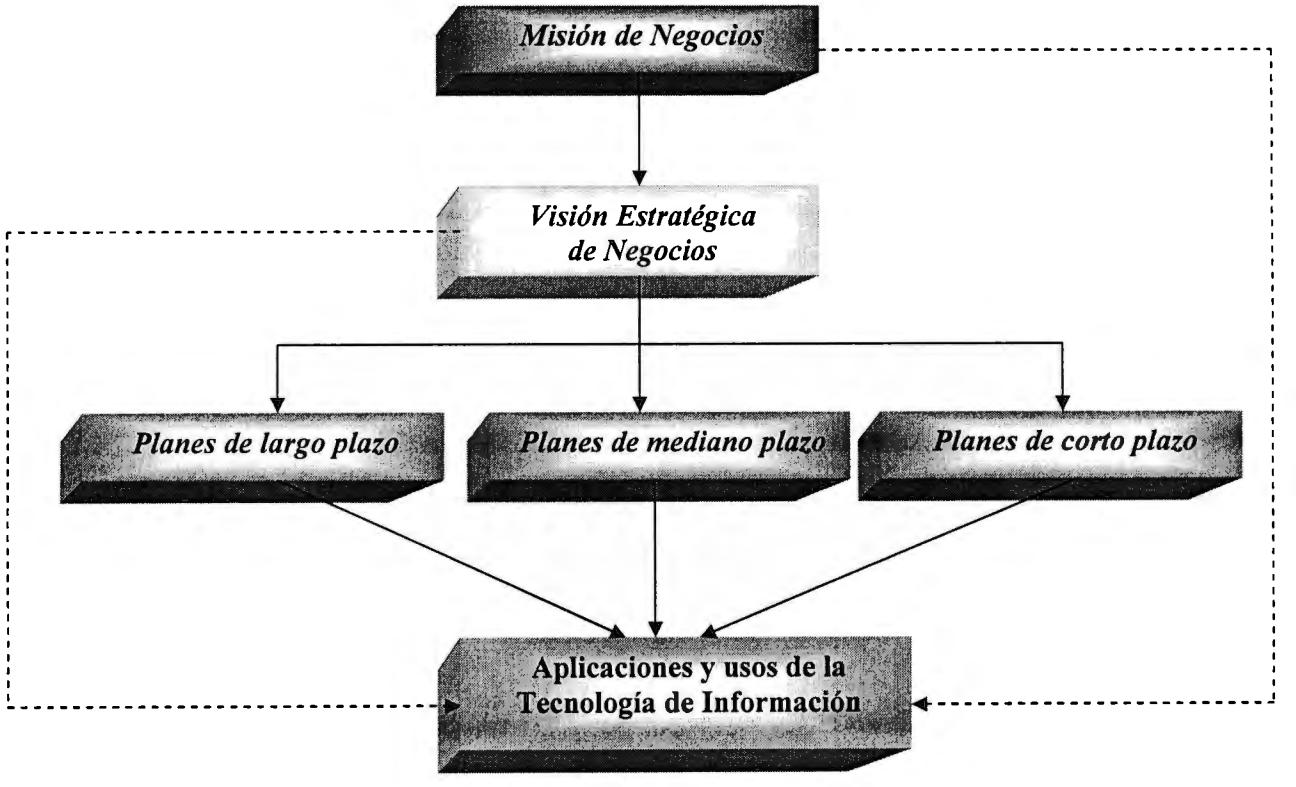


Figura 2. Enfoque de negocios de la TI a partir de una misión

La arquitectura de TI deberá estar basada en la comprensión de los escenarios de negocios definidos por el "*donde estamos hoy*" y por el "*hacia dónde queremos ir*".

II.2 Evolución de la Tecnología de Información

Un aspecto fundamental, que ha hecho aumentar la complejidad en la evaluación del valor de negocios que aporta la Tecnología de Información a las empresas, es su naturaleza evolutiva.

La TI tiene una función cambiante e incremental a medida que transcurre el tiempo, atendiendo la Ley de Moore. No bien se empieza a dominar un equipo en sus características operativas; en sus potencialidades incorporadas a su lenguaje nativo y en sus nuevas funciones de manejo y administración de las bases de datos cuando, al siguiente semestre, ya se están anunciando nuevas versiones.

Hace nueve años, algunos investigadores escribían lo siguiente: "*Es evidente que ahora se requiere un mecanismo más sofisticado para la entrega de los sistemas de información a las organizaciones. Tal como el proceso de actualizar una fábrica anticuada para manufacturar productos de forma más rápida y eficiente, la función de los sistemas de información deberá experimentar un cambio el cual no es menos comprendido si este es realizado como mandato organizacional... el riesgo de no hacerlo así está incrementando la inadecuación y su eventual obsolescencia*" (McKeen y Smith, 1996)

La Tecnología de Información se ve presionada, por un lado, por el entorno cambiante de los negocios debido a la globalización de los mercados, a las alianzas estratégicas, a las fusiones y adquisiciones de consorcios industriales, a las desregulaciones y nuevas regulaciones gubernamentales nacionales e internacionales y al comercio electrónico; y, por otro lado, por el aumento en la eficiencia y sofisticación de la tecnología, que no permiten una adecuada predicción de cambio para adaptar los negocios con la misma rapidez (Fazio Maruca, 2000)

Otras presiones que se ejercen sobre la TI son la obsolescencia y la sobrecarga de información. Este último rubro se duplica cada año por la disponibilidad de información que se tiene en Internet, mucha de la cual es gratis (Turban, et. Al., 1999).

Analícese el caso de los equipos AS/400, de IBM[34]. Sus antecedentes fueron los equipo S/36 y S/38, que entraron en desuso y obsolescencia a principios de los años 90's. Aparecieron los modelos B10, B20, B30 y otros más, los cuales podían soportar todos los sistemas hechos en los S/36 en sesiones virtuales, e inclusive combinar comandos del anterior sistema operativo compatibles con el nuevo OS/400. No bien se empezaron a utilizar estos modelos cuando fueron anunciadas las nuevas series E10, E20, E30, hasta el E70; con mayores capacidades y mejores rendimientos. Un par de años más tarde salieron al mercado los modelos F quienes, a su vez, fueron rebasados por los modelos i-Series. Todo en el lapso de una década.

Se ha generado en los últimos años un incremento en el tamaño de la palabra de instrucción que manejan los CPU's. Desde el tamaño de 8, 16 y 32 bits, hasta la introducción por IBM del tamaño de palabra de 64 bits, en 1995.

La siguiente figura ilustra de forma somera esta evolución en los equipos AS/400

[34] Todos los modelos que se mencionan son marcas registradas por IBM.

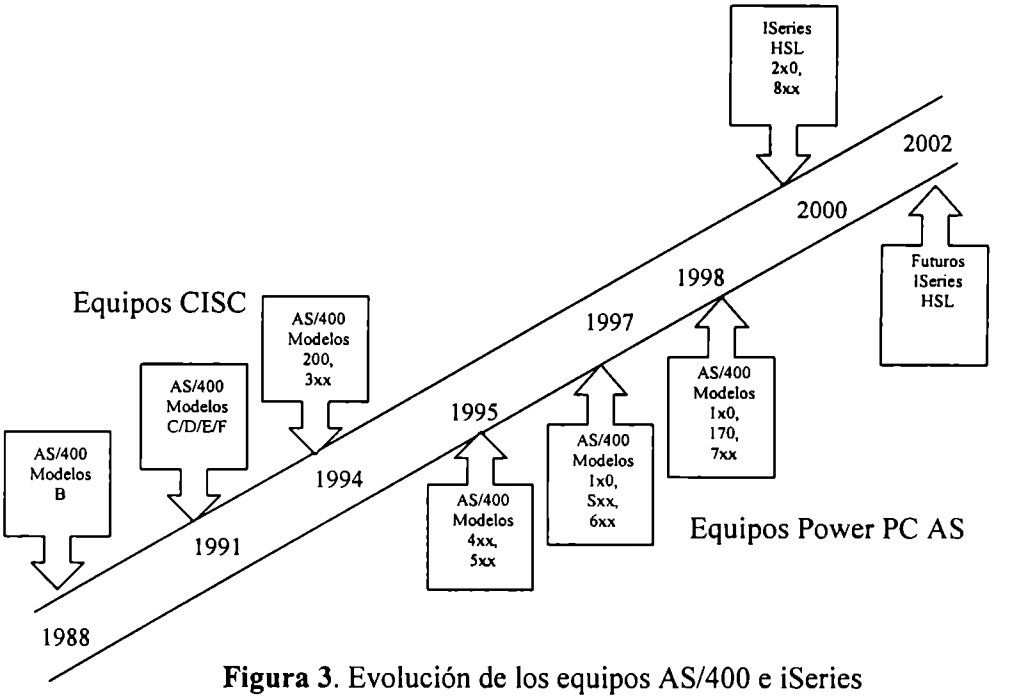


Figura 3. Evolución de los equipos AS/400 e iSeries

De forma breve, la siguiente tabla ilustra las características y configuraciones de los equipos conforme fueron variando los modelos:

Tabla 2. Rendimiento de los equipos AS/400 medido en CPW

Modelo	CPW del procesador Min - Max	CPW interactivo Min - Max
Bxx	3 - 20	3 - 20
Cxx	3 - 6	3 - 6
Dxx	4 - 57	4 - 57
Exx	5 - 117	5 - 117
Fxx	6 - 177	6 - 177
2xx	7 - 17	7 - 17
300	12 - 21	12 - 21
310	34 - 57	34 - 57
320	68 - 177	68 - 177
4xx	14 - 35	14 - 35
500	21 - 44	21 - 44
20S	17	6
30S	32 - 69	10 - 12
40S	27 - 91	9 - 32

Las empresas nacionales también se encuentran presionadas por la alta competencia que se vive en los mercados, por la volatilidad de la economía nacional y su alta dependencia con la economía de Estados Unidos, por la naturaleza cambiante de la fuerza laboral y su especialización necesaria acorde con la tecnología de información que utiliza; y, por sobre todas las cosas, por el poder de adquisición de TI por parte de los clientes.

Estas presiones, en el seno de las organizaciones, han provocado que las funciones y responsabilidades asignadas a la Tecnología de Información se hayan modificado y aumentado con el correr del tiempo. De acuerdo con la siguiente Tabla 3 (McKeen y Smith, 2002), las responsabilidades han variado sustancialmente en los últimos 20 años:

Tabla 3. Crecimiento de las responsabilidades y funciones de la TI

en los 80's	90's	2000
-Desarrollo de Sistemas -Administración de Operaciones -Relaciones con proveedores	-Desarrollo de sistemas -Administración de operaciones -Relaciones con proveedores -Administración de datos -Computación para usuario final -Educación y capacitación -Administración de tecnologías emergentes -Arquitectura corporativa -Sistemas estratégicos -Planeación de sistemas	-Desarrollo de sistemas -Administración de operaciones -Administración de relaciones externas -Administración del conocimiento -Administración de la infraestructura -Administración del cambio -Captación del entorno -Arquitectura corporativa -Liderazgo estratégico -Implantación estratégica -Administración de redes -Comercio electrónico -Integración de negocios con CRM, ERP's, SCM, etc. -Administración de recursos -Administración del riesgo

Fuente: McKeen y Smith, 2002.

Este crecimiento en las funciones y responsabilidades asignadas a la TI afecta directamente a la estructura organizacional de una empresa, ya que provoca la creación de nuevas áreas y departamentos para los ejecutivos encargados de tales funciones.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

Conforme al modelo tradicional jerárquico, las áreas se especifican siguiendo ese mismo estilo, no obstante que las funciones administrativas, operativas y técnicas que demanda la TI son múltiples e interrelacionadas. Tal situación genera problemas de definición de responsabilidades. Los mismos empleados son contratados para cubrir puestos de nueva creación para los que no hay referencia previa y los perfiles de puestos llegan a ser confusos y vagos. La determinación de los sueldos y prestaciones de los ejecutivos de la TI varían de forma considerable entre empresas y no existen referencias precisas sobre cómo evaluar el desempeño de estos ejecutivos, pero que sí aumentan los costos de mantenimiento de la estructura de sistemas.

La organización de la Tecnología de Información, junto con sus requerimientos y expectativas, para ponerse acorde con lo que las empresas demandan de la misma y para alinearse con la misión y visión de negocios, también ha sufrido cambios y un aumento considerable de nuevas demandas (McKeen y Smith cf. 2002). Esto se resume en la Tabla 4:

Tabla 4. Cambios organizacionales de la TI

Concepto	Años 80's	Años 90's	Años 2000's
Misión de la TI	Administración de la Tecnología	Cambio corporativo	Transformación corporativa
Función de la TI	Administración de sistemas	Reingeniería corporativa	Estrategia de movilización
Administración de la TI	Reactiva	Preactiva	Anticipativa
Auto imagen de la TI	Proveedora de servicios	Facilitadora	Catálisis
Controles externos	Grupos de usuarios	Equipos dirigidos	Red virtual de apoyo
Controles internos	Métricas	Impacto	Valor de negocios
Personal de staff	Especialistas	Expertos generalistas	Tecnologistas de negocios
Desarrollo de sistemas	Estructurado	Evolucionario	Ensamblado
Administración de HW/SW	Planeado	Confuso	Campo minado
En el lugar de trabajo	Automatización de oficinas	Oficina automatizada	Oficina sin restricciones

Fuente: McKeen y Smith, 2002.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

Algunos investigadores (Cash Jr. *et al.*, 1994) identifican también dentro de este fenómeno de evolución, tres etapas principales o eras, en las que la TI ha impactado a las organizaciones: la ***era-PD***, la ***micro-era*** y la ***era-red***.

La Era-PD.- Comprende los años 1950's a los 1960's, donde las aplicaciones estaban orientadas al procesamiento masivo e intensivo de datos, como la facturación, la contabilización de movimientos, la emisión de cheques y otros procesos voluminosos de transacciones más, operados por legiones de trabajadores especializados de la informática.

En los 70's, los sistemas DBMS fueron adoptados y se impulsó el modelo relacional. También empezaron a tener un fuerte empuje los sistemas DSS y MIS. Las consultas a los datos que realizaban los usuarios y el manejo de sus aplicaciones analíticas podían ser desarrolladas con poca asistencia de los profesionales de informática.

En esta época se incrementaron las ventas de las minicomputadoras, muchas de las cuales no fueron adquiridas por los departamentos de procesamiento de datos (PD). Áreas como contabilidad, finanzas y producción, frustradas por la lentitud en la respuesta de las áreas de sistemas y soporte técnico, se decidieron a comprar sus propios equipos de cómputo y a contratar a sus propios desarrolladores. Esto marcó el inicio de la emancipación de quienes eran considerados los gurús de la computación, poseedores de la verdad única en el procesamiento de datos.

La Micro-Era.- La Tecnología de Información, en la década de los 80's fue delineada por el microprocesador. El aumento en las ventas de las PC's fue propiciado por la lentitud en el procesamiento de datos que realizaban los equipos mainframes y los largos tiempos de espera que tenían que soportar los usuarios para realizar las consultas a los datos que se les solicitaban a los profesionales de PD/MIS.

Sobresale en esta década el uso de las hojas de cálculo como Visicalc y Lotus 1-2-3. Al principio, la PC fue vista más como un juguete interesante que como una herramienta para el apoyo de las organizaciones.

Este fue un periodo de discontinuidad tecnológica. En muchas organizaciones, el área de SI intentó imponer los mismos controles sobre la adquisición, aplicación, desarrollo y uso de las PC's, tal como lo realizaban en las áreas de PD (Procesamiento de Datos). El conflicto entre los primeros usuarios de las PC's y los profesionales de SI fue intensivo en el seno de las organizaciones.

Los esquemas de trabajo y las técnicas que trabajaban bien para administrar el procesamiento de los datos no ayudaron mucho para alcanzar los beneficios esperados y para minimizar los problemas de la computación personal.

Algunos conflictos se ilustran en la siguiente tabla:

ITESM C.M. BIBLIOTECA

Tabla 5. Comparación entre el PD tradicional vs. Computación Personal

Aplicaciones	Aplicaciones compartidas y robustas, regularidad en el uso, altamente estructuradas.	Aplicaciones individuales y pequeñas, hechas ad hoc, a menudo no estructuradas.
Desarrollo de aplicaciones	Lento, con desarrollos metódicos de sistemas, realizados por profesionales en SI y utilizando herramientas de administración de proyectos y métodos de ciclo de vida.	Personalizado al usuario y empacado para ser configurado a las particulares necesidades; evolucionario, con enfoque de prototipos; con poca necesidad de herramientas formales y metodológicas.
Resultados de la Implementación	Aseguramiento de la cooperación de los usuarios y uso correcto; aumento de los requerimientos.	Respuesta a los requerimientos de capacitación y ayuda en problemas y fallas.

Fuente: Janis L. Gogan. ***The personal computer in Organizations***. Disertación doctoral no publicada. Escuela de negocios de Harvard. 1988.

Otro impacto provocado por el fenómeno de la computación personal fue el incremento en la demanda de aplicaciones de TI para todo tipo y equipo. Se empezó a utilizar el microprocesador en distintas áreas que no caían bajo el control de las áreas de Informática. Esto tuvo como resultado la creación de nuevos sistemas de control. Los bancos empezaron a invertir en máquinas ATM (Automatic Teller Machine) Se mejoraron los sistemas de aire acondicionado, de los automóviles, los aviones, los elevadores y todos aquellos dispositivos electrónicos principalmente de uso casero. Estas aplicaciones apuntaron a lo que posteriormente se le dio el nombre de "edificios inteligentes".

Al mismo tiempo, las áreas de SI empezaron a explorar nuevas y prometedoras herramientas, tales como CAD/CAM, la robótica y los sistemas expertos. Cada nueva tecnología ofrecía amplias y novedosas potencialidades pero también diferentes riesgos.

La Era-Red.- Durante la Micro-Era, la responsabilidad de muchos aspectos de la TI fueron descentralizados a los departamentos usuarios. Esta tendencia hizo que se empezaran a realizar prácticas de "*outsourcing*", cediendo a terceros muchos servicios rutinarios que antes realizaban las áreas de PD, para que dichas áreas de SI se enfocaran a diversas prioridades claves del negocio. La proliferación de las microcomputadoras condujo a una falla de integración entre los mainframes, los servicios centralizados de computación, el personal y las áreas descentralizadas.

Para muchas organizaciones, la década de los 90's marcó un viraje de la microcomputadora como computadora "personal", a una estación de trabajo "interpersonal". Aumentaron tanto las demandas de los usuarios para acceder a los datos corporativos como las capacidades para

la comunicación electrónica entre los mainframes, las minicomputadoras y las microcomputadoras.

Algunas empresas empezaron a disminuir de tamaño (*downsizing*) las aplicaciones residentes en sus mainframes canalizándolas a las microcomputadoras en red o autónomas. De aquí surgió un nuevo concepto de colaboración llamado ***Computación Cliente-Servidor***. Aunado a esto, se empezaron a tener severas restricciones de recursos y a experimentar un aumento en la presión competitiva de las organizaciones, ya que todas tenían acceso a la TI. También propició que muchas de ellas se embarcaran en programas ambiciosos para compactar los niveles jerárquicos y reorganizar las operaciones para mejorar la eficiencia y aumentar la velocidad de respuesta en los negocios.

Dado que muchas iniciativas de reingeniería reducen o eliminan estratos de mandos medios en las estructuras organizacionales, se requirieron nuevos sistemas de integración ínter organizacional de funciones cruzadas.

Estas tendencias apuntaron a un incremento en las estructuras de red en los 90's y principios del 2000. Se masificaron las redes LAN dentro de las organizaciones para incorporar los servicios de correo electrónico, impresoras centrales, recursos compartidos de periféricos, bases de datos corporativas y servicios de información en línea. Actualmente más del 65% de las PC's en las empresas están conectadas a redes LAN (Cash Jr. *et. al.* 1994).

De cara al futuro y acorde con el ritmo de progreso en la computación e intercomunicación, las necesidades de conectividad se verán empujadas por dos razones principales.

La primera, porque actualmente se tiene una alta disponibilidad de servicios de telecomunicaciones y ya se tienen nuevos dispositivos electrónicos disponibles tanto en hardware como en software y ya se han estandarizado las telecomunicaciones.

La segunda, porque la mayoría de las aplicaciones de TI en red son grandes fenómenos de *masa-crítica* equiparables al uso masivo de la telefonía celular. Por ejemplo, la *lluvia digital* que ocurre con el correo electrónico. Cuando una empresa empieza a automatizar sus flujos de información se crea un fuerte incentivo para alcanzar rápidamente los niveles de red de *masa-crítica*[35].

En esta *era de la red*, también se han presentado algunas discontinuidades tecnológicas. Por ejemplo, los flujos de información en la red son más difíciles de proteger que cuando los usuarios almacenan su información en bases de datos autónomas dentro de sus PC's Esto tiene implicaciones importantes en cuanto a la seguridad de los recursos informáticos organizacionales. Por otra parte, la *computación cliente-servidor* ha adquirido diferentes formas. Algunas empresas la utilizan para otorgarles acceso a los usuarios con la finalidad de compartir datos, mientras que otras la utilizan para reemplazar grandes volúmenes de discos duros controlando de forma individual el espacio en sus servidores. Otras empresas más utilizan esta modalidad *cliente-servidor* para distribuir software considerando las necesidades demandadas.

[35] Estos niveles de crecimiento también se han definido como la "*Ley de Metcalfe*", la cual establece que la utilidad de una red informática aumenta exponencialmente con el número de usuarios. La "*Ley de Metcalfe*" explica el fenómeno de por qué los seguidores de la TI están dispuestos a convencer a sus amigos para que se conecten. Un ejemplo son los teléfonos celulares e Internet (Nordström y Ridderstrále, 2000)

Las redes de larga distancia que están soportadas por medios de comunicación vía satélite y fibra óptica han reducido las distancias geofísicas creando la *aldea virtual* y mejorando las posibilidades de hacer negocios en donde no tiene importancia la ubicación geográfica de las personas, las plantas productivas, los mercados y los recursos materiales.

Aparte, en esta *era-red*, se presenta el fenómeno de las nuevas *tecnologías emergentes* como los sistemas de reconocimiento de voz, de multimedia y de realidad virtual que también marcarán en el futuro nuevos rumbos y afectarán a las estructuras y a los sistemas existentes en las organizaciones. El cambio continuará tanto en la TI como en sus aplicaciones para las empresas, provocando que se creen grupos de análisis de tecnologías emergentes que proyecten las adecuaciones en los procesos operacionales, las estructuras organizacionales, los sistemas de control administrativos y la gente en suma, para que puedan asimilar e incorporar efectivamente estas transformaciones .

Como conclusión, este esquema evolutivo de la Tecnología de Información ha aumentado la complejidad para evaluar y determinar sus aportaciones benéficas en el seno de las organizaciones productivas.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

II.3 Ámbito de la Tecnología de Información

II.3.1 Aplicaciones actuales

La tecnología de Información cubre una amplia gama de aplicaciones enfocadas a diferentes giros y tipos de negocios, usos y personas:

a) **Sistemas de Información Estratégicos**. Incluye los sistemas de información tradicionales y de uso más frecuente en los sectores productivos y de la administración pública, como: MIS, EIS, DSS, SIS (Strategic Information Systems)

b) **Reingeniería de procesos de negocios**. Representa mejoras sustanciales en puntos clave y críticos de la organización, así como en su rendimiento, como: costos, calidad, servicios y velocidad. La reingeniería determina lo que una organización debería hacer, cómo debería hacerlo, y cuando debería; en oposición a lo que está haciendo actualmente. El énfasis se realiza en los procesos y prácticas de negocios. El papel de la TI es el apoyar el cambio y soportar la ejecución de los nuevos procesos que reemplazarán a los anteriores (Remenyi, 2002)

c) **Outsourcing**. Todas las actividades de TI dentro de la empresa se están cediendo a compañías externas para aprovechar las ventajas del cambio tecnológico, la capacitación y las mejoras financieras.

d) **Sistemas ERP (Enterprise Resources Planning).** Los sistemas comerciales más vigentes son: SAP, Oracle, JD Edwards, Baan y People Soft, quienes soportan la integración de los sistemas de Tecnología de Información dentro de una organización. Incluye la planeación estratégica, ventas y distribución, marketing, controles financieros, administración de insumos, administración de materiales, flujos de trabajo y administración de recursos humanos. Requiere una alta disciplina en la fuerza laboral para que todas las actividades sean costeadas y controladas.

e) **Administración del conocimiento (KM)** Es la integración de la información con la inteligencia humana, incorporando nuevas capacidades y proporcionando valor extra a la información. Se asocia con el aprendizaje organizacional, con las capacidades medulares del negocio y con las prácticas y experiencias de trabajo.

f) **Sistemas desarrollados internamente (Systems Legacy).** Que son todas las aplicaciones desarrolladas en el seno de la empresa por sus equipos de programadores.

Sobresalen los sistemas desarrollados internamente, ya que son los rubros que han estado más en escrutinio debido a la infraestructura que se ha creado dentro de las áreas de sistemas. Existen equipos de desarrolladores quienes le han dado forma a los sistemas que actualmente operan las empresas.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

II.3.2 Una vista contingente del desarrollo de los sistemas de información

Uno de los fenómenos que se percibe más en las áreas de sistemas es la fuerte actividad que tienen los equipos de desarrollo de sistemas. Así como se presenta la evolución en la Tecnología de Información, la cual dificulta el análisis de los beneficios, también los sistemas de información basados en computadoras (SIBC) están en constante cambio y ajuste. Un sistema que fue proyectado originalmente para determinadas funciones, con el tiempo va modificándose y creciendo en funcionalidad y operatividad, adicionándole nuevos módulos, enlazándolo con otros sistemas, compartiendo información con otras áreas y adecuándolo a las nuevas necesidades de los usuarios. El ejemplo más clásico es el sistema de recursos humanos, en el módulo de administración del pago. En nuestro País constantemente están cambiando las leyes que regulan el impuesto sobre la renta (ISR), las leyes del Seguro Social (IMSS) y otras más relacionadas con el pago de los empleados. Los sistemas de nóminas demandan diversos ajustes a la programación que generan mayores costos y diluyen los beneficios. Entonces, es necesario considerar este aspecto y su impacto en la evaluación del valor de negocios de la TI.

Existen diferencias fundamentales en la filosofía, modelos, ámbito, técnicas y herramientas, que son utilizadas de forma contingente para una situación particular de aplicación (Avison y Wood-Harper, 1990) Este enfoque contingente se orienta hacia el propósito que se persigue al desarrollar un sistema de información:

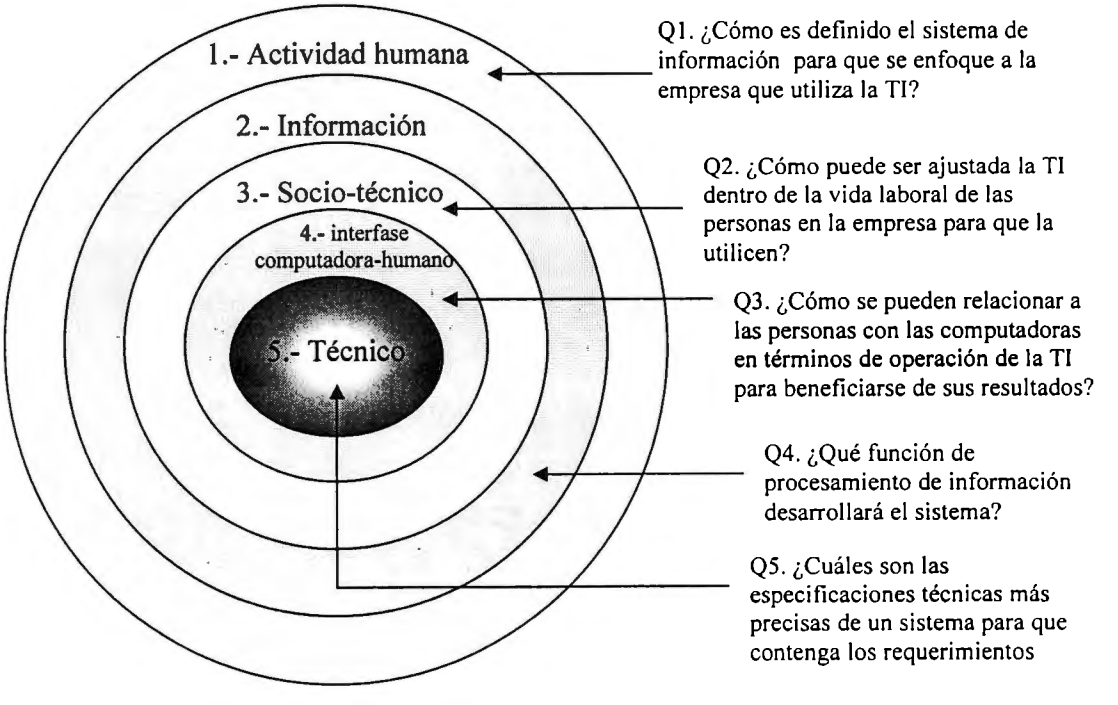


Figura 4. Una vista contingente del desarrollo de los sistemas de información (Avison y Wood-Harper. 1990)

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

El enfoque también sugiere que el desarrollo de los sistemas de información sigue evolucionando o adecuándose a través de una serie de etapas de incrementos sucesivos.

Cuando se les pregunta a los programadores y analistas de sistemas las veces que han tenido que modificar un programa no pueden dar una cifra que, según su percepción es «"*muy grande*"». A estos cambios los identifican como "*parches al sistema*".

Otro enfoque propone que el desarrollo de los sistemas de información sea visto más como una actividad *exploratoria* dentro de una organización en particular, que como la aplicación de una determinada metodología.

La siguiente figura ilustra este concepto:

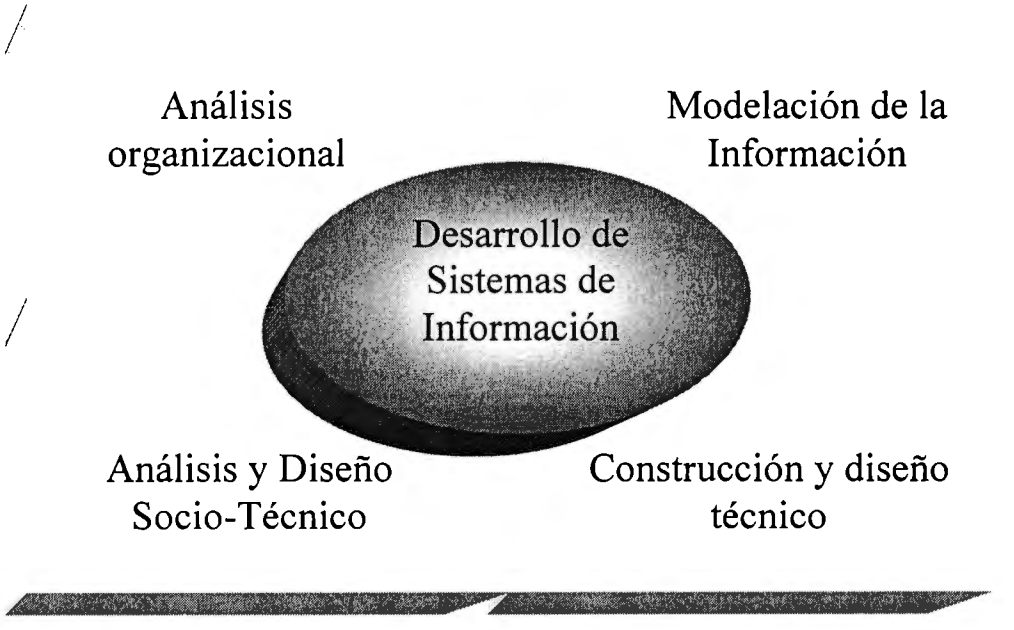


Figura 5. Marco de trabajo conceptual del desarrollo de sistemas de información (Avison et al., 1998)

II.3.3 Factores de éxito y fracaso de los Sistemas de Información

A lo largo de la historia reciente en el uso de los sistemas de información dentro de los sectores productivos y públicos, han ocurrido múltiples circunstancias que han hecho fallar a los sistemas de información. Algunos planteamientos indican que el fracaso se debe a la implementación de férreos controles para intentar mantener los costos en el mínimo posible; a la pobreza en la planeación y los controles que se establecen; a que no se toman en cuenta las opiniones y puntos de vista de los usuarios claves; o a las políticas de la empresa.

Un aspecto interesante es que casi ninguno de los reclamos tiene que ver con la Tecnología de Información por sí misma, sino con la organización y la gente que opera los sistemas de información. (Remenyi, 2002). Algunos estudios doctorales consultados en el ITESM, Campus Ciudad de México, revelan este hecho. Carlos Mendizábal (1997) reporta *"en mi muestra encuentro que la variable actitudes de los empleados tiene una relación significativa con la variable beneficios. Esta variable mide diferentes percepciones sobre cómo los empleados captan la implementación tecnológica y, más específicamente, las computadoras. Se encontró que las actitudes, a medida que son más positivas hacia la implementación de la tecnología de computadoras, la compañía se desarrolla mejor en términos de beneficios"*.

Otros estudios sugieren que las fallas en el uso de la Tecnología de Información son debidas a la combinación de numerosos factores. (Parr *et al.*, 1999)

Una somera lista de los factores críticos de éxito más importantes que se toman en cuenta para los proyectos en Tecnología de Información se presenta a continuación:

- Disponibilidad del personal staff experto
- Soporte maestro para el sistema
- Soporte de la administración
- Satisfacción del usuario
- Participación del usuario
- Administración del proyecto
- Comprensión de la cultura corporativa de la organización
- Cambio completo de procesos primarios
- Comunicación en todos los sentidos
- Administración de proyectos multi-expertos
- Equipos de trabajo balanceados
- Metodología de implementación
- Capacitación apropiada
- Compromiso con el cambio

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

— Adecuación o customización mínima adecuada

— Empowerment del equipo encargado del proyecto

— Utilización de herramientas de modelación

Nominalmente, se percibe la falta del factor tecnológico como factor crítico de éxito.

De acuerdo con la investigación realizada, a la pregunta de *"¿cuáles son los obstáculos más grandes que ha tenido su empresa para que no obtenga totalmente los beneficios que esperaba por sus inversiones en Tecnología de Información?"*, una lista de las respuestas dadas por las empresas sobre el primer obstáculo importante es:

- Falta capacitación de las áreas usuarias, como ventas.
- Implica un cambio cultural importante a todos los niveles
- El presupuesto asignado es, generalmente, menor de lo requerido
- Resistencia de la gente al cambio y su poca participación
- Los directivos siguen considerando que es mucha inversión y poco el beneficio
- Falta capacitación en el uso de la TI
- Los costos elevados que genera la consultoría
- No hay uniformidad en la Tecnología de Información
- Se encuentra resistencia a efectuar más inversiones
- Existe una mala planeación de los recursos informáticos
- El plan estratégico global de la organización

La siguiente lista expone las opiniones que tienen los que respondieron el cuestionario sobre cuál es el segundo obstáculo principal que han encontrado en sus empresas:

- La oferta de soluciones y servicios es tan grande que la selección es compleja e involucra un número significativo de recursos.
- El tiempo proyectado para los pasos de implantación de la TI no es el adecuado.
- Falta de conocimiento de los procesos básicos del negocio.
- A veces se tiene duplicada la información
- Se tiene limitación de recursos para mejorar la TI.
- Se encuentra rechazo por parte de los empleados a la tecnología.
- La disciplina que se debe seguir.
- La importancia atribuida al área de sistemas.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

Finalmente, un tercer obstáculo que han tenido las empresas en la búsqueda de los beneficios que aporta la TI es:

- El clima organizacional
- Pocos proveedores son objetivos y buscan hacer negocios más que relaciones de largo plazo con beneficios mutuos.
- Existen proyectos con mayor prioridad (Producción y ventas)
- Falta de apoyo de la alta dirección
- Preferencia de los usuarios por realizar el trabajo en forma manual, en vez de utilizar los sistemas o la TI.
- El costo elevado del software
- Las islas de poder que se ven amenazadas
- La limitación de recursos humanos para tener mayor productividad.
- La mala ejecución de los procesos
- El cambio de los procesos manuales a automatizados.

En términos generales, este es el sentir de los ejecutivos responsables de la TI en las empresas mexicanas. Mientras que, para algunas organizaciones, el obstáculo fundamental es la capacitación, para otras es el presupuesto o el tiempo asignado a los proyectos o la propia gente que utiliza la TI.

Como conclusión, se puede afirmar que la sola adquisición de la TI no garantiza la generación de beneficios ni el éxito del proyecto en marcha. Es necesario considerar a la empresa como un todo o sistema *tecno-social*, que será afectada, directa o indirectamente, por el uso y aplicación de la TI en todos sus niveles y ámbitos. Los reclamos no son en contra de que fallen los sistemas o que la TI no sirva, sino más bien sobre el efecto que tiene sobre las personas, sobre los procesos y sobre la estructura empresarial, en suma. El reto es su comprensión y asimilación.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

III La empresa mexicana a la luz de la Teoría General de Sistemas

Una definición de ***empresa*** se puede encontrar en el Artículo 16, Título Primero de la Ley Federal del Trabajo de nuestro País, *"... se entiende por empresa la unidad económica de producción o distribución de bienes o servicios y por establecimiento la unidad técnica que como sucursal, agencia u otra forma semejante, sea parte integrante y contribuya a la realización de los fines de la empresa."*[36]

Como complemento a la definición anterior, Baltasar Cavazos (1989) hace el comentario de que *"...una empresa es un complejo jurídico económico y social en donde existen pluralidad de intereses que siendo en esencia opuestos, deben ser coordinados para obtener una productividad adecuada. Resulta innegable que en toda empresa convergen dos intereses opuestos: el del trabajador de ganar más y trabajar menos y el del patrón de obtener más utilidades por su trabajo de dirección y por el riesgo de su capital invertido."* (Cavazos, *et. al.*, 1989)

Haciendo una reflexión sobre la definición y el comentario, surge una pregunta, ¿Qué área o disciplina del conocimiento humano nos permite estudiar y analizar a una empresa de forma global para lograr la armonía de los recursos materiales, humanos y financieros con los procesos productivos y tecnológicos que permitan obtener, como resultado, los beneficios generales para todos los actores de la empresa?

A través de un enfoque de sistemas se puede llevar a cabo tal estudio. Al conceptualizar a la *empresa* como un sistema, se pueden desglosar sus áreas principales en componentes que forman las entradas, las salidas, los procesos, la retroalimentación y el medio ambiente. Así, se pueden aplicar diversas disciplinas científicas para el estudio de cada componente, pero buscando armonizar los resultados individuales con el todo. La fuente para estos análisis son los datos medibles.

Por ejemplo, si se tratara de mejorar el flujo de la materia prima y el producto terminado de una empresa, se podrían aplicar técnicas de optimización de inventario. Si la finalidad fuera el mejoramiento de la producción y la asignación de máquinas, se aplicaría la investigación de operaciones. El área de finanzas puede conceptuar también a la empresa como un sistema mayor de la cual forma parte y así poder estudiar sus contribuciones al beneficio total de la organización. Se describe un ejemplo más de esto. Madden (2000) propuso un modelo de evaluación de la empresa conocido como CFROI[37] (por sus siglas en inglés Cash Flow Return on Investment) Este modelo obtiene datos provenientes de la organización en forma de retroalimentación para realizar sus análisis.

---

[36] Ley Federal del Trabajo vigente consultada en la agenda Laboral 2003, Novena edición, editorial Ediciones Fiscales ISEF, México, D. F., Enero, 2003.

[37] El modelo de evaluación CFROI se basa en el concepto de un valor presente neto de los flujos "*esperados*" de caja descontados (Discounted Cash Flow o DCF). También se basa en tres principios: a) Se prefiere más dinero que menos; b) El dinero tiene un valor en el tiempo, se prefiere más pronto que tarde; c) Siempre se prefiere la mínima incertidumbre.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

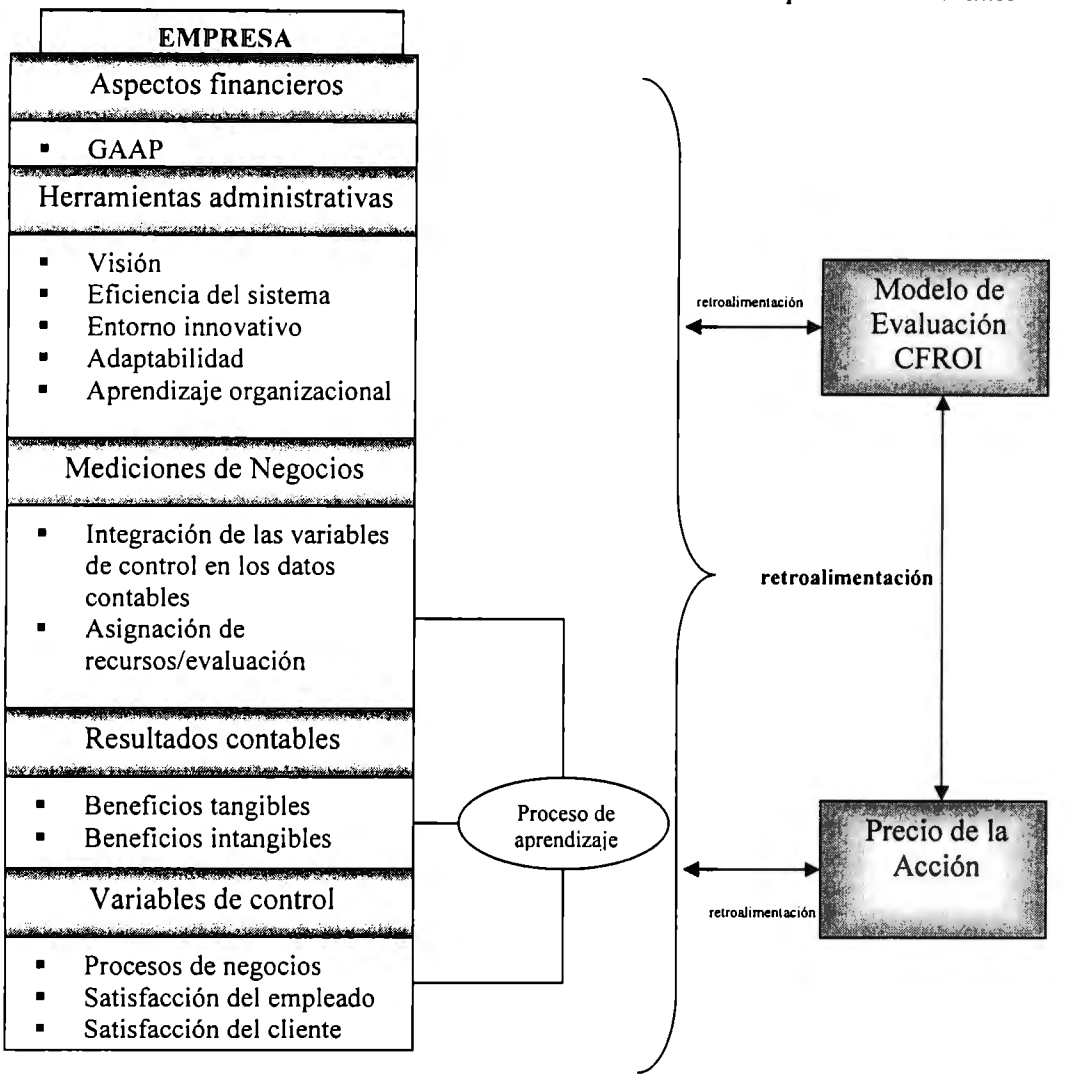


Figura 6. Análisis de la empresa como un sistema total (Madden, 2000)

La figura sugiere que el modelo CFROI obtiene retroalimentación tanto del mercado de acciones como de la administración. Esto se conceptualiza como una verificación de la visión directiva a partir de la misión básica del negocio. Es lo que Peter Drucker ha llamado "*la teoría del negocio*" (Madden, 2000).

La teoría general de sistemas también puede apoyar para medir las aportaciones de la Tecnología de Información al valor de los negocios a través del análisis de los componentes que son afectados por dicha TI. Sólo que esta labor tiende a ser muy compleja conforme se avanza en el análisis.

Por ejemplo, supóngase que se adquiere un servidor para 20 usuarios con el propósito de automatizar las actividades que se realizan en el área de contabilidad de una empresa. Si se intentaran medir los beneficios logrados con la incorporación de la TI comprada, después de un año de trabajo, sería difícil cuantificar los logros. Por un lado, se tendría que demostrar que

los beneficios obtenidos son por la tecnología y no debidos a otras causas, como la reducción de personal, o nuevos métodos de organización y trabajo, o la aplicación de un nuevo estilo de liderazgo. Por otro, la cuantificación de tales beneficios implica el manejar métricas precisas basadas en unidades monetarias. Esto requiere un fuerte trabajo de análisis como se describe a continuación.

De forma analítica, si en un sistema no se aplica ningún estímulo entonces, no se puede esperar ninguna respuesta. Por otro lado, si a un sistema dado, se le aplica algún estímulo a la entrada (*c*), entonces por la ley de causa y efecto[38], el sistema generará una respuesta (*e*), ya sea visible o percibible a la salida, o quizá no una respuesta pero sí un aumento de su entropía[39] interna.

Si se conceptualiza a la empresa como un sistema, entonces, la instalación y uso intensivo de la tecnología de información en algunos de sus elementos internos modificará sus salidas:

$$de \propto dc$$

donde:

dc = es el cambio continuo (causa) de una entrada o estímulo externo que se impone a un sistema
de = es el cambio continuo (efecto) de la salida o respuesta de un sistema que resulta de un cambio incremental de una entrada

La manera en la cual los sistemas difieren unos de otros se da a través de la proporcionalidad o *función de ganancia* definida por $g(e,c)$. Con estos conceptos se puede establecer que:

$$de = g(e,c)dc$$

donde:

$$\lim_{\Delta \to 0} = \frac{de}{dc} = \frac{cambio\ diferencial\ de\ salida}{cambio\ diferencial\ de\ entrada} = g(e,c)$$

Si un sistema racional tuviera sólo un cambio a la entrada, la respuesta estará dada por:

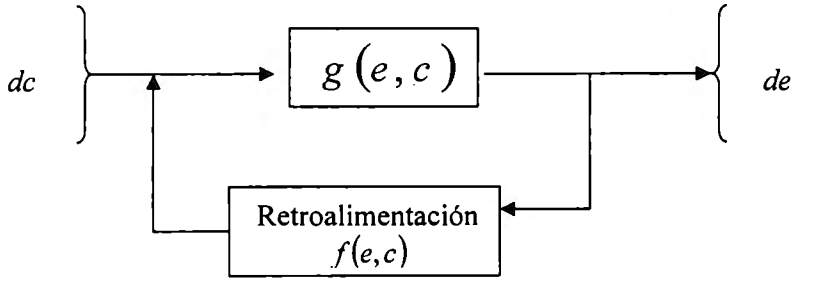


Figura 7. Sistema racional con una entrada, una salida y retroalimentación

[38] De acuerdo con el principio fundamental del análisis de sistemas que establece que para cualquier sistema racional, un cambio incremental o continuo en la entrada estará asociado de forma proporcional a un cambio incremental de la salida (Sandqist, 1985)

[39] La *entropía* se refiere a la cantidad de variedad en un sistema, donde la variedad puede interpretarse como la cantidad de incertidumbre que prevalece en una situación de elección con muchas alternativas distinguibles. La entropía, incertidumbre y desorden, son conceptos relacionados (Van Gigch, 1987).

Además, incorporando a la entrada del sistema el estímulo de retroalimentación, se tiene entonces:

$$dc + f(e,c)de$$

La salida del sistema estará dada por:

$$de = g(e,c)[dc + f(e,c)de]$$

Agrupando variables diferenciales comunes, la salida será:

$$[1 - g(e,c)f(e,c)]de = g(e,c)dc$$

$$de = \frac{g(e,c)}{1 - g(e,c)f(e,c)}dc$$

Siguiendo con esta línea de pensamiento y asumiendo que en una empresa no se tiene una única entrada ni una única salida, sino múltiples entradas, salidas y retroalimentación. (También se pueden establecer variantes en las cuales se defina un sistema con una entrada y múltiples salidas, o un sistema con múltiples entradas y una sola salida)

La complejidad de lo cálculos se puede ilustrar con la siguiente figura:

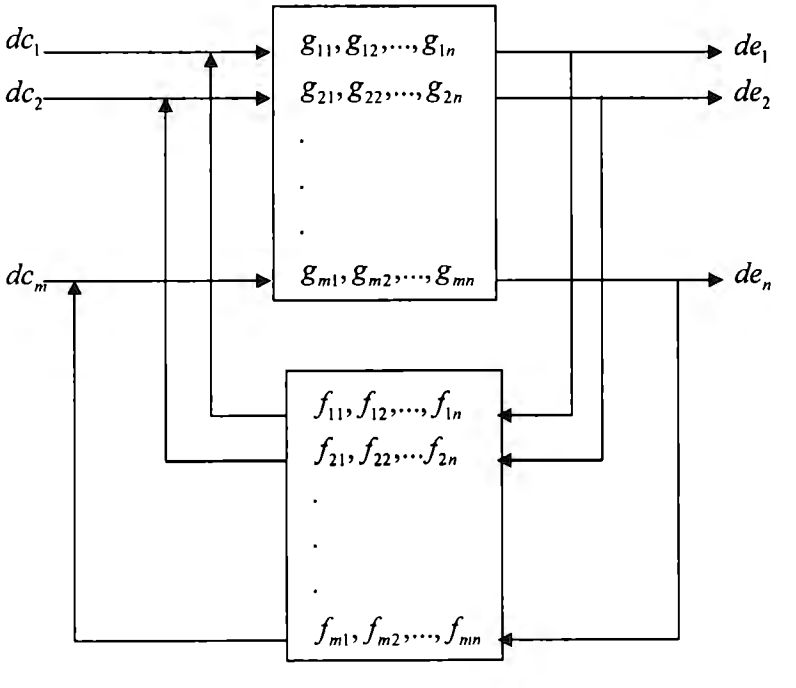


Figura 8. Sistema racional con ***m*** entradas y ***n*** salidas

El sistema de ecuaciones para un sistema generalizado asume la siguiente forma escalar:

$$de_1 = g_{11}dc_1 + g_{12}dc_2 + ... + g_{1m}dc_m$$
$$de_2 = g_{21}dc_1 + g_{22}dc_2 + ... + g_{2m}dc_m$$

.

$$de_n = g_{n1}dc_1 + g_{n2}dc_2 + ... + g_{nm}dc_m$$

Este tipo de sistemas de ecuaciones, debido a su tamaño y a la cantidad de componentes, se pueden representar de forma más simple utilizando la nomenclatura de matrices. Entonces, la expresión anterior se puede representar también como:

$$dE = g(E,C)dC$$

donde:

$$dE = \begin{bmatrix} de_1 \\ de_2 \\ . \\ . \\ de_n \end{bmatrix}, \qquad g(E,C) = \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} & g_{1m} \\ g_{21} & g_{22} & g_{2m} \\ . & & . \\ . & . & . \\ g_{n1} & g_{n2} & g_{nm} \end{bmatrix}, \qquad dC = \begin{bmatrix} dc_1 \\ dc_2 \\ . \\ . \\ dc_m \end{bmatrix}$$

La figura anterior se puede modificar para que se considere la retroalimentación como una entrada más del sistema:

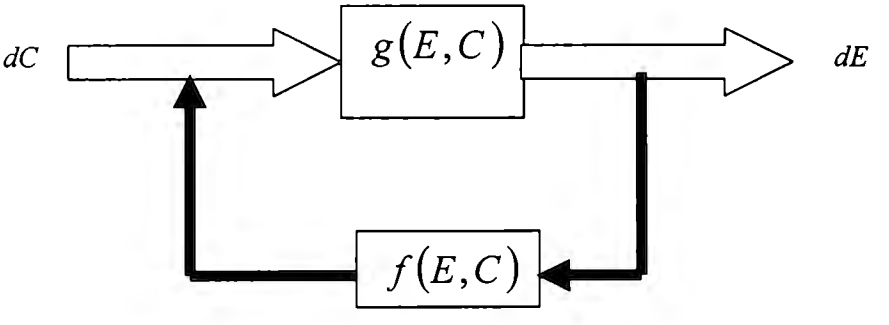


Figura 9. Sistema racional con ***m*** entradas, ***n*** salidas y retroalimentación múltiple

Donde la retroalimentación se define como:

$$f(E,C)=\begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} & & f_{1n} \\ f_{21} & f_{22} & & f_{2n} \\ . & & & . \\ . & & & . \\ f_{m1} & f_{m2} & & f_{mn} \end{bmatrix}$$

Las entradas totales del sistema están dadas por:

$$dC + f(E,C)dE$$

La ecuación para un sistema general con múltiples entradas y múltiples salidas es:

$$dE = g(E,C)[dC + f(E,C)dE]$$

Agrupando términos comunes:

$$[I - g(E,C)f(E,C)]dE = g(E,C)dC$$

Esta ecuación puede ser expresada explícitamente para ***dE***, como sigue:

$$dE = [I - g(E,C)f(E,C)]^{-1} g(E,C)dC$$

El cual representa un sistema de ecuaciones con retroalimentación para ***m*** entradas y ***n*** salidas.

Intentar analizar tal comportamiento generaría diversos sistemas de ecuaciones complejos que quizás no valga la pena evaluar. Sobre todo, si se pretendiera seguirle la pista al estímulo que provoca la Tecnología de Información sobre los procesos productivos y administrativos para evaluar su contribución a las salidas de la organización.

Algunos investigadores han realizado esfuerzos para evaluar las múltiples entradas y salidas de las empresas cuando son afectadas por la TI (En el libro de los compiladores Mahmood y Szewczak, (1999) se documentan 14 casos enfocados a esta labor de análisis)

Una manera de sintetizar la complejidad de la evaluación es aplicando el concepto de la "***caja negra***" (Van Gigch, 1987; Von Bertalanffi, 1984; Churchman, 1984; Klir, 1969; Klir, 1985). Este concepto establece que se puede entender el comportamiento de un sistema analizando sólo sus entradas y sus salidas, omitiendo tanto los procesos internos como la retroalimentación.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

Las áreas que componen a una empresa también se pueden definir como pequeños sistemas, o subsistemas, de un sistema mayor. Planteado así, para cada una de las áreas clave que están sujetas a la influencia de la tecnología de información es posible dimensionar el valor de negocios local que aportan al valor de negocios general analizando sus entradas de inversiones en TI y sus salidas de resultados atribuibles a esa misma tecnología.

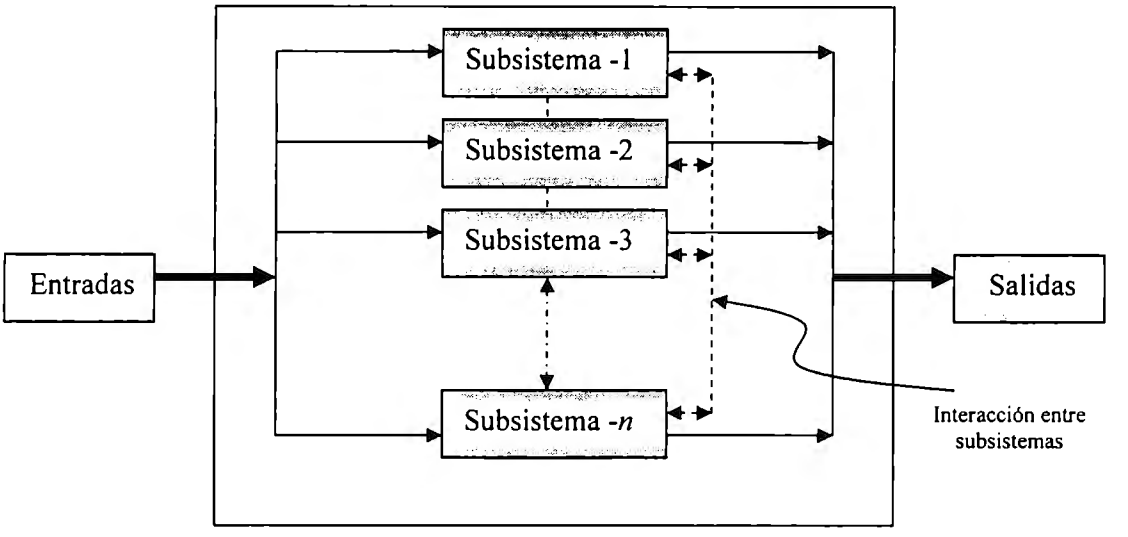


Figura 10. La empresa como un sistema de subsistemas

A pesar de esta simplificación, aun se tiene el problema de que las entradas de cada subsistema son de diferente magnitud y, por consiguiente, las salidas también. Otro problema es la interacción que se tiene entre subsistemas. A efecto de poder proyectar un modelo que permitiera el análisis del valor general de negocios de la TI, se utilizó el enfoque de la *caja negra* aplicándolo a la empresa mexicana y definiendo solo cinco áreas básicas.

Figura 11. La empresa como un sistema de caja negra

En vez de evaluar subsistema pos subsistema, se analizaron los cinco elementos atendiendo algunos componentes relevantes de información. A continuación se mencionan estos componentes y que fueron tomados de las investigaciones previas realizadas por Singh (1999).

Considerando como marco de referencia a la Teoría General de Sistemas, la empresa mexicana se puede analizar a través de cinco de sus principales componentes subsistémicos, a saber:

i. **Medio ambiente externo**. El cual genera la siguiente información:
   a. Información del cliente
   b. Información de competidores
   c. Información técnica de negocios
   d. Información de proveedores
   e. Información de índices económicos
   f. Información demográfica
   g. Información laboral
   h. Información internacional
   i. Información de políticas y regulaciones gubernamentales

ii. **Estrategias de negocios**. La estructura que se define para lograr los objetivos estratégicos, tácticos y los operativos:
   a. Extracción/integración de los datos provenientes de diferentes fuentes
   b. Información de los factores críticos de éxito de la empresa
   c. Información de los procesos de toma de decisiones
   d. Desarrollo de los planes estratégicos de la empresa
   e. Análisis de las diversas opciones de crecimiento/diversificación
   f. Enlace de productos/servicios con los nichos, mercados y clientes cautivos y potenciales
   g. Estrategias para el ciclo de vida de los productos

iii. **Organización**. Los procesos que incorporan cambios permanentes a los elementos de entrada, creando los bienes y servicios que comercializa la empresa:
   a. Flujos de información entre las áreas funcionales y los diversos niveles jerárquicos de la organización
   b. Acceso a datos financieros y contables a diferentes niveles de detalle y consolidación
   c. Acceso a los datos de operación y a los niveles de desempeño de la producción o del servicio.
   d. Información en línea sobre los proyectos de negocios que se estén desarrollando

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

e. Comunicación efectiva de los valores que tienen los indicadores de desempeño organizacional

f. Presupuestación de las operaciones y proyectos de negocios

g. Asignación de recursos a las actividades del negocio

h. Conjugación de capacidades y habilidades del personal con los requerimientos y necesidades de desempeño del negocio

iv. **Retroalimentación y control** para la corrección del desempeño global de la empresa:

a. Monitoreo de la información financiera/operacional

b. Resalte de información relevante financiera/operacional

c. Desglose de información, de lo general a lo detallado y viceversa

d. Comparación de resultados obtenidos vs. Esperados

e. Asignación de responsabilidades de los ejecutivos

f. Monitoreo del comportamiento de los mercados

g. Generación de explicaciones de las variaciones obtenidas en los resultados

h. Monitoreo de la satisfacción de los usuarios con los sistemas de información

i. Monitoreo de la satisfacción de los clientes con los productos y/o servicios de la empresa

j. Monitoreo del ambiente y rendimiento laboral de la organización

v. **Resultados** que impactan a la línea final de beneficios, al mercado, a los clientes y a los empleados

a. Fomento y promoción del aprendizaje organizacional por parte de los empleados

b. Apoyo a la motivación de los empleados para que encuentren soluciones a los problemas de su ámbito de competencia

c. Apoyo al ambiente y clima laboral de la empresa

d. Aceptación de la tecnología de información por parte de los usuarios de los productos/servicios de la empresa

e. Apoyo para que los empleados identifiquen las áreas claves involucradas en un problema de la organización

f. Apoyo y promoción para el control administrativo

g. Apoyo para adaptar a la organización a cambios no previstos en el ambiente de negocios

h. Comunicación de expectativas de la directiva a los demás niveles jerárquicos

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

i. Apoyo para resaltar la innovación y las soluciones a los problemas de la empresa
j. Utilización frecuente de los sistemas en lugar de aplicar procesos manuales
k. Importancia de la Tecnología de Información para realizar las actividades de la organización
l. Satisfacción de lo usuarios con los sistemas de información
m. Satisfacción de los clientes por el apoyo recibido (monitoreo de sus necesidades y reclamos)
n. Apoyo para disminuir los conflictos en los procesos de negocios si no opera un sistema de información
o. Apoyo para lograr los objetivos y metas de la empresa
p. Apoyo para identificar nuevas oportunidades de negocios
q. Nivel de generación de utilidades y ahorros para la empresa
r. Disminución de costos y gastos para la empresa
s. Contribución al desempeño laboral de los empleados

De manera esquemática, los cinco componentes subsistémicos se ilustran a continuación:

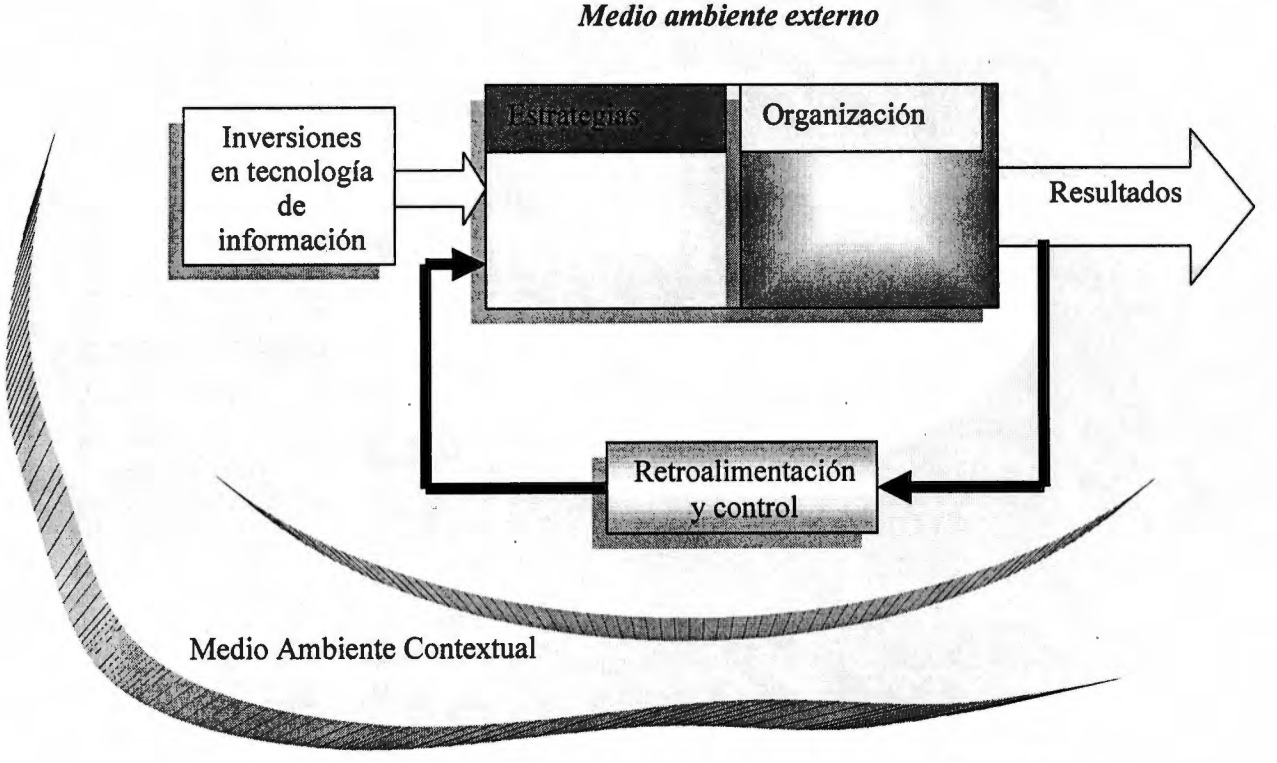


Figura 12. La empresa vista como un sistema interrelacionado

Una breve lista de las empresas encuestadas y el sector al que pertenecen es la siguiente:

- Servicios financieros
- Alimentos y bebidas
- Productos químicos
- Autopartes y refacciones
- Textiles, ropa y muebles
- Transportación
- Computadoras, sw, hw y consultoría
- Productos de higiene

Atendiendo al número de empleados que laboran en las empresas estudiadas:

- El 13.3% de las empresas tiene más de 5,000 empleados
- El 33% tiene entre 1,000 y 5,000 empleados
- El 13.3% cuenta con más de 500 y menos de 1,000 empleados
- El 20% tiene entre 300 y 500 empleados
- El 7% cuenta con más de 100 y menos de 300 empleados
- Finalmente, el 13.3% tiene entre 50 y 100 empleados
- El 67% de las personas que llenaron el cuestionario ocupan el puesto de Gerente de Sistemas
- El 13% son Directores de Finanzas y el 20% son líderes de proyectos

En resumen, la única forma de analizar el impacto que tiene la TI en una empresa es mediante el apoyo que ofrece la teoría general de sistemas. En última instancia se trata de medir la productividad de una organización que ha invertido en TI.

En palabras de un maestro que tuve durante mis estudios[40] de maestría: "... *la productividad es el producto final del esfuerzo y combinación de todos los recursos humanos, materiales y financieros que integran una empresa. Una vez que se reconoce este aspecto fundamental, sirve de guía para cualquier administrador que pretenda mejorar sus índices productividad; esto es, no tratará de resolver óptimamente un problema equivocado esforzándose en mejorar la productividad, por ejemplo, motivando únicamente a sus gerentes; o sólo comprando computadoras o tecnología de punta, sin tomar en cuenta al resto de sus niveles, áreas y personal en general. La experiencia enseña que comprar solamente computadoras y sistemas tan solo conduce a computarizar las mismas ineficiencias o irracionalidades que se tenían anteriormente. ¡Ahora será un sistema computacionalmente irracional, pero nada más!*" (Mercado, *et. al.*, 1997).

[40] Sección de Graduados e Investigación de la E.S.I.M.E., del I.P.N. (1991)

IV Naturaleza del Valor de Negocios de la Tecnología de Información

> *The most important contribution management needs to make in the 21st century is to increase the productivity of knowledge work and knowledge workers. It is on their productivity, above all, that the future prosperity – and indeed the future survival- of the developed economies will increasingly depend.*[41]

Este estudio se enfoca al análisis del ***valor de negocios*** como efecto de las inversiones en Tecnología de Información. Dicho ***valor*** se interpreta como la suma de una serie de beneficios temporales, permanentes, tangibles e intangibles que se generan en los ámbitos interno y externo de una empresa y que pueden ser atribuibles a la TI.

El concepto ***Valor de Negocios de la Tecnología de Información*** (VNTI) está compuesto de dos sub-conceptos importantes: *Valor de Negocios* y *Tecnología de Información.* El segundo ya fue definido previamente (Ver la definición de Tecnología de Información en el punto II.1)

Para entender el concepto *Valor de Negocios* se analizan brevemente sus dos palabras claves: *Valor* y *Negocios*. De acuerdo con la Real Academia Española, *valor* es el *grado de utilidad o aptitud de las cosas, para satisfacer las necesidades o proporcionar bienestar o deleite*. Otra definición indica que *es una cualidad de las cosas, en virtud de la cual se da por poseerla cierta suma de dinero o equivalente*. Para ambas definiciones resalta el hecho de el *valor* es una aptitud y una cualidad. Esto es, para que una cosa sea valioso debe tener una utilidad, y dicha utilidad es proporcional a una cantidad que se da a cambio por la cosa.

Por otro lado, la palabra negocio (Ver el punto I.2) se define como *todo lo que es objeto o materia de una ocupación lucrativa o de interés*[42]. Uniendo ambas palabras en el concepto *Valor de negocios*, éste se puede entender como la utilidad o satisfacción que proviene de realizar una ocupación lucrativa.

Filosóficamente, la palabra ***valor*** se utiliza para indicar que un objeto posee ciertas cualidades atractivas para quien las percibe. Una persona vale por sus virtudes, aunque no se puedan medir sino percibir. Un diamante vale por sus características físicas como tamaño, peso y quilates, y este valor se puede medir en términos monetarios. Un médico vale por sus conocimientos los cuales se exteriorizan en el momento en que cura una enfermedad o realiza una operación, aunque no se puede cuantificar el valor que tienen tales servicios.

---

[41] Peter Druker, ***Knowledge Worker Productivity: The Biggest Challenge***. California Management Review, páginas. 79-94, Volumen 41, Número 2. Otoño 1999.

[42] Diccionario de la Lengua Española, op. Cit., página 1015.

Enmarcando la palabra *valor* en el contexto de los negocios, se encuentran definiciones más completas. En la Encyclopedia of Banking & Finance[43] para la palabra *value* se lee: "*... fair price; a proper equivalent in money, commodities, etc., for something sold or exchanged; the worth of a thing in money or goods at a certain time; market price; estimated or appraised worth or price; purchasing power; that quality of a thing according to which it is thought of as being more or less desirable, useful, estimable, important, etc., the quantity or amount for which a symbol stands. In finance, one refers to the present value of money or an annuity and the future value of money or an annuity.*"

John Marshall (1842-1924), el fundador de la escuela neoclásica de economía en Inglaterra definió el *valor* como "*the worth of a commodity in exchange for other commodities*". Para los economistas, el concepto de valor está asociado con la palabra riqueza. Adam Smith (1723-1790) escribió "*The word* value *has two different meanings, and sometimes expresses the utility of some particular object and sometimes the power of purchasing other goods which the possession of that object conveys*" (Munn, *et. al.* 1991)

De estos elementales ejemplos se puede derivar que el término ***valor*** es una cualidad que, primero, debe ser percibida y, después, medida. La primera queda a juicio de los sentidos y la segunda a criterio de quienes deban asignar una unidad de medida.

Esta cualidad también puede ser **intrínseca** o **extrínseca**. Un objeto posee la cualidad *intrínseca* de ***valor*** cuando sus características físicas por sí mismas son útiles para algo o para alguien: una tela es valiosa porque cubre el cuerpo humano y mientras más extensa sea la tela, es más valiosa; la comida es valiosa porque alimenta a una persona. En definitiva, no es necesario ponerse de acuerdo para autentificar que ciertos bienes o servicios poseen la cualidad de valor intrínseco.

Un objeto posee la cualidad *extrínseca* de ***valor*** cuando es necesario que varias personas se pongan de acuerdo para determinar cuanto vale. Por ejemplo, el oro, salvo ciertas aplicaciones industriales, no tiene gran valor como materia física pero que representa un valor monetario adjudicado por consenso como patrón universal de medida económica. El valor intrínseco de un diamante está en su dureza y tiene cierto valor en aplicaciones industriales para cortar o tallar otros materiales. Pero, en nuestra sociedad, un diamante posee un alto valor extrínseco debido a que todas las personas, de forma consciente o inconsciente, le han adjudicado un gran valor económico el cual es perfectamente medible en términos de quilates.

Para el mundo de los negocios, existen diversas acepciones del concepto ***valor***. Por ejemplo, el *valor de los accionistas* es una medida del cambio en el valor de las inversiones de la empresa sobre un periodo de tiempo y que está determinado por los mercados financieros (Johnson, 2001)

Otros autores (Palepu, *et. al.*, 2000) indican que el *valor para el accionista* es el valor presente de los pagos futuros de dividendos. Esta definición se puede concretar al proyectar y descontar directamente los valores futuros.

[43] Ver la referencia bibliográfica Munn, García y Woelfel (1991)

Desde el punto de vista financiero, al determinar el *valor de realización* de una oferta pública de compra, los banqueros suelen utilizar alguno de los métodos siguientes (Palepu, *et. al.*, 2000) donde se manejan diversos conceptos de valor:

a).- Dividendos descontados. Expresa el *valor de capital* de la entidad como el *valor presente* de los dividendos futuros proyectados.

b).- Utilidades extraordinarias descontadas. El *valor de una empresa* se expresa como la suma de su *valor en libros* y las proyecciones descontadas de las utilidades "extraordinarias".

c).- Valuación basada en múltiplos de precios. Se toma una medida actual o una sola proyección del desempeño de la entidad y se convierte en un *valor* mediante la aplicación de algún múltiplo de precios correspondiente a otras empresas presuntamente comparables.

d).- Análisis de los flujos de efectivo descontados. Es la preparación de proyecciones detalladas de los flujos de efectivo correspondientes a varios años, las cuales se descuentan en función de un costo de capital para llegar a un *valor presente*, ambos estimados.

El concepto de *valor* asociado a los negocios es extrínseco porque requiere ponerse de acuerdo para dimensionar su alcance: un insumo le reporta valor al negocio en la medida en que le permite lograr sus objetivos comerciales. Esta valoración se refleja en la contabilidad y es posible cuantificarla. La Tecnología de Información le reporta valor al negocio en la medida en que la apoya para concretar sus objetivos comerciales, pero no siempre es posible dimensionar en qué grado, ya que muchos de sus beneficios no se reflejan directamente en la contabilidad por las características extrínsecas de tal valor. Es necesaria una medida de valor estándar aplicable a todos los elementos que intervienen en la tecnología de información.

Diversos investigadores han enfocado sus estudios a determinar el valor de la TI en función de la importancia que puede tener la *información* para una adecuada toma de decisiones. Entonces están hablando del concepto del *valor de la información* (Turban, *et. al.*, 2001).

$$\text{Valor de la información} = \left\{ \begin{array}{c} \text{Beneficios} \\ \text{netos } \mathbf{con} \\ \text{información} \end{array} \right. \quad — \quad \left\{ \begin{array}{c} \text{Beneficios} \\ \text{netos } \mathbf{sin} \\ \text{información} \end{array} \right.$$

Considerando las referencias anteriores, se puede definir al ***Valor de Negocios de la Tecnología de Información*** (VNTI) como la utilidad o satisfacción que proviene de realizar una ocupación lucrativa utilizando tanto técnicas como procesos computarizados aplicados a los datos para generar información.

Naturalmente, la definición general anterior surge de la unión literal de dos definiciones aisladas pero que dan una idea más precisa de lo que se pretende explicar con el concepto general.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

Un intento más de definición y atendiendo todos los conceptos explicados en el punto II y en éste, es: ***El valor de negocios de la tecnología de información es el resultado utilitario o de satisfacción que obtiene una organización cuando aplica la información proveniente de técnicas y procesos computarizados en su negocio.***

Aunque se buscaron referencias bibliográficas y trabajos de investigación que aportaran alguna definición acerca del concepto compuesto VNTI, no se encontró ninguno. Los trabajos consultados manejan este concepto como sinónimo de beneficios, otros como productividad, como eficiencia y eficacia, como reducción de costos, algunos más lo encuadran como satisfacción de los clientes, como mejoramiento de las ventas y servicios, como reducción de tiempos de procesos, o como velocidad de resultados. En suma, como un logro positivo para la organización (Willcocks y Lester, Brynjolfsson y Hitt, Augustus Van Nievelt, Powell, Weill y Broadbent, 1999) (Roger, *et. al.*, 1998) (Haag, *et. al.*, 2000) (Loudon y Loudon, 2004)

Vista desde la perspectiva de la economía, la tecnología de información es parte del capital de una empresa, es un bien de inversión el cual no necesariamente genera valor por ella misma sino que es utilizada para generar otros bienes y servicios. Por ejemplo, una pala mecánica, en sí misma no tiene un valor intrínseco. Su mantenimiento es caro, ocupa mucho espacio y sus costos de operación son elevados. No obstante, su real valor está en la medida de su uso y aplicación, ya que sirve para abrir surcos, rellenar huecos, sacar o quitar tierra y otras funciones más. La TI, es similar a la pala mecánica. En la medida en que se utilice y sirva para alcanzar los objetivos de negocios estará justificado su valor.

El modelo de análisis desarrollado propone una valoración numérica que está en función de relaciones y correlaciones entre diferentes variables que provienen de la plataforma tecnológica y de su impacto en áreas clave de la organización. Para establecer la valoración numérica, se necesitan identificar, primero, los beneficios que aporta la TI (su cualidad intrínseca); y después, proceder a medirlos (cualidad extrínseca). Los siguientes dos sub-capítulos describen los trabajos relacionados con estos puntos.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

IV.1 Los problemas asociados con la identificación de beneficios

Uno de los recursos más limitado, apreciado y sujeto a revisión y escrutinio es el dinero. Su asignación para los diferentes rubros y áreas de la empresa provoca reacciones encontradas. Por un lado, su escasa asignación crea malestar y descontento en aquellas áreas que se ven a sí mismas como críticas para el funcionamiento del negocio. Por el otro, cuando se cuenta con una fuerte asignación se cae con frecuencia en gastos superfluos.

En el ámbito de las áreas dedicadas a la administración de los recursos informáticos, la asignación del capital económico se asocia a eventos tales como: actualización de versiones de software, reemplazo y sustitución de equipo de cómputo, incremento en las capacidades de los equipos, ampliación en los anchos de banda en telecomunicaciones, y otros aspectos más.

Desde un punto de vista utilitario, la adquisición de tales bienes representa el fortalecimiento de los recursos informáticos, pero ¿qué tan benéfico es para las empresas la adquisición de la última versión de un lenguaje de programación?

Se ha argumentado de que el reto de la Tecnología de Información es hacer visible lo invisible. Un disco compacto o CD que contiene la más reciente versión de un lenguaje de programación no representa físicamente sino unos cuantos pesos por el costo del material del disco, más el costo de su contenido que puede variar en miles de pesos adicionales. Bajo esta definición, la tecnología de información tiene la posibilidad de generar *ingresos potenciales* a la organización que la posea. Ahora bien, ¿cuál es la cantidad monetaria que se puede asignar como *Ingreso Potenc*ial?

El desconocimiento de la utilidad potencial que puede producir la adquisición de un lenguaje de programación es motivo de grandes controversias entre los ejecutivos y directores de empresas, Acostumbrados como están a reducir y expresar cualquier operación y movimiento administrativo en términos monetarios que se puedan registrar en la contabilidad, los directivos encuentran difícil asignarles una cantidad económica a sus recursos informáticos.

Algunas expresiones de beneficio empresarial que se obtienen de la Tecnología de Información son subjetivas y percibidas como: mejoras en el servicio del manejo de la información; rapidez en el cobro de las facturas; en la expedición inmediata de un boleto de autobús; en la recuperación oportuna de cierta información estratégica, y otras más. ¿Cuál es el valor que se le puede asignar a la reducción de tiempo en la prestación de un servicio para el cliente debido a las mejoras tecnológicas? ¿Existe proporcionalidad entre el monto de dinero invertido en tecnología de información y los servicios que se otorgan?

Desde un punto de vista cuantitativo, es más difícil determinar los beneficios que se pueden obtener de una inversión en tecnología de información que el cálculo de los costos que dicha inversión genera.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

La dificultad radica en que la empresa espera determinados niveles de beneficio de su tecnología de información adquirida. Estos beneficios abarcan desde un simple mejoramiento en la eficiencia laboral de una persona, área o proceso productivo, hasta el logro de una efectividad a nivel de empresa. Dicha eficiencia y efectividad pueden tomar diferentes connotaciones y formas, y su evaluación a la luz de las inversiones en Tecnología de Información requiere la identificación y comprensión de estas variantes las cuales se analizan a continuación.

IV.1.1 Clasificación de beneficios de la Tecnología de Información

De forma optimista, se identifican dos probables resultados positivos que pueden generar las inversiones en tecnología de información:

i. **Beneficios directos** de las inversiones en Tecnología de Información. Estos beneficios se definen como el efecto deseado que resulta de una intervención o cambio en las prácticas o procesos de negocios de una organización apoyadas por la tecnología de información. Es un resultado de negocios, el cual tiene un impacto medible en el rendimiento de la organización.

ii. **Impacto positivo** en la actuación de la empresa por estas inversiones en TI. Son los cambios físicos a los procesos o prácticas para hacer negocios, los cuales guiarán sus resultados a los beneficios establecidos.

Los beneficios e impactos de las inversiones en TI necesitan ser expresados en forma de ***proposiciones***. Una proposición de beneficio es el resultado esperado, en términos de negocios precisos y de una iniciativa de tecnología de información.

La proposición relaciona un problema de negocios primario, o de oportunidad, con una solución tecnológica. Representa, en términos específicos, la visión de cómo se deberían realizar los negocios a partir de la implementación de una nueva tecnología de información.

Más específicamente, los beneficios se pueden clasificar en dos categorías primarias (Remenyi, 1999):

a) **Beneficios tangibles**. Se definen como aquellos que afectan positivamente la línea económica de resultados de la organización y que se pueden registrar en la contabilidad de la empresa en términos monetarios.

b) **Beneficios intangibles**. Son aquellos que no afectan la línea económica de resultados pero que impactan a la organización de forma subjetiva y sutil. Se pueden percibir las formas subjetivas como mejoras en la obtención de información o como apoyos para mejorar la capacidad en la toma de decisiones de un ejecutivo y que no necesariamente influyen directamente en los beneficios de la empresa.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

IV.1.2 Áreas problema en la identificación de beneficios de la Tecnología de Información

Se pueden definir cuatro áreas principales en las que se concentran los problemas asociados con la identificación de beneficios de la Tecnología de Información, a saber:

i. **Problemas para la identificación de beneficios y mejoras en el rendimiento.** Se requiere la identificación de los beneficios potenciales de éxito en los proyectos de sistemas de información mientras estos se encuentran en el ciclo de desarrollo de sistemas. El aspecto ideal es la identificación plena de los beneficios a obtener antes, incluso, de que se inicie el desarrollo de un proyecto de sistema de información. Aunque en la práctica la cuantificación de tales beneficios es bastante difícil debido a los múltiples factores que influyen, desde la percepción del usuario, pasando por la tecnología de cómputo vigente, hasta la concepción arquitectónica de los desarrolladores.

ii. **Problemas para determinar el alcance y penetración de los sistemas de información.** Generalmente, un sistema de información no se ve, o gestiona, como una entidad aislada de trabajo, sino que se utiliza en interacción con otros sistemas de información, personas y áreas. Bajo este enfoque, los sistemas de información son el soporte para los flujos de procesos de una organización.

   El impacto que un sistema de información tiene sobre otros sistemas de información y procesos varía en proporción a su capacidad de integración y asimilación al trabajo que se realiza en la empresa. Se puede tener, entonces, un sistema de administración del pago que interactúe en línea con el sistema de contabilidad, o con la toma de decisiones ejecutiva en cuanto a los pagos efectuados a terceras instancias gubernamentales como el IMSS, SAT, INFONAVIT, y otros.

   De esta forma, la influencia de un sistema de información variará en proporción a la utilidad que le den las diferentes personas y áreas de la organización. También variará de acuerdo a la complejidad que presente el propio sistema de información. Un claro ejemplo son los sistemas ERP cuyos beneficios se van incrementando a medida que progresa la implementación.

   Esto hace más difícil la identificación de los beneficios reales y potenciales que un sistema de información puede otorgar. Además, no sólo es la capacidad que tiene un sistema de información para automatizar los procesos y entregar información, sino la habilidad de quienes lo operan para exceder sus servicios aun cuando estos no hayan sido proyectados originalmente.

iii. **Problemas para la identificación de los beneficios tangibles e intangibles.** Como ya se definió en párrafos anteriores, los beneficios tangibles mejoran la productividad y eficiencia de una organización, y se traducen en una disminución de costos o en un mejoramiento en las utilidades de la empresa y, por consiguiente, en una mejora en el retorno de la inversión.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

Los beneficios económicos son registrados en la contabilidad o también se pueden expresar en términos de cantidad de desperdicio minimizada o dinero ahorrado. Los beneficios intangibles, por otro lado, se traducen en mejoras a la calidad y ambiente laboral de los empleados y ejecutivos, o en facilidades de uso de la información, o en un aumento en la respuesta de consultas y otros aspectos más. Todos ellos son difíciles de cuantificar y cuya medición requiere de instrumentos no paramétricos, como el levantamiento de encuestas de satisfacción de los usuarios, de uso intensivo de la tecnología, o el impacto en el rendimiento laboral.

Dada la dificultad para aplicar una métrica estándar para estos beneficios, su traslado y reflejo en la contabilidad de la empresa resulta aún más difícil. No obstante sus resultados abstractos, los beneficios intangibles pueden apoyar positivamente al éxito de una empresa. Su cuantificación es uno de los retos principales de la administración de la tecnología de información moderna.

iv. **Problemas para determinar los beneficios incrementales y evolutivos de la tecnología de información.** Cuando se proyectan los beneficios potenciales de un sistema de información, estos pueden ocupar a través del tiempo uno de tres posibles estados:

   a. **Que los beneficios proyectados se incrementen**
   b. **Que se mantengan estables durante la vida útil del sistema de información**
   c. **Que disminuyan o no se obtengan los beneficios esperados**

Estas circunstancias hacen que los beneficios sean inestables. Por mucho que se realicen estudios prospectivos detallados del rendimiento de un sistema de información o se efectúen pronósticos de resultados, tales valores quedan sujetos a la realidad cambiante, a las personas que utilizarán y operarán el sistema y a las condiciones de negocios que imperen, Es más, mientras mayor sea el tiempo de proyección de los pronósticos, el sesgo de los resultados posibles es también mayor.

Naturalmente, existen beneficios fácilmente identificables o que podrán sostenerse a través de la vida útil del proyecto. Pero, a medida que se comprende el funcionamiento de un sistema que interactúa con otros sistemas, o se vuelve vital para la organización se crean nuevas ideas sobre cómo aumentar su rendimiento para sacarle mayor provecho a las características del sistema de información.

La falta de una comprensión total del desempeño de un sistema, de su soporte tecnológico y su inserción en los demás sistemas administrativos y operativos de una organización, vuelve difícil la identificación de los beneficios reales y potenciales de tales sistemas; problema que se ve agravado debido a la falta de métricas de eficiencia departamental de los sistemas de información (Lacity y Hirschheim, 1995)

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

IV.1.3 Hacia una economía de la Información

La gran cantidad de investigaciones académicas sobre la medición de los beneficios que aporta la tecnología de información a las empresas, publicada en los años recientes, muestran el creciente interés de la comunidad estudiosa por clarificar y sentar las bases de un conocimiento coherente para calcular tales beneficios. No obstante, existen diversos conceptos que son tomados como actos de fe (Lincoln, 1990). Para darles coherencia a este cúmulo de investigaciones y trabajos teóricos y prácticos realizados, es necesario aplicarles un análisis concienzudo.

Si la **economía de la información** significa "*una serie sistematizada de conceptos y teorías que explican el papel que juegan los sistemas de información, y la información misma, en la asistencia de individuos y organizaciones para la concepción, producción y entrega de bienes y servicios tanto en el sector público como el privado*" (Remenyi, 2001, Pág. 2), entonces, es necesario canalizar nuevos esfuerzos para reenfocar los estudios realizados en este ámbito y conformar una teoría coherente (Symons 1991; Walsham, 1993; Willcocks y Lester, 1993; Farbey, *et al.* 1995; Strassmann, 1985, 1990, 1997; Ward, *et al.* 1996; Remenyi, 1996, 1999;)

De acuerdo con Shapiro y Varian (1999), la información es cara de *generar* pero es barata de *reproducir*. Pone el ejemplo de los libros cuya producción cuesta cientos de miles de dólares, pero se pueden imprimir y encuadernar por un par de dólares. Algo similar sucede con el software comercial. El costo de crear una nueva versión de un lenguaje como Visual C++ de Microsoft, es quizá demasiado alto, no obstante reproducirlo en CD's cuyo material es de unos cuantos centavos de dólar, resulta insignificante.

Un bien de información tiene unos costos fijos altos y unos costos marginales bajos. Hay que fijar el precio del bien de información de acuerdo con el valor que tiene para el consumidor, no con lo que cuesta producirlo. (Shapiro y Varian, 1999) Dentro de los costos fijos en la producción de información, están los costos hundidos (sunk costs), aquellos costos que no son recuperables por mucho que se detenga la producción. Por ejemplo, si se reconstruye un autobús y después no se concluye el trabajo, parte de los costos se pueden recuperar vendiendo el autobús; pero, si no se termina de programar un sistema, nadie querrá comprar dicho sistema incompleto. Por otro lado, los costos variables en la producción de información también poseen una estructura diferente, ya que el costo de producir copias adicionales de la nueva versión de C++ no aumenta sino que se mantiene constante, sin importar la cantidad de copias que se realicen. Teóricamente, en condiciones normales, no hay límites naturales a la producción de copias adicionales de información. Así como se puede producir una copia, se pueden producir uno, cinco o diez millones de copias por prácticamente lo mismo en cada unidad.

Estas consideraciones motivan a pensar no en una *Teoría económica nueva* o una *Economía digital*, sino en reinterpretar las leyes de la economía a la luz de los cambios que la tecnología de información está provocando en el seno de las organizaciones de forma que resulten apropiadas y comprensibles para los empresarios y ejecutivos, quienes son los que tienen la responsabilidad de tomar decisiones estratégicas en relación con sus inversiones en TI. (Shapiro y Varian (1999).

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

IV.2 Los problemas asociados con la medición de los beneficios

Las inversiones en Tecnología de Información requieren un tratamiento diferente al que se le otorga a otras inversiones, como en maquinaria y equipo de manufactura o en redes telefónicas y generación de electricidad, ya que son inversiones de largo plazo que van de uno a 25 años y que son afectadas por la inflación y la obsolescencia. La tecnología de información tiene ciclos de vida demasiado cortos. En el plazo de cinco a ocho años, un servidor o un mainframe se vuelve obsoleto por las altas tasa de cambio tecnológico que suceden anualmente. Además, los beneficios intangibles pueden variar durante la vida del proyecto.

Las inversiones que se realizan en Tecnología de Información tienen el potencial para generar o derivar valor de negocios: esto implica que los beneficios que se pueden obtener de dichas inversiones no están en función directa con la adquisición e implantación de la tecnología, tiene que ver más con las iniciativas de negocios que se desarrollen.

Desde esta perspectiva, se puede inferir que ninguna inversión, por grande o pequeño que sea su monto, garantiza una cantidad determinada de beneficios, ya que estos estarán sujetos principalmente a las prácticas de negocios que desarrolle la empresa y a sus procesos en donde incorpore la tecnología de información.

Las capacidades o características de la tecnología de información tienen un alto potencial tanto para generar múltiples beneficios como para provocar pérdidas cuantiosas a una empresa. Su ambigüedad reside, no en su naturaleza tecnológica, sino en la forma en como sea utilizada y aplicada. El símil que se puede aplicar es con la electricidad. Bien canalizada y aplicada en innumerables equipos la electricidad es productora de múltiples beneficios: motores, computadoras, luz, sonido, etc. Mal aplicada, puede provocar daños físicos a las personas inclusive, la muerte. ¿Es la electricidad buena o mala? Es inocua. Todo depende de su uso y aplicación.

Para el caso de la tecnología de información, naturalmente se busca que su aplicación en los negocios genere múltiples beneficios tangibles e intangibles. El factor fundamental, en estos casos, es el ser humano: el adecuado funcionamiento de la TI dependerá de quienes la implementen.

Los resultados adecuados que arroje la TI también dependerá de las personas usuarias que la utilicen bajo los parámetros especificados. El valor de negocios que aporte la TI a la empresa dependerá fundamentalmente de la creatividad y capacidad de innovación de quienes utilicen la información proveniente de dicha TI. En suma, será la gente quien determine el éxito o fracaso empresarial de la Tecnología de Información. El factor humano es un elemento clave para la generación de beneficios de la TI en el ámbito empresarial.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

Se puede expresar gráficamente la relación que existe entre la gente que utiliza la tecnología de información, las inversiones en TI, su inserción en los procesos de negocios, y los resultados esperados (Soh y Markus, 1995)

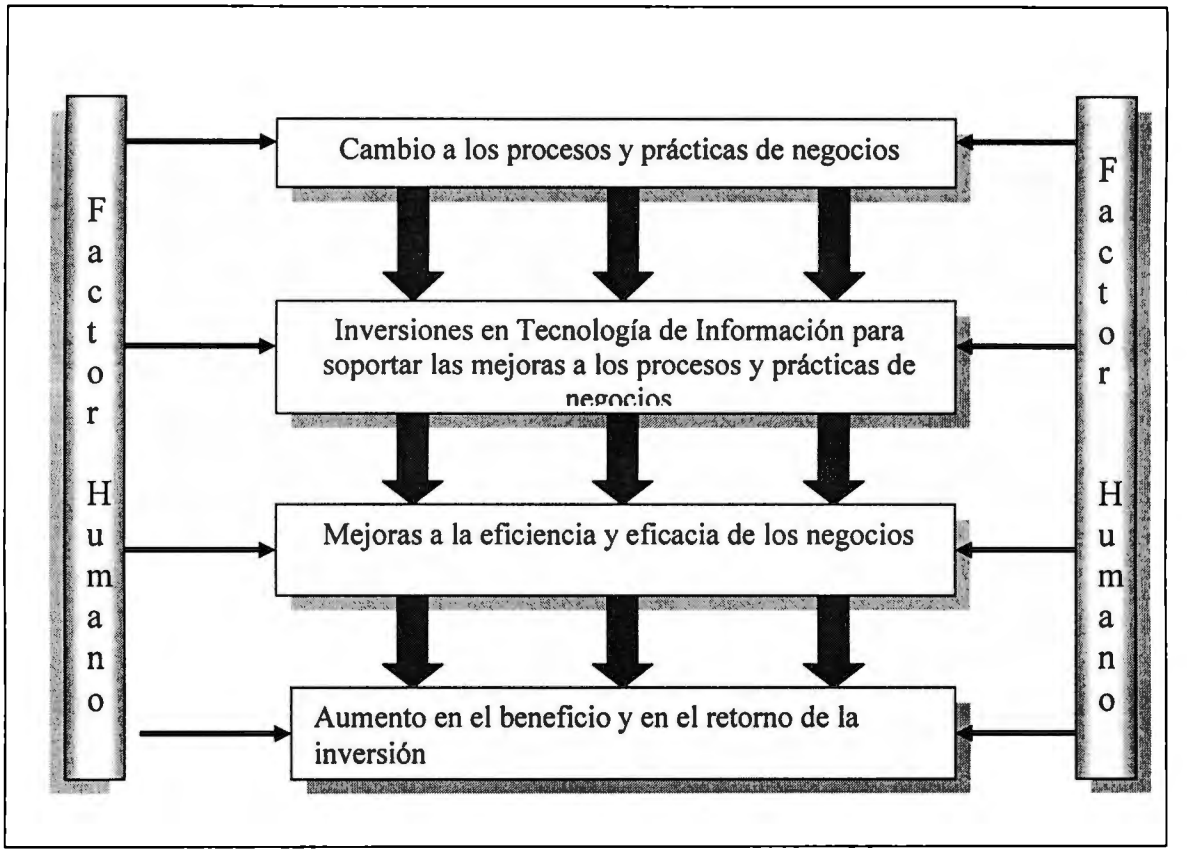


Figura 13. Relaciones de la TI dentro de un contexto de negocios (Soh y Markus, 1995)

IV.2.1 Valor tangible de negocios derivado de la Tecnología de Información

Para enmarcar el valor de negocios que se puede obtener de la Tecnología de Información, es necesario que la empresa determine las metas de productividad que se pretenden alcanzar por mejoras a sus procesos y prácticas de negocios.

$$\Delta \text{ Pr } oductivida \;\; d = f(\Delta\alpha_0, \Delta\alpha_1, \Delta\alpha_2, ..., \Delta\alpha_n) / TI$$

$$\forall\, \alpha_i = Incremento \;\; en\; la\; producción \;\; del \;\; producto \;\; \alpha$$

Este incremento en la productividad se debe reflejar en un incremento en la fabricación de los productos, o en el otorgamiento de mayores y mejores servicios, utilizando la misma cantidad de insumos. Visto de otra forma, sería el obtener la misma cantidad de bienes y servicios, pero utilizando una cantidad menor de insumos; todo ello debido a la aplicación de la tecnología de información. Pero, esta es precisamente la definición de productividad.

En concordancia con los datos obtenidos mediante el cuestionario, el monto aproximado en miles de dólares de los beneficios obtenidos anualmente por las empresas durante los últimos cuatro años a la fecha, atribuibles a su TI, fue difícil de cuantificar y los que respondieron se mostraron incapaces de dar cifras precisas, a lo más fueron estimadas de manera global.

En términos generales, el 60% de las empresas encuestadas no pudo dar ningún dato tangible, medido en dólares, sobre los beneficios obtenidos por el uso de la TI. Los rubros que se solicitaban contestar fueron:

- Salarios ahorrados por reducción de personal
- Ahorros en honorarios por reducción de personal staff y asesores
- Mejora en los ingresos globales de la empresa
- Ahorros en gastos de oficina y procesos
- Número de nuevos clientes captados
- Porcentaje de captación de mercado

El 40% restante sólo pudo hacer mención de alguna cantidad aproximada, por salarios ahorraos en la reducción del personal y en gastos de oficina, aunque no estaban seguros de las cifras.

De las respuestas vagas dadas por las empresas a preguntas concretas, se deduce que no se cuenta con ninguna técnica o metodología para llevar el control de los beneficios económicos que reporta la TI. Un hecho relevante es que el 100% mencionó que sí se tienen mejoras en sus procesos de trabajo cuando se automatizan los flujos de información, pero estas mejoras sólo son percibidas mas no cuantificadas.

Las pocas empresas que contestaron hicieron mención de los siguientes aspectos:

- En un año reportaron 15% de mejoras en los ingresos globales de la empresa.
- Obtuvieron porcentajes entre el 14% y 40% de captación de mercado.
- Reportaron ahorros entre 90 y 280 mil dólares anuales en salarios por reducción de personal.
- Obtuvieron ahorros en el concepto de honorarios por reducción de personal staff y asesores de 65 mil dólares anuales.
- El rango de ahorro en gastos de oficina osciló entre 20 y 250 mil dólares anuales.
- El número de nuevos clientes captados por el uso de la TI fue desde 18 hasta 550, anualmente.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

IV.2.2 Valor intangible de negocios derivado de la Tecnología de Información

a) **Análisis Interno**.- Una derivación del valor de negocios que se puede obtener de la TI es mediante el análisis de los procesos de trabajo de la empresa, o su organización misma y sus políticas de negocios en relación con el personal que ocupa los diferentes estratos jerárquicos.

La tecnología de información se puede enfocar a mejorar las actividades de escritorio del personal, de la organización, del procesamiento y entrega de la información, de la comunicación inter y extradepartamental; y que impacten positivamente a la moral de los empleados y mejoren el clima laboral de la empresa. Si este es el caso, entonces se debe evaluar la innovación y el mejoramiento de los procesos mediante la aplicación de diferentes cuestionarios.

b) **Análisis Externo**.- De acuerdo con la época actual en sus prácticas de hacer negocios, se considera prioritaria la atención a la satisfacción del cliente. Entonces, la tecnología de información se puede enfocar a la innovación de procesos y al mejoramiento de las relaciones con los clientes. Aunque no sean medibles de forma cuantitativa estas mejoras, su resultado final será el posicionamiento de la empresa en el mercado y, por consiguiente, haciéndose posible el obtener una medición financiera de la aplicación de la TI en este rubro.

c) **Otras consideraciones**.- De acuerdo con estos planteamientos, las inversiones que se realicen en tecnología de información tendrán un impacto positivo para la organización en la medida en que sean encuadradas dentro de un caso de negocios, dentro de una propuesta de valor, o dentro de un modelo de negocios para poder derivar y cuantificar sus posibles beneficios (Barua, 1995; Brynjolfsson y Hitt, 1995; Mooney, 1995; McKeen, 1999)

Sólo cuando la tecnología de información es integrada de forma exitosa dentro de un proceso de negocios se pueden esperar beneficios (Strassmann, 1990) De esta forma, la tecnología de información sólo adquiere real valor como aplicación de negocios cuando es utilizada en colaboración con otros recursos empresariales, como parte de un proceso o práctica de negocios del que se obtendrán mejoras a la eficiencia y eficacia de la organización. Se deriva de este argumento que un punto clave para el reconocimiento y cuantificación de los beneficios que aporta la tecnología de información es la clarificación y selección de los procesos de negocios que serán tecnológicamente soportados.

d) **El factor humano de la Tecnología de Información**.- En última instancia una empresa, independientemente de la tecnología que utilice, de los bienes y servicios que produzca, y de los procesos de negocios que realice, está manejada por personas.

La gente que se encuentra al frente del negocio en la línea de batalla con los clientes, es quien más identifica y reconoce las fortalezas y debilidades de la organización para

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

alcanzar el éxito. También identifica el cómo y de qué forma la tecnología de información soporta sus esfuerzos comerciales y productivos.

El personal de línea utiliza la Tecnología de Información como herramientas para mejorar sus procesos productivos y de toma de decisiones que le permitan lograr los resultados propuestos. De esta forma, es en la gente en quien recae, principalmente, el éxito o fracaso de las inversiones en tecnología de información. Se puede afirmar, inclusive, que quien utiliza la TI puede conocer, de forma intrínseca, cuales beneficios son los que está aportando la tecnología de información y si la infraestructura tecnológica que están operando actualmente se le puede considerar exitosa.

Este hecho fue reconocido por Davenport (1997) cuando afirmaba que "*la información y el conocimiento son la quintaesencia de la creación humana; y nunca seremos tan buenos para administrarlos a menos que le demos a la gente un rol primario*".

La combinación de los sistemas de información, la gente, y otros recursos dependen por completo del contexto de negocios en que operen. La tecnología de información debe formar parte de los mismos, pero también como elemento de un programa mayor de mejoramiento e innovación de negocios que permita derivar claramente los beneficios que aportará la utilización de tal tecnología. Si no es así, será muy difícil cuantificar su impacto positivo.

Ahora bien, es muy necesario identificar y clasificar a la gente que tiene relación directa o indirecta, y que influye o es influida, por la tecnología de información, a saber:

i. **Usuarios finales**. Son quienes utilizan de forma permanente los sistemas de información por ser parte de su actividad cotidiana. Sus opiniones y puntos de vista deben ser tomados en cuenta cuando se proyecten mejoras a los procesos de trabajo. Los usuarios finales, de acuerdo con su experiencia en el uso de la TI, pueden ser **noveles** y **expertos**. Este nivel de experiencia retarda la obtención de beneficios.

ii. **Usuarios indirectos**. Son quienes ocasionalmente utilizan los sistemas de información pero que su opinión también es importante debido a que cae bajo su responsabilidad la definición, asignación y evaluación de las inversiones en tecnología de información.

iii. **Profesionales de la tecnología de información**. Son los consultores, expertos, asesores y proveedores de la tecnología de información en quienes recae la responsabilidad de definir la tecnología apropiada, de dirigir, y de coordinar su implantación y ejecución adecuada. Los nuevos esquemas de relaciones profesionales han fomentado la figura del *outsourcing*, esto es, que se delega completamente a una empresa consultora todos los aspectos técnicos relacionados con la tecnología de información y su inserción en los esquemas de trabajo de la organización.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

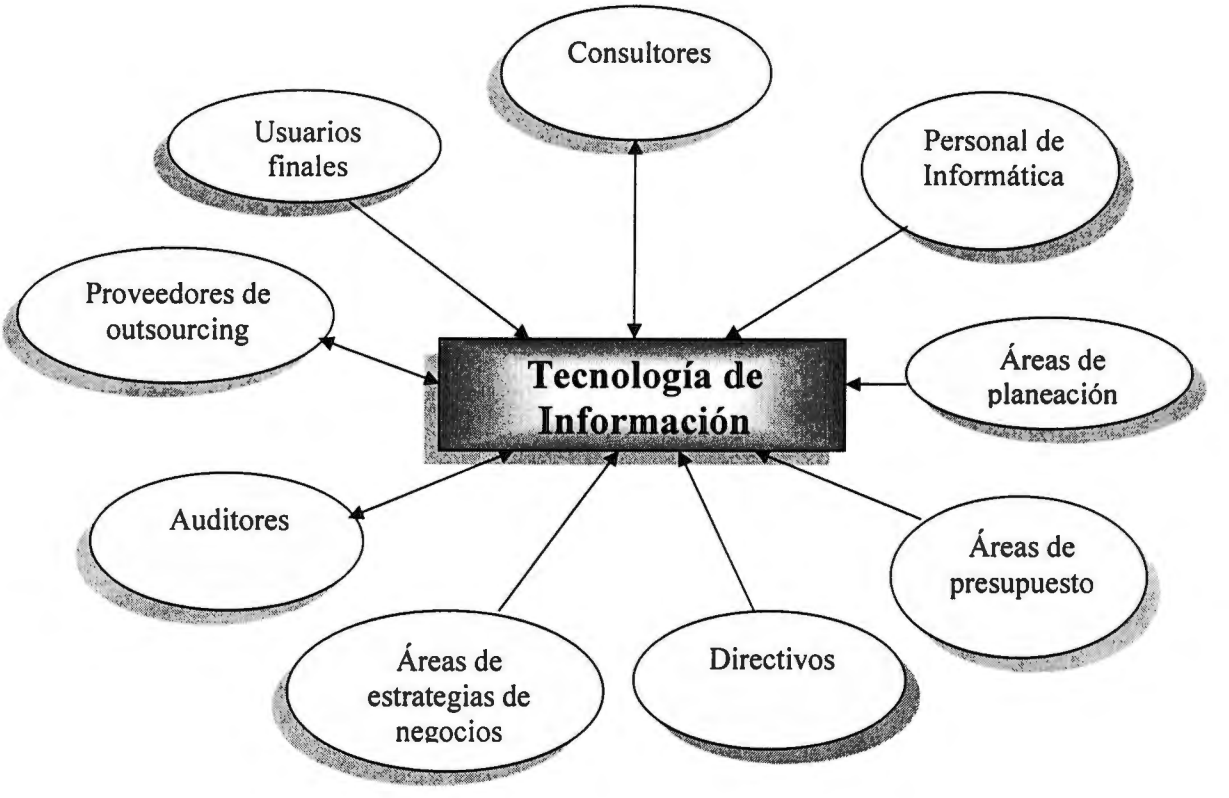


Figura 14. Usuarios que tienen relación con la TI en el ámbito empresarial

En mayor o menor grado, cada una de las personas que participa y se relaciona con la tecnología de información tiene la responsabilidad de que una inversión sobre TI sea exitosa o termine en fracaso. En palabras de Strassmann (1997), quien lo resumió adecuadamente:

"The lack of correlation of information technology spending with financial results has led me to conclude that it is not computers that make the difference, but what people do with them. Elevating computerization to the level of a magic bullet of this civilization is a mistake that will find correction in due course. It leads to the diminishing of what matters the most in any enterprise: educated, committed, and imaginative individuals working for organizations that place greater emphasis on people than on technologies".

IV.3 Aspectos que se consideran para invertir en Tecnología de Información

Cualquier empresa invierte en la adquisición de bienes y/o servicios motivada por los siguientes aspectos:

- Por el deseo de responder pasivamente a las oportunidades que el crecimiento macroeconómico ofrece, mediante un incremento en los niveles de sus capacidades productivas.
- Por la necesidad de reducir la incertidumbre sobre los resultados futuros y que le permitirá a la empresa enfocar mejor sus próximas inversiones.
- Por la intencionalidad de competir de forma agresiva contra los competidores existentes en su mercado, mediante el mantenimiento de prácticas de negocios y el desarrollo de mecanismos que le otorguen a la empresa reducciones sustanciales de costos o ventajas competitivas.

Considerando las opiniones de los físicos, la cantidad de materia física existente en el mundo es fija; el mejoramiento de nuestras circunstancias materiales sólo puede ser realizado por medio de nuestras habilidades para transformar dicha materia. Lo que distingue a estas para crear diferentes incrementos de valor son nuestras capacidades, herramientas y conocimientos (Webster, 1999)

Cuando las empresas invierten en TI, lo hacen básicamente por las capacidades que pueden obtener de su uso. No se adquiere un servidor o un sistema operativo porque físicamente sea bonito o compacto. Su valor no está en sus características físicas. Webster (1999) hace una contribución especial a este tipo de inversiones en cuanto a que, en teoría, generarán beneficios potenciales, tal como cuando se invierte en educación, capacitación, innovación y métodos organizacionales. Las llama *inversiones en intangibles*, aplicando una perspectiva post-Keynesiana.

Bajo lo anterior, las inversiones en intangibles están orientadas implícitamente a los esfuerzos que estimulan la capacidad productiva de la empresa. Alfred Marshall, en su libro Principles of Economics, indica: "*La importancia de las ideas que hacen una época no suele ser percibida por la generación que las produce. Un nuevo descubrimiento rara vez es plenamente eficaz en el ámbito práctico hasta que se han introducido pequeñas mejoras y se le han sumado otros descubrimientos secundarios pero relacionados con el*".

Se asume que todas las inversiones de una empresa son realizadas para crear un valor positivo de negocios. En contraste, un enfoque post-Keynesiano, o enfoque dominado por la demanda, asume que las inversiones de la empresa son motivadas para acrecentar los beneficios en la forma de un *intercambio-de-valores* más que *uso-de-valores*, y para ganar control y disminuir la incertidumbre sobre su entorno de negocios (Webster, 1999)

La mayor peculiaridad que tienen las inversiones en intangibles, que la diferencía del capital tangible, es su nexo con la mano de obra. Esta fusión de las inversiones con las habilidades y herramientas utilizadas por la mano de obra presenta cuatro características:

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

- Uno, la mano de obra aplicada a la Tecnología de Información no puede ser incorporada en propiedad privada, vendida o hipotecada.
- Dos, la mano de obra es heterogénea por naturaleza. No puede ser producida en masa de manera uniforme, tal como el capital físico.
- Tres, las personas son más volátiles e impredecibles que las máquinas. Las leyes de la física son más regulares que las leyes de la psicología y sociología.
- Cuatro, la mano de obra con el uso se aprecia y es un factor de producción altamente maleable y que se puede transmutar en diferentes formas. En contraste, el capital físico se aprecia con el uso y cada unidad está limitada a ciertas tareas definidas.

Si se considera que la mejor inversión en tecnología de información será aquella que ayude a la empresa a maximizar su valor de negocios (Kauffman y Weill, 1989), entonces cualquier decisión de inversión se deberá enfocar a maximizar los beneficios que pueda proporcionar la tecnología de información, al mismo tiempo que se buscan minimizar los riesgos implícitos de dicha tecnología. Se tienen tres razones para considerar estos dos aspectos en el análisis de las inversiones en TI:

Primero, cuando se planee una inversión en TI, se debe considerar que algunos beneficios potenciales pueden diluir si se tiene una administración inapropiada de los recursos informáticos. También se debe estar consciente de que otros beneficios son desconocidos debido a que los ejecutivos y directiva no los reconocen, o son ignorados, durante las etapas de planeación de la tecnología de información ya que sólo se enfocan a vislumbrar la funcionalidad que esperan les dé la TI a sus procesos de negocios.

Segundo, antes de que se asuma o acepte alguna decisión de inversión es importante identificar los beneficios tangibles e intangibles de la mejor manera posible. Principalmente, es necesario establecer un horizonte de planeación para estimar el tiempo que deberá transcurrir entre la inversión inicial y la captación de los beneficios esperados.

Tercero, cada decisión de inversión conlleva un grado de riesgo implícito (McFarlan, 1981). Cualquier inversión, sea de tecnología de información o no, reconoce que el futuro es incierto. Así, cualquier método de evaluación debe incorporar el manejo de este riesgo para ajustar las decisiones. Si el futuro fuera predecible no sería necesario planear ni evaluar los riesgos por conocer de antemano los resultados. De otra forma, si el futuro fuera completamente incierto, entonces tampoco sería posible determinar ninguna estrategia ya que no tendría utilidad alguna. No obstante, aún en las inversiones de TI inciertas se puede encontrar cierta regularidad estadística.

Ahora bien, las expectativas positivas que se esperan por cada inversión en tecnología de información y los propósitos que animan tanto a la directiva como a quienes toman la decisión para invertir, se pueden agrupar en cuatro clases:

Primer tipo de propósitos, enfocados a mejorar los esfuerzos humanos y los procesos de operación de la empresa.

> Aquí se busca utilizar la tecnología de información para sustituir el esfuerzo humano mediante la automatización de las tareas repetitivas y sujetas a errores.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

Incluye también el mejorar los procesos de negocios susceptibles de automatizar. Los esfuerzos se enfocan a aumentar la eficiencia y eficacia de la empresa por medio de los sistemas de información.

Algunos beneficios tangibles e intangibles incluyen reducciones en los ciclos de procesos; disminuciones en los tiempos de respuesta para emitir un boleto, reservación o información al cliente; aumento en la velocidad de comunicación entre sistemas, áreas, procesos y gente; incremento en los beneficios por el mejoramiento en la calidad de los procesos/productos de la empresa; disminución en los costos de las actividades; mejoras en los procesos de transformación de los datos en información, y otros más. (Applegate, 1996; Farbey, Land y Targett, 1993)

Segundo tipo de propósitos, enfocados al soporte de los procesos administrativos y productivos de la empresa.

Los modernos sistemas de información que recientemente se han creado tienen el propósito de apoyar a todo el proceso administrativo. Algunos sistemas de información como los ERP's se enfocan a la integración de varias áreas administrativas, como: Almacenes, talleres, ventas, recursos humanos, y contabilidad. Las funciones que cubren son muy amplias: facturación, control de inventarios, administración del pago, contabilización de movimientos, presupuestación, y otras funciones más. Los ejecutivos responsables buscan que exista un flujo natural y controlado de los datos e información, que evite la duplicidad, elimine la inconsistencia y aumente su seguridad y confiabilidad.

Los beneficios que se obtienen son: disminución en el tiempo para la toma de las decisiones, mejora en la comunicación interdepartamental, estandarización de procesos, respuesta ágil y adecuada a cambios en las regulaciones fiscales del País; mejora en su compatibilidad con otros sistemas de información dentro y fuera de la organización para el intercambio de resultados; mejoras en la fuerza de ventas y aumento en la satisfacción de los usuarios por un clima organizacional libre de presiones por la pérdida de datos, y otros beneficios más. (c.f. Applegate, 1996; Farbey, Land y Targett, 1993)

Tercer tipo de propósitos, enfocados a la ventaja competitiva.

De acuerdo con Michael Porter, las empresas pueden escoger alguna de estas tres estrategias de negocios: liderazgo en costos, enfoque o diferenciación. Lo que buscan estas estrategias es crear una ventaja competitiva y comparativa sostenida entre la empresa y sus competidores.

Algunas inversiones en tecnología de información se orientan a lograr y/o a mantener esta ventaja: los beneficios que se esperan de estas inversiones son: mejoramiento en los márgenes de operación con relación a los competidores; incremento en la participación del mercado; diferenciación en los productos y/o servicios que se comercializan; mejora de la ventaja competitiva por tener productos únicos, raros, insustituibles o invaluables; fortalecimiento del poder de

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

compra; mejoramiento de los costos de producción; aprovechamiento del efecto del primer movimiento e integración de los planes con la estrategia de negocios de la organización. (Sethi y King, 1994)

Cuarto tipo de propósitos, enfocados a la transformación en los procesos y prácticas de negocios.

Uno de los procesos de negocios que se ha utilizado más ampliamente en los últimos años es la *reingeniería de los procesos de negocios* (RPN). Estos procesos buscan transformar las tareas, las operaciones y los procedimientos que están involucrados en los procesos y en las prácticas de negocios, para simplificarlos y optimizarlos (cómo debiera ser a la luz de la dinámica de cambio en las fuerzas del mercado y la globalización comercial).

Los beneficios que se buscan son: rediseño de los procesos de negocios; rediseño de las redes de negocios; facilitación de la estructura organizacional; mejoramiento y cambio de imagen de la organización; modificación de los límites y amplitud de la organización para permitir nuevas formas de cooperación como workflow, groupware, y equipos de trabajo sin restricciones geográficas ni límites en tiempo y espacio. Se enfatiza el incremento en la eficacia interna y externa de la empresa. (*c.f.* Farbey, Land y Targett, 1993)

Cada fin de año, las empresas mexicanas realizan estudios prospectivos para la proyección y asignación del presupuesto de gastos e inversiones para el año siguiente. Desde este punto de vista, algunas inversiones en TI se realizan considerando el tope del monto presupuestal asignado. Dicho monto se asigna considerando los siguientes métodos (Webb, 1991):

a).- El método de la rueda chirriante, en la cual el presupuesto se limita a todas las áreas y se le otorgan más recursos a aquella que proteste más.

b).- El método basado en un nivel, donde se autorizan los mismos montos ejercidos en el año que termina, para mantener el status quo.

c).- El método del glorioso pasado, en donde se apoya más a las áreas ganadoras o a los ejecutivos con mayores logros.

d).- La técnica del corcel blanco, quizá la más utilizada en nuestro País, donde el ejecutivo solicitante se vale de una brillante exposición de motivos dichos con gran entusiasmo.

e).- El método del comité, en donde se delega la responsabilidad a un grupo de ejecutivos para que estos sean los que determinen los montos.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

IV.4 Las inversiones en Tecnología de Información en México

Se pueden desarrollar diferentes estudios para analizar la tecnología de información y su relación con la empresa, a saber:

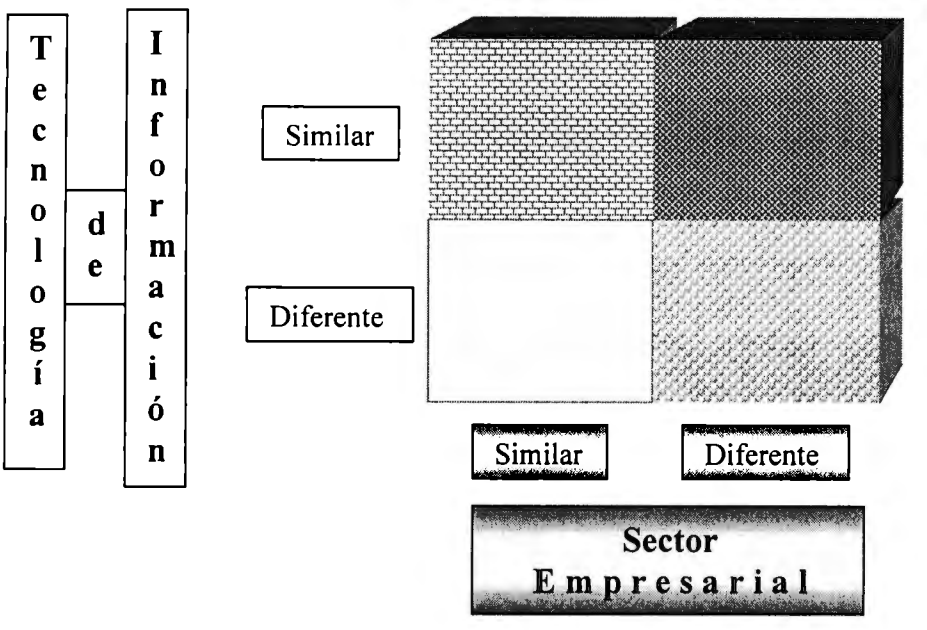


Figura 15. La TI y su interrelación con la empresa

i. Proyectos de tecnología de información similar aplicados a empresas pertenecientes a un mismo sector productivo. Requiere de un número significativo de empresas que tengan inversiones en tecnología de información similar. Supóngase, por ejemplo, el sector autotransporte federal de pasajeros donde unas cuantas empresas poseen similar tecnología.

ii. Proyectos de tecnología de información diferente aplicados a empresas pertenecientes a un mismo sector productivo. Peter Weill (1990) realizó estudios en Estados Unidos sobre el impacto de la tecnología de información en general a empresas pertenecientes a un mismo sector productivo, el de las válvulas.

iii. Proyectos de tecnología de información diferente aplicados a empresas pertenecientes a diferente sector productivo. Representa un gran esfuerzo de análisis y síntesis ya que no se pueden inferir conclusiones consistentes debido a que no se plantea un patrón definido de comparación. (Aunque en realidad éste es el caso que más se presenta en la industria mexicana)

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

iv. Proyectos de tecnología de información similar aplicados a empresas pertenecientes a diferente sector productivo. El presente trabajo de investigación se centra en este tipo de análisis, enfocándose en el análisis de resultados que han obtenido diferentes empresas mexicanas por sus inversiones en tecnología de información similar (Como es el caso de los equipos de cómputo AS/400 de IBM™)

Un breve análisis de las características relevantes que enmarcan a las inversiones hechas en TI por las empresas mexicanas es la siguiente:

a) Respecto del tiempo que transcurre entre la conceptualización del proyecto de TI y su puesta en marcha:

   a.1) El 33% de las empresas incurren entre 1 y 3 meses

   a.2) El 27% de las empresas reportan periodos mayores a 3 meses y menores a 5.

   a.3) Otro 27% de empresas indicaron que transcurren entre 5 y 8 meses para la puesta en marcha de los proyectos.

   a.4) Un 75% contestó que su rango de tiempo abarca más de 8 meses y menos de 10.

   a.5) Finalmente, el 7% restante contestó que la puesta en marcha del proyecto tardó más de 12 meses.

b) En cuanto al tiempo que transcurre entre la puesta en marcha del proyecto de TI y la primera percepción de beneficios tangibles o intangibles derivados de dicha TI:

   b.1) El 33.3% de las empresas perciben beneficios antes de que transcurran 5 meses.

   b.2) El 53.3% de las empresas tienen percepción de beneficios entre los 5 y 10 meses.

   b.3) Sólo el 13.3% de las empresas percibió sus primeros beneficios mas allá de los 10 meses pero menos de 14.

   b.4) Ninguna empresa contestó que transcurrieron más allá de 14 meses para percibir beneficios.

c) Sobre las técnicas que utilizan las empresas para determinar la relevancia de una propuesta de adquisición de TI:

   c.1) El 10% de las empresas realizan pruebas de alineación estratégica

   c.2) El 30% argumentó que efectúan un benchmarking interno para determinar la relevancia, esto es, comparan la propuesta tecnológica con los recursos con que ya cuentan.

   c.3) El 15% de las empresas lleva a cabo un benchmarking externo.

   c.4) Otro 15% aplica la técnica de tormenta de ideas entre el personal involucrado.

   c.5) Finalmente, el 30% de las empresas se apoya en la consulta a expertos y/o en sus proveedores de TI.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

c.6) En términos generales, el 33.3% de las empresas encuestadas utiliza más de una técnica para determinar la relevancia de una propuesta, sobresaliendo el benchmarking interno y la consulta a externos.

d) Respecto a quién es el que toma la decisión final de aceptar o rechazar un proyecto de TI:

d.1) En el 11% de las empresas el Presidente de la empresa toma la decisión final.

d.2) En el 39% de las empresas es el Director General.

d.3) Para el 17% es el Director o Gerente del área de Finanzas

d.4) Para un 33% es el Director o Gerente de Sistemas

d.5) Ninguna de las empresas contestó que basa sus decisiones de aceptación o rechazo en asesores y/o consultores externos de TI.

d.6) En términos generales, en el 20% de las empresas son entre dos áreas o ejecutivos quienes toman la decisión final de aceptar o rechazar un proyecto de TI. Normalmente lo hacen el Director General y el Director de Sistemas.

d.7) Una empresa argumentó que es el área de informática quien toma la decisión, pero con la validación previa del área de Finanzas.

d.8) Finalmente, otra empresa contestó que es mediante la aprobación del Consejo del Grupo.

e) Acerca de si la empresa desarrolla un estudio de factibilidad costo/beneficio para la adquisición de TI, las respuestas fueron:

e.1) El 87% de las empresas contestó que sí realiza un estudio de factibilidad utilizando, de forma prioritaria las siguientes técnicas:

e.1.i. En el 69% de los casos utilizan la técnica ROI

e.1.ii. En el 8% aplican la técnica VPN

e.1.iii. Otro 8% utiliza la técnica VAE

e.1.iv. El 15% aplica el retorno de inversión o IRR

e.2) El 13% de las empresas restantes contestó que no utiliza ninguna técnica cuantitativa. En su lugar, las empresas:

e.2.i. Hacen un planteamiento de la conveniencia y necesidad de invertir en determinada tecnología de información.

e.2.ii. Mencionan la necesidad operativa de su adquisición.

e.2.iii. Sólo una empresa no pudo indicar la forma en que han sustentado sus decisiones de inversión en TI.

f) Respecto de cómo se estiman los posibles costos que generará el proyecto de TI, los resultados fueron:

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

f.1) En el 11% de las empresas, son los proveedores quienes determinan los costos que generará el proyecto de TI.

f.2) En el 63% es el área de sistemas quien realiza el cálculo de los costos. Esto podría parecer lógico. No obstante, el área de sistemas tiene una función específica que es la de proveer los servicios de procesamiento de datos para sus áreas usuarias.

f.3) Para el 21% de las empresas quienes realizan el análisis de los costos son las áreas de finanzas o las de contabilidad.

f.4) Finalmente, en el 5% de las empresas el costeo del proyecto es realizado por los asesores y/o consultores externos.

f.5) De forma general, en el 20% de las empresas el análisis de los posibles costos es realizado entre más de un área siendo una de ellas, invariablemente, la de sistemas.

f.6) Por otro lado, el 7% de las empresas no pudo especificar cómo estiman los beneficios probables que generarán sus inversiones en TI.

g) Para la evaluación del horizonte de planeación que se proyecta para los estudios de factibilidad económica sobre la adquisición de TI, los resultados fueron:

g.1) Un 13% de las empresas proyecta sus planes a menos de un año.

g.2) Para el 60% su horizonte de planeación abarca entre 1 y 2 años.

g.3) Para otro 13% de las empresas su horizonte de planeación está entre 3 y 5 años.

g.4) El 7% contestó que su horizonte es más de 5 años pero menos de 7.

g.5) El restante 7% de las empresas no pudo especificar tiempo alguno.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

IV.5 El dilema de una inversión en Tecnología de Información: Inversión vs. Gasto

Vista la empresa como un sistema y la Tecnología de Información como un sub-sistema del sistema principal, se puede identificar que una de las respuestas más comunes que se obtiene por el uso de la TI es el gasto de actualización a la infraestructura. Este gasto se puede ver también como inversión adicional en más elementos de TI.

En otras palabras, los elementos de una computadora tienen cierta vida útil, igual que cualquier otra máquina. Conforme al uso que se le dé al equipo, y a medida que transcurre el tiempo, sus componentes tenderán a fallar. Si falla físicamente el disco duro, se tendrá que comprar uno nuevo. Se incurre en un gasto. Pero, ¿será un gasto el que se cambie el disco duro por otro que posee mayor capacidad de almacenamiento al mismo precio o inclusive menor?

En la Ingeniería de Software se maneja la Ley de Parkinson, la cual establece que *no importa la cantidad de recursos de computación con que se cuente, siempre será insuficiente.* A medida que las empresas adquieren mayores recursos tecnológicos, con el paso del tiempo estos se vuelven insuficientes y generan mayores inversiones/gastos.

Supóngase la adquisición de la nueva versión del lenguaje de programación RPG/400©™. Si los programadores argumentan lo imprescindible que es su adquisición, los financieros de la empresa determinarán que es un gasto en el que hay que incurrir. El personal de desarrollo de sistemas lo verá como una inversión para mejorar la arquitectura de sus sistemas.

Figura 16. Puntos de vista inversión vs. gasto en TI

Inclusive, diversos proveedores de TI hacen énfasis es esta ambigüedad cuando declaran situaciones como: "*Los clientes quieren más servicios personales, más personalización, más valor. Las empresas deben responder instantáneamente o se arriesgan a perder oportunidades de negocio. Esto significa tener una infraestructura de IT flexible, capaz de*

crecer y de adaptarse dinámicamente a esas demandas. A menudo esto equivale a utilizar varios servidores... lo que a su vez, conlleva a una mayor complejidad y costos más altos"[44]

Como una forma de tratar este dilema, en el modelo se estableció que todas aquellas inversiones identificables que se hicieran en los rubros de Instalaciones, Actualizaciones, o Upgrades, y Mantenimiento serían tratadas como inversiones, en contraposición a la situación que se presenta cuando ocurre una falla física en cualquiera de los componentes de la TI.

Todas estas inversiones fueron agrupadas bajo el concepto de Soporte Técnico o Supportware.

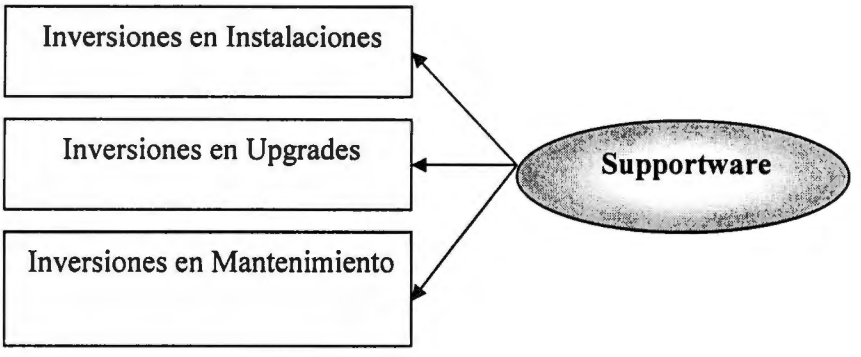


Diagrama 4. Inversiones en Supportware

Dicha distinción se hace debido a que en este trabajo de investigación no se realizó ningún análisis sobre los costos y gastos en que se incurren dentro de la TI. En cualquier proyecto de inversión tanto los ingresos como los gastos juegan un papel fundamental para evaluar los beneficios que aportan las inversiones. No obstante, dada la característica altamente subjetiva que posee la cuantificación de los beneficios, en el modelo sólo se consideraron los montos de inversiones en los rubros determinados.

Para decidir entre diferentes alternativas de inversión, se tiene que considerar la naturaleza y el conocimiento de los flujos que genera cada proyecto. De esta forma se puede realizar una selección cuando los ingresos y gastos son conocidos, escogiéndose aquella que tenga el mayor valor positivo. Si en el análisis de las alternativas ocurriera que todas tuvieran valores negativos, entonces, una buena decisión sería *no hacer nada*, rechazando todas las alternativas disponibles.

Cuando los beneficios o ahorros son intangibles o difíciles de cuantificar, como es el caso de la TI, entonces se pueden utilizar los costos para evaluar las alternativas de inversión, ignorándose la convención de signos negativos y comparando las alternativas en base al valor absoluto de los costos. Bajo esta situación la alternativa de *no hacer nada* no se puede considerar y se tendría que considerar la de menor costo.

[44] Tomado del folleto de publicidad con código de marketing: MX3AGD04, publicado por IBM de México (Febrero de 2003)

Desde el punto de vista económico, los ingresos, ahorros o beneficios, aunque sean desconocidos, generalmente justifican las inversiones requeridas; y, si tales ingresos fueran insuficientes, se estaría hablando de inversiones obligatorias, aunque injustificables. Pero, esto es precisamente lo que ocurre con la TI, ya que las empresas siguen invirtiendo y si se consideraran los beneficios, estos tendrían que ser medidos en términos monetarios lo cual, como ya se justificó, es sumamente difícil y subjetivo.

Por otro lado, si sólo se consideraran los costos, entonces se tendría que seleccionar aquella que fuera la de menor cuantía. Desgraciadamente, en la Tecnología de Información, la mayoría de las veces no se puede aplicar este discriminante por la plataforma definida con que se cuenta. (Remenyi, 1999)

Los vendedores y proveedores de software hacen alusión a tres tipos de costos:

1.- **Costo de Adquisición**. Se refiere al precio del servidor, del sistema operativo y del middleware.

2.- **Costo de Operación**. Es el costo de las habilidades para desarrollar y administrar soluciones.

3.- **Costo de Transición**. Son los costos de aplicaciones a largo plazo e inversión en la plataforma.

Difícilmente se pueden encontrar en las publicaciones de marketing y folletos promocionales alusiones sobre cuales son los beneficios tangibles e intangibles que generan sus productos de tecnología informática.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

V Estado de Arte en la medición y evaluación de beneficios en Tecnología de Información

> *El verdadero valor de una corporación no se encuentra en sus activos físicos, sino en las competencias humanas, las bases de datos, las capacidades de la organización, las imágenes intangibles y las relaciones de coalición en marcha (todos los servicios) que crea.*[45]

La tecnología de información es utilizada en múltiples formas dentro de una empresa, dependiendo de los objetivos de negocios que se pretendan alcanzar. Esta multiplicidad sugiere la idea de que también se deben poseer o utilizar múltiples métodos de evaluación, uno por cada forma de utilización. Idea que se ve reforzada por el hecho de que, actualmente, en las empresas la Tecnología de Información no es propiedad o utilización exclusiva de un área, sino que sus bases de datos, redes y recursos informáticos son compartidas con otros sistemas de información. Así, una área puede verse beneficiada por la concentración de datos de los empleados, como Recursos Humanos, para proyectar sus análisis de estímulos por años de servicio; mientras que otra área, digamos Producción, puede utilizar la misma información para organizar sus cuadrillas de trabajadores creando una mezcla entre obreros antiguos y bien calificados con otros obreros de reciente contratación. ¿Una misma metodología puede cuantificar los beneficios intangibles que se obtienen en estas dos áreas diferentes?

V.1 Enfoques contemporáneos para la evaluación de las inversiones en Tecnología de Información

De acuerdo con la literatura revisada y para una mejor comprensión de las técnicas que se aplican hoy en día, los enfoques contemporáneos se pueden clasificar en:

V.1.1 Mediciones y evaluaciones ex-ante.

Las técnicas que caen dentro de esta categoría realizan pronósticos y evaluaciones proyectivas para calcular el impacto que tendrá la tecnología de información en determinada organización. Se apoyan en indicadores financieros y se realizan estimaciones de los costos y beneficios implicados.

Los análisis ex-ante intentan pronosticar los posibles beneficios que se pueden derivar de una inversión en TI en términos de uno o varios indicadores financieros, tales como: recuperación de pagos, valor presente neto, tasa interna de rendimiento o valor anual equivalente.

[45] James Brian Quinn, *Intelligent Enterprise*. Nueva York, The Free Press, páginas 36-37, 1992.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

V.1.2 Mediciones y evaluaciones ex-post.

Estas técnicas buscan determinar el valor de los resultados actuales por el uso de la tecnología de información. La interpretación de estos resultados se enfoca a confirmar o refutar el éxito o fracaso de la TI a la luz de las metas proyectadas.

Algunas técnicas utilizan también algunos indicadores financieros, como en las evaluaciones ex-ante: VPN, TIR, VAE, o se apoyan en la aplicación de entrevistas y cuestionarios para medir la satisfacción de los usuarios.

En ambos casos, la evaluación ex-ante y ex-post poseen un alto grado de complejidad. Para el primero, se requieren calcular los costos estimados y beneficios esperados en un determinado horizonte de planeación financiera. A medida que se aumenta el tiempo del proyecto, aumenta también la incertidumbre sobre los posibles resultados y sus consecuencias para la organización.

Para el segundo, se parte de los costos tangibles que son registrados en la contabilidad de la empresa; pero, los beneficios pueden ser tanto cualitativos como cuantitativos; los más complicados de identificar y asignarles una medida económica son los cualitativos.

V.1.3 Evaluación formativa.

Estas técnicas también son conocidas como ***evaluación de aprendizaje***. Finne las define como: "*enfoques que apuntan al rendimiento de programas de mejoramiento; toman lugar mientras el programa está en operación, se apoya en la cobertura de una gran cantidad de datos cualitativos y son responsables de enfocar las necesidades de los titulares y operadores del programa*" (Finne, *et al.*, 1995)

También se puede ver a la evaluación formativa como una evaluación iterativa y como un proceso de toma de decisiones que influye constantemente sobre los participantes y sobre el programa social con el objetivo de alcanzar beneficios más aceptables.

En sus orígenes, la evaluación formativa fue una técnica desarrollada para ayudar a mejorar los resultados del gobierno y de las iniciativas sociales, especialmente en el campo de la educación y la salud.

V.1.4 Evaluación sumativa.

Estas técnicas se enfocan a calcular el impacto final de un programa social. Adelman (1996) opina que, tanto la evaluación formativa como sumativa son condiciones del evaluador, mientras que los procesos y productos son condiciones de evaluación.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

Hewett, opina lo siguiente: "*Cuando se aplica al desarrollo de sistemas de cómputo, la evaluación formativa implica el monitoreo de los procesos y los productos del desarrollo del sistema y uniéndolo a la retroalimentación del usuario para utilizarlo en el refinamiento de posteriores desarrollos de sistemas. La evaluación sumativa involucra calcular el impacto, la usabilidad y la efectividad del sistema en el rendimiento total del usuario y del sistema.*" (Hewett, 1986)

Cuando se efectúan inversiones en tecnología de información, su evaluación se realiza por medio de una mezcla de las técnicas formativa y sumativa. En la práctica, se da un traslape de las dos condiciones. El que un analista se incline más por una técnica que por otra depende de sus necesidades y preferencias cuando realiza la evaluación de una inversión en tecnología de información.

V.2 Técnicas cualitativas y cuantitativas para la evaluación de la TI

Gran parte de los métodos para evaluar los beneficios tangibles de la Tecnología de información están diseñados para realizar comparaciones de costos entre diferentes alternativas de inversión. Estos métodos asumen que todos los costos y beneficios son conocidos y que han sido expresados en una métrica común, específicamente, dinero.

Por el lado de los métodos para evaluar los beneficios intangibles, estos le ponen énfasis a los procedimientos para lograr consensos en los objetivos mediante un proceso de exploración y mutuo aprendizaje.

V.2.1 Técnicas para evaluar los beneficios tangibles de la Tecnología de Información

V.2.1.A Retorno de la Inversión (ROI)

En varias investigaciones reportadas, se hace un amplio uso de la técnica ***Retorno de la Inversión*** (ROI por sus siglas en inglés, Return Of Investment) (*c.f.* Farbey, Land y Targett, 1993; Horngren y Sundem, 1987; y Radcliffe, 1982) Las compañías fabricantes invocan esta técnica en la mayoría de sus presentaciones y publicaciones. Por ejemplo, para medir el ROI, los proveedores plantean dos preguntas: ¿Qué tan rápido se pueden recuperar los costos? Y ¿qué espera obtener su institución de la inversión?

De acuerdo con un estudio realizado por la Wireless LAN Association (WLANA, Asociación de LAN's inalámbricas) donde aplicaron esta técnica, reportaron que el tiempo promedio para recuperar por completo los costos iniciales de instalación de una WLAN típica fue menos de un año[46]. La referencia concuerda con lo encontrado en esta investigación donde el 53.3% de las empresas estudiadas contestaron que entre los 5 y 10 meses perciben los beneficios por sus inversiones en TI (Ver el punto IV.4, inciso b.2)

[46] Fuente: WLANA (2001) www.wlana.org/learn/roi.htm

En otro estudio realizado por la NOP World-Technology, reportaron que los usuarios de redes inalámbricas aumentaron 22% su productividad y que un 87% de los usuarios finales creen que el uso de una WLAN mejora su calidad de vida al incrementar la flexibilidad, productividad y ahorros de tiempo[47].

La tasa de retorno, o retorno de la inversión, se calcula tomando en consideración los beneficios anuales divididos entre la inversión total. En ocasiones, se calcula una tasa promedio de retorno para toda la vida económica del proyecto, promediando los beneficios anuales mientras que, en otras ocasiones, la tasa de retorno se calcula sobre la base de los *beneficios* obtenidos de forma individual, año por año:

$$ROI = \frac{Beneficios\ Anuales}{Inversión\ Total}$$

La suposición básica del método ROI es que una inversión realizada el día de hoy deberá producir un beneficio futuro. Así, estas funciones evaluatorias en el tiempo se utilizan ampliamente para proporcionar un marco analítico de comparación.

Existen seis métodos comunes de ROI: el valor presente neto, flujos de caja actualizados, periodo de reembolso, tasa interna de rendimiento, valor anual equivalente, e índice de ganancias.

a).- Valor Presente Neto (NVP, por sus siglas en inglés Net Present Value)

Se define al valor presente neto como la diferencia entre la suma de los valores de flujos de efectivo, que son actualizados mediante la aplicación de un apropiado costo de capital, menos el valor presente de la inversión original. En otras palabras, consiste en determinar la equivalencia en el tiempo cero de los flujos de efectivo futuros que generará un proyecto, y comparar esta equivalencia con el desembolso inicial. Cuando dicha equivalencia es mayor que el desembolso inicial, entonces, es recomendable que el proyecto sea aceptado (Coss Bu, 2001)

Esta técnica es comúnmente utilizada como base de comparación entre diferentes alternativas. En ocasiones, se utiliza como valor de ***i*** al costo de capital (el cual se obtiene al ponderar las diferentes fuentes de financiamiento con que cuente la empresa) aunque presenta algunas desventajas su utilización, como la dificultad para evaluarlo y actualizarlo; en otras, se utiliza la TREMA, que tiene la ventaja de que es definida por la propia empresa cuando considera factores como el riesgo del proyecto, la disponibilidad de los recursos monetarios y la inflación.

El método del valor presente tiene la ventaja de ser siempre único, independientemente del comportamiento que sigan los flujos de efectivo que genera el proyecto de inversión. Esta característica del método del valor presente lo hace ser preferido para utilizarse en situaciones en que el comportamiento irregular de los flujos de efectivo, origina el fenómeno de tasas múltiples de rendimiento. (Coss Bu, 2001)

[47] Fuente: NOP World-Technology (Otoño de 2001) "Wireless LAN Benefits Study"

b).- **Flujos de Caja Actualizados (DCF, por sus siglas en inglés Discounted Cash Flow)**

Esta técnica permite decidir, en un momento determinado, sobre la utilidad total de una inversión que se irá transformando a lo largo de varios ejercicios, lo que implica realizar comparaciones entre flujos monetarios de caja que se producirán en distintos momentos de tiempo y que, además, son distintos según los proyectos analizados.

Habida cuenta de la variación del poder adquisitivo de la moneda, una comparación homogénea de los mismos que permita una decisión, exigirá una actualización de los flujos esperados al momento en que se inicia el proyecto, es decir, al momento en que se deba tomar una decisión.

La actualización de los flujos de caja exige también la elección de la tasa o tipo de descuento al que debe realizarse. Esta elección es importante ya que es el discriminante para seleccionar un proyecto de entre varios otros mutuamente excluyentes. La tasa elegida dependerá del tipo de rentabilidad que pudiera obtenerse para los fondos a inmovilizar en la misma, si se invirtieran en otros proyectos o en el mercado de capitales, teniendo en cuenta que la tasa elegida deberá ser mayor cuanto mayor se estime el riesgo del proyecto analizado.

La noción de *cash-flow* se adapta mejor al análisis de resultados futuros esperados porque, al analizar el horizonte de tiempo total de la inversión, permite considerar como beneficio la diferencia entre entradas y salidas de caja.

A través de la proyección en el futuro de los estados de *cash-flow*, se pueden calcular las variaciones de caja (flujos de entrada y salida) a que darán lugar, en los sucesivos ejercicios, los distintos proyectos que se analizan y, una vez calculados dichos flujos, su actualización, según la tasa elegida al momento de la decisión, lo que permite una elección adecuada entre las distintas alternativas de inversión.

c).- **Periodo de Reembolso (PP, por sus siglas en inglés Payback Period)**

Este método consiste en determinar el número de periodos, generalmente en años, requeridos para recuperar la inversión inicial emitida, por medio de los flujos de efectivos futuros que generará el proyecto.

La fórmula de reembolso presenta algunos defectos bastante evidentes. Primero, no toma en consideración el valor del dinero a través del tiempo; es más, sólo se concentra en la recaudación dentro del periodo de reembolso; la recaudación de los años posteriores es ignorada.

Se tienen también dos modalidades ampliamente utilizadas para el periodo de reembolso:

Método exhaustivo. El cálculo de reembolso que se obtiene por este método es un proceso reiterativo, el cual requiere la acumulación de los beneficios y que sean restados de la inversión, hasta que el resultado sea cero. El momento en el cual el resultado se hace cero representa el periodo requerido para que se recupere la inversión total.

Método promedio. Este método es únicamente útil si los beneficios anuales no varían sustancialmente del promedio. Si la variación de los beneficios es sustancial (alta varianza), los resultados que proporcione este método serán erróneos.

Muchas empresas utilizan el reembolso como una medida primaria para decidir si una inversión es recomendable o no.

d).- Tasa Interna de Rendimiento (IRR, por sus siglas en inglés Internal Rate of Return)

La tasa interna de rendimiento se define como la tasa de interés que reduce a cero el valor presente, el valor futuro, o el valor anual equivalente de una serie de ingresos y egresos. (Coss Bu, 2001) Para las evaluaciones se considera el intervalo $-1 < i^* < \infty$ para los valores de la tasa interna de rendimiento ya que es improbable que se un proyecto de inversión se pierda más de la cantidad que se invirtió.

La tasa interna de rendimiento representa el porcentaje o la tasa de interés que se gana sobre el saldo no recuperado de una inversión. Este, a su vez, puede ser visto como la porción de la inversión original que aún permanece sin recuperar en un determinado punto del tiempo de la vida del proyecto.

En otras palabras, la TIR es la tasa de interés que se gana sobre el saldo no recuperado de una inversión, de tal modo que el saldo final de la vida de la propuesta es cero (Coss Bu, 2001)

e).- Valor Anual Equivalente (VAE)

Mediante este método, todos los ingresos y gastos que ocurren durante un periodo son convertidos a una anualidad equivalente o uniforme. El valor de esta anualidad, si es positiva, entonces se recomienda aceptar el proyecto. Este método es muy popular porque la mayoría de los ingresos y gastos que origina un proyecto son medidos en bases anuales (Coss Bu, 2001)

En la aplicación de este método de evaluación de inversiones también se recomienda, al igual que en el método del valor presente neto VPN, utilizar como tasa de interés una tasa mayor que el costo del capital, conocido como TREMA. De esta manera, no existe ningún riesgo de aceptar proyectos con anualidades cercanas a cero, ya que, en el caso crítico de tener un proyecto con una anualidad de cero, significaría que el rendimiento obtenido es exactamente igual al mínimo requerido (*Op. Cit.*, Coss Bu, 2001)

f).- Índice de Ganancias (PI, por sus siglas en inglés Profitability Index)

Este método se define como la suma de los valores presentes de los flujos de efectivo divididos entre el valor presente de la inversión. La división genera una tasa de retorno que expresa el porcentaje actualizado de pesos y centavos que se ganarán por cada peso invertido originalmente.

V.2.1.B Análisis Costo-Beneficio (CBA, por sus siglas en inglés Cost-Benefit Analysis)

Esta técnica de análisis intenta superar el problema que presenta el ROI, mediante la búsqueda de alguna medida que se pueda ajustar a los costos intangibles o beneficios, los cuales pueden ser expresados en términos monetarios (King y Schrems, 1978; Emery, 1973)

El análisis costo-beneficio intenta resolver dos problemas primarios, a saber:

i. La dificultad para cuantificar el valor de los beneficios que no se acumulan directamente para el inversionista durante el proyecto.

ii. La dificultad para identificar los costos o beneficios que no tienen un valor obvio, o precio, en el mercado (como los factores intangibles)

Por consiguiente, este método es útil para proyectos de Tecnología de Información en que los costos y los beneficios son intangibles; pero, el método requiere la existencia de acuerdos internacionales sobre las medidas que deben utilizarse para obtener un valor estandarizado de los factores intangibles.

Por otro lado, si existe un desacuerdo internacional sobre la forma apropiada para asignar los valores de entrada, entonces se deben utilizar o aplicar otros métodos. (*op.cit.* Farbey, Land y Targett, 1993)

V.2.1.C Retorno Administrativo (ROM, por sus siglas en inglés Return On Management)

Se argumenta que la tecnología de información sirve, en primer lugar, a la administración para mejorar su desempeño laboral (Strassmann, 1985). Por consiguiente, se ha definido un concepto conocido como *Sistema de medición de valor agregado de la productividad*, como una propuesta e intento para identificar y evaluar el impacto de la tecnología de inío mación sobre el desempeño de las unidades de negocios que están siendo influenciadas por la TI.

Mediante este enfoque, todos los indicadores de productividad se generan utilizando razones simples de *salidas/entradas*. De esta forma, el problema se reduce a determinar las salidas administrativas de *valor agregado*. Estas salidas de valor agregado se obtienen al restarles todos los costos directos de operación de los beneficios atribuidos a las actividades laborales.

Strassmann (1985) propone un índice de desempeño global administrativo atribuible a la introducción de la Tecnología de Información. El índice se obtiene al dividir los beneficios de valor agregado administrativos entre los costos de administración. De esta forma es posible medir el impacto de la TI por sus beneficios que aporta, en exceso, al desempeño administrativo, más allá de los costos que la misma genera.

La ventaja del método ROM es que únicamente se enfoca en las contribuciones de la TI a los procesos administrativos. La desventaja es que las cantidades residuales identificadas como

valor agregado administrativo no pueden ser atribuidas directamente a estos procesos administrativos.

V.2.1.D Economía de la Información (IE, por sus siglas en inglés Information Economics)

Este método es una variante del análisis costo beneficio, propuesto para intentar abarcar los aspectos intangibles e inciertos que se encuentran en los proyectos de sistemas de información (Parker y Benson, 1987).

El método consiste en mantener los cálculos para aquellos costos y beneficios que pueden ser determinados de forma directa por medio de un proceso convencional de cálculo. Sin embargo, el proceso utilizado para la toma de decisiones en este método se apoya en la determinación de los factores de riesgo e intangibles asociados con las inversiones en Tecnología de información. Se identifican y definen algunos indicadores de rendimiento de TI y se utilizan para medir el impacto económico de todos los cambios en el desempeño que operen dentro de la organización atribuible a la introducción de la TI.

Esta metodología, al apoyar sus cálculos en factores de riesgo y de incertidumbre, también presenta cierto sesgo debido a que dichos factores son muy difíciles de cuantificar. La principal aportación que ofrece esta metodología es que enlaza los enfoques de comparación y cuantificación con los enfoques de cualificación. Su principal limitación es que no realiza mediciones sobre la forma en como opera la TI dentro de la organización, sino sólo en sus resultado.

Otra limitación más es que realiza simplificaciones extremas, a menudo idealizaciones, que pueden ser modeladas con sistemas de ecuaciones matemáticas que requieren grandes simplificaciones. Pero, en la realidad, los sistemas de información se encuentran inmersos en relaciones más complejas de variables y parámetros.

Más comúnmente, cuando se pueden formular rigurosos modelos de interacción entre los sistemas de información y su entorno, estos no pueden ser resueltos de forma analítica (Bakos y Kemerer, 1992)

V.2.2 Técnicas para evaluar los beneficios intangibles de la Tecnología de Información

La revisión de la literatura técnica presenta diversos métodos de evaluación de las inversiones en TI que son de interés. Los métodos para evaluar los beneficios intangibles que se esperan de las inversiones, ponen énfasis en la mecánica para obtener acuerdos en los objetivos a alcanzar, mediante un proceso de exploración y aprendizaje mutuo.

Estos métodos tienden a apoyarse de forma completa en el entendimiento completo de las oportunidades y amenazas, o fallas, que pueden tener las inversiones en Tecnología de Información.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

V.2.2.A Método Multi-Objetivos Multi-Criterios (MOMC, por sus siglas en inglés Multi-Objetive Multi-criteria)

Este método se enfoca a desarrollar una medida general de *utilidad.* El término *utilidad* se define como la satisfacción que experimenta un individuo con sus preferencias.

El método se basa en la creencia de que el comportamiento de la gente se puede determinar con cierta precisión si se pueden determinar sus preferencias individuales. El cálculo de la medida de *utilidad* se realiza por medio de la asignación de ciertos pesos a las preferencias individuales, cuando las personas buscan el logro de sus metas u objetivos. De esta manera, se puede evaluar cual es la mejor inversión en Tecnología de Información, ya que se analiza cada alternativa tomando como base la ponderación de los pesos asignados, y se selecciona aquella que presente el nivel más alto de utilidad, o aquella alternativa que presente la medida más elevada de preferencias satisfechas.

Los modelos de evaluación que utilizan el método MOMC han sido ampliamente utilizados y desarrollados por diversos investigadores como Kenny y Raiffa (1976), Land (1976), Chandler (1982), Vaid-Raizda (1983) y otros más.

Este método probablemente se aplica mejor para proyectos complejos que requieren el consenso de los usuarios para sus múltiples necesidades y en donde los beneficios son intangibles.

Con el método se apoya la exploración, entre diferentes sistemas propuestos, de diversos valores acordes a las preferencias de los usuarios, realizando consensos entre los atributos deseados del sistema. Sin embargo, el método MOMC no proporciona ningún dato para realizar algún cálculo de ROI, el cual podría servir como comparación para justificar alguna inversión. Este método está aún en fase de estudios primarios.

V.2.2.B Análisis de Valor (VA, por sus siglas en inglés Value Analysis)

Este método se enfoca más al valor que a los costos y se basa en tres suposiciones generales:

- La innovación es un valor dirigido y no un costo dirigido,
- Los beneficios intangibles pueden ser identificados y subjetivamente calculados pero raramente medidos de forma segura, asignándose medidas arbitrarias a las entradas
- Existe un inevitable choque entre las personas orientadas a los costos y aquellas orientadas a la efectividad

Este método fue desarrollado y utilizado por diversos investigadores, como: Keen (1981), Melone y Wharton (1984), Money, Tromp y Wegner (1988), Rivard y Kaiser (1989).

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

El análisis empieza con la observación de que muchas innovaciones exitosas están basadas más en el valor agregado que en el ahorro de costos. Se inicia con un proceso iterativo de múltiples pasos dentro de un sistema prototipo. Más que desarrollar especificaciones extensivas, el análisis proporciona modelos sencillos que pueden ser expandidos y modificados hasta que todos los aspectos complejos del problema se han incluido. Los usuarios son cuestionados sobre la solución obtenida con el prototipo, se les proporcionan los análisis y la retroalimentación de los valores y limitaciones creados.

La principal diferencia entre el método VA y otros métodos evaluatorios es que estos últimos se enfocan a la solución final, mientras que el método VA utiliza un proceso evolutivo para generar una solución satisfactoria que puede ser mejorada posteriormente.

Las ventajas de VA incluyen:

- Una identificación rápida de los requerimientos de los usuarios para determinar los valores agregados de las salidas, las cuales serían normalmente clasificadas como intangibles,
- Mejora la comunicación entre los analistas y los usuarios, lo cual le proporciona a los tomadores de decisiones cierta seguridad de que los beneficios podrán ser identificados a través de una demostración con prototipos,
- La evaluación incremental de los costos y beneficios posibilitan a los administradores el continuar con el proceso de evaluación o parar en cualquier momento,
- Un enfoque evolutivo que da como resultado sistemas hechos a la medida de los requerimientos de los usuarios,
- Proporciona mayor satisfacción a los usuarios que los sistemas desarrollados tradicionalmente.

No obstante las ventajas anteriores, el método VA tiene también algunas desventajas, a saber:

- La determinación de los valores requeridos y el desarrollo de un prototipo puede ser un proceso tardado y costoso,
- La falta de un método para la estimación inicial de los costos y beneficios esperados puede comprometer a los administradores con gastos futuros inesperados,
- El que no se tengan estimaciones de los valores para la solución final puede generar múltiples e incontables revisiones.

V.2.2.C Factores Críticos de Éxito (CSF, por sus siglas en inglés Critical Success Factors)

Este método se utiliza para explorar el valor potencial de los sistemas de información. El enfoque utilizado se basa en los trabajos previos realizados por Rockart (1979) quien fue el primero en proponer el concepto de *factores críticos de éxito*.

El método estimula a los analistas para que, en unión con los ejecutivos, exploren aquellos factores que son críticos para el éxito de un determinado asunto o actividad particular y también los factores que son importantes para el funcionamiento de tales actividades. Cada factor puede ser diferenciado en niveles de importancia.

La implementación del método basado en CSF implica la aplicación de entrevistas a los administradores claves para registrar sus opiniones sobre la misión del negocio, los objetivos estratégicos y los problemas y obstáculos comunes. Después de este paso, dichas opiniones son tabuladas, comparadas y diferenciadas en niveles. Se desarrolla un trabajo de discusión en grupo sobre la divergencia de opiniones y acuerdos en las prioridades de inversiones en sistemas.

La ventaja de este método es que proporciona un enfoque sobre los puntos que son más importantes a juicio del grupo involucrado. También toma las ventajas de diversas disciplinas como el aprendizaje organizacional, la planeación adaptativa y el desarrollo del personal.

En conclusión, la revisión de la literatura especializada en la medición, evaluación y análisis de los beneficios que aporta la TI a las organizaciones, permite colegir que la mayoría de las investigaciones realizadas presentan las siguientes características:

a).- Se han enfocado a la búsqueda de crear técnicas y metodologías que midan cuantitativamente los beneficios tangibles e intangibles que genera la TI en el ámbito empresarial.

b).- Estos estudios, aunque también hacen una revisión de las investigaciones ya realizadas para sustentar las propias, no siguen una línea definida de trabajo, sino que cada autor plantea sus propias hipótesis y propuestas de solución.

c).- No se encontraron más de dos trabajos que se orientaran sobre una misma técnica. El abanico de metodologías se ha ampliado y decidirse por utilizar una en especial para analizar el valor de negocios de la TI, es complicado porque no se han implementado en el entorno empresarial de México.

d).- No se localizaron estudios similares al que se propone en esta investigación. Algunas instituciones como la UNAM, el IPN, la Universidad Iberoamericana y el ITESM no cuentan en su acervo bibliográfico con referencias sobre estudios que analicen o midan el valor de negocios de la TI. Dos tesis doctorales consultadas en el ITESM-CCM (Erosa Martín, 1996; Mendizábal, 1997) tienen cierta correspondencia con la temática que se desarrolla en este trabajo. El primero, analiza el impacto de la TI en la ventaja competitiva de una empresa en particular. El segundo, analiza la forma en cómo las empresas mexicanas adaptan e implementan la TI y la tecnología de manufactura a sus sistemas productivos.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

e).- Aunque esta investigación también propone una metodología de análisis diferente, ésta se sustenta en dos hechos básicos:

Primero, los conceptos generales y constructos teóricos siguen una línea definida de trabajos desarrollados por Sanjay K. Singh (1999), Lucas, Ginzberg y Schultz (1990), Weill (1992) y otros más. Parte de esta investigación adapta los conceptos que aportan estos autores y los convierte en variables medibles para los constructos hipotéticos.

Se tomaron principalmente aquellos aspectos que la comunidad investigadora en TI está aceptando como estándares definidos de aceptación, uso, satisfacción e impacto en el rendimiento organizacional de la tecnología de información, para replicarlos en el entorno empresarial mexicano.

El segundo hecho es que la metodología de ecuaciones estructurales, aunque relativamente nueva en el contexto de las técnicas multivariantes, posee los elementos necesarios para analizar cualquier teoría que se proponga para medir y analizar las relaciones causales entre constructos teóricos y variables observadas.

Así, se pueden realizar refinaciones sucesivas a la teoría de la medición del valor de negocios de la TI, incorporando o desechando conceptos abstractos como los beneficios intangibles, y conceptos concretos como las inversiones en TI. Los siguientes capítulos describen el trabajo de modelado y solución del problema fundamental de esta tesis.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

VI Modelo de análisis de las variables implicadas en la Tecnología de Información

If there are well-established assumptions in a field and if there is an apparatus that permits... deduction..., then there is said to be a body of theory. The theory must cover a substantial portion of the material in a field or subfield, or one should not say that there is a body of theory...
(Simon, 1969)

VI.1 Modelación del problema mediante SEM (Structural Equations Model)

Las técnicas multivariantes tienen como objetivos fundamentales aumentar tanto la capacidad explicativa del investigador como la eficacia estadística de sus análisis. La regresión múltiple, el análisis factorial, el análisis multivariante de la varianza, el análisis discriminante y otras técnicas más son herramientas estadísticas poderosas con que cuentan los investigadores.

Todas las técnicas mencionadas en el párrafo anterior, tienen una limitación común: cada técnica puede examinar sólo una relación al mismo tiempo. Incluso las técnicas que tienen en cuenta múltiples variables dependientes, como el análisis multivariante de la varianza y el análisis canónico, siguen representando solo una única relación entre las variables dependientes e independientes (Hair *et al*, 1999).

SEM, por el contrario, examina de manera simultánea una serie de relaciones de dependencia. Para la presente investigación esto es fundamental debido a que diferentes variables dependientes se convierten, a su vez, en variables independientes en diferentes relaciones de dependencia que se plantean para evaluar las inversiones en Tecnología de Información. Cada concepto de inversión sirve como variable medible para apoyar el estudio de conceptos abstractos mediante una validación de constructos hipotéticos.

SEM aplica un enfoque de prueba de hipótesis para el análisis multivariante de una *teoría estructural* que se ha definido para explicar algún fenómeno. Comúnmente, esta *teoría* representa los procesos causales que generan las observaciones de múltiples variables (Bentler, 1988)

Aun más, SEM posee dos características que la distinguen de otras técnicas de relaciones multivariantes:

i. La estimación de relaciones de dependencia múltiples cruzadas.

   Esta metodología tiene la capacidad de utilizar relaciones distintas para cada conjunto de variables dependientes. SEM estima una serie de ecuaciones de regresión múltiple distintas, pero interrelacionadas por medio de las especificaciones que se plantean en un ***modelo estructural***. Esto hace que, algunas variables dependientes se conviertan en

variables independientes en posteriores relaciones, generando con esto la naturaleza interdependiente del modelo estructural.

ii. La capacidad de representar ***conceptos no observados*** en estas relaciones y tener en cuenta el error de medición en el proceso de estimación.

SEM tiene la habilidad de incorporar ***variables latentes*** al análisis. Una variable latente es un concepto supuesto, hipotético y no observado que sólo puede ser aproximado mediante variables medibles u observables. Los valores de las variables observables fueron recogidos por medio del cuestionario desarrollado para este efecto (Ver el capítulo VII y el Apéndice A) Estas variables observables también son conocidas como ***variables manifiestas***. (Ver la nota al pié de la página 20)

SEM es un término genérico que se utiliza para referirse a diferentes modelos de ecuaciones estructurales. Se mencionarán brevemente los cuatro modelos más comúnmente utilizados (Rayko y Marcoulides, 2000) y se especificará el que se aplicó en esta investigación:

Modelos de análisis de trayectorias.- Estos modelos son concebidos, generalmente, sólo en términos de variables observadas. Por esta razón, algunos investigadores no los consideran como modelos típicos de SEM. No obstante, forman parte del desarrollo histórico de los modelos SEM ya que utilizan las mismas ideas de ajuste del modelo y de pruebas como cualquier modelo SEM.

Un análisis de trayectorias es un enfoque metodológico para modelar relaciones explicatorias entre variables observadas. Se asume que las variables explicatorias no tienen errores de medidas o que estos son irrelevantes. Las variables dependientes pueden contener errores de medición, pero se asume que ellos están presentes sólo en los términos residuales de las ecuaciones del modelo.

La característica más relevante de estos modelos de análisis de trayectorias es que los modelos no contienen variables latentes.

Modelos de análisis factorial confirmatorio. Estos modelos se utilizan para examinar patrones de interrelaciones entre algunos constructos. Cada constructo que se incluye en el modelo se mide, por lo regular, a través de su conjunto particular de variables observadas.

Además, en un modelo de análisis factorial confirmatorio, no se especifican las direcciones de las relaciones que asumen entre sí los constructos. Sólo se indican las correlaciones que existen entre ellos.

En contraposición al análisis factorial exploratorio, el cual consiste en determinar cuántos constructos (factores) se necesitan para explicar las diversas relaciones entre los indicadores observados, el análisis factorial confirmatorio sustenta la existencia previa de un modelo de relaciones entre los diferentes indicadores que se analizan. Así, estos modelos no buscan descubrir una estructura factorial sino que intentan confirmar la existencia específica de una estructura factorial dada por anticipado.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

Las principales características de esta modelación son:

a).- Se desarrolla primero una teoría específica

b).- Se deriva un modelo de comportamiento a partir de la teoría propuesta

c).- Se prueba la consistencia del modelo con los datos observados utilizando SEM

Modelos de regresión estructurales.- Son casos especiales de los modelos de análisis factorial confirmatorio, con la diferencia de que aquí sí se postulan las relaciones explicatorias, o *regresiones latentes*, específicas entre constructos. Estos modelos pueden ser utilizados para probar o rechazar teorías que se proponen para explicar determinados fenómenos bajo investigación. Los modelos validan las relaciones explicatorias entre diferentes variables latentes definidas en el modelo bajo estudio.

La presente investigación doctoral postula que las inversiones en tecnología de información son variables observables por medio de las cuales es posible investigar las relaciones causales existentes entre constructos hipotéticos como: el medio ambiente externo de una empresa, sus estrategias de negocios, su organización; y otros más, que son afectados por la introducción de la tecnología de información. Se postula también que el valor de negocios que obtiene una empresa está conformado por diferentes constructos que son afectados por el uso de la TI.

Para poder validar estos postulados, es necesario desarrollar un planteamiento que permita analizar tales relaciones latentes entre variables medibles y no observables. Un modelo de regresión estructural es el adecuado para tales fines. Todas las hipótesis que se plantean han sido evaluadas por medio de un modelo con estas características.

Modelos de cambio latente.- Estos modelos permiten estudiar fenómenos que cambian en diferentes intervalos de tiempo. Se enfocan principalmente al análisis de patrones de comportamiento como: crecimiento, declinación o ambos; y posibilitan al investigador el examinar las diferencias que se generen entre patrones de cambio, u otras características individuales, para diferentes intervalos de tiempo.

En la literatura especializada, a estos modelos se les conoce con los nombres de modelos de curva de crecimiento latente, modelos de análisis de curva latente, o, simplemente, modelos de curvas de crecimiento.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

VI.1.1. Conceptos básicos del Modelo de Ecuaciones Estructurales

Se hará una breve descripción de los conceptos que involucra el modelado utilizando SEM y la forma en cómo fueron utilizadas en la investigación.

Variables observadas.- Son las variables que se miden y pueden ser los registros de rendimiento de un proceso, las respuestas de alguna prueba o cuestionario o los valores que se anotan de un experimento. Se utiliza también el término ***variable manifiesta*** para denotar el hecho de que este tipo de variable es el que utiliza el investigador durante el proceso de recolección de datos del fenómeno que estudia. Los valores que se recolectaron mediante el cuestionario fueron asignados a estas variables.

Variables latentes.- Son las variables que representan tanto constructos teóricos como conceptos abstractos o hipotéticos (Por ejemplo, el uso intensivo de la tecnología, o el impacto de la TI en el desempeño de la empresa) y que no pueden ser observadas directamente sino que son delineadas por las mediciones particulares observadas de otras variables. También son definidas con el nombre de ***factores***.

Debido a que estas variables no son observables directamente, sus mediciones son obtenidas de forma indirecta. Para ello, se enlaza una variable latente con una o varias variables observadas. De esta forma, la variable latente de interés queda operacionalmente definida en términos de un comportamiento que se presume, tiene. La cuantificación de este comportamiento lo constituyen tanto las mediciones directas de las variables observadas, como las mediciones indirectas de los constructos teóricos o variables latentes.

Diagramas de Trayectoria.- Un modelo de ecuaciones estructurales se puede representar a través de la graficación de los factores, o constructos hipotéticos vistos como variables latentes, y las variables observadas que intervienen. A esta gráfica se le conoce con el nombre de ***Diagrama de Trayectoria***, el cual utiliza una notación especial. Estos diagramas contribuyen de manera fundamental en el planteamiento del modelo bajo investigación, para su representación matemática y para la definición de los archivos de entrada necesarios para ajustar y probar todo el modelo por medio de algún paquete especial de cómputo.

Parámetros del Modelo.- Los elementos esenciales de todos los modelos estructurales son sus parámetros. Los parámetros del modelo reflejan aquellos aspectos que son desconocidos para el investigador, por lo menos al principio del análisis, y que deben probarse con los datos de la muestra obtenida de la población en estudio aplicándoles el modelo.

El término genérico ***parámetro***, se refiere a alguna característica de la población entera, como lo puede ser la media o la varianza. La estimación de estos parámetros se basa en la manipulación de la matriz de varianzas o covarianzas de la muestra, utilizando programas de cómputo especializados como LISREL o EQS. En los modelos SEM es de suma importancia establecer de forma explícita los parámetros para entender y aplicar correctamente el modelo propuesto.

Existen tres tipos de parámetros que se pueden definir en un modelo SEM y que son importantes para un adecuado análisis: ***libres, fijados*** y ***restringidos***.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

- Los **parámetros libres** son todos los parámetros desconocidos que deben ser estimados con el modelo por medio de un programa de cómputo, tal como EQS o LISREL
- Los **parámetros fijados** son aquellos que, cuando se definen, se les asigna un valor constante el cual no cambia durante el proceso de ajustamiento del modelo a los datos observados. En ocasiones, algunos parámetros que son definidos como libres al principio, se redefinen como fijados cuando el investigador desea probar algunas variantes de sus hipótesis dentro del modelo. O también puede proceder de forma contraria. De manera general, los valores de estos parámetros se fijan en cero o en uno.
- Los **parámetros restringidos**, también llamados limitados o reservados, son aquellos que se definen como iguales a otros parámetros, aunque originalmente no se les asigna algún valor por anticipado como en los parámetros fijados. Estos parámetros son incluidos en un modelo SEM cuando se desea probar alguna hipótesis de interés para el investigador y es relevante que estas variables sean definidas como restringidas inicialmente.

La definición de estos tipos de parámetros dentro del modelo está relacionada con las *condiciones de orden y rango* para resolver el problema de *identificación del modelo*, el cual se discute ampliamente en el punto VI.2

Modelo completo de variables latentes.- Permite la especificación de la estructura de regresión entre las variables latentes. Esto es, un investigador puede establecer diversas hipótesis sobre el impacto de un constructo latente sobre otro en la modelación de la dirección causal. Este modelo es llamado *completo o total* debido a que comprende los dos modelos fundamentales de las ecuaciones estructurales: ***el modelo de medición y el modelo de estructura.***

- ***El modelo de medición*** define las relaciones o enlaces entre las variables latentes, o constructos hipotéticos, y sus variables observadas, además de que describe sus propiedades de medición: **confiabilidad y validez.** La confiabilidad se refiere a la capacidad de una medición para ser consistente en el proceso. La validez se refiere a la capacidad de los datos para definir con precisión al constructo. A este modelo de medida también se le conoce como *modelo de análisis factorial confirmatorio* (CFA).

- ***El modelo estructural*** define los enlaces internos entre las propias variables latentes. Especifica las relaciones directas e indirectas entre las variables latentes. Este modelo es utilizado para describir la cantidad de varianza explicada y no explicada.

El modelo completo de variables latentes que se plantea en esta tesis, debido a que especifica la dirección causal de forma unidireccional, se le conoce como ***modelo recursivo***. En contraposición a los modelos no recursivos que establecen bidirecciones causales o efectos de retroalimentación. Para la investigación se aplicó solo el tipo recursivo.

VI.1.2. Modelación computacional del problema utilizando el sistema EQS

La mayoría de los modelos teóricos SEM que actualmente proponen diversos investigadores, está sustentada por programas de cómputo comerciales y que operan en los ambientes Windows de Microsoft y Macintosh, tales como:

- ✓ LISREL8-SIMPLIS y LISREL8/PRELIS2, desarrollado por el Dr. Kart Jöreskog y el Dr. Dag Sörbom, del Departamento de Estadística de la Universidad de Uppsala, gamma.post@gamma.rug.nl;
- ✓ EQS 5.7, (Equations) desarrollado por el Dr. Peter M. Bentler del Departamento de Psicología de la Universidad de California, eqs@netcom.com;
- ✓ AMOS/AMOSDraw, (Analysis of Moment Structures) desarrollado por el Dr. James Arbuckle del Departamento de Psicología de la Universidad del Temple, smallwaters@acm.org;
- ✓ CALIS, (Covariances Analysis and Linear Structural Equations) desarrollado por Hartmann, (1992) en el SAS Institute Inc., software@unx.sas.com;
- ✓ LISCOMP, (Linear Structural Equations with a Comprehensive Measurement Model) desarrollado por el Dr. Bengt O. Muthén, del Departamento de Educación de la Universidad de California, iessg25@uchimvs1.uchicago.edu;
- ✓ Mx: Statistical Modeling, desarrollado por el Dr. Michael C. Neale del Departamento de Psiquiatría Médica de la Universidad de Virginia, neale@ruby.vcu.edu;
- ✓ SETPATH, (SEM and Path Analysis) desarrollado por el Dr. James H. Steiger del Departamento de Psiquiatría de la Universidad de Columbia Británica, steiger@unixg.ubc.ca.

Todos estos programas proporcionan un análisis completo de los datos (como medias, correlaciones y convenciones para omisión de datos) e incorporan una sintaxis para su lenguaje de programación, grafican el modelo, y proporcionan soporte para la importación y exportación de datos y figuras[48].

Se postula un modelo estadístico para el análisis de la información obtenida por medio del cuestionario (Ver Apéndice A) definido para estudiar las inversiones y los beneficios obtenidos por las empresas mexicanas.

La tarea principal es determinar la bondad del ajuste entre el modelo SEM propuesto y los datos recolectados; y después realizar los ajustes necesarios para lograr un modelo más afinado que permita analizar el valor de negocios de la TI.

[48] En Internet se pueden encontrar más sites que ofrecen diversos sistemas y programas que se aplican a los modelos SEM. Consultar http://avarice.gsm.uci.edu./~joelwest/sem/index.html

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

Para realizar el proceso anterior, de forma general se aplicó el siguiente esquema:

Datos = Modelo + Residuos

donde:

Datos.- Representa las mediciones de las variables observadas

Modelo.- Representa la estructura hipotética que enlaza a las variables observadas con las variables latentes

Residuos.- Representa la discrepancia existente entre el modelo hipotético y los datos observados

La teoría estadística desarrollada para justificar este proceso de ajuste de modelo se puede encontrar en diferentes trabajos publicados sobre modelación de ecuaciones estructurales, como Hayduk(1987), Bollen(1989), Loehlin(1992) y en diferentes revistas especializadas como Multivariate Behavioral Research, Psychometrika, Sociological Methods & Research, Journal of Educational Statistics, British Journal of Mathematical and Statistical Psychology y Sociological Methodology.

Todas las variables observadas se designan con una **V** y constituyen los datos actuales en estudio. Las demás variables son hipotéticas y representan la red estructural de inversiones y beneficios bajo investigación.

Se definen tres variables hipotéticas:

a) Los constructos latentes o factores, definidos con la letra **F**,

b) Los errores residuales asociados con las mediciones de cada variable V, definidos con la letra **E**,

c) Los errores residuales asociados con la predicción de cada factor, definidos con la letra **D**.

Los términos residuales son indicadores de las mediciones imperfectas de las variables observadas, y también son indicadores de la imperfección en las predicciones de las variables latentes; ambos representan errores de medición. A los valores residuales E se les llaman **errores de medición**, mientras que a los valores residuales D se les llaman **perturbaciones en la predicción**.

Por convención, en la representación esquemática de los modelos de ecuaciones estructurales, también llamados ***Diagramas de Trayectoria***, cada variable observada se representa con un **rectángulo,** y cada variable latente con una **elipse**. Para los valores residuales **E** y **D** no se utiliza ninguna figura geométrica.

Otros elementos más lo conforman las flechas unidireccionales y bidireccionales las cuales conectan entre si a las variables latentes y a las variables observadas. Estas uniones reflejan

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

un conjunto de proposiciones teóricas acerca del fenómeno que se estudia. Estas relaciones forman el núcleo central de la presente tesis doctoral.

Una **flecha unidireccional**, también llamada ***trayectoria***, indica que la variable que está al final de la misma es explicada por la variable que se encuentra al principio de la flecha. Estas flechas son rectas y representan una relación causal: se asume que la variable al final de cada flecha es el efecto de la variable que está al principio, como causa.

Las relaciones causales que se establecen en un modelo SEM deben tener un sustento altamente racional y fundamentado en una teoría que intente explicar un fenómeno. Para este estudio, se definió una serie de variables medibles que permitieron la conceptualización de diversos constructos hipotéticos con el fin de derivar un valor de negocios como retorno a diversos niveles de inversiones en TI.

Bollen (1989) plantea tres condiciones que deben ser observadas cuando se establecen relaciones causales entre variables: **aislamiento, asociación** y **dirección de causalidad**. Mientras que la asociación y dirección de causalidad pueden ser claras y fáciles de examinar, resulta difícil asegurar que una causa y un efecto puedan ser aislados de las demás influencias. Este es el argumento que exhiben diversos investigadores para considerar que los modelos SEM, y las relaciones causales planteadas dentro de tales modelos, son aproximaciones que no pueden ser probadas realmente. A lo más, pueden ser desaprobadas o desconfirmadas.

Una **flecha bidireccional**, mencionada también como trayectoria bidireccional, se utiliza para representar la covarianza entre dos variables. Especifica la asociación entre las variables conectadas sin que se determine dirección causal alguna. Se representa como una flecha curva con dos puntas en cada extremo

Cuando se analizan diagramas de trayectoria, es importante que se identifiquen los diversos tipos de flechas graficados para distinguir las trayectorias unidireccionales de las flechas de covarianzas.

La siguiente gráfica resume los principales elementos que conforman un Diagrama de Trayectoria:

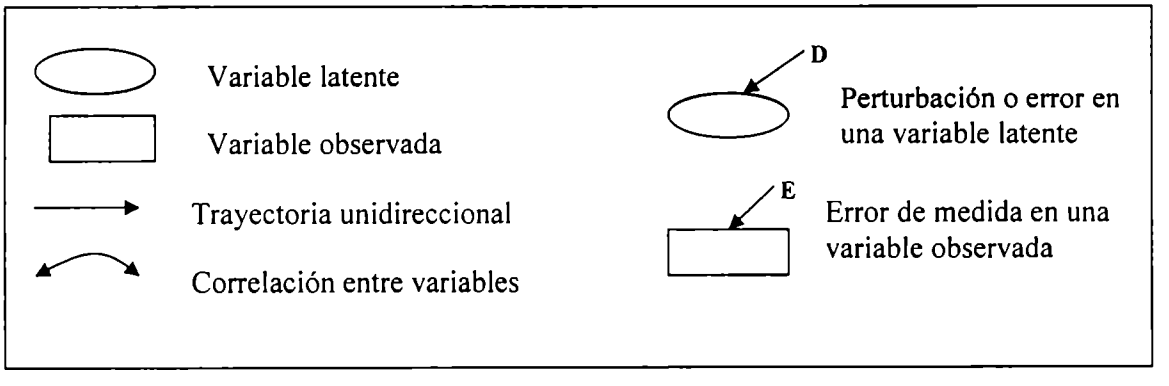


Figura 17. Elementos de un Diagrama de Trayectoria

Como complemento a la definición de las variables observadas e hipotéticas mencionadas, se incluyen dos definiciones más sobre las variables dependientes e independientes.

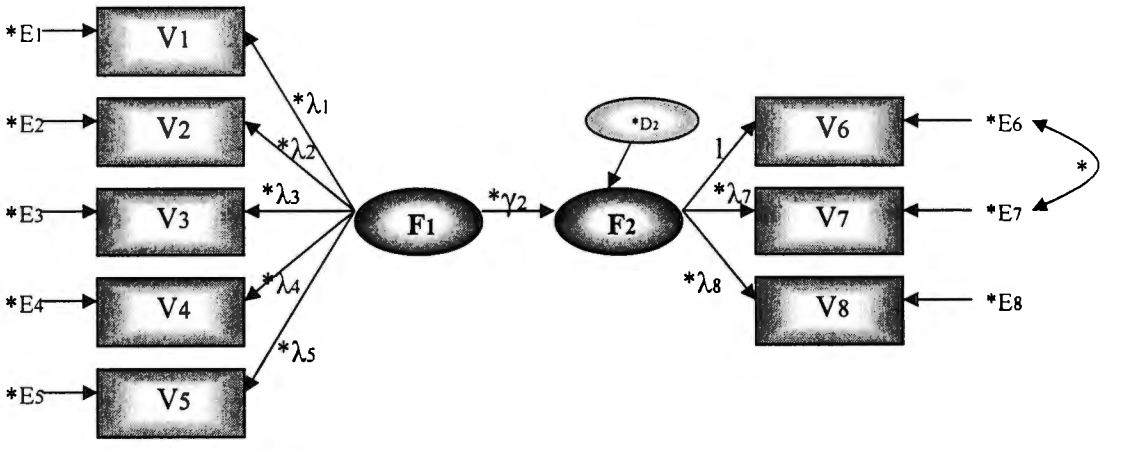
Una **variable dependiente,** es aquella que recibe, por lo menos, una trayectoria de otra variable en el modelo. Las variables dependientes no pueden conectarse por medio de una flecha bidireccional. Esto es, no pueden ser correlacionadas entre si dentro de un modelo de trayectoria. La varianzas y covarianzas (o correlaciones) entre las variables dependientes son explicadas dentro del modelo en términos de los parámetros desconocidos.

Una **variable independiente,** es aquella de la que emana una o más trayectorias pero que nunca recibe alguna. Las variables independientes pueden ser correlacionadas entre sí dentro de un modelo de trayectoria.

Una variable dependiente puede actuar como variable independiente con respecto a otra variable, pero esto no cambia en sí su estatus de variable dependiente.

Dentro de la literatura que se ocupa de la econometría se utilizan los términos: variables *exógenas*, para referirse a las variables independientes; y variables *endógenas*, para nombrar a las variables dependientes (Hair, *et. al.* 1999)

Por ejemplo, una parte del modelo estructural que se propone es el siguiente:



V1 = Inversiones en Hardware
V2 = Inversiones en Software
V3 = Inversiones en Humanware
V4 = Inversiones en Netware
V5 = Inversiones en Supportware

F1 = Medio Ambiente de Negocios
F2 = Impacto en la Empresa
V6 = Nuevos negocios
V7= Soporte a toma de decisiones
V8 = Reducción de costos

Figura 18. Ejemplo de modelación estructural con EQS

Las flechas unidireccionales representan los coeficientes de regresión estructurales que indican el impacto de una variable sobre otra. Para el diagrama de ejemplo, las cinco flechas unidireccionales que apuntan del Factor 1 (F1) hacia cada una de las cinco variables

observadas (V1, V2, V3, V4, V5) indican que las medidas obtenidas son causadas por F1. De forma similar, la flecha unidireccional que apunta hacia F2, implica que F1 causa a F2.

Por otro lado, las flechas que salen de las E's simbolizan el impacto de los errores de medición aleatorios sobre las variables V's; y las flechas que salen de las D's hacia las variables F's indican el impacto del error de predicción aleatorio.

Finalmente, la flecha curveada bidireccional representa la covarianza o correlación entre pares de variables. Para el ejemplo, la flecha bidireccional que enlaza a E6 con E7 establece que los errores de medición asociados con V6 están correlacionados con los errores de medición asociados con V7.

Como un complemento a esta modelación se utilizó el ***Sistema de Representación de Bentler-Weeks*** (1979, 1980) que permite utilizar más eficientemente el programa EQS.

En esencia, el sistema de representación de Bentler-Weeks establece que todas las variables contenidas en un modelo estructural pueden ser clasificadas en dos categorías: **variables dependientes** y **variables independientes**. Cualquier variable que tenga dirigida una flecha unidireccional a ella representa una variable dependiente; si no tiene ninguna flecha unidireccional dirigida a ella entonces se considera como variable independiente.

Normalmente, las variables dependientes son explicadas en función de las demás variables contenidas en el modelo, mientras que las variables independientes se utilizan como variables explicatorias. Por el contrario, el *sistema de representación de Bentler-Weeks* hay una gran diferencia sobre la conceptualización de las variables independientes y dependientes.

En esta representación, cualquier variable que no sea dependiente se considera automáticamente como variable independiente, sin importar si es una variable observada, un factor o un error residual. Para el ejemplo que se expone, las variables dependientes son: V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7, V8, F2; y las variables independientes son: E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, F1, D1.

Entonces, una variable dependiente es cualquier variable que puede ser expresada como una función de regresión estructural con otras variables. Esta función de regresión se expresa como una ecuación. Las ecuaciones que genera este ejemplo son:

$$
\begin{aligned}
V_1 &= \lambda_1 F_1 + E_1 \\
V_2 &= \lambda_2 F_1 + E_2 \\
V_3 &= \lambda_3 F_1 + E_3 \\
V_4 &= \lambda_4 F_1 + E_4 \\
V_5 &= \lambda_5 F_1 + E_5 \\
V_6 &= \lambda_6 F_2 + E_6 \\
V_7 &= \lambda_7 F_2 + E_7 \\
V_8 &= \lambda_8 F_2 + E_8 \\
F_2 &= \gamma_2 F_1 + D_2
\end{aligned}
$$

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

Considerando la notación de regresión simple, la predicción de V1 utilizando F1 se puede definir como:

$$V_1 = \lambda_1 F_1 + E_1$$

donde λ_1 representa el coeficiente a ser estimado.

La teoría estadística indica que un coeficiente de regresión está compuesto, en realidad, de dos elementos: el *verdadero* o coeficiente estructural entre la variable dependiente e independiente, y la *confiabilidad* de la variable predictora. La confiabilidad es el grado en que la variable independiente está *libre de error*. Desde una perspectiva tanto teórica como práctica, no se puede medir perfectamente un concepto ya que siempre existe algún grado de ***error de medida***. Las respuestas ofrecidas por las empresas encuestadas tienen cierto error de medida que afectan de forma directa al verdadero coeficiente estructural.

El impacto del error de medida y, por consiguiente la disminución de la confiabilidad, puede observarse de una expresión del coeficiente de regresión, como en las ecuaciones anteriores. Supóngase la siguiente ecuación:

$$\beta_{y \bullet x} = \beta_v \times \rho_x$$

En donde $\beta_{y \bullet x}$ es el coeficiente de regresión observado, β_v es el coeficiente estructural *verdadero*, y ρ_x es la confiabilidad de la variable predictora. A menos que la confiabilidad sea del cien por ciento, la correlación observada siempre infravalora a la relación correcta.

El sistema de representación de Bentler-Weeks utiliza determinadas matrices para definir un modelo estructural:

- Tres tipos de matrices, llamados Análisis de la estructura de la covarianza: una matriz de varianzas-covarianzas de las variables latentes independientes; una matriz de covarianzas con las varianzas de los errores de predicción; una matriz con las covarianzas y varianzas de los errores de medición.
- Una matriz de coeficientes de regresión de las variables independientes y dependientes
- Una matriz de de regresión sólo de las variables dependientes.

VI.1.3. Reglas para la determinación de los parámetros del modelo

Para la determinación correcta de los parámetros a ser estimados y que se utilizaron dentro del modelo propuesto en esta investigación, a continuación se enuncian las reglas que se observaron (Raykov y Marcoulides, 2000). En la práctica no se hizo distinción entre la covarianza y la correlación cuando se efectuaron las comparaciones entre dos variables

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

independientes, ya que se consideraron equivalentes en el sentido de que ambas reflejan el grado de interrelación entre pares de variables:

Primera Regla
Todas las varianzas de las variables independientes se definen como parámetros del modelo. En un diagrama de trayectoria se simbolizan estas varianzas con un asterisco (*), principalmente en los términos de error (*Ei*) y en los términos de perturbación de las variables latentes (*Di*). Se hace hincapié en que todos estos términos son entidades no observables ni medibles de forma directa y, por consiguiente, son variables independientes por definición. Se hace la excepción cuando el modelo justifica una hipótesis en que se contravenga de forma explícita esta regla y se fije la varianza en cero o se iguale a un valor específico (como es el caso de la varianza de la variable independiente F1 la cual se fija su valor en 1. Ver la sexta regla)

Segunda Regla
Todas las covarianzas entre las variables independientes se definen como parámetros del modelo. A menos que se plantee una hipótesis a ser probada y que implique que determinada covarianza se fije en cero o se iguale a un valor específico. En el diagrama de trayectoria, las covarianzas entre variables independientes son las correlaciones entre factores latentes y se simbolizan con las flechas curvas bidireccionales y también mediante un asterisco sobre dicha curva. Para el ejemplo, se especifica una covarianza entre dos variables de error.

Tercera Regla
Todas las cargas de los factores que conectan a las variables latentes con sus variables observadas se definen como parámetros del modelo. Igual que en las reglas anteriores, a menos que se establezca una hipótesis a ser probada que implique la igualación de determinada carga factorial a cero o a una determinada constante (Ver la Sexta regla). También se simbolizan con un asterisco colocado sobre la flecha unidireccional que conecta a cada variable latente con sus indicadores.

Cuarta Regla
Todos los coeficientes de regresión entre las variables observadas o las variables latentes se definen como parámetros del modelo. A menos que se plantee una hipótesis a ser probada y que implique que determinado coeficiente se fije a cero o se iguale a un valor específico. También se les coloca un asterisco.

Quinta Regla
Las varianzas y covarianzas entre las variables dependientes, y las covarianzas entre las variables dependientes e independientes nunca se definen como parámetros del modelo. Esto se debe al hecho de que tales varianzas y covarianzas son explicadas en términos de otros parámetros del modelo. Por consiguiente, dentro de un diagrama de trayectoria no se pueden dibujar flechas bidireccionales que conecten a variables dependientes entre si, o que conecten variables dependientes con variables independientes.

Sexta Regla
Se requiere que, para cada variable latente definida en el modelo SEM, se determine la métrica de su escala latente. Al contrario de las variables observadas que tienen una métrica definida, para las variables latentes no se tiene una métrica establecida y por consiguiente permanece indeterminada su escala de medición. Para solucionar este problema de

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

indefinición, la métrica de cualquier variable latente independiente incluida en el modelo se puede fijar realizando una de dos posibles acciones:

- La varianza de la variable latente independiente se iguala a un valor constante (generalmente es a 1)
- Una de las flechas unidireccionales que salgan de la variable latente se fija a un valor constante (generalmente a 1).

Para fijar la métrica de las variables latentes dependientes lo que se hace es seleccionar una de las flechas unidireccionales que salgan de la variable latente dependiente e igualarla a un valor constante (comúnmente a 1)

La razón que soporta a la regla sexta es porque cuando se aplica la Primera Regla a las variables latentes independientes, esto puede producir redundancia en los parámetros del modelo (sub-identificación).Por ejemplo, la varianza y una de las flechas que salen de cada variable latente independiente, son parámetros redundantes del modelo.

Los programas de cómputo no están determinados para estimar la doble redundancia de los parámetros. Como resultado, uno de ellos será asociado con una estimación determinada de forma arbitraria. Esto se debe a que ambos parámetros reflejan el mismo aspecto del modelo (aunque de diferente forma) y no pueden ser estimados de forma unitaria a partir de los datos de la muestra.

Lo anterior, genera un número potencialmente infinito de valores que pueden ser estimados (todos igualmente consistentes con los datos observados). Es por esto que uno de dichos parámetros se iguala a un valor constante que, generalmente, es 1.

Como ejemplificación de las reglas y considerando el diagrama de la Figura No. 7 (Ejemplo de modelación estructural con EQS), los parámetros a ser estimados son:

Primera Regla: $Var(E_1)$, $Var(E_2)$, $Var(E_3)$, $Var(E_4)$, $Var(E_5)$, $Var(E_6)$, $Var(E_7)$, $Var(E_8)$, $Var(D_2)$,
Segunda Regla: $Cov(E_6,E_7)$
Tercera Regla: λ_1, λ_2, λ_3, λ_4, λ_5, λ_7, λ_8 (No se aplica para λ_6 cuyo valor se fija en 1)
Cuarta Regla: γ_2
Sexta Regla: Se especifica que la $Var(F_1) = 1$, y $\lambda_6=1$

En total, son 18 los parámetros a ser estimados.

Se tienen los siguientes estadísticos que proporcionan información relevante para la estimación de los parámetros:

$Var(V_1)$, $Var(V_2)$, $Var(V_3)$, $Var(V_4)$, $Var(V_5)$, $Var(V_6)$, $Var(V_7)$, $Var(V_8)$, $Cov(V_1, V_2)$, $Cov(V_1,V_3)$, $Cov(V_1, V_4)$, $Cov(V_1,V_5)$, $Cov(V_1, V_6)$, $Cov(V_1,V_7)$, $Cov(V_1, V_8)$, $Cov(V_2,V_3)$, $Cov(V_2, V_4)$, $Cov(V_2,V_5)$, $Cov(V_2, V_6)$, $Cov(V_2,V_7)$,

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

Cov(V_2, V_8), Cov(V_3,V_4), Cov(V_3, V_5), Cov(V_3,V_6), Cov(V_3, V_7), Cov(V_3,V_8), Cov(V_4, V_5), Cov(V_4,V_6), Cov(V_4, V_7), Cov(V_4,V_8), Cov(V_5, V_6), Cov(V_5,V_7), Cov(V_5, V_8), Cov(V_6,V_7), Cov(V_6, V_8), Cov(V_7,V_8).

En total, se tienen 36 estadísticos disponibles. Este valor se puede obtener contando cuántas variables observadas se definen dentro del modelo y aplicando la siguiente fórmula: $\frac{(p)(p+1)}{2}$ donde p es el número de variables dependientes e independientes observadas.
Dado que son 8 variables observadas, entonces $p = 8$, y aplicando la fórmula se obtiene el número de estadísticos: $\frac{(8)(9)}{2} = 36$

Ahora bien, para el cálculo de las varianzas y covarianzas, se puede hacer uso de las siguientes leyes de las varianzas y covarianzas:

Sean W, X, Y, Z variables aleatorias, y sean α, β, γ, λ constantes.

Primera Ley: $Cov(X,X) = Var(X)$

Segunda Ley:
$Cov(\alpha X + \beta Y, \gamma W + \lambda Z) = \alpha\gamma Cov(X,W) + \alpha\lambda Cov(X,Z) + \beta\gamma Cov(Y,W) + \beta\lambda Cov(Y,Z)$

Tercera Ley: $Var(\alpha X + \beta Y) = Cov(\alpha X + \beta Y, \alpha X + \beta Y) =$
$\alpha^2 Cov(X,X) + \alpha\beta Cov(X,Y) + \alpha\beta Cov(X,Y) + \beta^2 Cov(Y,Y) =$
$\alpha^2 Var(X) + \beta^2 Var(Y) + 2\alpha\beta Cov(X,Y)$

Cuarta Ley (para variables no correlacionadas, con Cov(X,Y) = 0)
$Var(\alpha X + \beta Y) = \alpha^2 Var(X) + \beta^2 Var(Y)$

Quinta Ley:
$Cov(\alpha, X) = 0$
$Var(\alpha + X) = Var(X)$

Con la definición de estas leyes, se pueden realizar los cálculos de las varianzas y covarianzas de las variables observadas que sirven como estadísticos.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

VI.1.4. Notación LISREL para la modelación de las Ecuaciones Estructurales

A efecto de que se pueda comprender el desarrollo del modelo de análisis que se propone, a la luz de las Ecuaciones Estructurales, se utilizará la notación estándar LISREL (LI*near* S*tructural* REL*ation* M*odel*) (Jöreskog y Sorbom, *cf.* 1988, 1993)

A continuación se presenta la formulación completa del conjunto de relaciones causales y relaciones de medida en notación LISREL. Esto les permitirá a otros investigadores comprender los manuales de programación, artículos publicados y textos que traten el tema de ecuaciones estructurales ((Hair, *et al.*, 1999)

La notación LISREL fue introducida por Jöreskog, quien también desarrolló un modelo computacional para encontrar la solución de los modelos que se proponen. Al software lo bautizó con el mismo nombre.

En esta tesis sólo se utiliza la notación matemática para hacer referencia al tratamiento que se tuvo que implementar para eliminar problemas de sub-identificación y para determinar la metodología de ajuste del modelo. Para el análisis de los datos y su ajuste al modelo propuesto se utilizó el paquete computacional EQS.

Notación LISREL

Un modelo de análisis se puede desarrollar por medio de ocho matrices principales, a saber:

- Dos, para la definición de las ecuaciones estructurales
- Dos, para la correspondencia de indicadores y constructos
- Una, para la correlación de constructos exógenos
- Una, para la correlación de los constructos endógenos
- Dos, que detallan los errores correlacionados para la medición de las variables endógenas y exógenas

Estas matrices se utilizan para formar las ecuaciones básicas, tanto para los modelos de medida como para los estructurales.

La siguiente tabla resume cada una de las matrices así como los constructos e indicadores y se describe brevemente su notación.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

Tabla 6. Notación en LISREL

Modelo LISREL Elemento	Descripción	Notación Matriz	Notación Elemento
Matrices			
Modelo estructural			
Beta	Relaciones de constructos endógenos a exógenos	B	β_{mm}
Gamma	Relaciones de constructos exógenos a endógenos	Γ	γ_{nm}
Phi	Correlaciones entre constructos exógenos	Φ	ϕ_{nn}
Psi	Correlación de ecuaciones estructurales o constructos endógenos	Ψ	ψ_{mm}
Modelo de medida			
Lambda-X	Correspondencia (ponderaciones) de indicadores exógenos	Λ_x	λ^x_{qn}
Lambda-Y	Correspondencia (ponderaciones) de indicadores endógenos	Λ_y	λ^y_{pm}
Theta-delta	Matriz correlacional de error de predicción para indicadores De constructos exógenos	Θ_δ	θ^δ_{qq}
Theta-epsilon	Matriz correlacional de error de predicción para indicadores De constructos endógenos	Θ_ε	θ^ε_{pp}
Constructos e indicadores			
Constructo			
Exógeno	Constructo exógeno		ξ
Endógeno	Constructo endógeno		η
Indicador			
Exógeno	Indicador exógeno		X
Endógeno	Indicador endógeno		Y
Ecuaciones de modelo de medida y estructural			
Modelo estructural	Relaciones entre constructos endógenos y exógenos	$\eta = B\eta + \Gamma\xi + \zeta$	
Modelo de medida:			
Exógeno	Especificación de indicadores de constructos exógenos	$X = \Lambda_x\xi + \delta$	
Endógeno	Especificación de indicadores de constructos endógenos	$Y = \Lambda_y\eta + \varepsilon$	
Asumiendo las siguientes suposiciones:			
	ζ no está correlacionada con ξ		
	ε no está correlacionada con η		
	δ no está correlacionada con ξ		
	ζ, ε, δ no están correlacionadas entre sí		
	B tiene ceros en la diagonal e I-B es no singular		
Subíndices de dimensionamiento para las matrices			
	Número de constructos exógenos	n	
	Número de constructos endógenos	m	
	Número de indicadores de constructos exógenos	q	
	Número de indicadores de constructos endógenos	p	

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

VI.1.5. Definición matemática de los modelos de Medición y de Estructura

Sean los siguientes vectores de variables aleatorias latentes dependientes e independientes, respectivamente:

$$\eta' = (\eta_1, \eta_2, \ldots, \eta_m) \qquad \xi' = (\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n)$$

Se puede definir el siguiente sistema de relaciones estructurales lineales:

$$\eta = \mathrm{B}\,\eta + \Gamma\,\xi + \zeta = C^{-1}(\Gamma\,\xi + \zeta)$$

Donde **B** $(m \times m)$ es una matriz cuadrada con ceros en la diagonal, tal que se puede definir también como: **C = I – B**; y **Γ** $(m \times n)$ Ambas son matrices de coeficientes de regresión entre las variables latentes, y ζ es un vector de residuos o perturbaciones aleatorias $\zeta' = (\zeta_1, \zeta_2, \ldots, \zeta_m)$

Los elementos de la matriz cuadrada **B** representan los efectos causales directos de η-variables sobre otras η-variables; y los elementos de la matriz **Γ** representan los efectos causales directos de ξ-variables sobre η-variables. Se asume que ζ no está correlacionado con ξ y que ***I-B*** es no singular.

Los vectores η $(m \times 1)$ y ξ $(n \times 1)$ no son observables directamente sino que, en su lugar, se utilizan los siguientes vectores que sí corresponden a variables observadas:

$$y' = (y_1, y_2, \ldots, y_p) \qquad x' = (x_1, x_2, \ldots, x_q)$$

De tal forma que se pueden definir las siguientes ecuaciones del modelo de medida.

Comenzando con las ***p*** variables de respuesta **Y**, o endógenas, asumiendo que estas han sido generadas por ***m*** factores no observados o variables latentes **η**, de acuerdo con el siguiente modelo factorial:

Constructos endógenos

$$\mathrm{Y} = \Lambda_y \eta + \varepsilon$$

Donde la matriz $\Lambda_y (p \times m)$ es la matriz de regresión de **Y** sobre η.

Por otra parte, se tienen las q variables exógenas **X**, generadas también de acuerdo con el siguiente modelo factorial:

Constructos exógenos

$$X = \Lambda_x \xi + \delta$$

Donde la matriz $\Lambda_x(q \times n)$ es la matriz de regresión de **X** sobre ξ.

Además, ε y δ son vectores de los errores de medición en **Y** y **X** respectivamente.

De aquí en adelante, tanto a Y como a X se les referirá como las variables observables; y a η y a ξ como las variables latentes.

Se asume que los errores de medición ε y δ tienen media cero y que no están correlacionados con las variables latentes η, ξ ni ζ; pero, tales errores pueden estar correlacionados entre sí. Además, tienen matrices de varianzas y covarianzas no singulares $\Theta_\varepsilon, \Theta_\delta$

Dado que η y ξ no son observables, por consiguiente, no tienen una escala de medición definida. El origen y las unidades de medida de cada variable latente son arbitrarios. En este modelo se supone que la matriz de covarianzas de los factores exógenos ξ no es necesariamente la identidad, sino que puede ser una matriz general V_ξ definida positiva.

Para definir el modelo de forma apropiada, se asume que el origen de cada variable tiene media cero. Y para asignar las unidades de medida se asigna un uno en cada columna de $\Lambda_y(p \times m)$ y $\Lambda_x(q \times n)$ lo cual significa que las unidades de medida de las variables latentes son las mismas en que se miden las variables observadas. (Ver la explicación más amplia en el punto **VI.1.3**, Sexta Regla).

También se definen las siguientes matrices de covarianzas $\Phi(n \times n)$ y $\Psi(m \times m)$ relacionadas con ξ y ζ, respectivamente.

Sean también Θ_ε y Θ_δ las matrices de covarianzas de ε y δ, respectivamente.

La matriz de covarianzas de los factores endógenos viene dada por:

$$V_\eta = E\left[\eta\eta'\right] = E\left[C^{-1}(\Gamma\xi + \zeta)(\Gamma\xi + \zeta)'C'^{-1}\right]$$

Que implica:

$$V_\eta = C^{-1}\left(\Gamma V\xi\Gamma' + \Theta_\delta\right)C'^{-1}$$

Donde se ha implicado que al estar, por hipótesis, las perturbaciones no correlacionadas con las variables latentes, entonces $E(\xi\zeta') = 0$.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

De aquí se sigue, considerando las suposiciones de la tabla anterior, que se puede definir una **Matriz de Covarianzas del modelo implicado Σ** a partir de $z = (y', x')'$. Donde $\Sigma[(p+q)\times(p+q)]$ tiene la siguiente estructura:

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \Lambda_y(I-B)^{-1}(\Gamma\Phi\Gamma'+\Psi)(I-B')^{-1}\Lambda_y' + \Theta_\varepsilon & \Lambda_y(I-B)^{-1}\Gamma\Phi\Lambda_x' \\ \Lambda_x\Phi\Gamma'(I-B')^{-1}\Lambda_y' & \Lambda_x\Phi\Lambda_x' + \Theta_\delta \end{bmatrix}$$

Los elementos de **Σ** están en función de los elementos de $\Lambda_y, \Lambda_x, B, \Gamma, \Phi, \Psi, \Theta_\varepsilon, \Theta_\delta$. Dentro de los modelos que fueron desarrollados para esta investigación, algunos de estos elementos se definieron con un valor fijo (generalmente en uno) También, para cada uno de los elementos fueron definidos los tres tipos de parámetros mencionados en el punto VI.1.1 como Parámetros del Modelo.

VI.1.6. Validez del Modelo hipotético propuesto

Un cuestionamiento que surge inmediatamente cuando se modela un problema propuesto utilizando SEM es: dado que se aplica un modelo que es más confirmatorio que exploratorio, *¿qué tan bueno es el modelo propuesto?*

La respuesta a esta pregunta es, por medio de la medición o evaluación de la diferencia existente entre las matrices ***S*** (con elementos s_{ij}) y ***Σ*** (con elementos $\hat{\sigma}_{ij}$). Naturalmente, surge una nueva pregunta: *¿cómo se puede medir o evaluar esta diferencia de matrices?*

Para contestar esta segunda pregunta se introduce el concepto: ***bondad de ajuste del modelo***.

De forma general, la bondad de ajuste del modelo se refiere a la diferencia existente entre la matriz de covarianza observadas ***S*** y la matriz de covarianzas predicha por la estimación de parámetros $\hat{\Sigma}$. Si el valor de la diferencia es pequeño, significa que el modelo propuesto representa de forma razonablemente bien a los datos observados. Si la diferencia es grande, entonces se puede concluir que el modelo propuesto no es consistente con los datos observados.

Las inconsistencias se pueden deber a dos posibles causas (Raykov y Marcoulides, 2000):

a)- A que el modelo propuesto puede tener deficiencias en su desarrollo en el sentido de que no es capaz de emular los datos contenidos en la matriz que se analiza, aun cuando se cuente con la mayor cantidad de valores favorables de los parámetros.

b)- O que el modelo si esté bien planteado pero que se falle en la recopilación de los datos y estos contengan valores erróneos.

Si los valores que se van a comparar fueran escalares, entonces sólo hay que aplicar una simple resta entre ambas matrices, utilizando inclusive los valores absolutos de las diferencias resultantes, para evaluar la distancia entre ellas. Sin embargo, esto no se puede aplicar directamente entre las dos matrices S y Σ dado que no se obtiene un número, sino una matriz de diferencias, esto es, la ***matriz de covarianzas residuales*** $S - \hat{\Sigma}$ Los elementos de esta matriz residual son entonces $s_{ij} - \hat{\sigma}_{ij}$ La matriz estandarizada de residuos contiene los elementos $r_{ij} - \left(\frac{\hat{\sigma}_{ij}}{s_{ii} s_{jj}} \right)$ donde r_{ij} es la correlación observada entre las variables i y j, $\hat{\sigma}_{ij}$ es la covarianza predicha, y s_{ii}, s_{jj} son las desviaciones estándar observadas. Los residuos estandarizados obtenidos de las correlaciones son más sencillos de interpretar que los residuos no estandarizados, basados en las covarianzas, ya que aquellos no dependen de la escala utilizada en las mediciones realizadas de las variables observadas.

Para la evaluación de estas diferencias se aplican diversos métodos. La forma más simple es tomar la suma de los cuadrados de las diferencias entre los elementos correspondientes de las dos matrices. Otro método, aunque un poco más complicado, consiste el multiplicar los cuadrados de las diferencias con ciertos pesos apropiados, y obtener también su suma. En ambos casos, la suma resultante es un número que puede ser interpretado adecuadamente ya que mide la diferencia buscada entre el modelo propuesto y los datos observados. Mientras mayor sea este número, existirá una mayor diferencia entre las matrices. Si es menor, entonces las matrices serán muy similares.

Del párrafo anterior se deriva entonces el concepto de distancia entre las matrices S y Σ, el cual es un número que resulta de la comparación entre los elementos de S con los elementos de la matriz de covarianzas del modelo-implicado. Esta distancia está, entonces, en función de los parámetros del modelo y de las varianzas y covarianzas de los elementos observados.

Cuando se habla de la distancia entre matrices y la relación entre los parámetros del modelo y la matriz S, también se está hablando de una ***función de ajuste*** denotada con la letra F.

Debido a que la función de ajuste analiza la distancia entre dos matrices, el valor de F siempre se encuentra entre cero y un valor positivo. Si el valor de F es igual a cero, entonces ambas matrices S y Σ son idénticas. En el paquete EQS, este cálculo se realiza por medio de iteraciones (normalmente son 30 iteraciones que tiene definidas por omisión).

En el siguiente capítulo se explican algunas funciones de ajuste y las características de los métodos existentes para la estimación de parámetros, que sirven para analizar las formas en cómo se relacionan las distancias entre las matrices, los parámetros del modelo y los elementos de la matriz S

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

VI.1.7. Métodos para la estimación de parámetros

El propósito es desarrollar estimaciones para cada uno de los parámetros especificados en el modelo producto de la matriz Σ de tal forma que los valores de estos parámetros estén lo más cerca posible a los contenidos en la matriz S Este proceso de estimación implica la utilización de ciertas funciones de ajuste que minimicen la diferencia entre Σ y S

Para la estimación de los parámetros del modelo y las funciones de ajuste, se pueden utilizar alguna de las cinco herramientas estadísticas siguientes:

- Variables Instrumentales (IV)
- Mínimos Cuadrados de dos pasos (TSLS)
- Mínimos Cuadrados ordinarios o no ponderados (ULS u OLS)
- Mínimos Cuadrados Generalizados (GLS)
- Máxima Verosimilitud (ML)

La aplicación de cualquiera de estos métodos se basa en la minimización de una función de ajuste. Desde una perspectiva estadística estos métodos realizan estimaciones consistentes. La consistencia es una condición que se alcanza cuando se utilizan grandes tamaños de muestra ya que esto hace que las estimaciones converjan a los valores reales de los parámetros de la población. Con grandes nuestras, las estimaciones obtenidas con ML, GLS o TSLS son más eficientes (ya que se obtienen valores mínimos de varianzas) y, por consiguiente, representan de forma más precisa (menor estabilidad) la estimación de los parámetros de interés.

Mínimos cuadrados ordinarios o no ponderados (ULS u OLS)

Este método (que se denota como F_{uls}) utiliza como función de ajuste la suma no pesada de la diferencia de cuadrados entre los elementos de la matriz S y la matriz Σ de covarianzas del modelo-implicado. La estimación se realiza hasta que se alcanza el más pequeño valor de F_{uls}.

El método ULS se utiliza en la práctica principalmente cuando se manejan escalas de medición similares en las variables analizadas. Esto es, no realizan suposiciones sobre las distribuciones de los datos o pruebas estadísticas sino que son valoraciones que dependen de la escala que se utilice, ya que cuando se realizan cambios en las escalas de las variables, dichos cambios producen soluciones diferentes. Es el único método que depende de la escala que se utilice.

Mínimos cuadrados generalizados (GLS)

Este método utiliza una matriz de pesos **W**, tal como S^{-1} la inversa de la matriz de covarianzas de los datos muestrales. GLS tiene propiedades asintóticas tales como varianza mínima e insesgada y asume una normalidad multivariada de las variables observadas

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

Máxima verosimilitud (ML)

Este método se utiliza cuando los datos observados están normalmente distribuidos. La suposición de normalidad es frecuente que se haga en análisis multivariados. La normalidad de los datos puede ser examinada utilizando alguno de los paquetes estadísticos comerciales existentes en el mercado de software, como SPSS, E-Views o inclusive EQS. La forma más simple de examinar la normalidad univariante es analizando el ***sesgo*** y la ***curtosis*** de los datos. El ***sesgo,*** es un índice que refleja la simetría de la distribución de los datos. La ***curtosis***, tiene que ver con la forma de la distribución en términos del pico de la curva. Bajo la suposición de normalidad, los coeficientes de sesgo y curtosis deberían ser cero.

Existe también una medida de la curtosis multivariada llamada ***Coeficiente de curtosis multivariado de Mardia*** (Bentler, 1995). Este coeficiente mide el alcance para el cual la distribución multivariada de todas las variables observadas tiene extremos que difieren de las características únicas de la distribución normal (utilizando los mismos valores para las medias, las varianzas y las covarianzas). Si la distribución se desvía sólo marginalmente de la normal, el coeficiente de Mardia tendrá un valor cercano a cero.

De forma general, el método ML determina los estimadores para los parámetros del modelo que maximicen la verosimilitud de observación de los datos disponibles de la misma población. La maximización es alcanzada mediante la selección de los parámetros del modelo que minimicen la función de ajuste F_{ML}.

Si existieran serias desviaciones de la normal, entonces es recomendable utilizar el método de Mínimos Cuadrados Pesados. Aunque no hay duda de que el tamaño de la muestra juega un papel importante en la aplicación de la mayoría de las técnicas estadísticas, y de que existe el acuerdo casi universal entre los investigadores que mientras más grande sea el tamaño de la muestra, se obtienen estimadores más consistentes, no hay un acuerdo sobre lo que se considera "un gran tamaño de muestra".

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

VI.2 Desarrollo del Modelo Hipotético de Medición

La modelación de ecuaciones estructurales se utiliza para representar algún conocimiento sobre un fenómeno bajo estudio. Se requiere desarrollar una teoría sobre la cual aplicar el modelo de ecuaciones estructurales para validar dicha teoría. Este proceso de validación se le llama *aplicación del modelo de ecuaciones estructurales en modo confirmatorio*, también conocido como análisis factorial confirmatorio (CFA).

Para la presente investigación se ha utilizado esta clase de análisis debido a que sólo se está interesado en la relación existente entre los factores, o variables latentes, y sus variables de medición. Cuando se procede de esta forma y se define el análisis factorial confirmatorio CFA dentro de la modelación de ecuaciones estructurales SEM, al resultado se le conoce como ***Modelo de Medición***. En algunas investigaciones, al análisis de los modelos de medición se les identifica con el nombre de *análisis de la estructura de la covarianza.*

Dado que las variables latentes no se miden de forma directa sino que son inferidas por medio de un conjunto de variables observadas, la primera variable latente que se definió fue la de Hardware o F1.

Se asume que el Hardware de una empresa posee un ***valor económico verdadero*** representado de cierta manera por el valor monetario pagado para su adquisición. Sin embargo, debido a que no se tiene acceso a los valores exactos que representan *verdaderamente* los equipos de cómputo, no se tiene acceso real y directo a este valor verdadero.

Dadas las negociaciones que cada empresa realiza con su socio de negocios (business partner), o vendedor de equipos, para la compra de hardware, entonces se puede definir una variable aleatoria que mida estas inversiones. Para ello se definió la variable manifiesta de Inversiones en HW o V1. Es evidente que estas dos variables están altamente correlacionadas debido a que representan el mismo concepto, una de forma monetaria y la otra, aunque posee características físicas por ser equipo de cómputo, también representa un valor económico.

Lo anterior se puede plantear de la siguiente manera:

$$V_1 = \alpha + \beta F_1 + E_1$$

Si se conociera el valor verdadero que representa el Hardware, entonces V1 debía de ser igual a F1. Sin embargo, dada la variabilidad de V1, entonces se puede ajustar el valor de V1 por medio de un sencillo modelo de regresión.

Los parámetros del modelo son α y β, que corresponden a la intersección y a la pendiente respectivamente y que miden el sesgo sistemático de V1 respecto al valor verdadero de F1.

E1 es una nueva variable que representa el error aleatorio cuando se mide a V1. Si no hubiera ningún sesgo relativo con F1, entonces $\alpha = 0$, y $\beta = 1$. Por consiguiente, V1 es la variable dependiente y F1 es la variable independiente.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

La dependencia causal se puede ilustrar con el siguiente diagrama de trayectoria:

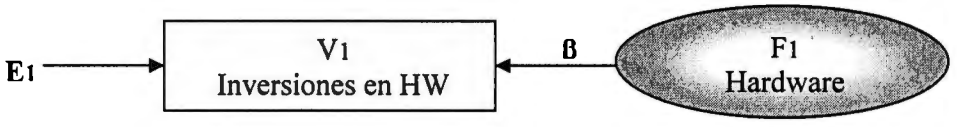


Diagrama 5. Diagrama de trayectoria para un modelo simple de regresión bivariado que ajusta el valor de las inversiones en HW al valor verdadero del Hardware

Como complemento a este planteamiento, se asume que F1 y E1 no están correlacionados (esto es Corr(V1, F1) = 0) y que E1 tiene una media de cero y una varianza constante Var(E1).

La modelación propuesta implica ciertas predicciones para la varianza de V1 y para la covarianza entre F1 y V1, a saber:

$$Var\ (V_1) = Var\ (\alpha + \beta F_1 + E_1)$$
$$Cov\ (V_1, F_1) = Cov\ (\alpha + \beta F_1 + E_1, F_1)$$

El propósito del análisis consiste en comparar los valores esperados con los valores observados para poder estimar el valor de los coeficientes constantes α y β.

Así también, la Var(E1) es un parámetro a estimar porque refleja la precisión de la variable observada V1. Un valor pequeño de la varianza corresponde a una alta precisión de V1.

Entonces, se pueden derivar los valores esperados del modelo simple de regresión:

$$Media\ (V_1) = \alpha + \beta Media\ (F_1)$$

Ahora se calcula la varianza

$$Var(V_1) = Var(\alpha + \beta F_1 + E_1) = Cov(\alpha + \beta F_1 + E_1, \alpha + \beta F_1 + E_1) = Cov(\alpha,\alpha) + Cov(\alpha, \beta F_1) +$$
$$+ Cov(\alpha, E_1) + Cov(\beta F_1, \alpha) + \beta^2 Cov(F_1, F_1) + Cov(\beta F_1, E_1) + Cov(E_1, \alpha) +$$
$$+ Cov(E_1, \beta F_1) + Cov(E_1, E_1) =$$
$$= \beta^2 Cov(F_1, F_1) + Cov(E_1, E_1) =$$
$$= \beta^2 Var(F_1) + Var(E_1)$$

Finalmente, se calcula la covarianza:

$$Cov(V_1, F_1) = Cov(\alpha + \beta F_1 + E_1, F_1) = Cov(\alpha, F_1) + \beta Cov(F_1, F_1) + Cov(F_1, E_1) =$$
$$= \beta Cov(F_1, F_1) =$$
$$= \beta Var(F_1)$$

Estas derivaciones se pueden igualar con los valores observados para poder determinar los valores de los parámetros desconocidos.

Así, β se estima a partir de la razón $\frac{Cov(V_1, F_1)}{Var(F_1)}$

Y el valor de α es estimado por $V_1 - \beta F_1$ aunque, por lo general, es irrelevante calcularla. De hecho, a lo largo del tratamiento estadístico y computacional del modelo se excluyeron los cálculos de este parámetro.

Finalmente, el valor de Var(E1) se estima con $Var(V_1) - \beta^2 Var(F_1)$.

Este mismo tratamiento e interpretación se le dio a la variable latente de Software T2, con su respectiva variable medida V2 de inversiones en SW.

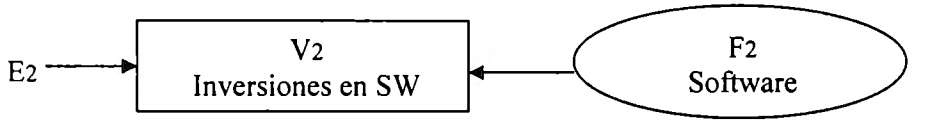


Diagrama 6. Diagrama de trayectoria para un modelo simple de regresión bivariado que ajusta el valor de las inversiones en SW al valor verdadero del Software

Y también a la definición de la variable latente de Telecomunicaciones F4, con su variable medible de Inversiones en Telecomunicaciones V6.

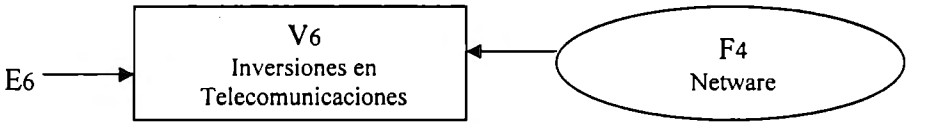


Diagrama 7. Diagrama de trayectoria para un modelo simple de regresión bivariado que ajusta el valor de las inversiones en NW al valor verdadero de Netware

Respecto a la definición de la variable latente de Humanware o F3, el planteamiento estadístico tiene los mismos principios. Dado que no se tiene acceso al valor verdadero entonces se realiza un acercamiento por medio de tres variables observadas.

El modelo de medida para estas variables sería el siguiente:

$$V_3 = \varphi + \delta F_3 + E_3$$
$$V_4 = \nu + oF_3 + E_4$$
$$V_5 = \vartheta + \varsigma F_3 + E_5$$

El diagrama correspondiente sería:

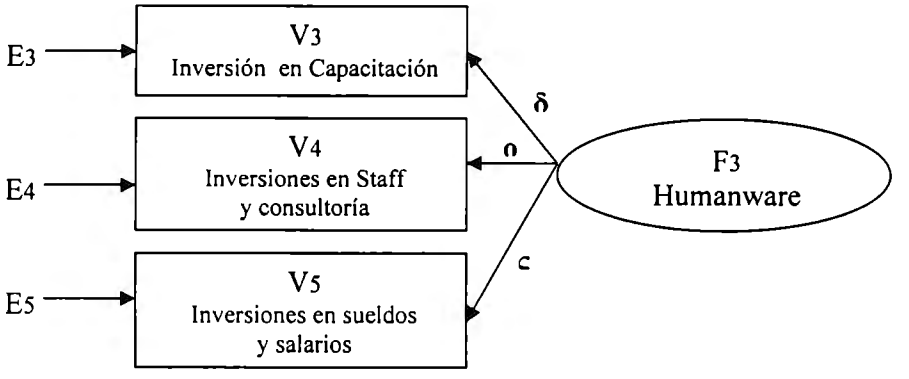


Diagrama 8. Modelo de Medición para el factor Humanware

Se proceden nuevamente a ignorar los parámetros de intercepto. Por consiguiente, se tienen siete parámetros a ser estimados de los datos: los coeficientes de regresión δ, o, ς y las varianzas Var(F3), Var(E3), Var(E4), Var(E5).

Los seis estadísticos disponibles que se tienen para calcular las estimaciones requeridas son: Var(V3), Var(V4), Var(V5), Cov(V3,V4), Cov(V3,V5) y Cov(V4,V5).

Los modelos SEM presentan un problema llamado de ***identificación*** que se tiene que resolver.

Un problema de identificación se presenta cuando el modelo es incapaz de generar estimaciones aisladas. Se basa en el principio de que se debe tener una ecuación aislada y diferenciada para estimar cada coeficiente o parámetro (Hair, *et al.* 1999)

Aunque no existe una regla aislada que establezca la identificación de un modelo, se tienen algunas normas o heurística. Las dos normas más básicas son las ***condiciones de orden y rango***.

La ***condición de orden*** establece que los grados de libertad del modelo deben ser mayores o iguales a cero. Un modelo que cumpla con esta norma se dice que está identificado.

Un **modelo identificado** tiene exactamente cero grados de libertad. La fórmula para determinar los grados de libertad es:

$$gl = \frac{1}{2}[(p + q)(p + q + 1)] - t$$

donde:

p = es el número de variables endógenas
q = es el número de variables exógenas
t = es el número de coeficientes a ser estimados en el modelo propuesto

Un **modelo sobre-identificado** posee más información en la matriz de datos que el número de parámetros a estimar, lo que significa que tiene un número positivo de grados de libertad. *Esto asegura* que el modelo es tan generalizable como sea posible.

Un **modelo sub-identificado** no llega a cumplir con la condición de orden y posee un número negativo de grados de libertad, lo que significa que se intentan estimar más parámetros de lo que permite la información disponible. El modelo no puede ser estimado hasta que algunos parámetros sean fijos o restringidos.

En el paquete computacional EQS, se puede utilizar la prueba de rango de Wald para verificar la identificación del modelo.

La condición de orden es una condición de identificación necesaria, pero no suficiente. El modelo también debe cumplir la ***condición de rango***. Esto exige que se determine algebraicamente si cada parámetro se identifica o estima especialmente. Para esto también se aplica la heurística. Existe la norma de las tres medidas, la cual evalúa que *cualquier constructo con tres o más variables medibles siempre estará identificado*. También existe la norma del modelo recursivo, que indica que los modelos recursivos con constructos identificados siempre estarán identificados.

Debido a que se tienen siete parámetros a ser estimados y seis estadísticos disponibles, este modelo está ***sub-identificado***. Para resolver esto, se pueden desarrollar las siguientes estrategias: restringir el valor de Var(F3) a 1; o utilizar uno de los coeficientes de la regresión para restringir su valor también a 1. Procediendo así, el modelo queda identificado.

Este modelo es un ejemplo del **Modelo Factorial Común de Spearman**. La variable latente independiente F3 es el **factor común**; las desviaciones aleatorias o residuales E3, E4 y E5 son los **factores específicos**.

En la terminología de análisis factorial, los coeficientes de regresión δ, o, ς son las **cargas factoriales**. Las varianzas de los errores Var(E3), Var(E4) y Var(E5) son conocidas como **varianzas específicas**, y la razón $\frac{\delta^2 Var(E_3)}{Var(V_3)}$ por ejemplo, es la **varianza común** de la variable medible de Inversión en Capacitación y se le conoce también como la **confiabilidad de la medición**.

Una última observación respecto a este modelo y que es válido para todos los demás. Se asume que las Cov(E3,E4), Cov(E3,E5), Cov(E4,E5), Cov(F3,E3), Cov(F3,E4) y Cov(F3,E5) son iguales a cero. En otras palabras, se asume que los errores de medición E3, E4 y E5 no

están correlacionados y que tampoco existe correlación entre los errores de medición y la variable latente F3.

La suposición anterior puede no ser enteramente realista; pero, si no se planteara así, entonces se tendría una imposibilidad para estimar cualquiera de los parámetros de interés.

Con las suposiciones anteriores y asumiendo que Var(F3) = 1, se procede a calcular las varianzas y covarianzas.

$$Var\ (V_3) = Var\ (\delta F_3 + E_3) = Cov\ (\delta F_3 + E_3, \delta F_3 + E_3) =$$
$$= \delta^2 Cov\ (F_3, F_3) + Cov\ (\delta F_3, E_3) + Cov\ (E_3, \delta F_3) + Cov\ (E_3, E_3) =$$
$$= \delta^2 Cov\ (F_3, F_3) + Cov\ (E_3, E_3) = \delta^2 Var\ (F_3) + Var\ (E_3) = \delta^2 + Var\ (E_3)$$

Las demás varianzas se calculan de la misma forma:

$$Var(V_4) = o^2 + Var(E_4)$$
$$Var(V_5) = \varsigma^2 + Var(E_5)$$

Las covarianzas son:

$$Cov\ (V_3, V_4) = Cov\ (\delta F_3 + E_3, oF_3 + E_4) = \delta o Cov\ (F_3, F_3) + Cov\ (\delta F_3, E_4) +$$
$$+ Cov\ (E_3, oF_3) + Cov\ (E_3, E_4) =$$
$$= \delta o Cov\ (F_3, F_3) + Cov\ (E_3, E_4) = \delta o Var\ (F_3) + Cov\ (E_3, E_4) = \delta o + Cov\ (E_3, E_4) = \delta o$$

$$Cov(V_3, V_5) = \delta\varsigma$$
$$Cov(V_4, V_5) = o\varsigma$$

Con los datos anteriores se puede construir la matriz de varianzas-covarianzas Σ, también llamada ***Matriz de covarianzas del modelo-implicado.***

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \delta^2 + Var(E_3) & & \\ \delta o & o^2 + Var(E_4) & \\ \delta\varsigma & o\varsigma & \varsigma^2 + Var(E_5) \end{bmatrix}$$

En este punto adquiere sentido la igualación de la Var(F3) a uno.

Es importante hacer notar que todos los elementos de Σ están en función de los parámetros del modelo. Además, cada elemento de Σ tiene una contraparte, que corresponde a un elemento

numérico de la matriz de covarianzas de la muestra observada para las tres variables consideradas.

A la matriz de varianzas-covarianzas de las variables observadas se la denota con la letra ***S***, con elementos s_{ij}. El número de valores distintos en la matriz ***S*** es igual a:

$$vd = \frac{1}{2}(p + q)(p + q + 1)$$

donde: vd = Número de valores distintos en la matriz S
p = Número de variables dependientes observadas
q = Número de variables independientes observadas

Los modelos computacionales, como EQS, utilizan para sus cálculos este tipo de matriz **S**[49].

$$\boldsymbol{S} = \begin{pmatrix} & \text{V3} & \text{V4} & \text{V5} \\ \text{V3} & 2.400 & & \\ \text{V4} & -0.657 & 4.695 & \\ \text{V5} & 0.314 & 0.490 & 3.067 \end{pmatrix}$$

Como resultado de comparar las matrices de $\boldsymbol{\Sigma}$ y ***S***, se genera un sistema de 6 ecuaciones (esto es, el mismo número de elementos no redundantes) que corresponden al mismo número de parámetros a ser estimados en el modelo.

Lo anterior tiene sentido si se ve este proceso como el ajustar un modelo de ecuaciones estructurales por medio de la solución de un sistema dado de ecuaciones. Para cada ecuación se tiene, que su lado izquierdo es un valor numérico que se obtiene de la matriz ***S***; mientras que, el lado derecho corresponde a una expresión de los parámetros del modelo definidos en la matriz $\boldsymbol{\Sigma}$.

De forma general, una matriz S de varianzas-covarianzas se compone de términos de varianzas en la diagonal principal y términos de covarianzas fuera de esta diagonal.

Si se utilizara una matriz de correlaciones como la matriz de los datos de entrada, entonces el programa EQS realizaría previamente la conversión a una matriz de varianzas-covarianzas apoyándose en la media y la desviación estándar de cada variable (Schumacker y Lomax, 1996)

La gran mayoría de los paquetes computacionales realizan la conversión mencionada. Aunque los usuarios tienen la opción de introducir datos específicos o una matriz de correlación o una matriz de varianzas-covarianzas.

[49] Los datos de este ejemplo fueron tomados de las corridas efectuadas para el factor de Humanware y corresponden a la muestra de datos observada y calculada por medio de EQS. (Ver Anexo 1)

La razón de lo anterior estriba en que Boomsma (1983, Pág. 113) concluyó que la utilización de las matrices de correlación en los análisis de modelos de ecuaciones estructurales generaba valores imprecisos de los parámetros a ser estimados. Específicamente encontró un problema con la estimación de los errores estándar para los parámetros a ser estimados.

Diversos investigadores han sugerido correcciones para los errores estandarizados cuando se utilizan coeficientes de correlación o coeficientes estandarizados Browne (1982), Jenny y Thayer (1973), Lawley y Maxwell (1971)

Para la variable latente de Supportware F5, se procedió de la misma manera y observando los principios expuestos en los párrafos previos.

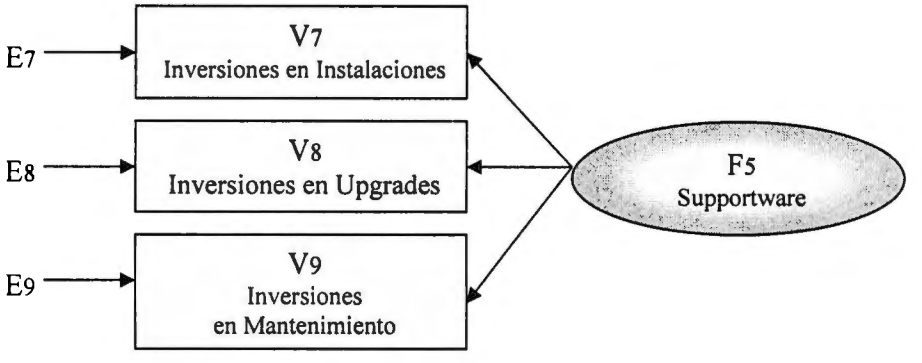


Diagrama 9. Modelo de Medición para el factor Supportware

Sus respectivas ecuaciones de regresión son:

$$V_7 = F_5 + E_7$$
$$V_8 = F_5 + E_8$$
$$V_9 = F_5 + E_9$$

Para efectos de una mejor representación de las ecuaciones y utilizando formalmente la notación de *Bentler-Weeks*, en las ecuaciones anteriores se han omitido los parámetros de intercepto y los coeficientes de regresión.

A continuación se presentan los demás diagramas de trayectorias del modelo general de medición. Dado que existe un mayor número de variables observadas y, por consiguiente un mayor número de parámetros a ser estimados, entonces estos modelos están sobre-identificados y no se tiene ningún problema de identificación.

Los modelos de medición que sustentan a las siguientes variables latentes definidas quedan sobre-identificados, debido a que tienen especificado un conjunto mayor de tres variables observadas.

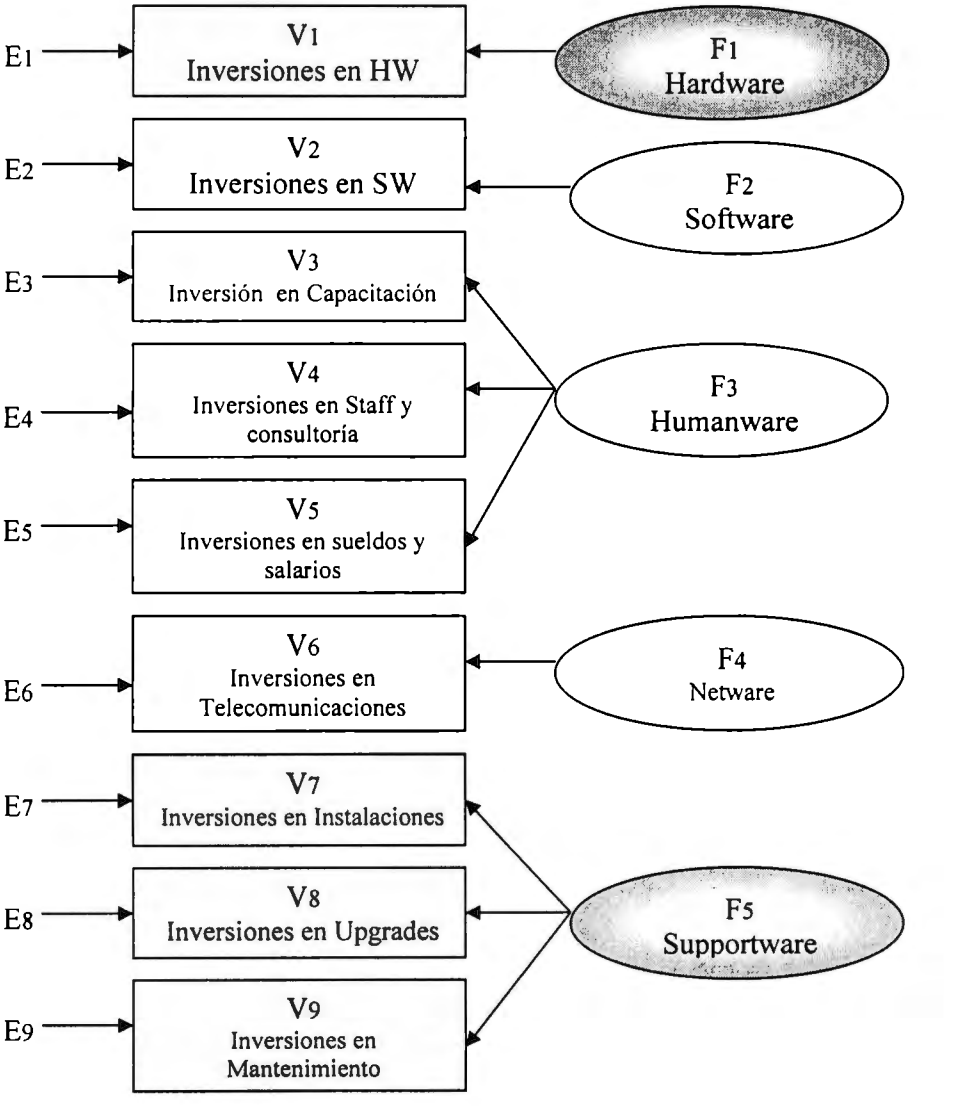


Diagrama 10. Factores latentes con sus variables de medición asociadas

Las ecuaciones de este modelo son:

$$V_1 = F_1 + E_1$$
$$V_2 = F_2 + E_2$$
$$V_3 = F_3 + E_3$$
$$V_4 = F_3 + E_4$$
$$V_5 = F_3 + E_5$$
$$V_6 = F_4 + E_6$$
$$V_7 = F_5 + E_7$$
$$V_8 = F_5 + E_8$$
$$V_9 = F_5 + E_9$$

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

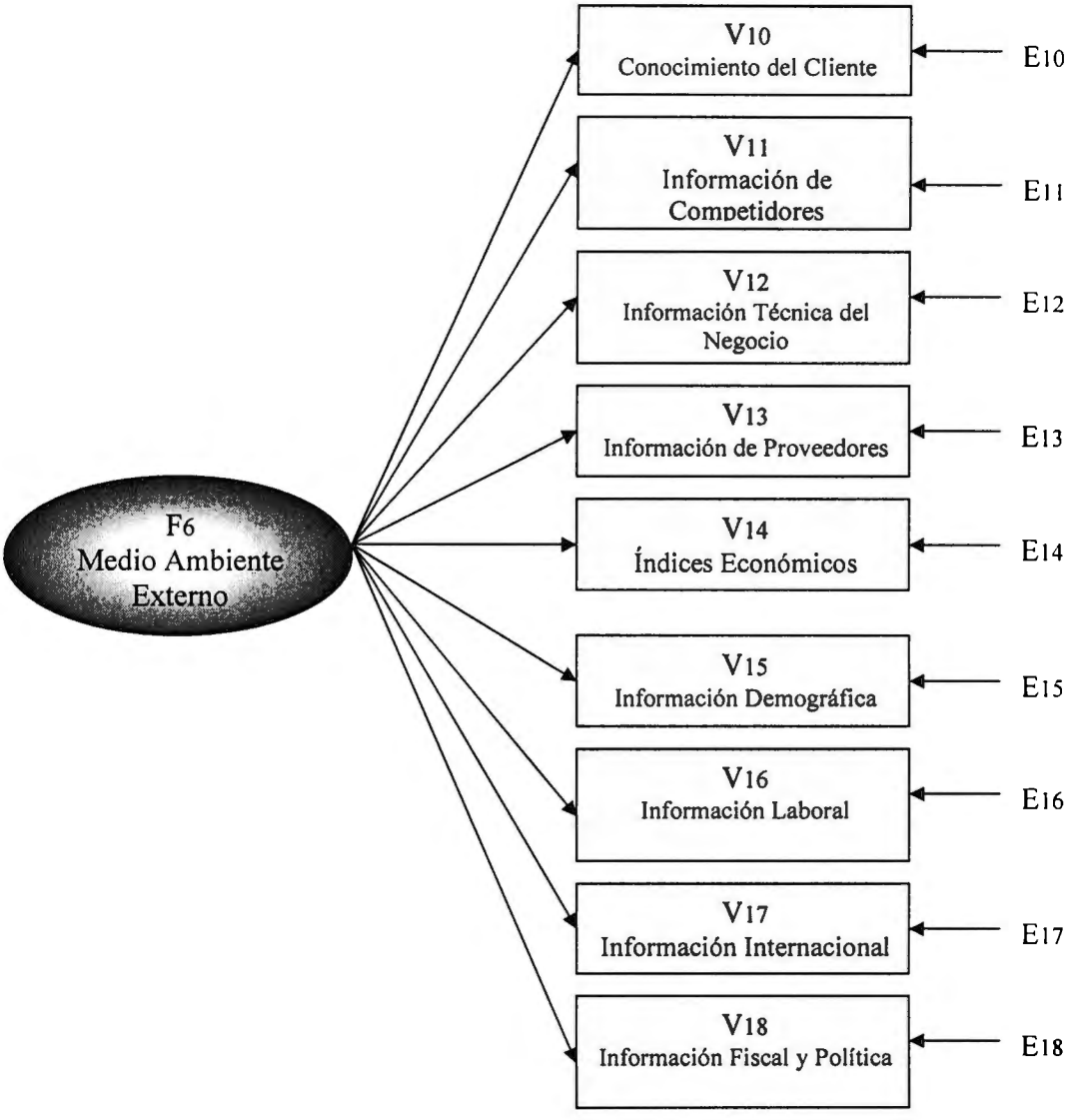


Diagrama 11. Modelo de Medición para el factor Medio Ambiente Externo de segundo orden

Las respectivas ecuaciones del modelo son:

$$V_{10} = F_6 + E_{10}$$
$$V_{11} = F_6 + E_{11}$$
$$V_{12} = F_6 + E_{12}$$
$$V_{13} = F_6 + E_{13}$$
$$V_{14} = F_6 + E_{14}$$
$$V_{15} = F_6 + E_{15}$$
$$V_{16} = F_6 + E_{16}$$
$$V_{17} = F_6 + E_{17}$$
$$V_{18} = F_6 + E_{18}$$

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

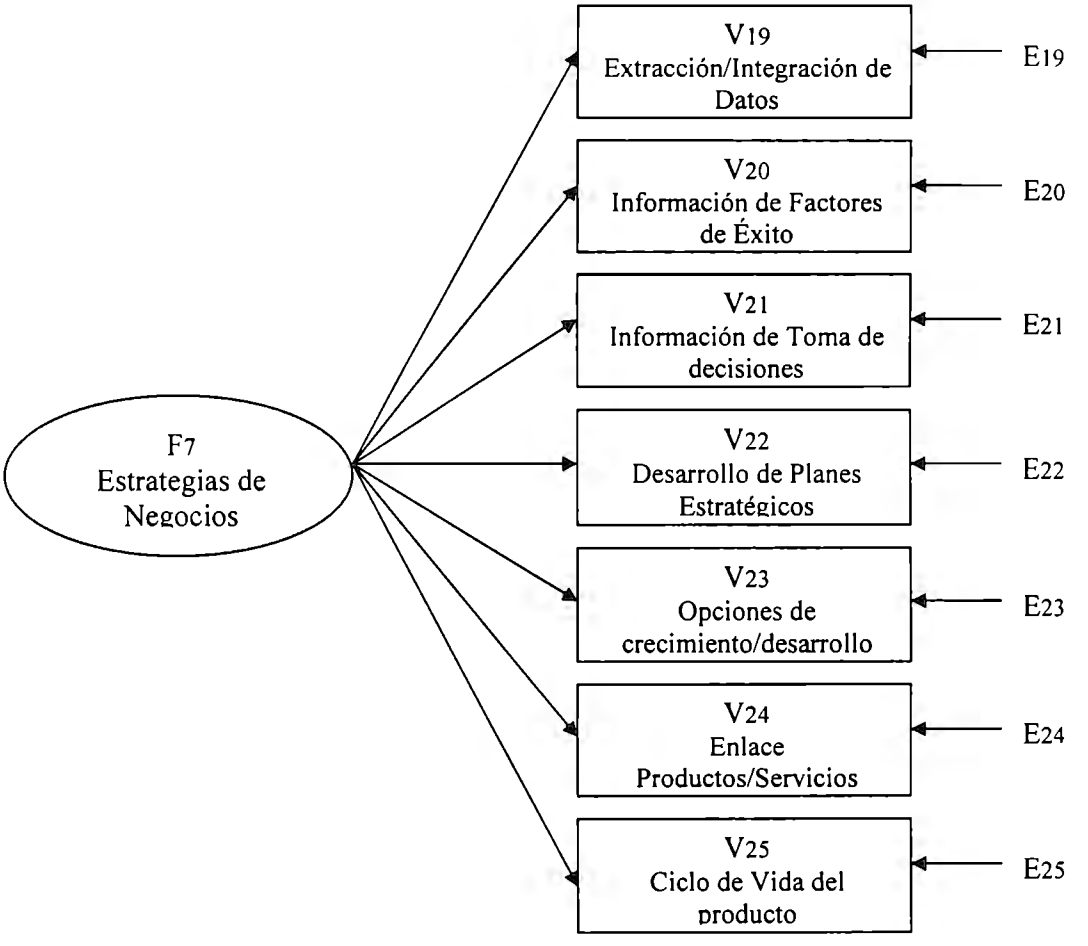


Diagrama 12. Modelo de Medición para el factor Estrategias de Negocios de segundo orden

Las ecuaciones de regresión son:

$$V_{19} = F_7 + E_{19}$$
$$V_{20} = F_7 + E_{20}$$
$$V_{21} = F_7 + E_{21}$$
$$V_{22} = F_7 + E_{22}$$
$$V_{23} = F_7 + E_{23}$$
$$V_{24} = F_7 + E_{24}$$
$$V_{25} = F_7 + E_{25}$$

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

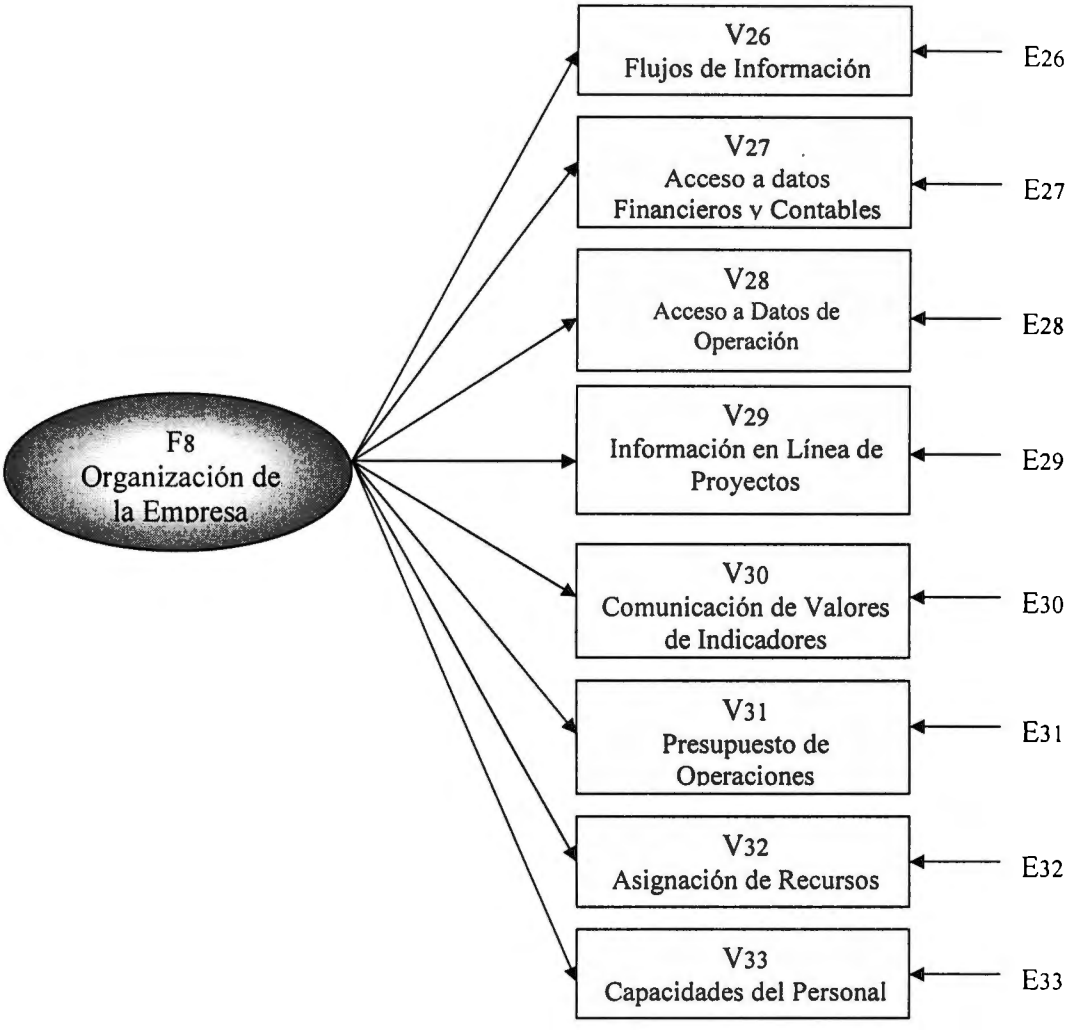


Diagrama 13. Modelo de Medición para el factor Organización de la Empresa de segundo orden

Las respectivas ecuaciones para este modelo de medición son:

$$
\begin{aligned}
V_{26} &= F_8 + E_{26} \\
V_{27} &= F_8 + E_{27} \\
V_{28} &= F_8 + E_{28} \\
V_{29} &= F_8 + E_{29} \\
V_{30} &= F_8 + E_{30} \\
V_{31} &= F_8 + E_{31} \\
V_{32} &= F_8 + E_{32} \\
V_{33} &= F_8 + E_{33}
\end{aligned}
$$

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

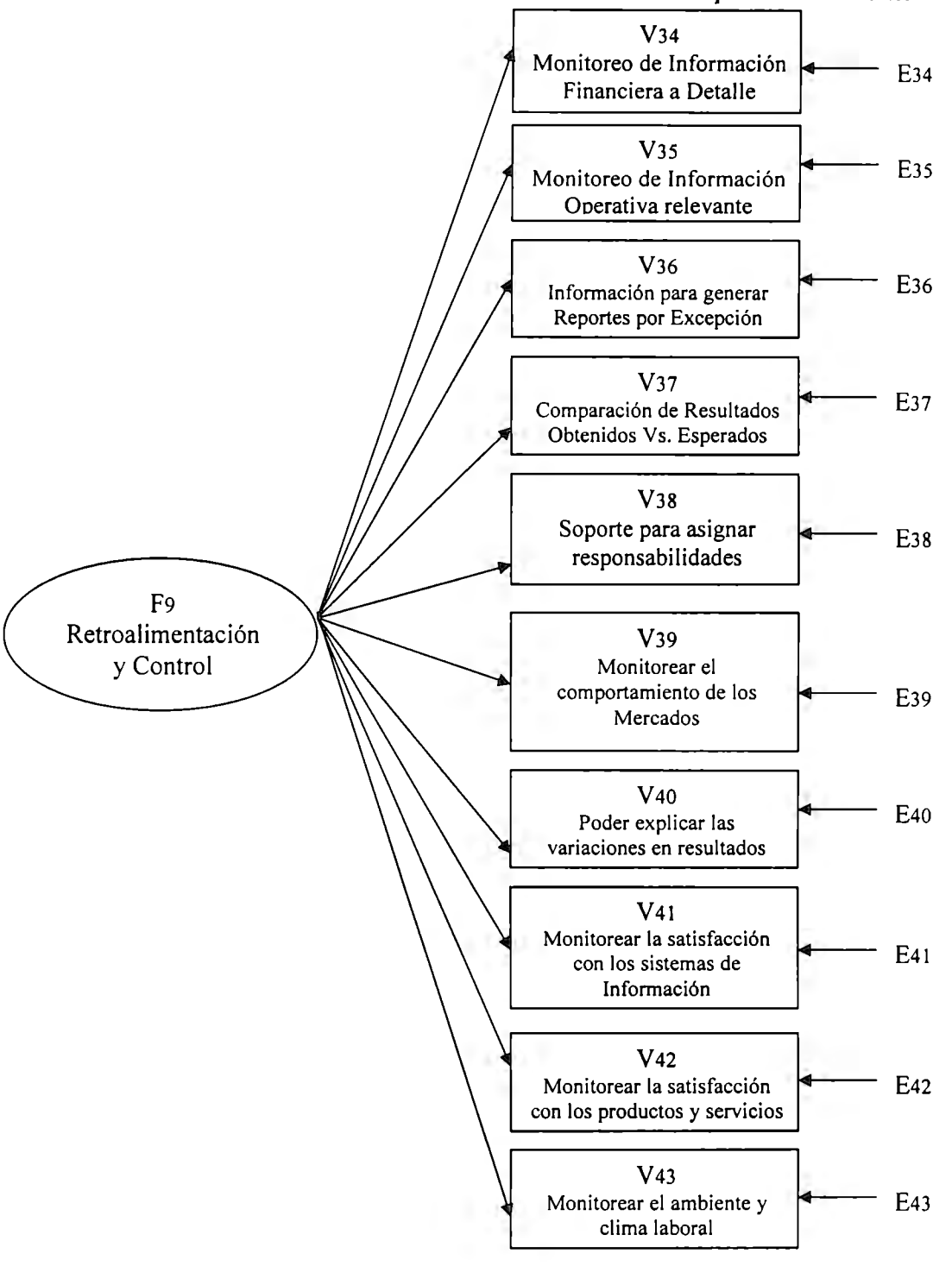


Diagrama 14. Modelo de Medición para el factor Retroalimentación y Control de segundo orden

Para este modelo de medida y para el factor latente de Resultados Empresariales, las ecuaciones correspondientes se detallan después de los diagramas respectivos.

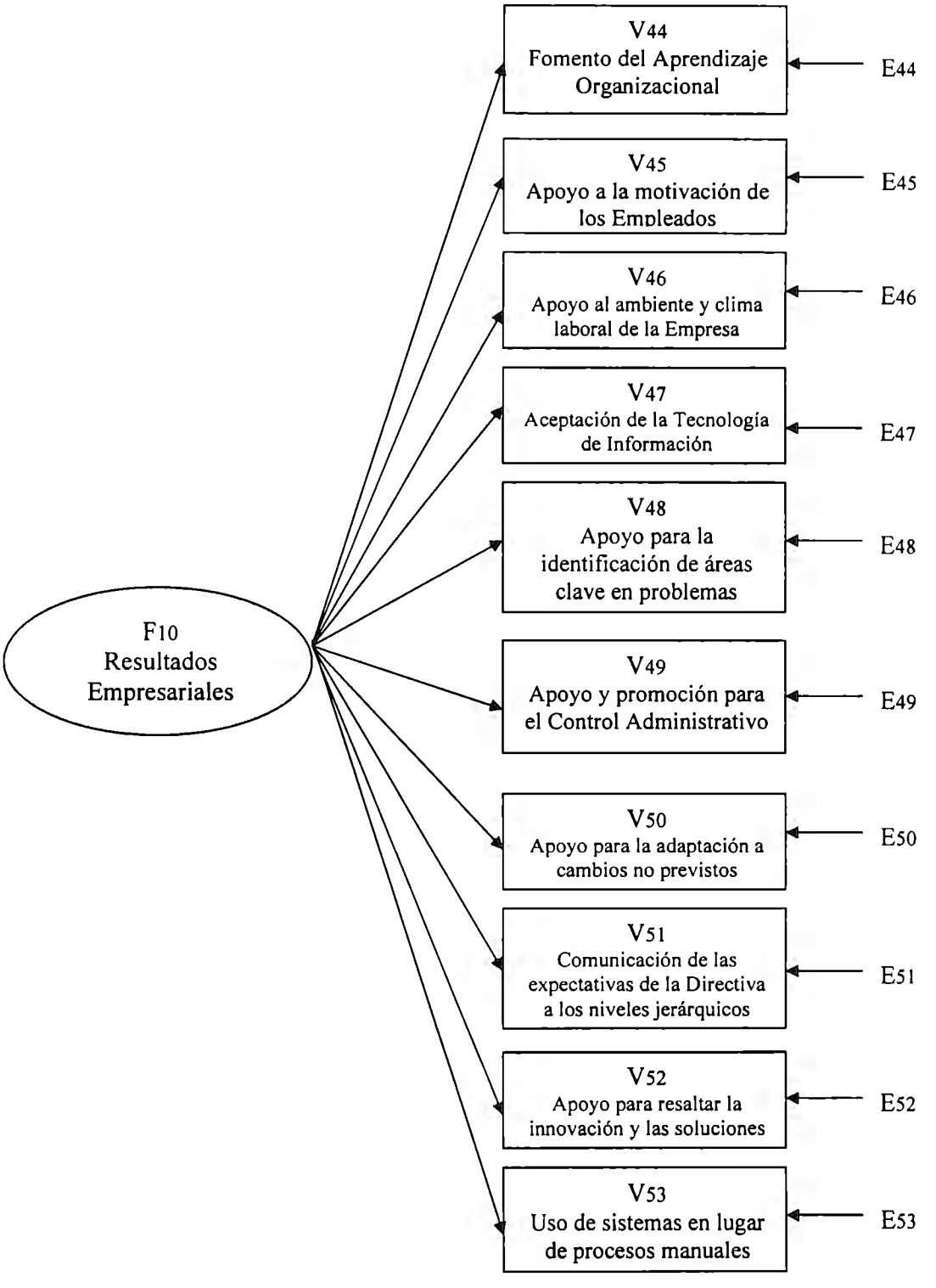


Diagrama 15. Modelo de Medición para el factor Resultados Empresariales de segundo orden. Primera parte.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

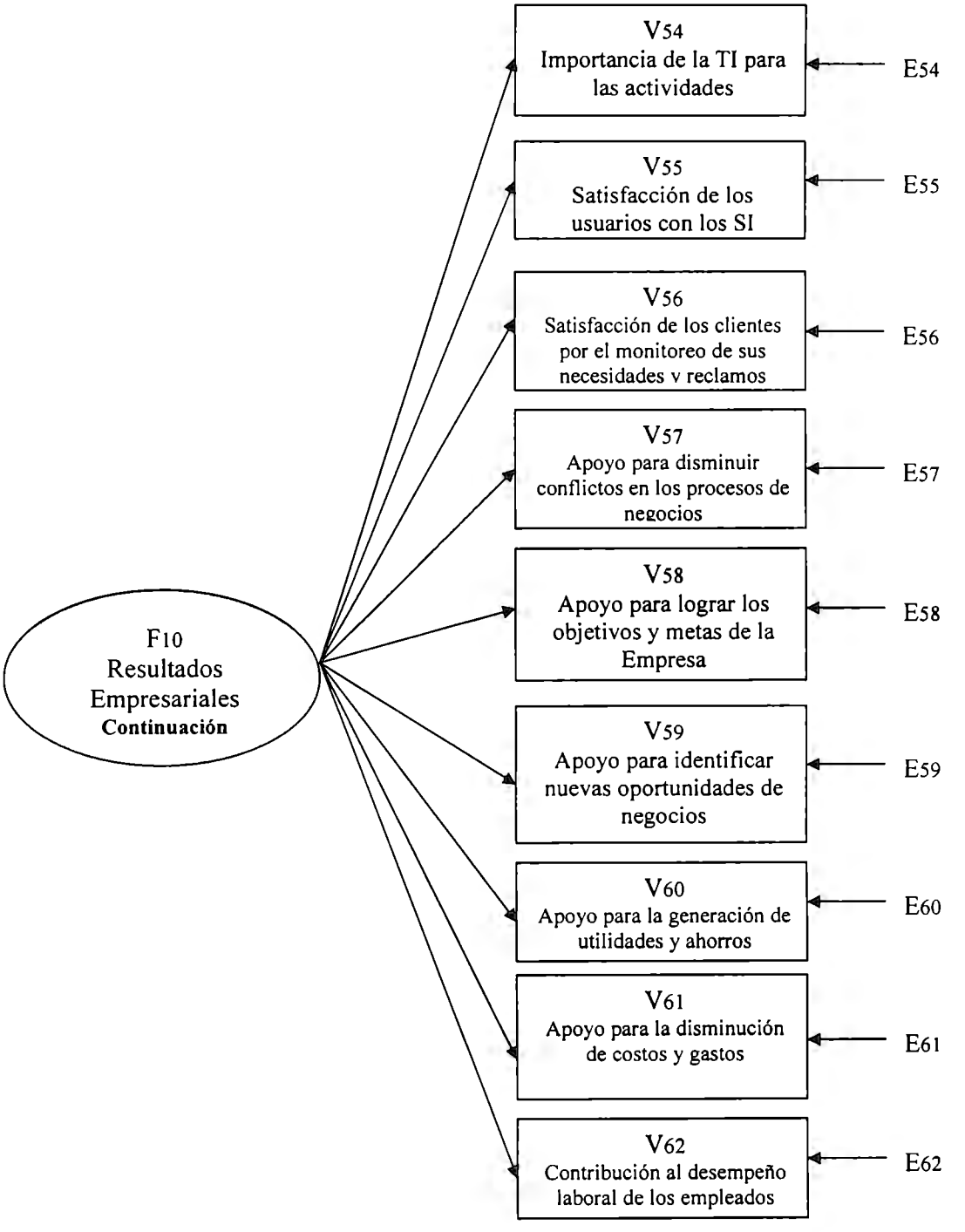


Diagrama 16. Modelo de Medición para el factor Resultados Empresariales de segundo orden. Segunda parte.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

Las ecuaciones estructurales para el Factor de Retroalimentación y Control, son:

$$V_{34} = F_9 + E_{34}$$
$$V_{35} = F_9 + E_{35}$$
$$V_{36} = F_9 + E_{36}$$
$$V_{37} = F_9 + E_{37}$$
$$V_{38} = F_9 + E_{38}$$
$$V_{39} = F_9 + E_{39}$$
$$V_{40} = F_9 + E_{40}$$
$$V_{41} = F_9 + E_{41}$$
$$V_{42} = F_9 + E_{42}$$
$$V_{43} = F_9 + E_{43}$$

Finalmente, las ecuaciones para el Factor de Resultados Empresariales, son:

$$V_{44} = F_{10} + E_{44}$$
$$V_{45} = F_{10} + E_{45}$$
$$V_{46} = F_{10} + E_{46}$$
$$V_{47} = F_{10} + E_{47}$$
$$V_{48} = F_{10} + E_{48}$$
$$V_{49} = F_{10} + E_{49}$$
$$V_{50} = F_{10} + E_{50}$$
$$V_{51} = F_{10} + E_{51}$$
$$V_{52} = F_{10} + E_{52}$$
$$V_{53} = F_{10} + E_{53}$$
$$V_{54} = F_{10} + E_{54}$$
$$V_{55} = F_{10} + E_{55}$$
$$V_{56} = F_{10} + E_{56}$$
$$V_{57} = F_{10} + E_{57}$$
$$V_{58} = F_{10} + E_{58}$$
$$V_{59} = F_{10} + E_{59}$$
$$V_{60} = F_{10} + E_{60}$$
$$V_{61} = F_{10} + E_{61}$$
$$V_{62} = F_{10} + E_{62}$$

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

VI.3 Desarrollo del Modelo Hipotético de Estructura

Para integrar el *modelo completo de variables latentes*, se tuvieron que definir las gráficas para el modelo de estructura. Este tipo tiene que ver principalmente con la forma en cómo se modelan las relaciones entre factores latentes.

Cualquier variable latente que sea influenciada a través de otra variable latente dentro de un modelo se le llama **variable latente dependiente**. Una *variable latente dependiente* tiene, por lo menos, una flecha dirigida a ella proveniente de otra variable latente.

Cualquier variable latente que no sea influenciada por ninguna otra variable latente dentro de un modelo se le conoce como **variable latente independiente**.

En los siguientes diagramas, cada flecha recta que se dibuja representa las siguientes relaciones:

- Los coeficientes estructurales que relaciona a unas variables latentes con otras variables latentes,
- Las cargas de los factores que relacionan a las variables latentes con las variables observadas,
- Las relaciones existentes entre los errores de medida y sus variables observadas,
- Las relaciones entre las ecuaciones de los errores de predicción y sus respectivas variables latentes dependientes.

Las flechas curvas que se ilustran en los diagramas representan las siguientes covarianzas:

- Las covarianzas entre las variables latentes independientes
- Las covarianzas entre las ecuaciones de los errores de predicción
- Las covarianzas entre los errores de medición

A partir de estos diagramas se pueden modelar las ecuaciones estructurales. Esta modelación también es conocida con el nombre de ***Análisis de Variables Latentes*** o ***Relaciones Estructurales Lineales*** (Loehlin, 1992) Las ecuaciones generadas especifican la predicción de las variables latentes independientes sobre las variables latentes dependientes.

En esta parte es necesario hacer una mayor ampliación de los conceptos de *efecto directo*, *indirecto* y *total*, enunciados en el punto V.1.

Hasta esta parte de la investigación no se han hecho uso de los términos ***causa*** y ***efecto*** para hacer referencia a las variables latentes independientes y dependientes. Esto se debe a que los modelos de ecuaciones estructurales proporcionan una débil evidencia de inferencia causal por ser puramente teórica.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

Por un lado, los resultados que se derivan de esta investigación se han obtenido por medio de un cuestionario que mide percepciones de beneficios más que valores monetarios, a través de una escala. Por otro lado, se plantea un modelo teórico que intenta explicar ciertas relaciones de dependencia para deducir una posible relación entre las percepciones de beneficio debida a los datos recopilados. Todo esto no puede generar más que explicaciones teóricas de dependencias causales.

Las evidencias fuertes de inferencias causa-efecto sólo pueden derivarse de estudios experimentales realizados en un laboratorio y bajo condiciones controladas. No obstante, en los modelos SEM se utiliza el concepto ***causal*** para hacer referencia a las relaciones directas en indirectas entre variables latentes.

Un ***efecto directo*** entre dos variables latentes se define mediante una flecha recta unidireccional que las conecta. El efecto directo se mide a través de un coeficiente estructural.

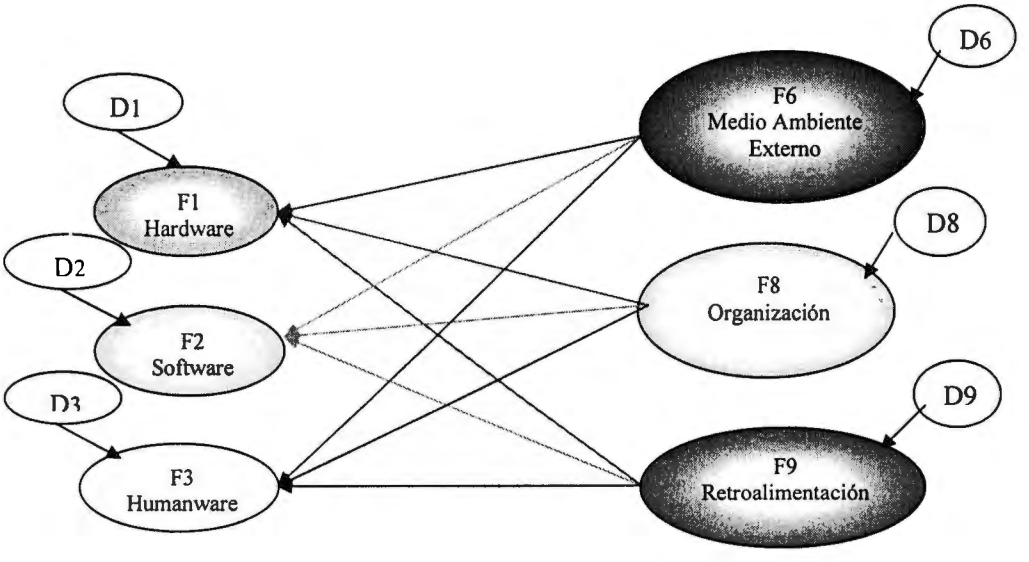


Diagrama 17. Efectos directos entre constructos latentes independientes y dependientes

En el diagrama estructural que se muestra, el constructo *Medio Ambiente Externo* ejerce un *efecto directo* sobre los constructos Hardware, Software y Humanware. Así también, el constructo *Organización* tiene un *efecto directo* sobre los tres constructos F1, F2 y F3. Finalmente, el constructo *Retroalimentación* también tiene un *efecto directo* sobre los mismos constructos F1, F2 y F3.

Un ***efecto indirecto*** entre dos variables latentes se define cuando no existen líneas directas entre ambas, sino que la primera variable latente se relaciona con la segunda por medio de las trayectorias contenidas en otros constructos latentes relacionados. Un ***efecto indirecto*** se mide por el producto de sus coeficientes estructurales involucrados.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

Por ejemplo, en el siguiente diagrama estructural se ilustra la relación existente entre diferentes constructos:

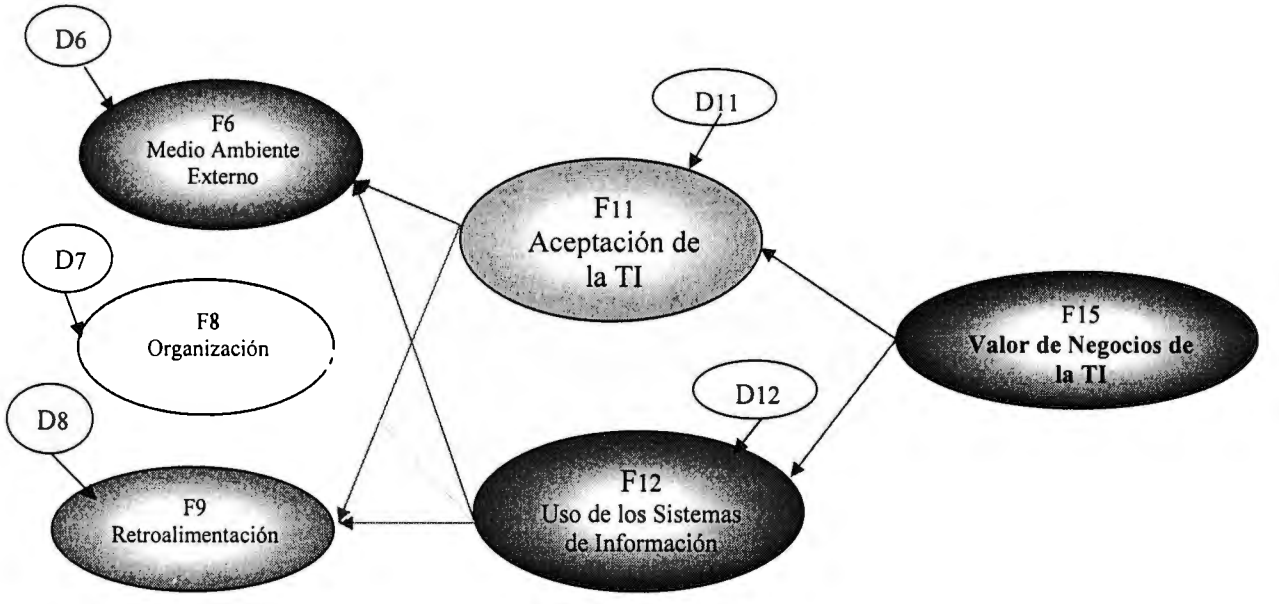


Diagrama 18. Efectos indirectos entre constructos latentes independientes y dependientes

Se define un ***efecto indirecto*** existente entre el constructo independiente Valor de Negocios de la TI y el constructo Medio ambiente Externo, el cual se da por medio del constructo latente Aceptación de la TI. El mismo constructo F15 tiene un *efecto indirecto* con el constructo Organización Empresarial a través del constructo Uso de los Sistemas de Información.

Es de notar que, en este ejemplo, cualquiera de los constructos F11 y F12 sirve como intermediario entre los constructos F6, F8 y F9.

Finalmente, se define al ***efecto total*** entre dos variables latentes como la suma de todos los efectos directos e indirectos que los conectan. Por ejemplo, utilizando el mismo diagrama anterior, el ***efecto total*** entre el constructo Valor de Negocios de la TI y el constructo Organización está dado por la suma del efecto directo entre F15 y F11, más el producto de los dos *efectos directos* entre F15 y F11 por F11 y F8.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

Los siguientes diagramas ilustran el modelo de estructura definido. Aún cuando se dibujan las flechas bidireccionales entre constructos latentes, sólo es indicativo ya que en la evaluación no se consideró ninguna correlación entre constructos latentes por ser variables dependientes. No puede haber correlación entre variables latentes dependientes, por definición.

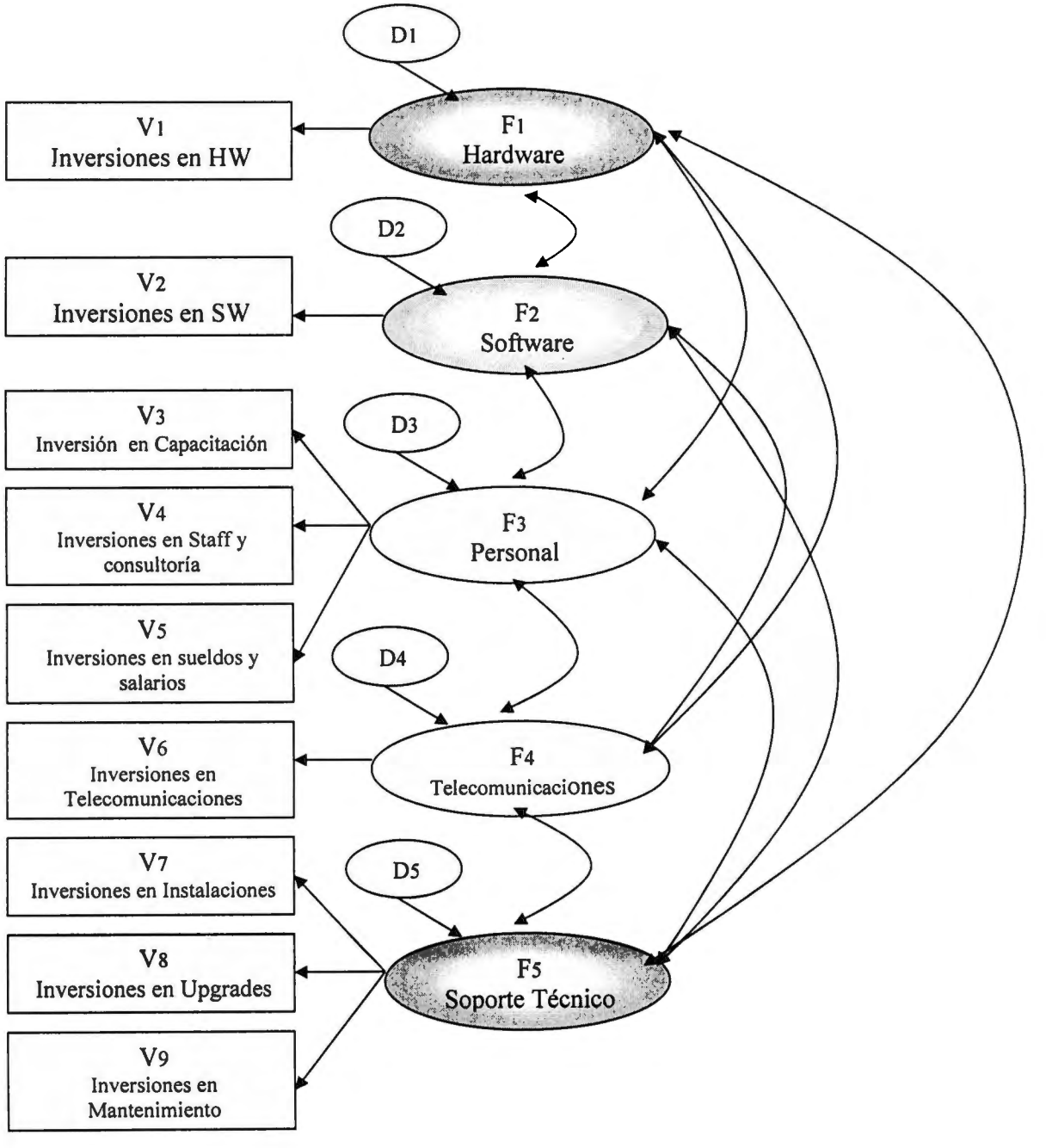


Diagrama 19. Relación de factores latentes de Inversiones en Tecnología de Información

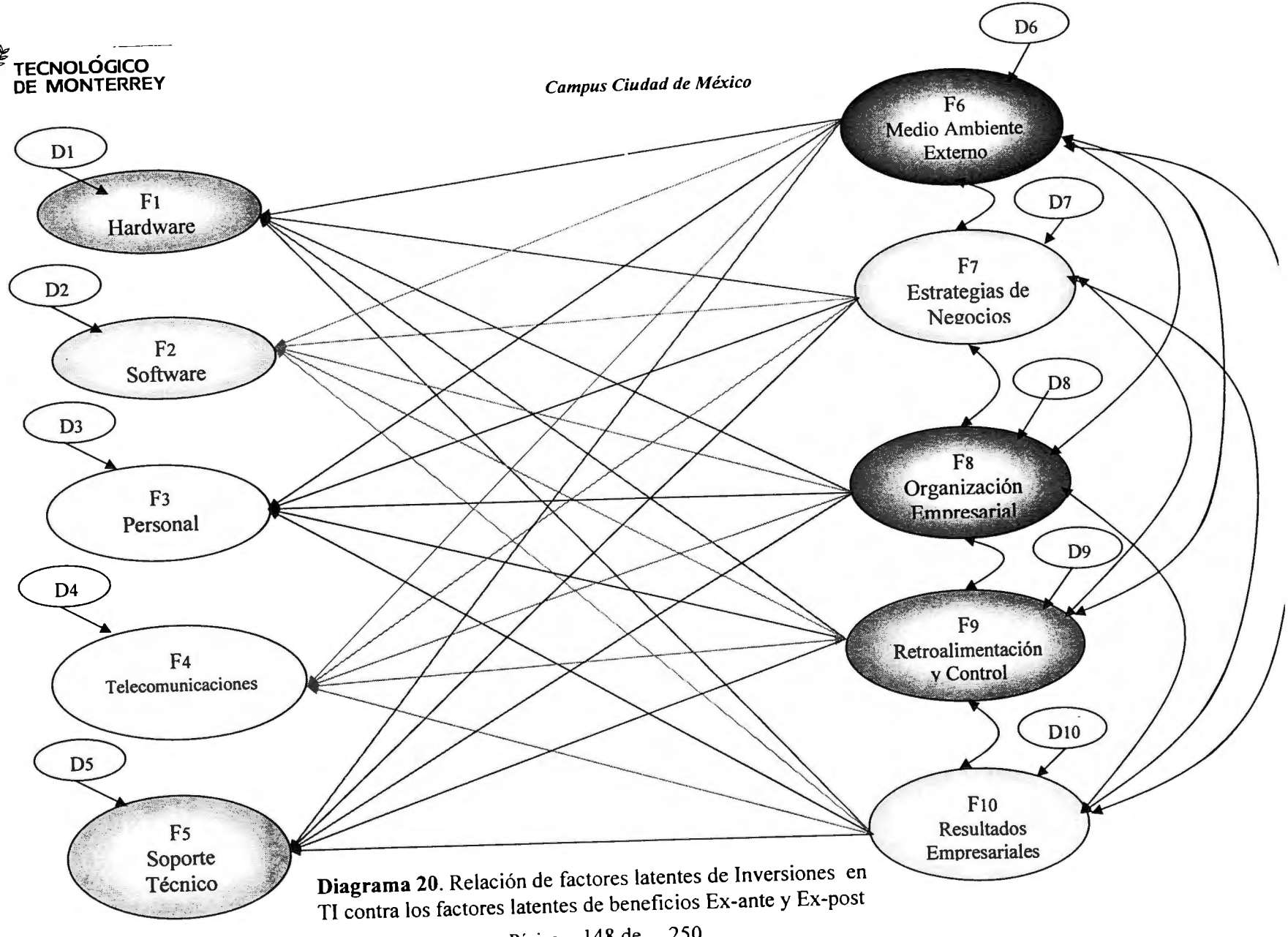


Diagrama 20. Relación de factores latentes de Inversiones en TI contra los factores latentes de beneficios Ex-ante y Ex-post

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

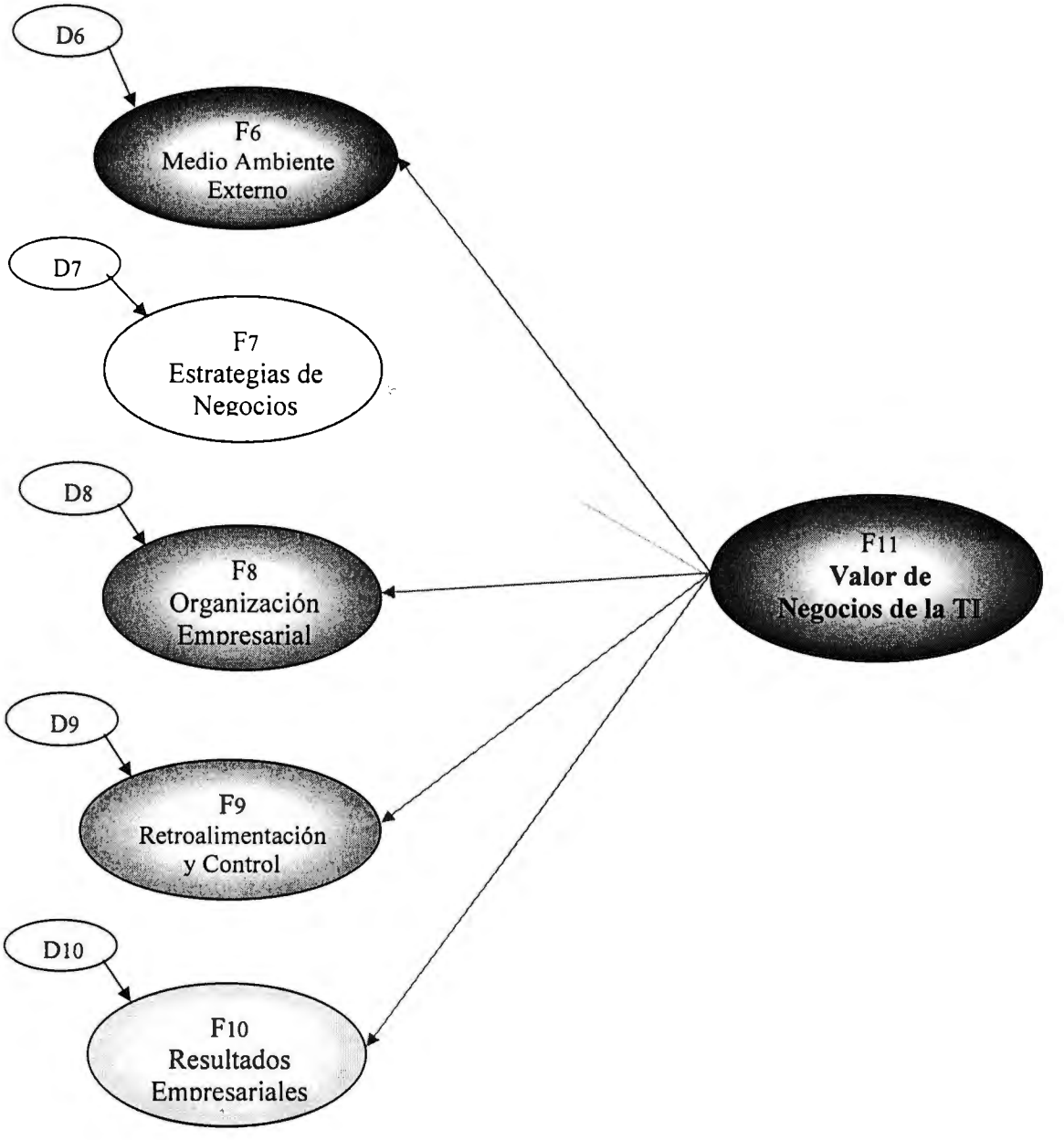


Diagrama 21. Relación de los factores latentes de beneficios Ex-ante y Ex-post contra el factor latente *Valor de Negocios de la TI.*

El diagrama 20, ilustra la relación que se establece entre los constructos hipotéticos de primer orden definidos para las inversiones en Tecnología de Información, con los constructos hipotéticos de segundo orden definidos para los elementos clave de la empresa.

El diagrama 21, indica la relación causal entre el factor hipotético *Valor de Negocios*, de orden superior, con los constructos hipotéticos de segundo orden.

A continuación, se plantean las ecuaciones de los anteriores modelos de estructura. Para los factores latentes de las Inversiones en Tecnología de Información contra los factores latentes de Beneficios Ex-ante y Ex-post, se tiene:

$$F_1 = F_6 + F_7 + F_8 + F_9 + F_{10} + D_1$$
$$F_2 = F_6 + F_7 + F_8 + F_9 + F_{10} + D_2$$
$$F_3 = F_6 + F_7 + F_8 + F_9 + F_{10} + D_3$$
$$F_4 = F_6 + F_7 + F_8 + F_9 + F_{10} + D_4$$
$$F_5 = F_6 + F_7 + F_8 + F_9 + F_{10} + D_5$$

Para los factores latentes de Beneficios Ex-ante y Ex-post contra el factor latente independiente del Valor de Negocios de la TI, las ecuaciones estructurales son:

$$F_6 = F_{11} + D_6$$
$$F_7 = F_{11} + D_7$$
$$F_8 = F_{11} + D_8$$
$$F_9 = F_{11} + D_9$$
$$F_{10} = F_{11} + D_{10}$$

Cuando quedan establecidos los dos modelos, a ambos se les distingue con el nombre de ***Modelo completo de variable latente.*** A partir de este modelo completo, se establecen las hipótesis que dan sustento a la tesis, se teoriza sobre el impacto que cada uno de los constructos latentes tiene sobre los demás constructos, y se desarrolla un modelo matemático completo. Al final, los cálculos numéricos fueron realizados con el programa de cómputo EQS.

Nuestro modelo queda *completo* debido a que este comprende los dos modelos: el de medición y el de estructura. Dado que nuestro modelo completo no permite las relaciones en dirección contraria a su flujo causal (es un modelo unidireccional) también es del tipo ***Modelo recursivo***.

La siguiente gráfica ilustra el modelo como fue capturado en el entorno de programación del sistema computacional EQS. Este paquete proporciona una utilería que permite dibujar el modelo propuesto a partir de un archivo de datos. Cuando queda completo, entonces el EQS hace una interpretación del mismo y transforma todos los objetos en un sistema de ecuaciones, tal como fue descrito en los párrafos anteriores. Además, le incorpora todos aquellos elementos que le permiten realizar un análisis detallado de la bondad de ajuste entre el modelo graficado y los datos muestrales.

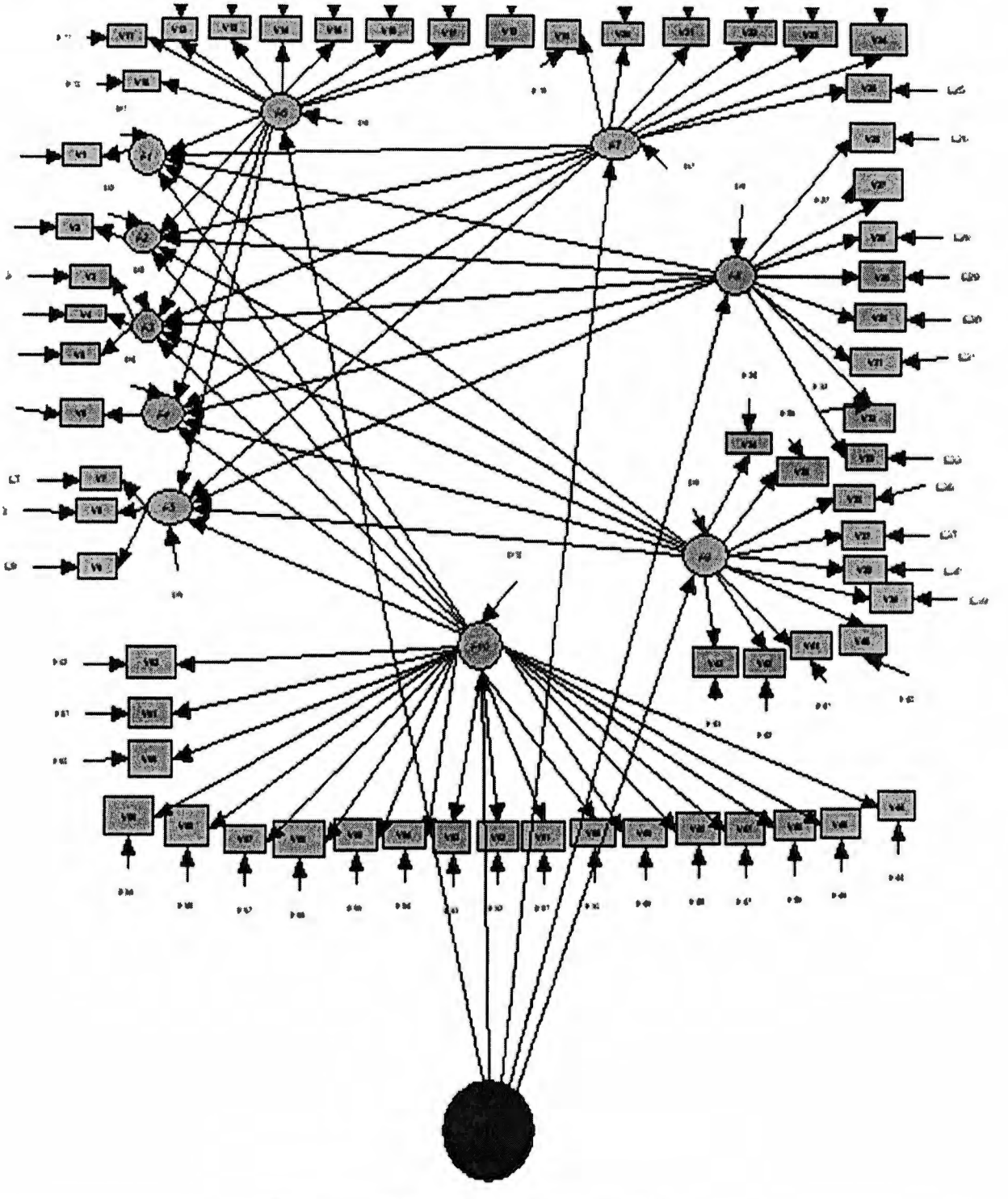


Diagrama 22. Modelo Hipotético original.

Este es el modelo hipotético original con el cual se iniciaron los trabajos de validación contra los datos muestrales recogidos a través del cuestionario enviado a las empresas mexicanas.

VII Prueba del Modelo Completo de Variables Latentes

> *Quien tiene un reloj siempre sabe la hora que es, quien tiene dos siempre se está preguntando cuál de ellos es el correcto, quien tiene diez sabe lo difícil que es medir el tiempo.*[50]

Se argumenta que un modelo queda apropiadamente especificado cuando el modelo hipotético que se está probando es consistente con el modelo real o "verdadero", el que genera los datos observados. Si el modelo que se prueba no es consistente con el modelo real se dice que está mal especificado. La diferencia entre el modelo real y el modelo que se prueba puede deberse a errores de omisión y/o inclusión de determinadas variables o parámetros.

Un modelo mal especificado genera estimaciones sesgadas de los parámetros. A este sesgo se le llama *error de especificación.* Cuando llega a presentarse tal error, se puede argumentar estadísticamente que el modelo no es aceptable.

Se han diseñado procedimientos para detectar y corregir los *errores de especificación.* Un método intuitivo es considerar tanto la significación de cada parámetro estimado dentro del modelo así como el error estándar. Se puede determinar una razón entre el parámetro estimado y el error estándar estimado para formar un *valor-z.*

En teoría, todos los parámetros deberían estar en la dirección esperada y estadísticamente diferentes de cero. Una estrategia de especificación podría ser el fijar a cero, en posteriores reformulaciones del modelo, el valor de aquellos parámetros que no sean estadísticamente significativos, esto es, que tengan *valores-z* muy pequeños.

Es necesario hacer hincapié de que el criterio mencionado depende principalmente del tamaño de la muestra. Un parámetro podría no ser significativo si se utilizan muestras pequeñas, mientras que sí podría serlo en tamaños grandes de muestras. Por otra parte, quizá un parámetro no significativo, juegue un papel importante en la teoría que se está investigando y, por consiguiente, se justifica su permanencia a pesar de que los índices de ajuste queden alterados. La regla es, cada parámetro debe tener sentido para el investigador que lo define.

Otro método intuitivo para el análisis de la falta de especificación en el modelo es la revisión de la matriz de residuos. Los valores que contiene esta matriz deberán ser pequeños en magnitud y no deberán tener un valor numérico alto entre una variable y otra, además de que deberán estar distribuidos de forma uniforme. La presencia de valores grandes indica una fuerte falta de especificación del modelo, mientras que grandes valores para una sola variable indican la falta de especificación sólo para esa variable.

[50] Proverbio popular citado en Batista y Coenders (2000)

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

VII.1 Pruebas de ajuste al Modelo

Los datos que arroja el sistema EQS sirven para interpretar que tan bien se ajusta el modelo hipotético a los datos recopilados. En el apartado Goodness of Fit Summary se despliegan los índices principales para evaluar la bondad del ajuste. El primero es el valor del estadístico χ-cuadrada de independencia, que es reportado por la prueba de razón de verosimilitud del modelo nulo de Bentler y Bonett.

El modelo nulo de Bentler y Bonett establece la completa independencia de todas las variables implicadas en el modelo, es decir, que el valor de todas las correlaciones es igual a cero. Para grandes muestras el modelo nulo se utiliza como base para comparar modelos alternativos mediante la valoración de la ganancia que se va obteniendo en los ajustes sucesivos.

Se espera que el valor de la χ-cuadrada para el modelo nulo sea extremadamente alto, lo que significaría un desajuste total del modelo. Naturalmente, en las primeras corridas que se efectuaron, este valor efectivamente resulto ser muy alto.

```
 GOODNESS OF FIT SUMMARY

 INDEPENDENCE MODEL CHI-SQUARE =        737.745 ON   435 DEGREES OF
FREEDOM

 INDEPENDENCE AIC =  -132.25497   INDEPENDENCE CAIC =  -875.25681
       MODEL AIC =   403.24548          MODEL CAIC =  -232.14919

 CHI-SQUARE =     1147.245 BASED ON   372 DEGREES OF FREEDOM
 PROBABILITY VALUE FOR THE CHI-SQUARE STATISTIC IS LESS THAN 0.001
 THE NORMAL THEORY RLS CHI-SQUARE FOR THIS ML SOLUTION IS          0.000.

 BENTLER-BONETT NORMED    FIT INDEX=      -0.555
 BENTLER-BONETT NONNORMED FIT INDEX=      -1.994
 COMPARATIVE FIT INDEX (CFI)       =       0.000
```

Cuadro 1. Resumen de los indicadores de bondad de ajuste

El siguiente valor de índice importante es la χ-cuadrada que se reporta para el modelo hipotético que se evalúa. También se esperaba que este valor fuera menor al de la χ-cuadrada del modelo nulo.

Los valores obtenidos en las primeras corridas, aunque eran menores a los de la χ-cuadrada del modelo nulo, eran numéricamente altos. Este hecho se soporta también en el valor de de la probabilidad menor a 0.001, que sugiere que modelo hipotético no es enteramente adecuado para los datos obtenidos. Interpretado de forma literal, esto indica que el valor de negocios de la TI relacionado con los factores hipotéticos, como está planteado en el modelo hipotético original, representa un evento improbable. Esto es, que ocurre menos de una vez en un millar de eventos, y debería ser rechazado.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

Los valores de los demás indicadores apoyaron estas primeras resoluciones. La definición y explicación de estos indicadores complementarios se dan con más detalles en el punto VII.7.

Como toda investigación teórica, no se espera que un modelo propuesto sea cien por ciento válido la primera vez, menos cuando se contrasta con la realidad. Entonces, se inició un proceso iterativo de pruebas de ajuste, analizando diversas combinaciones de supresión de factores latentes y variables observables, y realizando las verificaciones pertinentes en los índices respectivos.

Algunos investigadores (Schumacker y Lomax, 1996) hacen hincapié en que los índices de ajuste solo son guías potenciales para orientar el ajuste del modelo y que no son ordenamientos rígidos para tal o cual acción de reespecificación o modificación. Su utilización deberá ser realizada conforme a los lineamientos teóricos que se establecen en el modelo hipotético planteado.

Como se acotó en el punto VI.1.7, existen diversas pruebas para la estimación de los parámetros, como Likelihood Ratio (LR), Lagrange Multipliers (LM) (también conocida como los índices de modificación), Wald, y otras más. Estas pruebas buscan responder a dos preguntas claves dentro del ajuste del modelo:

- ¿Qué modificaciones introducir, cómo y en qué secuencia?
- ¿Cuándo detenerse? ¿Con cuál de los modelos modificados quedarse?

En el siguiente apartado se hace una revisión de la forma en cómo se utilizaron dos pruebas estadísticas para ajustar el modelo original y así obtener un modelo final que concordó con los datos recabados.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

VII.1.1 Pruebas con Multiplicadores de Lagrange (LM)

La prueba de Multiplicadores de Lagrange (LM), indica los parámetros que son necesarios incluir dentro del modelo. Por consiguiente, esta prueba orienta sobre las omisiones potenciales de algunos parámetros en el modelo hipotético. Esto permite realizan aproximaciones al modelo "real" incorporando correlaciones entre las variables independientes y realizando verificaciones en el valor de los índices de bondad de ajuste para ver la ganancia de aproximación.

La prueba es útil para evaluar si, desde un punto de vista estadístico, se puede mejorar el modelo convirtiendo un parámetro fijado a un valor (generalmente, 1) a un parámetro que se debe calcular de forma libre. Para cada parámetro fijo, la prueba LM calcula un estimado del valor que dicho parámetro restringido podría tener si éste fuera estimado de forma libre. La prueba también proporciona el valor del cambio en el estadístico χ-cuadrada que resultaría si se definiera libre el parámetro fijado.

EQS proporciona en dos partes los resultados de la prueba LM. En la primera, despliega una lista ordenada de los parámetros con los valores más altos de χ-cuadrada y con un valor asociado de cambio de parámetro estimado, resultado de la prueba univariada

```
LAGRANGIAN MULTIPLIER TEST REQUIRES    56780 WORDS OF MEMORY.
PROGRAM ALLOCATES   100000 WORDS.


LAGRANGE MULTIPLIER TEST (FOR ADDING PARAMETERS)

              ORDERED UNIVARIATE TEST STATISTICS:

 NO    CODE   PARAMETER     CHI-SQUARE    PROBABILITY  PARAMETER CHANGE
 --    ----   ---------     ----------    -----------  ----------------

  1    2  10    D10,D8         22.117         0.000           2.481
  2    2  22     F8,F10        22.117         0.000           2.481
  3    2  22    F10,F8         22.117         0.000           2.481
  4    2   0    V26,F8         18.328         0.000          -1.769
  5    2   0     F8,D8         18.328         0.000          -1.769
  6    2   0    V34,F10        16.493         0.000          -1.922
  7    2   0    F10,D10        16.493         0.000          -1.922
  8    2  20    V26,F6         16.240         0.000           1.170
  9    2  20    V34,F8         11.050         0.001          -1.260
 10    2  12    V18,F11         7.260         0.007           3.622
 11    2  12    V34,F11         6.129         0.013          -1.728
 12    2  20    V26,F10         5.860         0.015          -0.686
 13    2  20    V18,F10         5.220         0.022           1.253
 14    2  12    V38,F11         4.881         0.027          -2.241
 15    2  20    V38,F6          4.573         0.032          -0.901
```

Cuadro 2. Resultados de la prueba univariada de los Multiplicadores de Lagrange

Bajo la prueba univariada de LM, todas las restricciones contenidas en el modelo son probadas de forma independiente, sin que se tomen en cuenta las correlaciones entre variables particulares. De esta forma se obtienen los valores más significativos para el estadístico de la χ-cuadrada. Coincidentemente, en la mayoría de los casos, los primeros dos o tres parámetros de la lista también forman parte de la lista de parámetros que se despliega para la prueba multivariada.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

```
 MULTIVARIATE LAGRANGE MULTIPLIER TEST BY SIMULTANEOUS PROCESS IN STAGE  1

 PARAMETER SETS (SUBMATRICES) ACTIVE AT THIS STAGE ARE:

    PVV PFV PFF PDD GVV GVF GFV GFF BVF BFF


        CUMULATIVE MULTIVARIATE STATISTICS              UNIVARIATE INCREMENT
        ----------------------------------              --------------------

 STEP  PARAMETER   CHI-SQUARE  D.F.  PROBABILITY       CHI-SQUARE  PROBABILITY
 ---- -----------  ----------  ----  -----------       ----------  -----------

   1    D10,D8       22.117      1       0.000           22.117       0.000
   2    V26,F6       49.447      2       0.000           27.330       0.000
   3    V26,F10      66.953      3       0.000           17.506       0.000
   4    V34,F8       73.382      4       0.000            6.428       0.011
   5    V18,F11      79.771      5       0.000            6.389       0.011
   6    V34,F11      85.340      6       0.000            5.569       0.018
   7    V34,F10      98.195      7       0.000           12.855       0.000
   8    V26,F8      104.406      8       0.000            6.211       0.013
   9    V38,F6      109.527      9       0.000            5.122       0.024
1
 Execution begins at 09:54:04.06
 Execution ends   at 09:54:04.17
 Elapsed time =       0.11 seconds
```

Cuadro 3. Resultados de la prueba multivariada de los Multiplicadores de Lagrange

Aunque este proceso puede parecer sencillo, implica la realización de múltiples corridas con EQS debido a que, cuando se agrega una correlación entre variables independientes, se generan nuevas omisiones potenciales y se alteran los valores de los índices de ajuste.

Otra característica más, en algunas corridas de prueba el primero, segundo e inclusive tercer parámetro de la lista de estadísticos multivariantes acumulado, también coincide con los primeros parámetros listados en los 20 valores residuales estandarizados con valores altos. Lo que sugiere que su incorporación al modelo, aparte de que reducirá el valor de los índices de ajuste, también disminuirá las discrepancias entre el modelo hipotético y los datos de la muestra.

Se tuvieron que realizar algunas modificaciones considerando el método de prueba y error. De esta forma, cada factor latente del modelo fue probado de forma individual con sus correspondientes variables medibles. Aunque este trabajo no es representativo del modelo total, si da una idea de qué factores presentan más desajustes.

Naturalmente que no es el mismo comportamiento estadístico entre cuatro factores latentes, calculados de forma individual que cuando se relacionan causalmente uno contra otro ya que primero son evaluados como factores independientes y, ya relacionados, se convierten en factores dependientes. La perspectiva cambia completamente.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

De forma exploratoria, se corrieron diversas pruebas aisladas considerando solo un factor con sus respectivas variables observadas, como las correspondientes al factor Humanware y Supportware que se ilustran a continuación:

Algunos autores le llaman a este procedimiento *enfoque de construcción de modelos en dos pasos*, para enfatizar que se están analizando dos modelos conceptualmente diferentes, uno de medición y otro de estructura (Schumacker y Lomax, 1996)

```
 LAGRANGIAN MULTIPLIER TEST REQUIRES      704 WORDS OF MEMORY.
 PROGRAM ALLOCATES   100000 WORDS.

 LAGRANGE MULTIPLIER TEST (FOR ADDING PARAMETERS)

 *** WARNING *** TEST RESULTS MAY NOT BE APPROPRIATE DUE TO CONDITION CODE

              ORDERED UNIVARIATE TEST STATISTICS:

  NO    CODE   PARAMETER    CHI-SQUARE   PROBABILITY  PARAMETER CHANGE
  --    ----   ---------    ----------   -----------  ----------------

   1    2   0     V3,F3         0.000        1.000            0.000

***** NONE OF THE UNIVARIATE LAGRANGE MULTIPLIERS IS SIGNIFICANT,
***** THE MULTIVARIATE TEST PROCEDURE WILL NOT BE EXECUTED.
```

Cuadro 4. Resultados de la prueba univariada de los LM para el factor Humanware

En estas corridas no se encontraron parámetros significativos para ser incluidos en el modelo.

```
 LAGRANGIAN MULTIPLIER TEST REQUIRES      704 WORDS OF MEMORY.
 PROGRAM ALLOCATES   100000 WORDS.

 LAGRANGE MULTIPLIER TEST (FOR ADDING PARAMETERS)

 *** WARNING *** TEST RESULTS MAY NOT BE APPROPRIATE DUE TO CONDITION CODE

              ORDERED UNIVARIATE TEST STATISTICS:

  NO    CODE   PARAMETER    CHI-SQUARE   PROBABILITY  PARAMETER CHANGE
  --    ----   ---------    ----------   -----------  ----------------

   1    2   0     V7,F5         0.000        1.000            0.000

***** NONE OF THE UNIVARIATE LAGRANGE MULTIPLIERS IS SIGNIFICANT,
***** THE MULTIVARIATE TEST PROCEDURE WILL NOT BE EXECUTED.
```

Cuadro 5. Resultados de la prueba univariada de los LM para el factor Supportware

Dado que en el listado de la prueba multivariada acumulada del Cuadro 3, se puede presentar el hecho de que todos los incrementos univariados posean valores significativos en el estadístico χ-cuadrada, esto podría orillar a preguntarse hasta cuantos parámetros se debían reespecificar.

Para el modelo se concluyó que cada cambio realizado a las especificaciones de los parámetros, debía estar sustentado tanto en su significancia estadística, como en la teoría que apoya el diseño mismo del modelo. Es decir, se buscó que el cambio tuviera razón lógica, a la luz de la medición del valor de negocios de la TI.

Por ejemplo, la prueba LM indica que si se correlaciona el parámetro V26 con el factor F6 se mejorarían los índices de bondad de ajuste; pero, no tendría sentido en el modelo relacionar el concepto de *Monitoreo de información financiera a detalle para destacar datos relevantes* de la empresa con su *medio ambiente externo de negocios.*

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

VII.1.2 Pruebas de Wald

Esta prueba indica los parámetros que se deben considerar para omitirse en un modelo. Por consiguiente, la Prueba de Wald orienta sobre aquellos parámetros que no son significativos en un modelo y que deberían ser eliminados para poder lograr mejoras en el ajuste del modelo.

WALD TEST (FOR DROPPING PARAMETERS)

*** WARNING *** TEST RESULTS MAY NOT BE APPROPRIATE DUE TO CONDITION CODE

MULTIVARIATE WALD TEST BY SIMULTANEOUS PROCESS

	CUMULATIVE MULTIVARIATE STATISTICS				UNIVARIATE INCREMENT	
STEP	PARAMETER	CHI-SQUARE	D.F.	PROBABILITY	CHI-SQUARE	PROBABILITY
1	V5,F3	0.000	1	0.996	0.000	0.996
2	F1,F8	0.010	2	0.995	0.010	0.919
3	D1,D1	0.041	3	0.998	0.031	0.861
4	V16,F6	0.090	4	0.999	0.049	0.826
5	F2,F8	0.218	5	0.999	0.128	0.721
6	F2,F10	0.251	6	1.000	0.033	0.855
7	F3,F10	0.381	7	1.000	0.130	0.718
8	E27,E27	0.576	8	1.000	0.195	0.659
9	V14,F6	1.076	9	0.999	0.499	0.480
10	V17,F6	1.588	10	0.999	0.512	0.474
11	V18,F6	2.055	11	0.998	0.468	0.494
12	F1,F10	2.671	12	0.997	0.616	0.433
13	F4,F10	2.904	13	0.998	0.233	0.629
14	F4,F8	3.377	14	0.998	0.473	0.492
15	V15,F6	4.277	15	0.997	0.899	0.343
16	V13,F6	5.394	16	0.993	1.118	0.290
17	V12,F6	6.509	17	0.989	1.114	0.291
18	E44,E44	8.040	18	0.978	1.531	0.216
19	F3,F8	9.691	19	0.960	1.651	0.199
20	E28,E10	11.962	20	0.917	2.271	0.132
21	F3,F6	14.565	21	0.844	2.603	0.107
22	E6,E6	17.676	22	0.725	3.111	0.078
23	E8,E6	19.248	23	0.687	1.572	0.210
24	V49,F10	22.326	24	0.560	3.078	0.079
25	F5,F10	24.466	25	0.493	2.140	0.144

Cuadro 6. Resultados de la Prueba de Wald

Nuevamente, este proceso de ajuste requiere un gran número de corridas de prueba. Es necesario considerar que cada vez que se elimina un parámetro o se determina una correlación, se crea un nuevo modelo. Para cada nuevo modelo se deben validar las hipótesis estructurales ya que se generan nuevos valores para la χ-cuadrada de bondad del ajuste. En cada corrida se evalúa $D^2 = \chi^2_o - \chi^2_a$ con $gl_d = gl_o - gl_a$. Se debe probar la significancia de este estadístico a un nivel α específico (Probabilidad del error Tipo I) donde ***Ho*** es rechazada si D^2 excede el valor crítico tabulado de χ^2 para gl_d grados de libertad.

La potencia de esta prueba, o la probabilidad de rechazar ***Ho*** cuando ***Ha*** es verdadera depende del ***modelo verdadero***, del nivel de significancia, de los grados de libertad y del

tamaño de la muestra. Estos factores también afectan directamente a las demás pruebas estadísticas.

La conclusión de este proceso iterativo de ajuste tiene un enfoque subjetivo debido a que no existe un único ***modelo correcto***, ya que otros modelos pueden ser igualmente plausibles dada una misma muestra de datos (Schumacker y Lomax, 1996)

De lo anterior surge una pregunta pertinente. Entonces ¿Cuál es la solución o cuál es el modelo verdadero? No hay respuestas definitivas. Es necesario realizar múltiples corridas para diversas propuestas de modelos que permitan evaluar la efectividad y funcionalidad de las relaciones entre las variables latentes. Se requiere el efectuar múltiples validaciones cruzadas o replicar el modelo para determinar la estabilidad de las estimaciones de los parámetros.

El desarrollo de todas estas pruebas no significa que se deban enfocar los esfuerzos a determinar un modelo que se ajuste a los datos recopilados. Sería un error llegar a conclusiones que parten de una modelación restringida a unos cuantos valores muestrales. Por el contrario, se buscó determinar la consistencia de una base teórica para sustentar el modelo de análisis del valor de negocios de la TI para que, en posteriores investigaciones y recopilaciones de datos más depurados, se puedan confirmar o rechazar las conclusiones obtenidas en la presente investigación.

En esto consistió esencialmente el trabajo iterativo realizado para ajustar el modelo original, y SEM proporciona las bases metodológicas para probar la validez estadística del modelo estructural teórico final.

En resumen, ningún índice de bondad de ajuste garantiza un criterio definido para probar un modelo estructural teórico. Un índice de ajuste ideal no existe. El índice ideal sería aquel que fuera independiente del tamaño de la muestra, que refleje de forma segura las diferencias en los ajustes, que imponga penalizaciones en la inclusión u omisión de parámetros y que soporte las elección del modelo verdadero cuando éste sea conocido (Schumacker y Lomax, 1996)

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

VII.2 Especificaciones del Modelo en el sistema EQS

El modelo final obtenido presenta las siguientes características:

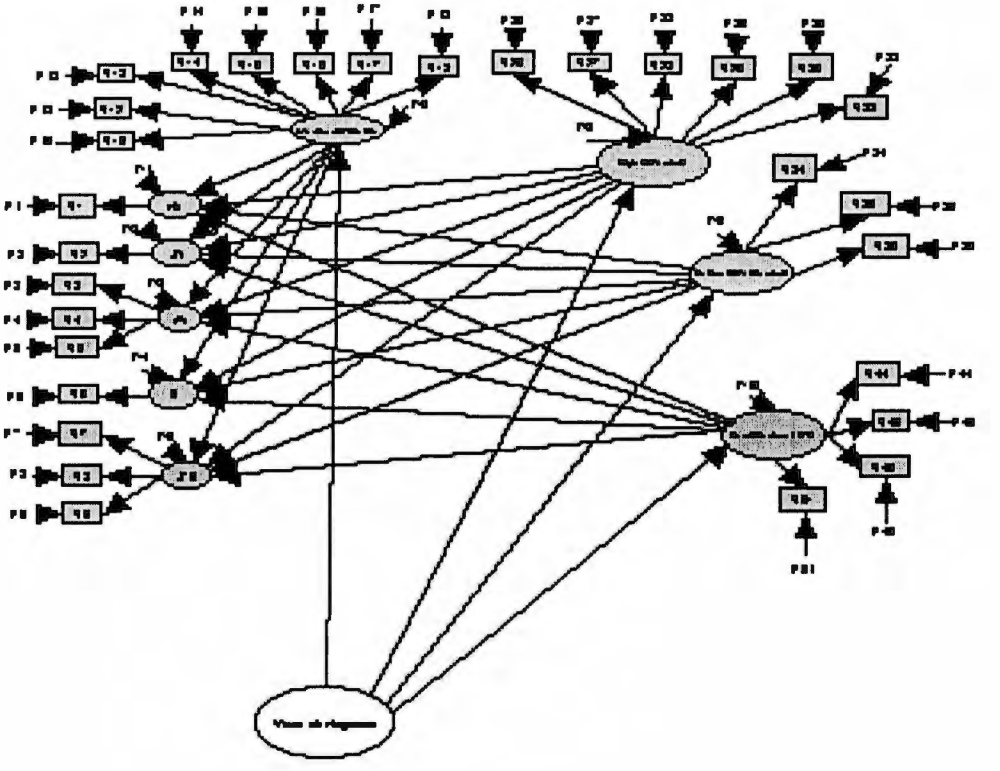


Figura 19. Representación del Modelo de Medición y de Estructura en EQS

Modelo de Medición y de Estructura

a).- Descripción de variables independientes y dependientes

9 Variables independientes D's

30 Variables independientes E's

1 Variable latente independiente (F10)

9 Variables dependientes latentes (F1 – F9)

30 Variables dependientes observadas (V1 – V51)

b).- Descripción de factores latentes

5 Factores latentes dependientes en el primer nivel

4 Factores latentes dependientes en el segundo nivel

1 Factor latente independiente en el tercer nivel

0 Covarianzas

c).- Parámetros a ser estimados

24 Coeficientes de regresión de primer orden

20 Coeficientes de regresión de segundo orden

4 Coeficientes de regresión de tercer orden

0 Factores de covarianzas

0 Varianzas de Factores

30 Varianzas de error aleatorio de medida

9 Varianzas de error residual de perturbación

En total, son 87 parámetros a ser estimados. Considerando la ecuación para calcular los grados de libertad del modelo, se tienen entonces **378** grados de libertad.

$$gl = \frac{1}{2}(30)(31) - 87$$
$$gl = 378$$

Este valor también se reporta en el apartado de Goodness of Fit Summary, del EQS.

d).- Coeficientes de Regresión

30 Coeficientes que indican el impacto de los errores de medida E's sobre las V's

30 Coeficientes que van de las F's del primer nivel a las V's y que representan las cargas de factor de primer orden

20 Coeficientes que van del las F's del segundo nivel a las F's del primer nivel y que representan las cargas de factor de segundo orden

4 Coeficientes que van de la F10 del tercer nivel a las F's del segundo nivel y que representan las cargas del factor de tercer orden

En términos de Bentler-Weeks, se tienen las siguientes especificaciones:

a).- Se han colocado asteriscos a un lado de los parámetros que son estimados libremente.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

b).- Se ha colocado un 1 en las trayectorias de regresión para los términos de error, ya que estos parámetros no son estimados sino que se fijan arbitrariamente al valor de 1.

c).- Se ha asignado un 1 a una trayectoria de regresión asociada con cada factor de primero y segundo nivel para determinar la escala del factor y de acuerdo con la Regla 6 para la determinación de los parámetros del modelo (Ver punto VI.1.3). Se podría fijar también la varianza de cada factor a 1 y estimar todas las cargas de factor. No obstante, procediendo así, no se podría determinar la escala del factor latente dependiente debido a que las varianzas de las variables dependientes no son parámetros del modelo.

Estas especificaciones permiten determinar la *identificación estadística* del modelo final.

Respecto de las características de los diferentes niveles del modelo final, se tiene lo siguiente:

1.- Se definió un segundo nivel para establecer la hipótesis de que se pueden explicar todas las varianzas y covarianzas relacionadas con los factores de primer orden.

2.- Es importante resaltar que se definió un conjunto de variables medibles particular para cada uno de los factores de segundo orden quienes, a su vez, también se encuentran enlazados indirectamente a las mediciones de los factores de primer nivel.

3.- Los factores de primer nivel son variables tanto independientes respecto de sus variables medibles, como dependientes de los factores del segundo nivel.

4.- Los factores de segundo nivel son variables tanto independientes respecto de sus variables medibles y de sus factores del primer nivel, como dependientes del factor de tercer nivel.

5.- El hecho de que los factores de primer orden operen como variables dependientes significa que sus varianzas y covarianzas no son parámetros calculados en el modelo. Tal variación y covariación se presume que son calculados por los factores de orden superior. Es por esto que no hay flechas de doble punta (que simbolizan a las covarianzas) entre los factores, ni asteriscos en ellos, para indicar que ni las covarianzas ni las varianzas de los factores son estimadas.

6.- Las flechas unidireccionales que parten de los factores de segundo orden a los factores de primer orden, y del factor de tercer orden a los factores de segundo orden, representan las cargas de los factores y todas son estimadas libremente. Debido a que es de primordial interés el impacto del factor independiente sobre cada uno de los factores de segundo orden y estos, a su vez, sobre los factores de primer orden, la varianza del factor (F11) de mayor orden se ha fijado en 1. Este factor es el constructo hipotético del valor de negocios de la TI.

7.- La predicción de los factores de segundo orden sobre los de primer orden y, a su vez, la predicción del factor de mayor orden sobre los factores de segundo orden, se asume que no están libres de error. Por consiguiente, se tiene un término residual de perturbación asociado con cada uno de los factores de primero y segundo niveles.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

Entonces, ya que las varianzas de las D's son de interés, el valor de las trayectorias de regresión para estos errores de perturbación se han fijado en 1.

8.- Debido a que las mediciones recabadas se realizaron a través de las variables dependientes en el modelo, las varianzas de estas variables no son estimadas sino calculadas.

9.- EL sistema EQS, apoya el análisis de modelos SEM proporcionando siete métodos para la estimación de los parámetros: Maximum Likelihood (ML), Least Squares (LS), Generalized Least Squares (GLS), Elliptical LS (ELS), Elliptical GLS (EGLS), Elliptical Reweighted LS (ERLS) y Arbitrary Distribution GLS, (AGLS). Si no se selecciona específicamente un método, entonces EQS ejecuta, por omisión el método de máxima verosimilitud (ML)

Solo los métodos de teoría normal (ML, LS, GLS) se pueden utilizar con un archivo de datos o con una matriz de correlación (covarianza). Los métodos elípticos se pueden utilizar solo si se proporciona el coeficiente de KAPPA.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

VII.3 Análisis del Programa de Control

El sistema EQS proporciona una utilería que permite validar modelos SEM de una forma accesible. Primero, se capturan todos los datos recopilados en un archivo tipo ESS a través de una hoja tipo Excel. Después, se puede hacer uso del diagramador que permite dibujar el modelo utilizando las variables observables capturadas en el archivo ESS.

Realizados los dos pasos anteriores, se puede invocar la opción de construcción de modelos EQS, el cual genera un listado del programa que se ejecutará. Para el modelo final, los resultados fueron:

```
PROGRAM CONTROL INFORMATION

 1  /TITLE
 2  Model created by EQS 5.7b -- C:\PEDRO\MODELO1.EDS
 3  /SPECIFICATIONS
 4   DATA='C:\PEDRO\DATOS.ESS';
 5   VARIABLES= 62; CASES=   15;
 6   METHODS=ML;
 7   MATRIX=RAW;
```

Cuadro 7. Información de Control del Programa

En esta sección se definieron los datos generales del modelo y de la corrida de datos: el título, las especificaciones de los datos, contenidos en un archivo DATOS.ESS; el método de análisis (ML) en cual, como se indicó en el punto VII.2, párrafo 9, EQS lo selecciona por omisión; y la matriz que es calculada a partir de los datos.

Las siguientes líneas hacen una descripción del modelo por medio de la sintaxis de comandos que posee EQS. Estas especificaciones le indican al programa las ecuaciones, las varianzas implicadas, las covarianzas definidas y las posibles restricciones a los parámetros. El modelo final no tiene definida ninguna restricción en sus parámetros ni tampoco alguna correlación entre variables:

```
22  /EQUATIONS
23  V1 =  + *F1  + 1E1;
24  V2 =  + *F2  + 1E2;
25  V3 =  + 1F3  + 1E3;
26  V4 =  + *F3  + 1E4;
27  V5 =  + *F3  + 1E5;
28  V6 =  + *F4  + 1E6;
29  V7 =  + 1F5  + 1E7;
30  V8 =  + *F5  + 1E8;
31  V9 =  + *F5  + 1E9;
32  V10 =  + 1F6  + 1E10;
```

Cuadro 8. Ecuaciones del Modelo en EQS

En el cuadro anterior se presenta una parte de las ecuaciones del modelo final. Aquellos parámetros que son calculados libremente tienen un asterisco a su izquierda. Los parámetros que están restringidos a un valor lo presentan también a su lado izquierdo. Por ejemplo, para la ecuación definida de la variable V3 se ha fijado la carga del factor en 1, así como el

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

coeficiente de regresión del error de estimación también a 1. Estas especificaciones van de acuerdo con la propuesta teórica del modelo final.

El siguiente cuadro presenta las ecuaciones finales del listado, la definición de la varianza para diferentes variables; y las covarianzas, la cual solo está indicada debido a que el modelo final no contiene ninguna covarianza. Se puede ver que el Factor F5 está definido como variable dependiente en la línea 58, mientras que en el cuadro anterior, el mismo factor había sido definido como variable independiente para las variables observables V7, V8 y V9. Esta es la ventaja que poseen los modelos SEM.

```
58  F6 =   + *F11   + 1D6;
59  F8 =   + *F11   + 1D8;
60  F9 =   + *F11   + 1D9;
61  F10 =   + *F11   + 1D10;
62  /VARIANCES
63  F11 = 1.00;
64  E1   to E10 = *;
65  E12 to E18 = *;
66  E26 to E30 = *;
67  E33 to E35 = *;
68  E39, E44, E46, E49, E51 = *;
69  D1 to D6 = *;
70  D8 to D10 = *;
71  /COVARIANCES
```

Cuadro 9. Ecuaciones finales del Modelo en EQS

El valor de la varianza del factor F11 se ha fijado en 1.00 para que se puedan calcular los coeficientes de regresión de los factores implicados en el segundo nivel.

La notación resumida E1 to E10 = *; indica que estos errores de medición son parámetros libres a ser calculados.

Finalmente, se especifican algunas condiciones de ejecución, como la realización de las pruebas de multiplicadores de Lagrange, de Wald; las condiciones para el reporte de salida y el archivo de resumen:

```
72  /LMTEST
73   PROCESS=SEQUENTIAL;
74   SET=PVV,PFV,PFF,PDD,GVV,GVF,GFV,GFF,BVF,BFF;
75  /WTEST
76   PVAL=0.05;
77   PRIORITY=ZERO;
78  /PRINT
79    covariance=yes; correlation=yes;
80   digit=3;
81   linesize =80;
82   fit=all;
83  /OUTPUT
84   parameters;
85   standard errors;
86   listing;
87   data='EQSOUT&.ETS';
88  /END
```

Cuadro 10. Condiciones de ejecución para el Modelo

El listado completo contenido en el Anexo 1, presenta las especificaciones del modelo final y no se encontró dificultad alguna para su interpretación debido a que fue generado de forma automática por EQS a partir del diagrama desarrollado para el modelo final.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

VII.4 Análisis estadístico de la muestra de datos

En general, los valores de sesgo para todas las variables así como los valores de curtosis se pueden considerar satisfactorios, excepto para la variable V3:

SAMPLE STATISTICS BASED ON COMPLETE CASES

UNIVARIATE STATISTICS

VARIABLE	V1	V2	V3	V4	V5
MEAN	6.2000	3.2000	1.4000	2.5333	6.2667
SKEWNESS (G1)	-1.2836	0.7252	3.4744	1.1958	-2.0738
KURTOSIS (G2)	-0.0562	-1.0711	**10.0714**	0.0465	2.4220
STANDARD DEV.	1.4243	2.3361	1.5492	2.1668	1.7512

Cuadro 11. Análisis estadístico univariado de las variables medibles

El valor de la curtosis de V3, aunque significativo, no se consideró razón de peso para que fuera eliminada de la base de datos y se conservaron los datos de la muestra.

Cuando las variables muestran una significativa curtosis univariada, diferente de cero, se asegura que las variables no están distribuidas normalmente de forma multivariada. Bentler (1988) sugiere que grandes valores de Normalized Estimate = 260.5141, indican una significativa curtosis positiva, como es este caso.

Los valores de curtosis de la teoría elíptica que reporta EQS no son relevantes para el modelo final y se omite su análisis e interpretación.

ELLIPTICAL THEORY KURTOSIS ESTIMATES

MARDIA-BASED KAPPA = 6.1404 MEAN SCALED UNIVARIATE KURTOSIS = 0.1143
MARDIA-BASED KAPPA IS USED IN COMPUTATION. KAPPA= 6.1404

Cuadro 12. Valores de curtosis de la teoría elíptica

Los casos que contribuyen fuertemente a la curtosis multivariada normalizada, son:

CASE NUMBERS WITH LARGEST CONTRIBUTION TO NORMALIZED MULTIVARIATE KURTOSIS:

CASE NUMBER	3	9	11	12	13
ESTIMATE	217.2845	604.2777	84.6061	197.5252	2807.6670

Cuadro 13. Casos que contribuyen más al valor de la curtosis

Debido a que el tamaño de muestra es significativamente pequeño, se conservaron todos los datos. Se acepta que los datos influyen fuertemente en la modelación final, y que se puede generar una reespecificación errónea. No obstante, todos los análisis tendieron a evaluar el sustento teórico del modelo final más que buscar ajustar un modelo a los valores recogidos. Posteriores investigaciones podrán incorporar un tamaño de muestra acorde a los cánones establecidos y volver a ejecutar el modelo final que, en teoría, debe confirmarse más.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

VII.5 Matriz $(S-\hat{\Sigma})$ de covarianzas residuales

Los elementos que forman a esta matriz son $(s_{ij} - \hat{\sigma}_{ij})$

La idea básica en el proceso iterativo de ajuste del modelo es determinar el grado de similitud entre la matriz de varianzas-covarianzas de la muestra (S) y la matriz de covarianzas predicha (Σ). Las discrepancias en el ajuste entre estas matrices quedan registradas en la matriz de covarianzas residuales ($S - \Sigma$).

Dado que el modelo final intenta describir el comportamiento de los datos muestrales, los valores residuales obtenidos en la corrida de datos son relativamente pequeños y distribuidos uniformemente.

RESIDUAL COVARIANCE MATRIX (S-SIGMA) :

		V1	V2	V3	V4	V5
V1	V 1	-0.167				
V2	V 2	0.351	0.156			
V3	V 3	-0.205	-0.521	-0.064		
V4	V 4	-0.745	0.530	0.017	-0.005	
V5	V 5	-0.532	-1.558	-0.008	0.579	-0.001
V6	V 6	0.177	0.185	-0.083	0.513	0.367
V7	V 7	0.361	0.733	-0.245	0.220	-0.195
V8	V 8	0.738	1.097	-0.369	0.576	-0.033
V9	V 9	0.182	0.340	-0.030	0.804	0.333

Cuadro 14. Matriz de Covarianzas Residuales

Los valores de estos residuos deberán ser, idealmente, pequeños numéricamente, lo cual indicará que el modelo se ajusta a los datos. Si se generaran valores residuales relativamente grandes, asociados con determinadas variables específicas, esto indicaría un pobre ajuste del modelo final a los datos.

Para esta matriz, EQS calcula dos promedios, uno basado en todos los elementos de la matriz triangular inferior, y el otro ignorando los elementos de la diagonal. Normalmente, los elementos fuera de la diagonal juegan un papel importante en el valor de estadístico χ-cuadrada de bondad de ajuste.

AVERAGE ABSOLUTE	COVARIANCE	RESIDUALS	=	0.4286
AVERAGE OFF-DIAGONAL ABSOLUTE	COVARIANCE	RESIDUALS	=	0.4568

Cuadro 15. Valores promedio dentro y fuera de la diagonal principal

Se buscó que los valores residuales calculados resultaran pequeños. No obstante, 0.4286 resultó alto para el ajuste buscado. Se interpreta como un ajuste regular y que está influenciado por el tamaño de la muestra de datos.

Esta información, y la que sigue, permite orientar los criterios para reespecificar el modelo. Esta modificación involucra un cierto número de criterios, algunos de los cuales sustentan el ajuste al modelo tratándolo como un todo; mientras que otros soportan el ajuste de parámetros de forma individual.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

VII.6 Matriz de residuos estandarizados

Esta matriz de residuos estandarizados contiene los elementos $r_{ij} - \left(\frac{\hat{\sigma}_{ij}}{s_{ii} s_{jj}} \right)$

Donde: r_{ij} es la correlación observada entre las variables $i\,j$

$\hat{\sigma}_{ij}$ es la covarianza predicha

s_{ii}, s_{jj} son las desviaciones estándar observadas

Los residuos estandarizados (basados en las correlaciones) son más fáciles de interpretar que los no estandarizados (basados en las covarianzas) ya que ellos no dependen de la escala de las mediciones observadas.

STANDARDIZED RESIDUAL MATRIX:

		V1	V2	V3	V4	V5
V1	V 1	-0.082				
V2	V 2	0.105	0.029			
V3	V 3	-0.093	-0.144	-0.026		
V4	V 4	-0.241	0.105	0.005	-0.001	
V5	V 5	-0.213	-0.381	-0.003	0.153	0.000
V6	V 6	0.136	0.086	-0.059	0.258	0.229
V7	V 7	0.401	0.496	-0.250	0.161	-0.176
V8	V 8	0.382	0.346	-0.176	0.196	-0.014
V9	V 9	0.171	0.196	-0.026	0.499	0.256

Cuadro 16. Matriz de Residuos Estandarizados

También en este resultado, se busca que los valores de los residuos sean, idealmente, pequeños numéricamente y distribuidos uniformemente, lo cual estaría indicando que el modelo se ajusta a los datos recolectados.

Nuevamente, igual que en la matriz de covarianzas residuales, EQS calcula dos promedios, uno basado en todos los elementos de la matriz triangular inferior, y el otro ignorando los elementos de la diagonal.

```
            AVERAGE ABSOLUTE STANDARDIZED RESIDUALS     =        0.1836
AVERAGE OFF-DIAGONAL ABSOLUTE STANDARDIZED RESIDUALS     =        0.1953
```

Cuadro 17. Valores promedio dentro y fuera de la diagonal principal
De la Matriz de Residuos Estandarizados

El valor de 0.1836 se interpreta como un ajuste regular del modelo con los datos, aunque es aceptable debido al tamaño de la muestra. Con base en estos resultados y considerando futuras investigaciones, se puede inferir que el modelo es lo suficientemente adecuado para adecuarse a tamaños de muestra más grandes para confirmar su validez teórica.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

EQS proporciona los 20 valores residuales más grandes y los ordena de mayor a menor. En la corrida del modelo final, se obtuvieron los siguientes valores residuales:

```
LARGEST STANDARDIZED RESIDUALS:

   V 51,V 12   V 27,V 10   V 26,V 10   V 28,V 10   V 30,V 12
     0.765       0.756       0.696       0.625       0.594


   V  8,V  6   V 44,V 13   V 46,V  8   V 30,V  8   V 46,V 28
     0.580       0.568      -0.559      -0.552      -0.536


   V 46,V 17   V 33,V 12   V 17,V  3   V 34,V 13   V 33,V 13
     0.532       0.519       0.514       0.514       0.513


   V 44,V  7   V 35,V 10   V 14,V 13   V 30,V  6   V 51,V 30
    -0.512       0.505       0.503      -0.503       0.502
```

Cuadro 18. Los 20 valores residuales estandarizados más grandes

Un valor residual estandarizado cerca, o por encima de +3, indicaría que el modelo explica muy pobremente una relación particular entre las dos variables implicadas. Por ejemplo, de la corrida de datos y de acuerdo con la tabla anterior, el valor más grande fuera de la diagonal es 0.765 y refleja un desajuste del modelo asociado con las variables V51 y V12. El otro es 0.756 que está relacionado con las variables V27 y V10.

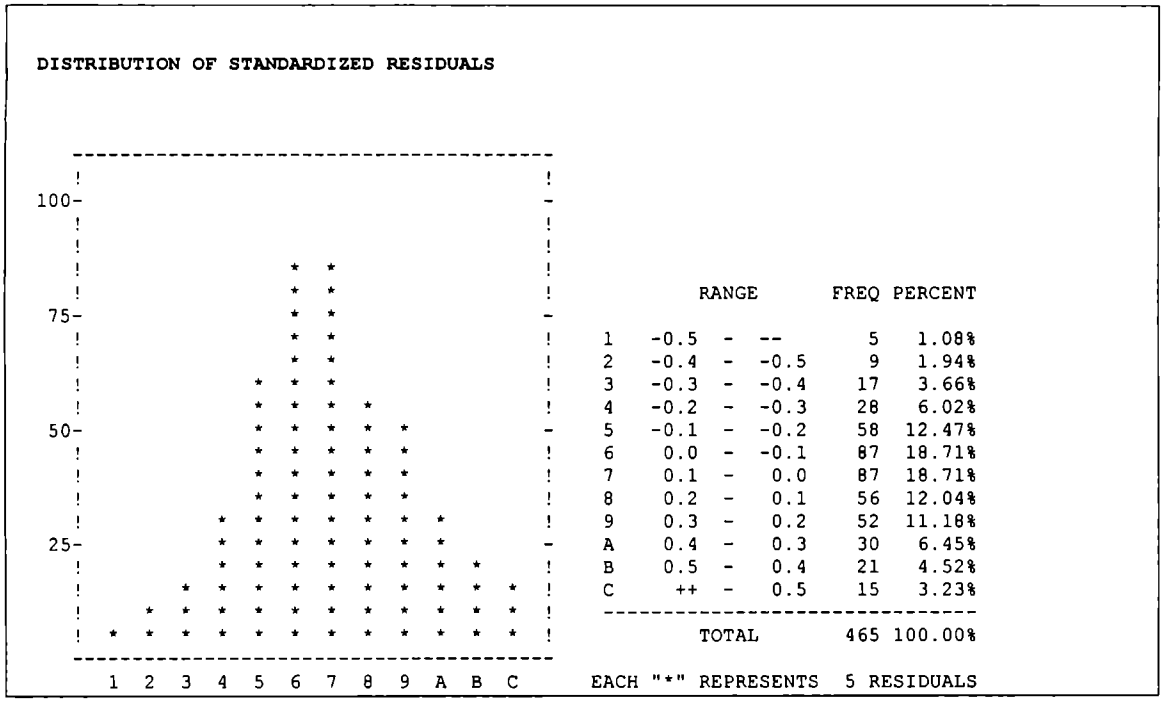
Por el contrario, un residuo estandarizado cerca o por debajo de –3 indicaría que el modelo sobre explica la relación entre dos variables. La información generada en cada corrida orientó las ideas sobre los parámetros que podrían ser modificados ya sea mediante la incorporación de una correlación o la eliminación de una trayectoria. Estas acciones buscaron contribuir a reducir aun más los valores residuales existentes entre dos variables y, por consiguiente, obtener un mejor ajuste del modelo.

Para reforzar las posibles acciones de ajuste, se tuvieron que analizar también los resultados que arrojaban las pruebas de los Multiplicadores de Lagrange. Por lo general, los primeros parámetros de la tabla anterior coincidían con los primeros parámetros que aparecían en la lista de estadísticos multivariantes acumulados de la prueba LM.

Adicional a la información anterior, el sistema EQS proporciona una gráfica de la distribución de frecuencia de los residuos estandarizados. De forma ideal, estos residuos deberán estar centrados alrededor del cero de forma simétrica. Para el modelo final, el 43.22% de los errores se distribuyó principalmente entre el 0.0 y el 0.1, el cual coincide con los 20 errores más grandes que el EQS desplegó.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

Aunque se encontró una gran cantidad de errores residuales entre los diversos rangos, el 73.11% recayó en el rango de –0.2 a 0.3.



	RANGE			FREQ	PERCENT
1	-0.5	-	--	5	1.08%
2	-0.4	-	-0.5	9	1.94%
3	-0.3	-	-0.4	17	3.66%
4	-0.2	-	-0.3	28	6.02%
5	-0.1	-	-0.2	58	12.47%
6	0.0	-	-0.1	87	18.71%
7	0.1	-	0.0	87	18.71%
8	0.2	-	0.1	56	12.04%
9	0.3	-	0.2	52	11.18%
A	0.4	-	0.3	30	6.45%
B	0.5	-	0.4	21	4.52%
C	++	-	0.5	15	3.23%
	TOTAL			465	100.00%

Cuadro 19. Distribución de los residuos estandarizados

Nuevamente, la conclusión que se deriva de esta distribución es que los errores encontrados fuera de los rangos permitidos, entreven la falta de ajuste total del modelo final a los datos muestrales, principalmente para las variables (V51, V12) y (V27, V18). Se puede calificar de un ajuste parcial. La validez de estos resultados para el modelo final es que aún con 15 casos se haya encontrado cierta simetría en los residuos estandarizados en el valor 0.0.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

VII.7 Bondad de ajuste del Modelo a los datos muestrales

La evaluación del modelo final se realiza con base en los resultados que desarrolla el sistema EQS al momento de evaluar la gráfica final con los datos muestrales.

Para su interpretación se utiliza el valor del estadístico χ-cuadrada (chi-square en el apartado de Goodness of Fit Summary) Este valor representa una prueba estadística de la bondad de ajuste del modelo, el cual se aplica cuando se evalúa la hipótesis nula de que el modelo se ajusta perfectamente a la matriz de covarianzas $\boldsymbol{S}$ analizada

$$\chi^2 = (N-1)F_{\min}$$

donde: N = Tamaño de la muestra
F = Valor mínimo calculado por la función de ajuste utilizando ML

Lo anterior se deriva del hecho de que, con muestras moderadamente grandes, su tratamiento converge a una distribución χ-cuadrada, si el modelo es el adecuado y se ajusta a la matriz de covarianzas $\boldsymbol{S}$. Se debe analizar el valor del estadístico junto con los grados de libertad y el valor de probabilidad $\boldsymbol{p}$ asociados. Este valor de probabilidad $\boldsymbol{p}$ puede ser examinado y comparado con un nivel $\boldsymbol{\alpha}$ de significancia definido (por lo general $\boldsymbol{\alpha}$ = 0.05) para probar la hipótesis de que el modelo posee la capacidad de reproducir la matriz analizada

```
MAXIMUM LIKELIHOOD SOLUTION (NORMAL DISTRIBUTION THEORY)

GOODNESS OF FIT SUMMARY

INDEPENDENCE MODEL CHI-SQUARE =        737.745 ON   435 DEGREES OF FREEDOM

INDEPENDENCE AIC =  -132.25497   INDEPENDENCE CAIC =  -875.25681
       MODEL AIC =  -226.68391          MODEL CAIC =  -872.32688

CHI-SQUARE =      529.316 BASED ON   378 DEGREES OF FREEDOM
PROBABILITY VALUE FOR THE CHI-SQUARE STATISTIC IS LESS THAN 0.001
THE NORMAL THEORY RLS CHI-SQUARE FOR THIS ML SOLUTION IS         447.079.

BENTLER-BONETT NORMED    FIT INDEX=       0.283
BENTLER-BONETT NONNORMED FIT INDEX=       0.425
COMPARATIVE FIT INDEX (CFI)       =       0.500
BOLLEN (IFI)             FIT INDEX=       0.579
McDonald (MFI)           FIT INDEX=       0.006
LISREL GFI               FIT INDEX=       0.320
LISREL AGFI              FIT INDEX=       0.163
ROOT MEAN SQUARED RESIDUAL (RMR)  =       0.581
STANDARDIZED RMR                  =       0.238
ROOT MEAN SQ. ERROR OF APP.(RMSEA)=       0.183
90% CONFIDENCE INTERVAL OF RMSEA (       0.129,       0.195)
```

Cuadro 20. Resumen de los indicadores de bondad de ajuste

El estadístico $\chi^2_{(435)} = 737.745$ es reportado por la prueba de razón de verosimilitud del modelo nulo de Bentler y Bonett. Este modelo establece una independencia entre todas las variables del modelo (lo que significa que todas las correlaciones entre variables son iguales a cero)

Dado un modelo hipotético de sondeo, uno debería esperar que el valor de la χ-cuadrada para el modelo nulo sea extremadamente alto, lo que indica un excesivo desajuste.

Ahora bien, el valor reportado para el modelo de factores hipotético es $\chi^2_{(378)} = 536.638$. Con respecto al modelo nulo, este valor representa una mejora sustancial de ajuste a los datos.

Debido a que el valor de probabilidad para el estadístico χ-cuadrada es menor que 0.001, esto sugiere que el modelo hipotético propuesto no es enteramente adecuado.

EQS proporciona, para la evaluación de los modelos hipotético e independiente, aparte de la χ^2, el criterio de información de Akaike (AIC) y la versión de Bozdogan de AIC (CAIC). Estos criterios incorporan el número de parámetros estimados. Las fórmulas son:

$$Modelo\ Independiente = \chi^2 - 2d_i$$
$$Modelo\ Hipotético = \chi^2 - 2d_k$$

para di = Grados de libertad para el modelo nulo
dk = Grados de libertad para el modelo hipotético

Evaluando, se tiene:

$$Modelo\ Independiente = 737.745 - 2(435) = -132.255$$
$$Modelo\ Hipotético = 536.638 - 2(378) = -219.362$$

Estos valores son significativamente menores que la χ^2 del modelo independiente.

El índice de criterio normado (Normed Fit Index NFI) ha sido el criterio práctico utilizado, aunque muestra la tendencia a subestimar el ajuste en muestras pequeñas. Bentler revisó NFI para tomar en cuenta el tamaño de la muestra y propuso el índice de ajuste comparativo (Comparative Fit Index CFI). El rango de valores para ambos NFI y CFI está entre 0 y 1.

Cada uno de estos índices proporciona una medida de covariación en los datos. Un valor mayor a 0.90 indica un aceptable ajuste del modelo a los datos. Los datos obtenidos para el modelo final son de NFI = 0.273 y CFI = 0.476, lo que indica una pobreza de ajuste, que coincide con los resultados de los residuos estandarizados y que revelan la falta de especificación de algunos parámetros en el modelo.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

Las fórmulas para NFI y CFI son:

$$NFI = \frac{\chi^2{}_o - \chi^2{}_k}{\chi^2}$$

con:

$\chi^2{}_o$ = El modelo Nulo

$\chi^2{}_k$ = El modelo Hipotético

$$CFI = \left| \frac{(\chi^2{}_o - df_o) - (\chi^2{}_k - df_k)}{(\chi^2{}_o - df_o)} \right|$$

con: df_o = Grados de libertad para el Modelo Nulo

df_k = Grados de libertad para el modelo Hipotético

$| \; |$ = Indica un recorte para colocar el valor en el rango de 0.0 – 1.0

El resumen de iteraciones contiene los cálculos que realiza EQS para minimizar una función de ajuste y cuando terminan las iteraciones, el valor que se obtiene en la columna de FUNCTION es el valor mínimo encontrado. Se tiene, entonces:

$$(Tamaño\ de\ la\ muestra - 1)(Function_{\min}) = \chi^2$$

$$(15-1)(37.80829) = 529.31606 = \chi^2$$

ITERATIVE SUMMARY

ITERATION	PARAMETER ABS CHANGE	ALPHA	FUNCTION
1	0.453865	1.00000	51.16647
2	0.651518	1.00000	46.41613
3	548.686768	0.06250	52.29203
4	2.343725	1.00000	48.82923
5	4.211191	1.00000	46.31305
6	21.834461	1.00000	46.29569
7	10.703989	1.00000	44.44854
8	5.592622	0.50000	42.49316
9	3.401853	0.50000	41.09487
24	124.834183	1.00000	37.81585
25	31.565514	1.00000	37.81347
26	0.715798	1.00000	37.81180
27	14.429449	1.00000	37.81055
28	41.855312	1.00000	37.80960
29	9.217730	1.00000	37.80887
30	12.161509	1.00000	**37.80829**

Cuadro 21. Resumen de las iteraciones para la minimización de la función

Aunque se llegó al número de 30 iteraciones, la mejor situación es aquella donde, con pocas iteraciones, se alcanza la convergencia de la función. Si se excediera el número de iteraciones definidas por omisión, esto resultaría en una falta de convergencia.

VII.8 Ecuaciones de medida con errores estándar, pruebas estadísticas y solución estandarizada

Esta es la última parte del análisis de los resultados que arroja EQS. En todas las evaluaciones previas se ha tratado al modelo final como un todo. Estos últimos resultados se enfocan al análisis del ajuste de los parámetros al modelo, pero de forma individual. El análisis considera dos aspectos: lo apropiado o pertinente del valor de la estimación; y la significancia estadística de la estimación.

a).- **Factibilidad dela estimación del parámetro**. Lo primero que se debe realizar en el análisis del ajuste de los parámetros individualmente es determinar la viabilidad de sus valores estimados. Cualquier estimación que caiga fuera del rango admisible da una indicación de que el modelo está todavía mal especificado o que la matriz de entrada no cuenta con suficiente información. Se consideran infactibles aquellos parámetros que tengan correlaciones mayores a 1.00 y errores estándar que sean anormalmente grandes o pequeños (Byrne, 1994)

Cuando se tiene un error estándar que converge a cero, indica que existe una dependencia lineal del parámetro implicado con otro parámetro del modelo.

b).- **Significancia estadística de la estimación del parámetro**. De acuerdo con la siguiente tabla de resultados, la primera línea, de los bloques de tres, indica el valor estimado del parámetro, la segunda línea despliega el valor del error estándar, finalmente la tercera línea indica el valor de la prueba estadística *z*.

El estadístico *z* representa el valor de la estimación dividido por su error estándar e indica si la estimación es estadísticamente diferente de cero. Considerando un nivel de confianza α=0.05 entonces el valor de la prueba estadística para cada parámetro se debe encontrar fuera del rango de valores: -1.96 <*prueba*< +1.96, antes de que la hipótesis pueda ser rechazada (esto es, de que el valor de la estimación es igual a cero)

```
MEASUREMENT EQUATIONS WITH STANDARD ERRORS AND TEST STATISTICS

 V1    =V1  =          .004*F1    +       1.000 E1
                       .002
                      1.765

 V2    =V2  =         -.565*F2    +       1.000 E2
                       .000
                :0000000.000

 V3    =V3  =         1.000 F3    +       1.000 E3


 V4    =V4  =         -.274*F3    +       1.000 E4
                       .362
                      -.757

 V5    =V5  =          .131*F3    +       1.000 E5
                       .296
                       .442
```

Cuadro 22. Ecuaciones de medición con su error estándar y prueba estadística

No obstante lo anterior, es importante resaltar que las conclusiones que se puedan inferir de una serie de pruebas univariadas, como es este caso, pueden diferir significativamente de aquellas pruebas multivariadas en las cuales se considera al conjunto de parámetros de forma simultánea. Para ello, se aplica la prueba de Wald, analizada en el punto VII.1.2.

Si se analizan los resultados de las ecuaciones de medida en el Anexo 1, se encontrará que no todas las estimaciones caen fuera del rango establecido por el estadístico z. Esto puede conducir a inferir que se acepta la hipótesis de que el parámetro asociado vale cero en la población. Sin embargo, se considera más bien que la falta de mayor información en la matriz de covarianzas está conduciendo a que algunos valores estimados de los parámetros no cumplan con el criterio de la prueba z. Hace falta mayor evidencia estadística, la cual se puede lograr con un tamaño de muestra más amplio.

Finalmente, la corrida del EQS, despliega la solución estandarizada del modelo final.

STANDARDIZED SOLUTION:						R-SQUARED
V1	=V1	=	.757*F1	+	.653 E1	.573
V2	=V2	=	-.624*F2	+	.782 E2	.389
V3	=V3	=	1.000 F3	+	.000 E3	1.000
V4	=V4	=	-.198*F3	+	.980 E4	.039
V5	=V5	=	.117*F3	+	.993 E5	.014
V6	=V6	=	1.000*F4	+	.000 E6	1.000
V7	=V7	=	.357 F5	+	.934 E7	.128
V8	=V8	=	-.005*F5	+	1.000 E8	.000
V9	=V9	=	1.000*F5	+	.000 E9	1.000
V10	=V10	=	.001 F6	+	1.000 E10	.000
V12	=V12	=	.124*F6	+	.992 E12	.015
V13	=V13	=	.372*F6	+	.928 E13	.138
V14	=V14	=	.366*F6	+	.931 E14	.134
V15	=V15	=	.559*F6	+	.829 E15	.312
V16	=V16	=	.822*F6	+	.569 E16	.676

Cuadro 23. Solución estandarizada del modelo final

Esta solución se obtiene de la estandarización de todas las variables en el modelo final. La solución estandarizada utiliza una métrica que es uniforme a través de todas las mediciones y, por consiguiente, esto permite calcular algunas estimaciones sobre la importancia relativa de los predictores.

Otra manera de utilizar esta información es mediante el análisis del cuadrado de los coeficientes asociados con los términos de error. El valor resultante proporciona información sobre el porcentaje de varianza no explicada de las variables dependientes. De cierta manera, estos valores cuadrados son análogos a los índices R-SQUARED $\left(1-R^2\right)$que corresponden a los modelos de regresión para cada ecuación.

Por ejemplo, considerando la primera ecuación en la tabla de soluciones estandarizadas, el 42.6% (que resulta de 0.653^2, en porcentaje) de las inversiones en hardware podría no ser predicha por el factor Hardware. Esta es la forma como se deben comprender todas las ecuaciones comprendidas en este listado. (Ver Anexo 1).

VII.9 Ajustes post-hoc al Modelo Hipotético

Todo ajuste requiere un límite. Se partió de un modelo original con 62 variables dependientes observadas y 11 factores latentes, distribuidos en tres niveles. El modelo final contiene 30 variables dependientes observadas y 10 variables latentes, conservándose los tres niveles originales. Se podrían realizar refinamientos sucesivos hasta reducir el modelo a su mínima expresión. No obstante, se buscó mantener aquellos resultados significativos acordes con la teoría que sustenta el valor de negocios a partir de ciertas dimensiones empresariales.

Se realizaron corridas sucesivas para ver cómo se afectaban los índices de bondad de ajuste utilizando las pruebas LM y Wald. Y, aunque fueron mejorados los valores de los índices, estas reespecificaciones no tenían ningún sustento explicativo de acuerdo con la definición de cada variable en el contexto del modelo.

Por ejemplo, se realizaron tres correlaciones como lo sugerían los errores estándar más grandes:

```
LARGEST STANDARDIZED RESIDUALS:

   V 51,V 12    V 27,V 10    V 26,V 10    V 28,V 10    V 30,V 12
     0.765        0.756        0.696        0.625        0.594
```

Cuadro 24. Los cinco valores residuales estandarizados más grandes

Se correlacionaron los errores estándar de las variables V8 a V6, de V27 con V10 y V26 con V10. La tabla y la gráfica siguientes ilustran estas reespecificaciones en el modelo.

De acuerdo con el resumen de los índices de bondad de ajuste, se obtuvo una mejora en el estadístico χ-cuadrada de 479.918, contra el valor de la χ-cuadrada del modelo final de 529.316. El índice de ajuste comparativo (CFI) aumentó a 0.650, contra el valor del modelo final de 0.500. Los demás indicadores muestran un comportamiento similar.

```
GOODNESS OF FIT SUMMARY

INDEPENDENCE MODEL CHI-SQUARE =        737.745 ON   435 DEGREES OF FREEDOM

INDEPENDENCE AIC =  -132.25497   INDEPENDENCE CAIC =  -875.25681
       MODEL AIC =  -268.08157          MODEL CAIC =  -906.89234

CHI-SQUARE =       479.918 BASED ON   374 DEGREES OF FREEDOM
PROBABILITY VALUE FOR THE CHI-SQUARE STATISTIC IS LESS THAN 0.001
THE NORMAL THEORY RLS CHI-SQUARE FOR THIS ML SOLUTION IS         423.734.

BENTLER-BONETT NORMED    FIT INDEX=       0.349
BENTLER-BONETT NONNORMED FIT INDEX=       0.593
COMPARATIVE FIT INDEX (CFI)       =       0.650
```

Cuadro 25. Valores de los índices de bondad de ajuste de una reespecificación

Sin embargo, esta mejora no corresponde con una mejora en la teoría que sustenta el modelo. Por consiguiente, se consideró conveniente no avanzar mas allá de lo que actualmente explica el modelo, aunque se mejoren los índices de bondad de ajuste.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

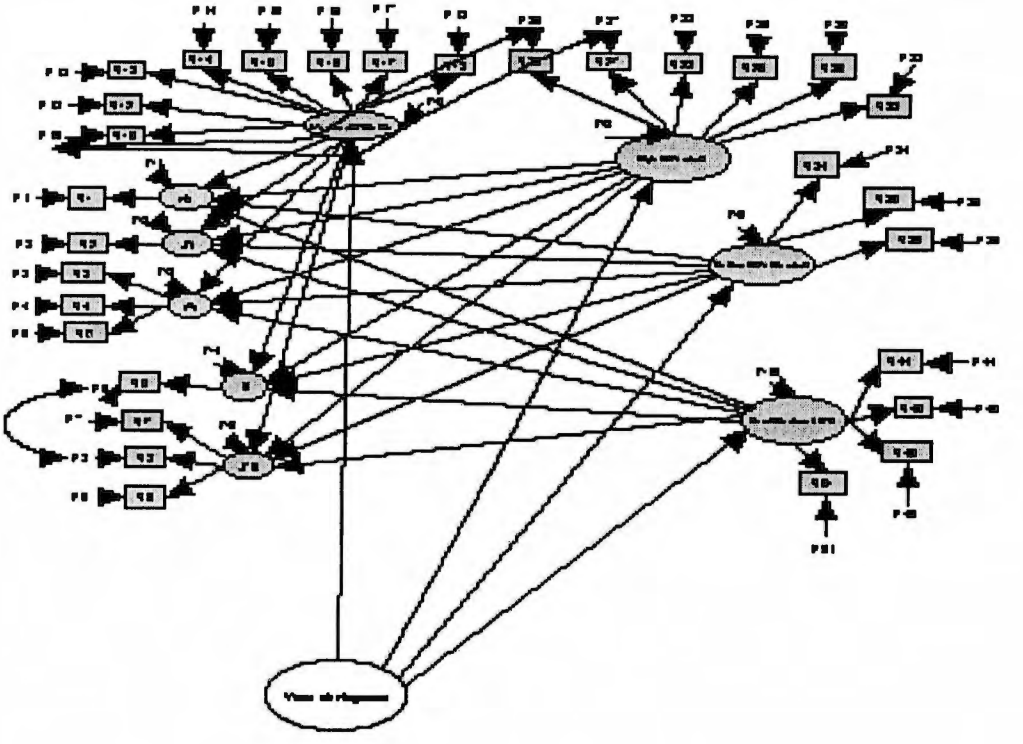


Figura 20. Representación del Modelo de Medición y de Estructura Final en EQS

Modelo de Medición y de Estructura

Un ajuste post-hoc del modelo final requiere, necesariamente, de una mayor cantidad de datos. Como ya se apunto en párrafos anteriores, SEM no genera un modelo ideal. Todo depende de la teoría que se esté confirmando y de los resultados que arroje el ajuste del modelo a los datos muestrales. Un modelo no puede ser más de los datos muestrales que contiene. Si los datos reflejan pobreza en el concepto que se mide, entonces los resultados reflejarán dicha pobreza. Sin embargo, los índices estadísticos sugieren que, aunque es mínimo el número de casos, el modelo se ajusta regularmente a los valores muestrales. Hay mayor evidencia estadística para deducir que el aumento en el número de casos producirá un mejor ajuste y un aumento en los valores índices respectivos.

Lo que no se puede asegurar, bajo ningún sustento estadístico es que se haya determinado el modelo "real" a partir del modelo original. Esto se debe a los siguientes aspectos. Primero, un modelo puede estar especificado solo para la muestra de datos vigente, ya que el enfoque del ajuste es no contradecir los datos. Por consiguiente, es posible que existan más modelos que también se ajusten a los datos muestrales, inclusive ser mejores. Segundo, al día de hoy no se cuentan con herramientas estadísticas que permitan hacer una discriminación de modelos. Esto tiene como consecuencia que dependiendo del modelo, las interpretaciones teóricas se verán afectadas.

VIII Interpretación del Modelo final

Realizadas todas las pruebas necesarias para obtener el modelo final y acorde con las valoraciones respectivas, se describe el significado del modelo teniendo en mente el objetivo principal de esta investigación y las hipótesis planteadas. El primer paso es la interpretación de la diferencia de percepciones que tienen los ejecutivos de las empresas, respecto de la Tecnología de Información, sobre los beneficios esperados vs. los beneficios obtenidos. Estas primeras interpretaciones se basan en la información recopilada mediante el cuestionario con el propósito de analizar la distancia existente entre los beneficios que tenían en mente los directores antes de invertir en TI y los beneficios que realmente obtuvieron. Es un análisis exploratorio cuyos únicos sustentos estadísticos fueron el análisis de la media y la desviación estándar de las respuestas.

El segundo paso de la interpretación se basa en el modelo final obtenido, analizándose las relaciones causales directas e indirectas entre los factores latentes y las variables observadas a la luz de su significado en la teoría que se desarrolla para el valor de negocios de la TI.

VIII.1 Diferencias en las percepciones ejecutivas

En algunas investigaciones realizadas en el ámbito de la mercadotecnia se utiliza el ***método GAP***. Este método fue adaptado por Sanjay K. Singh (1999) para estimar el grado de éxito en la implementación de sistemas EIS. Las mediciones realizadas con GAP sirven para comparar la importancia que tienen los diversos objetivos en el desarrollo de un sistema y el soporte real proporcionado a dichos objetivos por el sistema. Para un sistema EIS los objetivos son las motivaciones que animan su desarrollo. La diferencia entre las expectativas originales y el soporte actual proporcionado para un amplio rango de objetivos indicará el éxito de un sistema EIS.

De forma general, el índice GAP que mide el éxito de implementación es:

$$GAP = \frac{\sum_{i=1}^{N} IF_i (SF_i - IF_i)}{N}$$

donde:

GAP = Medida de éxito del EIS
IF = Importancia del factor que motiva el desarrollo del EIS
SF = Soporte del factor debido al EIS
N = Número de factores que están siendo considerados

Para realizar el análisis exploratorio de esta investigación se hizo una adaptación del índice GAP, en la que únicamente se consideraron la media y desviación estándar de las respuestas, así como la diferencia en los grados esperados y obtenidos del soporte de la TI en las objetivos planteados.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

La evaluación de las diferencias entre el grado de apoyo que esperaban las empresas de la TI contra el apoyo realmente obtenido por sus inversiones en Tecnología de Información, es concluyente. El 100% de las empresas tuvo expectativas que fueron satisfechas de forma ajustada. Todas las diferencias, aunque pequeñas, resultaron positivas. Esto viene a corroborar la percepción de los ejecutivos de que *la tecnología de información sí genera un valor de negocios*, el cual es percibido en la forma de beneficios intangibles.

	Apoyo esperado en su Ambiente Externo Empresarial								
Variable	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18
Valor medio	5.20	3.87	4.47	5.13	5.20	2.67	3.73	3.80	3.93
Desv. Estándar	1.01	1.77	1.60	1.46	1.66	2.13	1.79	2.11	2.25

	En la realidad se obtuvo el siguiente grado								
Variable	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18
Valor medio	5.93	4.47	5.00	5.60	5.67	3.00	4.53	4.20	4.40
Desv. Estándar	1.16	2.07	1.89	1.45	1.68	2.33	2.20	2.24	2.56

Diferencia	0.73	0.60	0.53	0.47	0.47	0.33	0.80	0.40	0.47

De acuerdo con las respuestas de los ejecutivos encuestados sobre qué tanto apoyo esperaban de la TI para comprender el medio ambiente de negocios de su empresa, los resultados indican un 4.2 (neutral apoyo) y su percepción fue que recibieron un 4.7 (neutral apoyo) de apoyo de la TI.

Sobre el grado en que los ejecutivos esperaban recibir **soporte** de la Tecnología de Información adquirida por su empresa, para la formulación de estrategias de negocios, y el grado que obtuvieron, el sondeo indica que esperaban 4.8 (neutral soporte) y realmente obtuvieron un 5.3 (regular soporte) de la TI.

	Soporte para la formulación de estrategias						
	V19	V20	V21	V22	V23	V24	V25
Valor medio	**4.87**	**4.87**	**5.40**	**4.80**	**4.53**	**4.60**	**4.60**
Desv. Estándar	1.46	1.46	1.06	1.37	1.41	1.35	1.35

	En la realidad se obtuvo el siguiente grado						
	V19	V20	V21	V22	V23	V24	V25
Valor medio	5.40	5.47	5.80	5.40	5.20	5.07	5.13
Desv. Estándar	1.68	1.64	1.21	1.68	1.52	1.53	1.51

Diferencia	0.53	0.60	0.40	0.60	0.67	0.47	0.53

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

Acerca de los **beneficios** que esperaban de la Tecnología de Información adquirida por su empresa para apoyar en la organización interna, sus expectativas fueron 5.1 (regular) y el grado que realmente obtuvieron fue 5.7 (regular).

	Beneficios en la Organización de la Empresa							
	V26	V27	V28	V29	V30	V31	V32	V33
Valor medio	5.67	5.67	5.53	4.87	4.67	4.93	5.27	4.87
Desv. Estándar	1.11	1.40	1.06	1.77	1.50	1.49	1.58	1.51

	En la realidad se obtuvo el siguiente grado							
	V26	V27	V28	V29	V30	V31	V32	V33
Valor medio	6.00	6.13	6.20	5.53	5.20	5.60	5.67	5.53
Desv. Estándar	1.31	1.19	0.86	1.73	1.61	1.45	1.63	1.46

Diferencia	0.33	0.47	0.67	0.67	0.53	0.67	0.40	0.67

Para el grado en que esperaban recibir **soporte** de la Tecnología de Información adquirida por su empresa para apoyar la retroalimentación y el control, y el grado que realmente obtuvieron, los ejecutivos consideraron un 4.9 (más que neutral soporte), finalmente obtuvieron 5.4 (regular soporte)

	Soporte esperado en la Retroalimentación y Control									
	V34	V35	V36	V37	V38	V39	V40	V41	V42	V43
Valor medio	5.20	5.47	5.87	5.47	4.87	4.13	4.67	4.93	4.13	4.20
Desv. Estándar	1.66	1.06	1.13	1.25	1.68	1.51	1.23	1.75	1.85	1.82

	En la realidad se obtuvo el siguiente grado									
	V34	V35	V36	V37	V38	V39	V40	V41	V42	V43
Valor medio	5.93	5.80	6.20	5.93	5.13	4.87	5.13	5.27	5.07	4.73
Desv. Estándar	1.28	1.37	0.86	1.16	1.64	1.85	1.64	1.58	1.91	1.83

Diferencia	0.73	0.33	0.33	0.47	0.27	0.73	0.47	0.33	0.93	0.53

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

Esta investigación consideró un mayor número de preguntas (y por consiguiente variables medibles) para la dimensión de resultados empresariales, ya que se asumió que es a la salida del sistema organizacional en donde se perciben más los resultados de la inclusión de la TI. Para esta dimensión, los ejecutivos esperaban 4.8 (más que neutral apoyo) y obtuvieron 5.5 (más que regular apoyo).

	Apoyo esperado en los Resultados de la Empresa									
	V44	V45	V46	V47	V48	V49	V50	V51	V52	V53
Valor medio	4.60	4.47	4.20	5.13	4.73	4.87	5.00	4.53	4.67	5.33
Desv. Estándar	1.72	1.85	1.66	1.25	1.28	1.41	1.56	1.51	1.50	1.40

	En la realidad se obtuvo el siguiente grado									
	V44	V45	V46	V47	V48	V49	V50	V51	V52	V53
Valor medio	5.13	5.13	4.93	5.47	5.47	5.60	5.40	5.27	5.13	6.00
Desv. Estándar	1.68	1.73	1.71	1.41	1.30	1.35	1.50	1.58	1.60	1.51

Diferencia	0.53	0.67	0.73	0.33	0.73	0.73	0.40	0.73	0.47	0.67

	Apoyo esperado en los Resultados de la Empresa (Cont...)									
	V54	V55	V56	V57	V58	V59	V60	V61	V62	Prom. Gral.
Valor medio	5.27	5.13	4.33	4.73	5.00	4.60	4.60	4.87	5.27	4.78
Desv. Estándar	1.16	1.30	1.50	1.22	1.41	1.35	1.45	1.73	1.10	1.49

	En la realidad se obtuvo el siguiente grado (Cont...)									
	V54	V55	V56	V57	V58	V59	V60	V61	V62	
Valor medio	6.00	6.07	5.20	5.40	5.60	5.27	5.40	5.60	5.80	5.36
Desv. Estándar	1.07	0.96	1.42	1.24	1.40	1.58	1.72	1.72	0.94	1.55

Diferencia	0.73	0.93	0.87	0.67	0.60	0.67	0.80	0.73	0.53	0.58

Aunque de forma ajustada los datos anteriores revelan que las expectativas que originalmente tenían los ejecutivos para invertir en TI fueron satisfechas en esa misma medida.

Si se considera el promedio general de las respuestas, los ejecutivos esperaban más que un neutral apoyo (4.78) de la TI y, actualmente ellos perciben que su TI los está apoyando

regularmente (5.36). (Esto en sicología se conoce como el *Síndrome de la profecía autocumplida*) Una posible pregunta de especulación podría ser, ¿qué tanto hubieran obtenido como apoyo por parte de la TI si desde el principio sus expectativas hubieran sido muy altas? ¿Se hubieran satisfecho en esa medida?

Ahora bien, si se ordenan las expectativas originales de mayor a menor, los resultados que se obtienen son:

-Beneficios en la organización interna, sus expectativas fueron 5.1 (regular beneficio)

-Soporte para la retroalimentación y el control, consideraron un 4.9 (más que neutral soporte)

-Apoyo a los resultados de la empresa, esperaban 4.8 (más que neutral apoyo)

-Soporte para la formulación de estrategias, consideraron 4.8 (más que neutral soporte)

-Apoyo para el medio ambiente de negocios, sus expectativas fueron 4.2 (neutral apoyo)

Esto significa que los directivos enfocaron sus expectativas más en los beneficios que podrían obtener si invertían en TI para apoyar su organización interna que para algún otro aspecto estratégico de la organización. El resultado corrobora el planteamiento desarrollado en la parte introductoria donde se indica que las primeras inversiones en TI fueron realizadas para apoyar las actividades no productivas, como contabilidad, recursos humanos y otras. También se infiere que las adquisiciones de TI siguen siendo canalizadas para el apoyo de la organización y el control administrativos.

Por último, al ordenar el grado que realmente obtuvieron de sus inversiones en TI, los resultados son:

-Beneficios en la organización interna, obtuvieron 5.7 (más que regular beneficio)

-Apoyo a los resultados de la empresa, tuvieron 5.5 (más que regular apoyo)

-Soporte para la retroalimentación y el control, fue de 5.4 (regular soporte)

-Soporte para la formulación de estrategias, obtuvieron de 5.3 (regular soporte)

-Apoyo para el medio ambiente de negocios, fue de 4.7 (más que neutral apoyo)

De los resultados obtenidos se infiere que la TI por si misma no podrá generar riqueza tangible a menos que sea orientada a las dos áreas que sí motivan los ingresos económicos, como producción y ventas. De lo contrario, esto dificulta la generación de beneficios cuantitativos. Que siguen percibiendo más beneficios intangibles en los aspectos organizacionales, tal como lo esperaban antes de invertir.

Aunque de forma no concluyente, esto puede sugerir la idea de que los directivos tienen en alta estima el estar bien organizados internamente y apoyados tecnológicamente para afrontar los retos que la competencia demanda.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

VIII.2 Interpretación de las relaciones causales

El modelo final indica los siguientes aspectos:

1.- Existe una relación causal generada por el concepto Hardware. Esto significa que las empresas invierten altas cantidades económicas para la adquisición de tecnología que, de acuerdo con los resultados del punto VIII.1, se canalizan más a la organización interna de la empresa.

2.- Existe una relación causal generada por el concepto Software. El resultado puede parecer evidente debido a que, si las empresas adquieren más equipos de cómputo, esto trae aparejada una alta inversión en programas y sistemas para operar la tecnología.

3.- El concepto Humanware se puede definir a partir de tres aspectos: las inversiones en capacitación actualización y especialización del personal de sistemas; la cantidad de personal staff, consultores y asesores con que cuenta el área de sistemas; los sueldos, salarios y prestaciones de todo el personal de informática.

4.- Existe una relación causal generada por el concepto Netware el cual contempla todas las inversiones que realiza una empresa en equipos para telecomunicaciones, videoconferencias, audioconferencias, internet y todos aquellos dispositivos y equipos auxiliares para la transmisión y recepción de datos, voz, imágenes, sonidos y textos.

5.- El concepto de Supportware se puede definir midiendo tres aspectos: las inversiones que se realizan para la adecuación de las instalaciones como cableado eléctrico, telefónico y de redes ya sea utilizando cable coaxial, par trenzado, fibra óptica u otra modalidad tecnológica; el pago de actualizaciones al software (upgrades), licencias de uso y aseguramiento de equipos; y el pago de mantenimiento a equipos de cómputo, a dispositivos periféricos y auxiliares.

6.- El medio ambiente de negocios de una empresa es un factor causal de las inversiones que se realizan en Hardware, Software, Humanware, Netware y Supportware. Además, este constructo hipotético se puede medir de forma indirecta a través de:

6.1.- El conocimiento de valores y necesidades de los clientes y usuarios

6.2.- El captar información técnica para mejorar al negocio

6.3.- El captar información de proveedores

6.4.- El captar índices económicos

6.5.- El captar información demográfica

6.6.- El captar información laboral

6.7.- El captar información internacional

6.8.- El captar información política

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

Se eliminó la variable de *Captación de información relevante de competidores*, debido a que las valoraciones del modelo final arrojaban que ésta variable era irrelevante. Esto es, los directivos no utilizan su tecnología para captar información de sus competidores..

7.- La organización interna de la empresa es un factor causal de las inversiones que se realizan en Hardware, Software, Humanware, Netware y Supportware. Además, este constructo hipotético se puede medir de forma indirecta por medio del:

7.1.- Intercambio de información entre áreas funcionales y niveles jerárquicos

7.2.- Acceso a datos financieros y contables detallados y consolidados

7.3.- Acceso a datos de operación y desempeño de la producción o del servicio

7.4.- Acceso a información en línea sobre proyectos y procesos de negocios

7.5.-Comunicación efectiva del valor que arrojan los indicadores sobre el desempeño organizacional

7.6.- Del conjugar capacidades y habilidades del personal con los requerimientos del negocio

8.- La retroalimentación y el control de la información interna de la empresa es un factor causal de las inversiones que se realizan en Hardware, Software, Humanware, Netware y Supportware. Además, este constructo hipotético se puede medir de forma indirecta a través del:

8.1.- Monitoreo de información financiera a detalle para destacar datos relevantes

8.2.- Monitoreo de información operativa para destacar datos relevantes

8.3.- Monitorear el comportamiento de los mercados y su respuesta a los productos y/o servicios que oferta la empresa

9.- Los resultados del desempeño general de la empresa es un factor causal de las inversiones que se realizan en Hardware, Software, Humanware, Netware y Supportware. Además, este constructo hipotético se puede medir de forma indirecta a través del:

9.1.- Fomento y promoción del aprendizaje organizacional por los empleados

9.2.- Apoyo al ambiente y clima laboral de la empresa

9.3.- Apoyo y promoción para el control administrativo

9.4.- Comunicación de las expectativas de la directiva a los demás niveles jerárquicos

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

10.- Finalmente, el valor de negocios de la TI es un constructo hipotético causal que puede ser explicado, o determinado de forma indirecta, por cuatro constructos latentes: El Medio Ambiente de la Empresa; su Organización Interna; los Esquemas de Retroalimentación y Control de la Información; y el Desempeño Global de la empresa. Quienes a su vez son factores causales de las inversiones en TI. Cada uno de estos constructos define una dimensión que es necesario evaluar para determinar, de forma indirecta, el valor de negocios que generan las inversiones en Tecnología de Información.

11.- No se encontraron correlaciones entre errores de medición ni entre los errores de perturbación.

Para concluir, se describen dos aspectos relevantes de este modelo final:

Primero, si se considera el modelo original, un factor latente que se desechó fue el de *Estrategias de Negocios*. Los resultados de las corridas indicaban un alto desajuste del modelo con respecto de los datos muestrales recabados. Esto se interpretó en el sentido de que las *Estrategias de Negocios* era un factor irrelevante dentro del modelo porque así lo consideraron los ejecutivos encuestados. Al ser eliminado este factor, se alcanzó un mayor grado de ajuste.

Al revisar la investigación realizada por Sanjay K. Singh (Pág. 122, 1999) de la Universidad de Alabama, Birmingham, él también obtuvo un resultado similar. Textualmente Singh apunta: *"The fact that... strategy formulation was not significant in the hypothesized relationships is hardly surprising. A lot of data used in these processes are soft (e.g., rumors, prediction) in nature. Often, these types of information are difficult to capture in an EIS (Watson et.al., 1996). Besides, these processes require a lot of personal interaction with other organizational members, for which computer based systems are not completely adequate (Jones and McLeod, 1986); Daft and Lengel, 1986). Overall, EIS are being used more to facilitate the exchange and presentation of accounting/financial data and not much to enhance activities that require interpersonal communication"*.

El resultado obtenido también revela un comportamiento similar en los ejecutivos mexicanos. Cuando se definen las estrategias de negocios, estos se quedan principalmente en el nivel directivo y no se difunden hacia el resto de los niveles en la organización. La TI no está siendo utilizada para apoyar este concepto tan importante para la orientación de los negocios.

El segundo aspecto relevante es el generado por el constructo *Medio Ambiente de Negocios*. Este factor latente puede ser evaluado indirectamente por ocho variables mensurables. Es revelador que el modelo aceptara una mayor cantidad de variables sin que se vieran afectados los índices de bondad de ajuste del modelo final.

Nuevamente, al considerar el mismo estudio de Singh (Pág. 123, 1999), los resultados que encontró coinciden con este aspecto. Citándolo textualmente: *"However, executives surveyed in this study have indicated there is a need for more environmental information, both internal and external, to the organization, that will help them in formulating strategies. While some organizations are capturing soft information and environmental data (critical for the less deterministic process of strategy formulation), there needs to be more integration of such*

tools for greater diffusion and use of EIS within an organization. With the advent of the World Wide Web (WWW), Intranets, and Lotus Notes, organizations can enhance the value derived from their EIS by incorporating features to access and communicate internal and external environmental information (Haley and Watson, 1996; Van den Hoven, 1996)"

No obstante que los resultados obtenidos en los índices de bondad de ajuste revelan un parcial ajuste entre el modelo final y los datos muestrales, se puede concluir que existen evidencias estadísticas indicando que, con un tamaño de muestra *N*, que contenga por lo menos cinco casos por constructo, se pueden derivar resultados mejor sustentados estadísticamente.

El modelo final intenta reflejar no sólo un ajuste parcial de los datos, sino una explicación de cómo el valor de negocios puede ser conceptualizado por medio de cuatro dimensiones empresariales quienes, a su vez, son influenciados en sus procesos por el uso de la TI. Se requiere trabajar principalmente en la concientización de las empresas para que apoyen este tipo de iniciativas académicas que les pueden apoyar para mejorar sus decisiones de adquisición tecnológica.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

IX Conclusiones

Introducción

México, en los años recientes ha atravesado por múltiples circunstancias económicas que han afectado a las empresas nacionales. Devaluaciones, recesiones, dependencia excesiva de la economía norteamericana, inflación, competencia desleal y otras circunstancias económicas más, han hecho que el empresario busque cuidar y hacer rendir sus recursos monetarios para seguir manteniendo a flote su negocio. Las inversiones en TI son altas y los ejecutivos buscan técnicas y métodos que les contesten preguntas básicas, como: ¿Qué tanto voy a ganar con estos equipos de cómputo? ¿Si invierto más en TI, obtendré mayores beneficios económicos? ¿Cuánto tiempo debe transcurrir para que perciba algunas mejoras en mis ingresos y en mis procesos debidas a la tecnología informática? ¿Cómo mido el valor de retorno de mis inversiones realizadas en TI?

Cuando se habla de las promesas que ofrece la TI de lograr altos niveles de competitividad, de sostener la ventaja comparativa sobre los competidores, de lograr mayor penetración en los mercados nacionales e internacionales, y un mejor acercamiento con los clientes para entender sus necesidades y expectativas, entonces los directivos se ilusionan con las adquisiciones de recursos informáticos que les ofrecen sus socios de negocios en tecnología. Conforme transcurre el tiempo, empiezan a ver con sospecha que los costos generados por la infraestructura de sistemas, van aumentando y que los beneficios prometidos no se transforman en entradas para su contabilidad.

El investigar un concepto teórico como el *valor de negocios de la Tecnología de Información* plantea el problema básico de cómo analizarlo, debido a su naturaleza multidimensional y sobre todo por las implicaciones que tiene para las empresas y los empresarios mexicanos. Las inversiones en TI se han mantenido a lo largo de los últimos años, e inclusive han aumentado en varios casos, en detrimento de los presupuestos asignados para otras actividades productivas de las organizaciones. Esta situación que se le ha identificado como la ***Paradoja de la Productividad*** nos lleva al problema central de cómo analizar el elusivo valor que aporta la tecnología de información a las organizaciones empresariales de nuestro País.

Los enfoques contemporáneos analizados en esta investigación y las técnicas y metodologías planteadas por otros investigadores, dan cuenta de las limitaciones encontradas para su análisis y de los esfuerzos que se han invertido para llegar a conclusiones y resultados válidos que sustenten mejor la toma de decisiones para invertir en TI.

Esta investigación plantea la necesidad de enfocar los esfuerzos de análisis considerando técnicas diferentes a las evaluaciones tradicionales como ROI, VPN, VAE y otras más debido a las limitaciones que tienen para cuantificar aportaciones intangibles derivadas de la TI. De esta forma se puede conceptuar un valor de negocios que incorpore los elementos clave de una empresa, como su organización, su entorno de negocios, su retroalimentación de información, y su desempeño global, cuando estos afectan y son afectados por el uso de la tecnología de información.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

Conclusiones sobre las hipótesis planteadas

La primera conclusión que se obtiene de este estudio doctoral es que el ***Valor de Negocios de la TI*** posee una naturaleza multidimensional. No se puede inferir que la cantidad de recursos con que cuenta una organización es suficiente para generar valor de negocios. Es necesario analizar las dimensiones de estructura organizacional, entorno de negocios, retroalimentación y control, y desempeño general a la luz del soporte que les proporciona la TI a sus procesos productivos y operativos.

De acuerdo con los resultados estadísticos obtenidos mediante EQS en la evaluación del modelo final, no se encontraron evidencias estadísticas que apoyaran el planteamiento de la primera hipótesis. Originalmente, se planteo que:

H1: **El valor de negocios de la Tecnología de Información** está relacionado con el Medio Ambiente de la Empresa, sus Estrategias de Negocios, su Organización Empresarial, los Esquemas de Retroalimentación y Control de la Información Interna, y con el impacto en el Desempeño General de la Empresa.

En su lugar, se plantea la siguiente hipótesis alterna:

Hipótesis alterna: Se concluye que el *Valor de Negocios de la Tecnología de Información* está relacionado sólo con cuatro constructos hipotéticos: el Medio Ambiente de la Empresa, su Organización Empresarial, los Esquemas de Retroalimentación y Control de la Información Interna, y con el impacto en el Desempeño General de la Empresa.

La segunda conclusión que se obtiene es sobre el concepto ***Valor de Negocios de la TI***. Este valor no es sólo una suma de beneficios percibidos y de cantidades económicas que se obtienen a la salida del sistema empresarial. Su real valor se diluye a lo largo de las cuatro dimensiones contenidas en la hipótesis alterna, cuando éstas son afectadas por el uso de la TI. Dicho valor se puede incrementar si se fortalece la forma como es utilizada por los usuarios directos e indirectos para generar riqueza con la información que provee.

Tomando en consideración los resultados de los índices de bondad de ajuste del modelo final, se concluye que no hay evidencia estadística concluyente para rechazar las siguientes hipótesis:

H2: **La diferencia de beneficios obtenida en el Medio Ambiente Externo**, está relacionada con las inversiones en Hardware, Software, Humanware, Netware y Supportware.

H4: **La diferencia de beneficios obtenida en la Organización de la Empresa**, está relacionada con las inversiones en Hardware, Software, Humanware, Netware y Supportware.

H5: **La diferencia de beneficios obtenida en la Retroalimentación y el control**, está relacionada con las inversiones en Hardware, Software, Humanware, Netware y Supportware.

H6: La diferencia de beneficios obtenida en los Resultados Empresariales, está relacionada con las inversiones en Hardware, Software, Humanware, Netware y Supportware.

La tercera conclusión es sobre las percepciones que tienen los ejecutivos acerca del valor de negocios de la TI. Consideran que sus inversiones en TI ***sí les han reportado beneficios*** *que no pueden cuantificar porque son principalmente intangibles.*

Esta conclusión se basa en el sondeo realizado sobre las expectativas *ex-ante* y *ex-post* de los ejecutivos para invertir en TI. De acuerdo con estos resultados, los directivos *esperaban un regular beneficio* de sus inversiones en TI. También se infiere que enfocaron sus expectativas sobre los beneficios que podrían obtener si invertían en TI para apoyar su organización interna más que para algún otro aspecto productivo de la organización. En teoría, buscaban asegurar su posición competitiva y comparativa e invirtieron principalmente como una medida estratégica de competencia más que como un mecanismo para generar mayores ingresos. No obstante, el análisis de los datos indica que la TI no está siendo utilizada con este propósito.

Si en sus orígenes, las primeras inversiones en TI fueron realizadas para apoyar las actividades no productivas, como contabilidad, recursos humanos y otras, y sus adquisiciones actuales de tecnología siguen siendo canalizadas para el apoyo de la organización y el control administrativos entonces los resultados corroboran la percepción única de beneficios intangibles de la TI en las actividades no productivas, por encima de cualquier beneficio tangible que se haya generado en las áreas productivas como operación y ventas.

Una cuarta conclusión es sobre las expectativas de beneficios obtenidas. Al realizar sus inversiones tenían en mente lograr diversas metas de productividad y mejoras en sus procesos de negocios. Estas expectativas fueron satisfechas en la misma medida aunque no llegaron a ser espectaculares. Si esperaban un neutral apoyo de la TI para analizar el entorno de negocios de su organización, obtuvieron más que un neutral apoyo; si esperaban un regular beneficio en la organización interna soportado por la TI, realmente tuvieron más que un regular beneficio. Esto significa que existe una correlación positiva entre el grado de sus expectativas ex-ante y el grado que obtuvieron de beneficios ex-post.

Evaluando los resultados obtenidos de forma general y conceptualizando a la empresa como un sistema de áreas interrelacionadas y afectadas por el uso de la TI, las empresas actualmente tienen más que regular beneficio de la tecnología en su organización interna y más que regular apoyo en el análisis de sus resultados empresariales.

Las demás mediciones indican más que regular apoyo de la TI para la dimensión de Resultados Empresariales, un regular soporte para la retroalimentación y el control y, finalmente, más que neutral apoyo para el medio ambiente de negocios.

Una quinta conclusión es sobre el tiempo que transcurre entre la inversión cuando se realiza por primera vez y la percepción de beneficios. Nominalmente transcurre menos de un año. Esto significa que son inversiones de las que se esperan beneficios en corto plazo.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

Desgraciadamente, los nuevos sistemas de información empresariales (como los ERP's, Datawarehouse's y otros proyectos de largo alcance) no pueden generar beneficios, así sean intangibles, en tan cortos plazos porque su implantación se realiza en más de un año.

La sexta conclusión es sobre la búsqueda de consistencia en la investigación al enfocarse en sólo un tipo específico de familia tecnológica, los AS/400 de IBM. Aunque de forma empírica se concluye que gran parte de la homogeneidad en los datos sobre las inversiones en Hardware y Software se debió a que las empresas han adquirido modelos casi idénticos, variando sólo en algunas capacidades como discos de almacenamiento, tarjetas controladoras y dispositivos adicionales. Algunos estudios sobre evaluación de tecnología de información han aplicado una medida rasa para todos los equipos sin considerar la familia tecnológica, las marcas, los modelos y las capacidades.

No obstante, se concluye que las investigaciones pueden verse mejoradas cuando se homogeniza la tecnología a una familia única de procesadores y de sistemas de cómputo. Así, también se ven beneficiadas otras medidas como los sueldos, salarios, las inversiones en capacitación y contratación de personal staff y consultores externos. El no hacerlo así, provoca que los datos recabados tengan un mayor sesgo.

Conclusiones sobre el problema de investigación

El problema planteado se originó de una pregunta elemental: *¿genera algún beneficio la adquisición de un recurso informático por parte de una empresa?* Formalmente quedó expresado de la siguiente manera:

¿Cómo analizar el valor de negocios que generan las diversas inversiones en Tecnología de Información similar realizadas por diferentes empresas mexicanas?

Diversos investigadores han propuesto varios métodos, modelos y teorías para analizar y medir el valor de negocios de la TI. Esta investigación también propone tanto una teoría como una metodología para analizar dicho valor. La teoría está sustentada en las hipótesis evaluadas y la metodología en la técnica SEM.

El modelo final indica que el valor de negocios se puede determinar considerando cuatro dimensiones. No obstante, es necesario desarrollar más investigaciones que utilicen como mínimo un tamaño de muestra mayor a cinco veces cada constructo. Además, los resultados estadísticos solo son indicativos de que el modelo se ajusta parcialmente a los datos muestrales. No indican que el modelo final sea el mejor. Por consiguiente, cualquier otro modelo podría haberse ajustado a los datos y generar otro tipo de conclusiones. Esto se debe a que hoy en día no se cuentan con herramientas estadísticas que apoyen la discriminación de modelos del tipo SEM.

Tomando en consideración la revisión hecha de la literatura especializada en el área de investigación, se documentaron los siguientes aspectos del valor de negocios de la TI:

i.- La Tecnología de Información está en constante evolución lo que impide circunscribir su valor a una determinada época, situación, empresa, aplicación e inclusive, familia tecnológica. Esto provoca que dicho valor sea elusivo.

ii.- Los sistemas de información y aplicaciones actuales que poseen las empresas también están sufriendo cambios y actualizaciones constantes. En nuestro País debido al dinamismo con que se expiden leyes, reglamentos y políticas para la regulación de las actividades empresariales, provoca que los sistemas tengan que ser modificados y adecuados a estas circunstancias. Esto provoca que los costos y las inversiones en TI sigan manteniéndose y, en ocasiones, que aumenten.

iii.- La revisión de la literatura indica que el éxito y fracaso en los sistemas de información se deben más a factores como planeación, presupuestación, implantación y humanos, que a la tecnología de información por sí misma. Entonces, el verdadero riesgo en una inversión en TI descansa principalmente en los aspectos estratégicos y las propuestas de negocios, que en la tecnología por sí misma.

iv.- La dificultad que se ha encontrado para medir el valor de negocios es porque está conformada de beneficios tanto intangibles como cuantificables. Que los beneficios cuantificables se pueden determinar a partir de la contabilidad, pero son los menos, mientras que los intangibles requieren del ponerse de acuerdo sobre las métricas necesarias para cuantificarlas.

v.- Por un lado, las técnicas cuantitativas tradicionales para la evaluación de la TI como retorno de la inversión, análisis costo-beneficio, retorno administrativo y demás, tienen el problema de que no pueden evaluar beneficios intangibles. Sus valoraciones se sustentan en ingresos, gastos e intereses generados a través de un determinado horizonte de planeación.

vi.- Por otro lado, las técnicas para evaluar los beneficios intangibles de la TI, como el análisis del valor, el método multi-objetivos multi-criterios, los factores críticos de éxito y otras más, aun no son definitivas ya que cada día surgen novedosas aportaciones.

Para lograr soluciones más precisas de cara al futuro, es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos:

a.- La definición de métricas estandarizadas para cada concepto que genere la TI.

b.- Estas métricas deben tener un consenso internacional, aceptadas para cualquier tipo de investigación y evaluación tanto técnica, como académica y comercial.

c.- Se requiere la determinación precisa de las dimensiones fundamentales que sustenten el valor de negocios de la TI. Aunque esta investigación concluye que son cuatro, se requiere trabajar en líneas precisas de investigación considerando, inicialmente, unos cuantos modelos causales y refinándolos de forma sucesiva.

d.- Es necesario el apoyo de las empresas para que se puedan recopilar datos más depurados y precisos. Para lograr esto, se les debe retroalimentar con algunas guías sobre los aspectos

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

relevantes que se deben registrar de sus inversiones en TI y sobre los beneficios intangibles que se pueden observar.

La conclusión fundamental es que la tecnología de información sí produce un determinado valor de negocios. Su análisis se realizó apoyándose en una metodología de ecuaciones estructurales y evaluada por medio del EQS los cuales indican que, estadísticamente, el problema de analizar el valor de negocios de la TI es identificable por medio de la definición de diversos constructos hipotéticos y variables observadas, ambos aplicados en dos modelos: de medición y de estructura.

Implicaciones de la teoría

Esta investigación sustentó a priori que el valor de negocios generado por la TI, derivado de las inversiones realizadas en las empresas mexicanas, se podía analizar mediante un modelo de medición y estructura. A través de este modelo se sustentaron diversas hipótesis que intentaron demostrar las relaciones causales entre diversos constructos hipotéticos, validadas de forma estadística, por medio de los datos muestrales recogidos con un cuestionario.

La teoría original sustentó cinco factores latentes, uno de ellos fue desechado. El modelo final establece diversas relaciones causales restringidas a cuatro factores latentes de segundo nivel y cinco factores dependientes de primer nivel. Estas restricciones indican que el ajuste del modelo se pudo deber a dos posibles causas: a lo limitado de la muestra o a que el modelo estaba erróneamente especificado.

Respecto de la primera causa, se acepta el hecho de los índices de bondad de ajuste están fuertemente influenciados por el tamaño de la muestra. No obstante, tampoco hay evidencias estadísticas para rechazar el modelo final. Se argumenta que un mayor número de casos deben convalidad los factores propuestos e inclusive, podría determinar la inclusión de nuevas variables dentro de un nuevo modelo reespecificado.

Acerca de la segunda posible causa, si se restringió el modelo original es porque así lo indicaron los índices de bondad de ajuste y porque también se consideraron trabajos de investigación alternos que habían encontrado la irrelevancia del factor desechado.

Las implicaciones que se pueden derivar del modelo final son:

Primero, no hay un sustento teórico para afirmar que el modelo final obtenido es el único ni el mejor. A lo más, se concluye que es una aportación que adecuadamente analiza el valor de negocios de la TI, a efecto de poder comprender su naturaleza multidimensional.

Segundo, es necesario realizar más investigaciones considerando modelos alternos en los que se incluyan diversos constructos que también aporten otra visión para la definición del concepto *Valor de Negocios de la TI.* En la literatura especializada se encuentran novedosas aportaciones que podrían evaluarse a la luz de la técnica SEM.

Tercero, los resultados indican que no se puede esperar un valor de negocios tangibles si las aportaciones de la TI se han enfocado principalmente al apoyo de las actividades no

productivas de las empresas, como la organización interna y la evaluación de los resultados empresariales.

Cuarto, al establecer a priori un modelo de análisis se sujeta al uso de técnicas que se apeguen a este hecho. De ahí que se haya utilizado el análisis factorial confirmatorio de SEM para estudiar la validez del modelo propuesto.

Quinto, se puede lograr mayor refinamiento en un modelo confirmatorio si previamente se realizan estudios factoriales exploratorios.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

Implicaciones de la teoría para las empresas y empresarios mexicanos

Primero, el reconocimiento de que las inversiones realizadas en TI obedecen más a diversos aspectos de estrategia empresarial que a la generación de beneficios directos.

Segundo, que si los directivos desean percibir beneficios más tangibles, deben reorientar sus inversiones en TI hacia los aspectos de producción y ventas, más que al soporte de las actividades no productivas.

Tercero, que la tecnología de información por si misma no es causa del éxito o fracaso de los sistemas de información. Son los usuarios directos e indirectos quienes tienen la posibilidad de aumentar o disminuir el valor que aporta la TI al desempeño organizacional.

Cuarto, en la medida de las expectativas que tengan los directivos sobre los beneficios que les aportará la TI, ese será el resultado que obtendrán después de su implementación. Esto no significa que un simple cambio de mentalidad sobre las expectativas hará que aumenten los resultados finales. Más bien, se requiere una mayor integración de su tecnología a sus procesos y de que sea utilizada efectiva e intensamente por los usuarios directos e indirectos.

Quinto, quienes deban tomar decisiones de inversión en TI en el futuro, pueden apoyarse en los resultados de esta investigación para que coloquen en la mesa de discusión el alcance real que esperan de la TI y diluciden los pasos que deben cubrir para que sus expectativas sean cubiertas en esa medida.

Sexto, tomando como base la descripción de la empresa vista como un sistema compuesto de varios subsistemas (ver Capítulo III), refleja un aspecto que, de forma intuitiva y sin un sustento metodológico, he percibido como Gerente también de Sistemas y como dirigente de una organización[51] que agrupa exclusivamente a Directores y Gerentes de Sistemas de diversas empresas: Se percibe un vacío de relación entre el negocio y el área de informática. Por un lado, la directiva proyecta sus estrategias organizacionales sin considerar la Tecnología de Información que posee o que requerirá para sus proyectos empresariales y, por el otro lado, los ejecutivos responsables de la TI proyectan sus requerimientos y aplicaciones basándose únicamente en su percepción de la evolución tecnológica y considerando poco lo que le puede servir efectivamente a la empresa de los nuevos avances en TI.

Limitaciones

Esta investigación se circunscribe a dar un sustento teórico del valor de negocios de la TI. No se buscó encontrar una regla de medición de dicho valor, ni aportar un modelo que indicara si las inversiones que han realizado los empresarios mexicanos han sido bien realizadas. Tampoco se intentó establecer una metodología que permitiera evaluar cuánto debían de tener de beneficios como retorno de sus inversiones en TI.

[51] Esta organización es la Asociación Mexicana de Usuarios de Sistemas Interactivos de Cómputo, A. C. o AMUSIC. Fundada en el año de 1986, en la ciudad de México a iniciativa de un grupo ejecutivos que ocupaban los puestos de Gerentes y Directores de Sistemas en diferentes empresas. Fui Presidente de la misma durante el periodo 2000-2003.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

El modelo final establece ciertas relaciones causales que describen la naturaleza multidimensional del valor de negocios de la TI. De este modelo sí se pueden derivar diversas investigaciones para analizar los puntos mencionados en el párrafo anterior. Pero, es necesario que este modelo se refine más y esto se logrará en la medida en que la información que provenga de las empresas esté más depurada y menos sujeta a la valoración subjetiva de los encuestados.

No obstante que se coincidió en los aspectos de estrategias de negocios y medio ambiente de la empresa con otras investigaciones, se requiere ajustar el modelo final a la realidad nacional considerando otros aspectos que actualmente influyen sobre los directivos para invertir en TI. Algunos factores pueden ser la economía del País, la competencia y los mercados globales, las nuevas relaciones tecnología-empresa como B2B, B2C, SCM, CRM, e-Commerce y los cambios tecnológicos en las telecomunicaciones inalámbricas.

Investigaciones posteriores

Una de las cuestiones más recurrentes de los empresarios sigue siendo la forma de cómo medir los beneficios y, por consiguiente, el valor de negocios que aporta la TI a sus procesos. Ya que las técnicas tradicionales no son aplicables para estos aspectos, entonces se requiere pensar en la formulación de nuevas técnicas valorativas que sustituyan a las que se desechan.

Entonces, las propuestas para ello son:

Primera propuesta de investigación futura: La revalidación del modelo final obtenido a la luz de nuevos casos y a la amplitud de los datos muestrales. Esto permitirá determinar si los índices de bondad de ajuste son correctos y que se puedan seguir aplicando las pruebas de multiplicadores de Lagrange y de Wald para efectuar las reespecificaciones necesarias del modelo.

Segunda propuesta de investigación futura: El desarrollar y proponer dos o tres modelos alternativos más que también se ajusten a los datos y que permitan reformular el valor de negocios de la TI para considerar diversos enfoques. Ya que no se cuentan con herramientas estadísticas para realizar contraste o discriminaciones entre modelos, entonces es necesario evaluar otras aportaciones para ir conformando y descubriendo el "*Modelo Real*".

Tercera propuesta de investigación futura: Si se cuenta con un modelo consistente, entonces es necesario realizar una recopilación de datos para validarlo, pero ahora considerando a otras empresas que no utilicen tecnología AS/400, sino de cualquier otro tipo, marcas, modelos y capacidades diferentes. Los resultados que se obtengan permitirán dimensionar qué tanto se sesga el modelo final cuando se evalúa con dos muestras de datos provenientes de dos poblaciones diversas.

Cuarta propuesta de investigación futura: Si se cuenta con un modelo consistente, entonces el siguiente paso será la determinación de métricas que se puedan estandarizar para evaluar, de forma cuantitativa, los diversos factores que intervienen en la TI. Esto implica la definición internacional de métricas para los beneficios intangibles directos e indirectos.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

Quinta propuesta de investigación futura: Dada la naturaleza multidimensional del valor de negocios de la TI es necesario que las investigaciones futuras utilicen una combinación de diversas técnicas tanto suaves, del tipo Delphi (Ramírez, 1977), cuestionarios y TKJ (Lara, 1977), como duras del tipo Jerarquización Analítica (Saaty, 1980) para la obtención de datos provenientes de diversas empresas con el propósito de obtener conclusiones más depuradas.

Sexta propuesta de investigación futura: Siguiendo la línea de los modelos de ecuaciones estructurales, se pueden replantear estas investigaciones considerando la evolución de la empresa en el tiempo y estudiar las aportaciones de la TI por medio de un *modelo de cambio latente*. Así, se podrían analizar patrones de comportamiento como: crecimiento, declinación o ambos; que posibilite el examinar las diferencias que se generen entre patrones de cambio económico, u otras características individuales, entre diferentes intervalos de tiempo.

Sustentar una teoría como la desarrollada en esta tesis en donde se analiza el valor de negocios que han generado las inversiones en TI a partir de datos empíricos requiere algo más que un tratamiento estadístico, como el basado en los modelos de ecuaciones estructurales (SEM).

El carácter elusivo que posee el concepto ***valor de negocios***, reforzó la necesidad de utilizar SEM como una herramienta viable para el estudio de las relaciones causales sobre datos recopilados de forma no experimental. No obstante que SEM ofrece un gran apoyo, los modelos que se evalúan nunca podrán probar la causalidad definitiva, sólo ayudan a escoger aquellas hipótesis que son más relevantes y acordes tanto con los postulados teóricos que se establecen, como con los datos de la muestra obtenida de la realidad nacional; y guían la eliminación de aquellas hipótesis que no tienen el sustento empírico. A esto se le llama ***Principio de la falsación***, que corresponde al "*modus tollens*" definido por la lógica proposicional (Batista y Coenders, 2000)

De acuerdo con esta lógica, una hipótesis se rechaza si en la realidad no se observa la consecuencia que se derivaría de ella. Por consiguiente, las teorías causales son susceptibles de ser estadísticamente rechazadas si se contradicen con los datos, es decir, con las covarianzas o correlaciones entre variables. En cambio, las teorías no pueden ser confirmadas estadísticamente.

Las reflexiones anteriores van encaminadas al hecho de que, no obstante haber llegado a un *modelo final*, siempre queda la inquietud de saber qué tan cerca se está del *modelo verdadero*. Y, sobre todo, qué tan veraz se esta midiendo un valor de negocios generado por la TI que es elusivo, multidimensional, cambiante en el tiempo, evolutivo e intangible.

Personalmente, considero que se está en el umbral de un campo muy amplio de investigación que requerirá de mayores esfuerzos de análisis, síntesis, intercambio de experiencias e información para poder llegar a conclusiones prácticas que beneficien aun más la toma de decisiones empresariales.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

Palabras finales

A lo largo de la presente disertación se ha mencionado en innumerable veces el concepto ***valor de negocios***. Pero, ¿qué es más valioso, lo que mueve o lo que es movido? Muchos filósofos han meditado sobre la dualidad *espíritu-materia*. Una versión contemporánea de este dilema es la dualidad *persona-tecnología*.

Las empresas conseguirán poseer grandes activos en TI, pero sólo podrán generar valor de negocios en la medida en que las personas que la utilicen puedan, sepan y quieran explotar todas sus capacidades de procesamiento de datos para generar información relevante y, consecuentemente, mayor conocimiento. Esto me lleva a una última reflexión sobre lo que representan tales esfuerzos de investigación como estudiante, como empresario, como académico y como miembro de una sociedad dinámica y cambiante; y su relación con nuestro País.

El destino de la Patria nos pertenece. En esta época tenemos la inmensa oportunidad de decidir la nación que deseamos. Nos enfrentamos a los retos económicos, políticos, sociales, culturales y académicos más decisivos de la historia de México en el naciente siglo.

La flama de la esperanza está ahora en nuestras manos, en una generación que también cree en la democracia, en el trabajo productivo, en la solidaridad y en el bien común; y que no permitirá el deterioro de la libertad y la justicia que todos en esta Nación reclaman y hoy, más que nunca, comprometida. Tenemos mucho trabajo que realizar y poco tiempo para lograrlo. Por encima de nuestros deseos y aspiraciones personales están las esperanzas de todo un pueblo depositadas en sus instituciones académicas, como el ITESM.

La riqueza de nuestra Nación no se funda en su extensión territorial, ni en lo material que contiene, ni en su petróleo, ni en sus recursos naturales o marítimos. Así como el valor de una empresa no está en sus activos ni en sus procesos o tecnología. Está dentro de cada uno de nosotros, dentro de cada hombre y mujer que habita nuestro País, dentro de cada obrero y ejecutivo de cualquier nivel, cuando comprendamos que es más valioso el dar que el pedir, el hacer más con menos. Esto es lo que da sentido y sustento tanto a la riqueza nacional como al valor de una empresa.

Hoy más que nunca, en nuestras manos se encuentra el éxito final o el fracaso de nuestras causas comunes. Nosotros tenemos la decisión final.

Si creemos posible la salvación de nuestras penurias nacionales entonces, levantémonos y cristalicemos nuestros esfuerzos y nuestras luchas en acciones permanentes de adelanto, prestos para conquistar la República verdadera con la pasión que tenemos por el progreso y con nuestros hábitos de estudio y trabajo con que sabremos sostenerla.

Que la energía espiritual que nos anima, la fe en nuestras convicciones, la mística de lucha que nos impulsa y la visión compartida de un porvenir mejor, ilumine nuestros pensamientos y nuestras acciones para que su resplandor guíe e ilumine a México.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

Anexo 1

Resultados del EQS para el Modelo

```
EQS, A STRUCTURAL EQUATION PROGRAM          MULTIVARIATE SOFTWARE, INC.
COPYRIGHT BY P.M. BENTLER                   VERSION 5.7b (C) 1985 - 1998.
                                            10/29/03       PAGE :  1


   PROGRAM CONTROL INFORMATION

    1  /TITLE
    2  Model created by EQS 5.7b -- C:\PEDRO\MODELO1.EDS
    3  /SPECIFICATIONS
    4   DATA='C:\PEDRO\DATOS.ESS';
    5   VARIABLES= 62; CASES=   15;
    6   METHODS=ML;
    7   MATRIX=RAW;
    8  /LABELS
    9  V1=V1; V2=V2; V3=V3; V4=V4; V5=V5;
   10  V6=V6; V7=V7; V8=V8; V9=V9; V10=V10;
   11  V11=V11; V12=V12; V13=V13; V14=V14; V15=V15;
   12  V16=V16; V17=V17; V18=V18; V19=V19; V20=V20;
   13  V21=V21; V22=V22; V23=V23; V24=V24; V25=V25;
   14  V26=V26; V27=V27; V28=V28; V29=V29; V30=V30;
   15  V31=V31; V32=V32; V33=V33; V34=V34; V35=V35;
   16  V36=V36; V37=V37; V38=V38; V39=V39; V40=V40;
   17  V41=V41; V42=V42; V43=V43; V44=V44; V45=V45;
   18  V46=V46; V47=V47; V48=V48; V49=V49; V50=V50;
   19  V51=V51; V52=V52; V53=V53; V54=V54; V55=V55;
   20  V56=V56; V57=V57; V58=V58; V59=V59; V60=V60;
   21  V61=V61; V62=V62;
   22  /EQUATIONS
   23  V1 =  + *F1  + 1E1;
   24  V2 =  + *F2  + 1E2;
   25  V3 =  + 1F3  + 1E3;
   26  V4 =  + *F3  + 1E4;
   27  V5 =  + *F3  + 1E5;
   28  V6 =  + *F4  + 1E6;
   29  V7 =  + 1F5  + 1E7;
   30  V8 =  + *F5  + 1E8;
   31  V9 =  + *F5  + 1E9;
   32  V10 =  + 1F6  + 1E10;
   33  V12 =  + *F6  + 1E12;
   34  V13 =  + *F6  + 1E13;
   35  V14 =  + *F6  + 1E14;
   36  V15 =  + *F6  + 1E15;
   37  V16 =  + *F6  + 1E16;
   38  V17 =  + *F6  + 1E17;
   39  V18 =  + *F6  + 1E18;
   40  V26 =  + *F8  + 1E26;
   41  V27 =  + *F8  + 1E27;
   42  V28 =  + *F8  + 1E28;
   43  V29 =  + *F8  + 1E29;
   44  V30 =  + *F8  + 1E30;
   45  V33 =  + 1F8  + 1E33;
   46  V34 =  + *F9  + 1E34;
   47  V35 =  + *F9  + 1E35;
   48  V39 =  + 1F9  + 1E39;
   49  V44 =  + *F10  + 1E44;
   50  V46 =  + *F10  + 1E46;
   51  V49 =  + *F10  + 1E49;
   52  V51 =  + 1F10  + 1E51;
```

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

```
TITLE:   Model created by EQS 5.7b --      C:\PEDRO\MODELO1.EDS
Serial #: E5722771838771                   10/29/03       PAGE :  2
EQS/EM386 Licensee: Pedro Flores Jiménez

  53  F1 =  + *F6  + *F8  + *F9  + *F10  + 1D1;
  54  F2 =  + *F6  + *F8  + *F9  + *F10  + 1D2;
  55  F3 =  + *F6  + *F8  + *F9  + *F10  + 1D3;
  56  F4 =  + *F6  + *F8  + *F9  + *F10  + 1D4;
  57  F5 =  + *F6  + *F8  + *F9  + *F10  + 1D5;
  58  F6 =  + *F11  + 1D6;
  59  F8 =  + *F11  + 1D8;
  60  F9 =  + *F11  + 1D9;
  61  F10 =  + *F11  + 1D10;
  62  /VARIANCES
  63  F11 = 1.00;
  64  E1  to E10 = *;
  65  E12 to E18 = *;
  66  E26 to E30 = *;
  67  E33 to E35 = *;
  68  E39, E44, E46, E49, E51 = *;
  69  D1 to D6 = *;
  70  D8 to D10 = *;
  71  /COVARIANCES
  72  /LMTEST
  73   PROCESS=SEQUENTIAL;
  74   SET=PVV,PFV,PFF,PDD,GVV,GVF,GFV,GFF,BVF,BFF;
  75  /WTEST
  76   PVAL=0.05;
  77   PRIORITY=ZERO;
  78  /PRINT
  79    covariance=yes; correlation=yes;
  80   digit=3;
  81   linesize =80;
  82   fit=all;
  83  /OUTPUT
  84   parameters;
  85   standard errors;
  86   listing;
  87   data='EQSOUT&.ETS';
  88  /END


     88 RECORDS OF INPUT MODEL FILE WERE READ


   DATA IS READ FROM C:\PEDRO\DATOS.ESS
   THERE ARE  62 VARIABLES AND    15 CASES
   IT IS A RAW DATA ESS FILE

MATRIX RAWDAT_W MAY BE SINGULAR.  TOLERANCE =   0.000000E+00
```

TITLE: Model created by EQS 5.7b -- C:\PEDRO\MODELO1.EDS
Serial #: E5722771838771 10/29/03 PAGE : 3
EQS/EM386 Licensee: Pedro Flores Jiménez

SAMPLE STATISTICS BASED ON COMPLETE CASES

UNIVARIATE STATISTICS

VARIABLE	V1	V2	V3	V4	V5
MEAN	6.2000	3.2000	1.4000	2.5333	6.2667
SKEWNESS (G1)	-1.2836	0.7252	3.4744	1.1958	-2.0738
KURTOSIS (G2)	-0.0562	-1.0711	10.0714	0.0465	2.4220
STANDARD DEV.	1.4243	2.3361	1.5492	2.1668	1.7512

VARIABLE	V6	V7	V8	V9	V10
MEAN	1.5333	1.4000	1.8667	1.4667	5.2000
SKEWNESS (G1)	1.6335	1.2625	1.1372	1.1974	-0.8335
KURTOSIS (G2)	1.6414	0.5051	-0.1076	-0.0473	-0.6181
STANDARD DEV.	0.9155	0.6325	1.3558	0.7432	1.0142

VARIABLE	V12	V13	V14	V15	V16
MEAN	4.4667	5.1333	5.2000	2.6667	3.7333
SKEWNESS (G1)	-1.2429	-0.5238	-1.1094	0.8675	-0.4342
KURTOSIS (G2)	0.6600	-0.3104	0.7871	-0.7820	-1.1966
STANDARD DEV.	1.5976	1.4573	1.6562	2.1269	1.7915

VARIABLE	V17	V18	V26	V27	V28
MEAN	3.8000	3.9333	5.6667	5.6667	5.5333
SKEWNESS (G1)	0.1773	-0.0312	-0.9183	-1.1684	-0.8346
KURTOSIS (G2)	-1.3587	-1.2595	0.4172	1.1181	0.4313
STANDARD DEV.	2.1112	2.2509	1.1127	1.3973	1.0601

VARIABLE	V29	V30	V33	V34	V35
MEAN	4.8667	4.6667	4.8667	5.2000	5.4667
SKEWNESS (G1)	-0.8366	-1.1286	-1.0675	-0.5234	-0.6548
KURTOSIS (G2)	-0.2236	1.0912	0.9672	-0.9707	0.2374
STANDARD DEV.	1.7674	1.4960	1.5055	1.6562	1.0601

VARIABLE	V39	V44	V46	V49	V51
MEAN	4.1333	4.6000	4.2000	4.8667	4.5333
SKEWNESS (G1)	-0.2324	-0.6513	-0.3281	-0.2352	-0.5860
KURTOSIS (G2)	-0.7011	-0.5775	-0.5801	-0.4977	0.2522
STANDARD DEV.	1.5055	1.7238	1.6562	1.4075	1.5055

MULTIVARIATE KURTOSIS

MARDIA'S COEFFICIENT (G2,P) = 5894.7615
NORMALIZED ESTIMATE = 260.5141

ELLIPTICAL THEORY KURTOSIS ESTIMATES

MARDIA-BASED KAPPA = 6.1404 MEAN SCALED UNIVARIATE KURTOSIS = 0.1143
MARDIA-BASED KAPPA IS USED IN COMPUTATION. KAPPA= 6.1404

CASE NUMBERS WITH LARGEST CONTRIBUTION TO NORMALIZED MULTIVARIATE KURTOSIS:

CASE NUMBER	3	9	11	12	13
ESTIMATE	217.2845	604.2777	84.6061	197.5252	2807.6670

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

TITLE: Model created by EQS 5.7b -- C:\PEDRO\MODELO1.EDS
Serial #: E5722771838771 10/29/03 PAGE : 4
EQS/EM386 Licensee: Pedro Flores Jiménez

COVARIANCE MATRIX TO BE ANALYZED: 30 VARIABLES (SELECTED FROM 62 VARIABLES)
BASED ON 15 CASES.

		V1	V2	V3	V4	V5
		V 1	V 2	V 3	V 4	V 5
V1	V 1	2.029				
V2	V 2	1.100	5.457			
V3	V 3	-0.943	-0.514	2.400		
V4	V 4	-0.543	0.529	-0.657	4.695	
V5	V 5	-0.629	-1.557	0.314	0.490	3.067
V6	V 6	0.243	0.457	-0.229	0.552	0.348
V7	V 7	0.200	0.629	-0.171	0.200	-0.186
V8	V 8	0.743	1.100	-0.371	0.576	-0.033
V9	V 9	-0.386	-0.029	0.229	0.733	0.367
V10	V 10	0.100	0.243	0.343	-0.114	-0.129
V12	V 12	-0.671	0.043	0.657	-0.124	0.652
V13	V 13	0.114	0.971	0.800	-0.219	-0.538
V14	V 14	0.243	1.243	0.343	-0.971	-0.629
V15	V 15	0.286	1.571	-0.714	-1.452	-0.905
V16	V 16	0.914	-0.229	-1.171	-1.348	-1.138
V17	V 17	-0.100	-0.814	0.943	-1.171	1.057
V18	V 18	1.943	0.014	-1.257	-0.819	0.662
V26	V 26	0.000	1.000	0.571	-0.524	-0.262
V27	V 27	0.286	1.071	0.571	-0.881	-0.262
V28	V 28	0.100	1.029	0.629	-0.876	-0.010
V29	V 29	-0.400	1.743	0.914	0.576	-0.462
V30	V 30	-0.500	1.286	0.571	-0.738	-0.405
V33	V 33	-0.043	1.314	0.486	0.148	0.181
V34	V 34	0.386	1.457	0.771	-0.757	-0.629
V35	V 35	-0.171	0.686	0.657	-0.767	-0.419
V39	V 39	-0.029	1.186	-0.486	-0.719	-0.038
V44	V 44	-0.700	0.229	0.600	-0.486	-0.171
V46	V 46	-1.043	-1.614	0.771	-0.257	0.300
V49	V 49	-0.400	0.886	0.914	1.005	-0.390
V51	V 51	-0.186	1.243	0.200	-0.090	-0.081

		V6	V7	V8	V9	V10
		V 6	V 7	V 8	V 9	V 10
V6	V 6	0.838				
V7	V 7	0.057	0.400			
V8	V 8	0.719	0.057	1.838		
V9	V 9	0.019	0.157	-0.005	0.552	
V10	V 10	0.243	-0.229	0.171	0.043	1.029
V12	V 12	-0.624	0.229	-0.648	0.267	-0.100
V13	V 13	-0.433	-0.343	0.162	-0.352	0.329
V14	V 14	0.243	-0.157	0.457	-0.600	0.243
V15	V 15	-0.452	-0.071	0.595	-0.405	-0.214
V16	V 16	-0.562	-0.171	0.676	-0.438	-0.371
V17	V 17	-0.814	-0.200	0.471	0.100	-0.314
V18	V 18	0.395	0.171	1.205	-0.324	-0.343
V26	V 26	0.190	-0.143	0.024	-0.048	0.786
V27	V 27	-0.024	-0.214	-0.333	-0.190	1.071
V28	V 28	0.195	-0.086	0.148	0.019	0.671
V29	V 29	-0.495	0.057	-0.305	0.281	0.386
V30	V 30	-0.667	0.143	-1.119	-0.119	0.143
V33	V 33	-0.567	0.057	-0.448	-0.005	0.171
V34	V 34	-0.614	-0.014	-0.543	-0.100	0.743
V35	V 35	-0.338	-0.129	-0.648	-0.090	0.543
V39	V 39	-0.648	0.229	-0.481	0.005	0.043
V44	V 44	-0.914	-0.471	-0.771	-0.086	0.800
V46	V 46	-1.114	-0.443	-1.257	0.114	0.314
V49	V 49	-0.352	0.057	-0.376	0.495	0.671
V51	V 51	-0.519	0.271	-0.852	0.233	0.243

		V12	V13	V14	V15	V16
		V 12	V 13	V 14	V 15	V 16
V12	V 12	2.552				
V13	V 13	0.719	2.124			

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

V14	V 14	0.543	1.543	2.743		
V15	V 15	1.167	1.190	1.500	4.524	
V16	V 16	-0.510	0.538	0.700	1.833	3.210
V17	V 17	1.529	1.386	1.043	1.143	1.800
V18	V 18	0.390	0.438	1.657	1.333	2.052
V26	V 26	-0.190	0.333	0.500	0.024	-0.452
V27	V 27	0.238	0.690	0.571	0.167	-0.595
V28	V 28	-0.124	0.210	0.243	0.333	-0.490
V29	V 29	0.781	0.876	-0.400	1.095	-0.967
V30	V 30	1.381	0.762	0.500	0.952	-0.667
V33	V 33	1.210	1.019	0.386	0.595	-0.324
V34	V 34	0.757	1.043	0.314	0.214	-0.229
V35	V 35	0.267	0.505	0.186	0.095	-0.438
V39	V 39	1.076	0.338	0.114	1.333	0.610
V44	V 44	0.914	1.271	0.014	0.714	0.100
V46	V 46	1.043	0.757	-0.329	-0.429	0.271
V49	V 49	0.995	0.876	0.100	0.024	-0.752
V51	V 51	1.805	0.710	0.743	0.690	-0.348

		V17	V18	V26	V27	V28
		V 17	V 18	V 26	V 27	V 28
V17	V 17	4.457				
V18	V 18	2.200	5.067			
V26	V 26	-0.214	-0.738	1.238		
V27	V 27	-0.214	-0.667	1.381	1.952	
V28	V 28	-0.171	-0.605	1.048	1.190	1.124
V29	V 29	-0.243	-2.081	0.952	1.238	1.005
V30	V 30	0.071	-1.238	0.738	1.238	0.619
V33	V 33	1.114	-0.438	0.810	1.238	0.576
V34	V 34	0.686	-0.843	1.286	1.929	1.029
V35	V 35	-0.114	-1.181	0.952	1.310	0.805
V39	V 39	0.886	-0.062	0.476	0.833	0.424
V44	V 44	0.843	-1.671	0.857	1.500	0.657
V46	V 46	1.543	-1.129	0.214	0.643	-0.114
V49	V 49	0.329	-0.938	0.738	1.024	0.505
V51	V 51	0.829	0.252	0.476	0.976	0.267

		V29	V30	V33	V34	V35
		V 29	V 30	V 33	V 34	V 35
V29	V 29	3.124				
V30	V 30	1.738	2.238			
V33	V 33	1.838	1.738	2.267		
V34	V 34	1.886	1.786	2.100	2.743	
V35	V 35	1.210	1.238	1.067	1.543	1.124
V39	V 39	1.162	1.619	1.590	1.471	0.790
V44	V 44	1.729	1.643	1.657	2.014	1.343
V46	V 46	0.600	1.000	1.171	1.314	0.829
V49	V 49	1.767	1.095	1.338	1.529	0.852
V51	V 51	0.933	1.690	1.576	1.529	0.805

		V39	V44	V46	V49	V51
		V 39	V 44	V 46	V 49	V 51
V39	V 39	2.267				
V44	V 44	1.557	2.971			
V46	V 46	0.971	2.229	2.743		
V49	V 49	0.662	1.300	1.029	1.981	
V51	V 51	1.495	1.157	1.029	1.362	2.267

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

```
 BENTLER-WEEKS STRUCTURAL REPRESENTATION:

       NUMBER OF DEPENDENT VARIABLES = 39
           DEPENDENT V'S :     1    2    3    4    5    6    7    8    9   10
           DEPENDENT V'S :    12   13   14   15   16   17   18   26   27   28
           DEPENDENT V'S :    29   30   33   34   35   39   44   46   49   51
           DEPENDENT F'S :     1    2    3    4    5    6    8    9   10

       NUMBER OF INDEPENDENT VARIABLES = 40
           INDEPENDENT F'S :    11
           INDEPENDENT E'S :     1    2    3    4    5    6    7    8    9   10
           INDEPENDENT E'S :    12   13   14   15   16   17   18   26   27   28
           INDEPENDENT E'S :    29   30   33   34   35   39   44   46   49   51
           INDEPENDENT D'S :     1    2    3    4    5    6    8    9   10

       NUMBER OF FREE PARAMETERS =  87
       NUMBER OF FIXED NONZERO PARAMETERS =  46


 3RD STAGE OF COMPUTATION REQUIRED     58475 WORDS OF MEMORY.
 PROGRAM ALLOCATED    100000 WORDS

MATRIX S_MATRIX MAY BE SINGULAR.  TOLERANCE =   0.000000E+00

 DETERMINANT OF INPUT MATRIX IS   0.93527E-13
```

```
TITLE:   Model created by EQS 5.7b --      C:\PEDRO\MODELO1.EDS
Serial #: E5722771838771                   10/29/03       PAGE :  5
EQS/EM386 Licensee: Pedro Flores Jiménez


MAXIMUM LIKELIHOOD SOLUTION (NORMAL DISTRIBUTION THEORY)


FOLLOWING TECHNICAL INFORMATION HAS BEEN STORED IN EQSOUT&.ETS


        PARAMETERS TO BE PRINTED ARE:

 E1,E1     E2,E2     E3,E3     E4,E4     E5,E5     E6,E6     E7,E7     E8,E8
 E9,E9    E10,E10   E12,E12   E13,E13   E14,E14   E15,E15   E16,E16   E17,E17
E18,E18   E26,E26   E27,E27   E28,E28   E29,E29   E30,E30   E33,E33   E34,E34
E35,E35   E39,E39   E44,E44   E46,E46   E49,E49   E51,E51    D1,D1     D2,D2
 D3,D3     D4,D4     D5,D5     D6,D6     D8,D8     D9,D9    D10,D10    F6,F11
 F8,F11    F9,F11   F10,F11    V1,F1     V2,F2     V4,F3     V5,F3     V6,F4
 V8,F5     V9,F5    V12,F6    V13,F6    V14,F6    V15,F6    V16,F6    V17,F6
V18,F6    V26,F8    V27,F8    V28,F8    V29,F8    V30,F8    V34,F9    V35,F9
V44,F10   V46,F10   V49,F10    F1,F6     F1,F8     F1,F9    F1,F10     F2,F6
 F2,F8     F2,F9     F2,F10    F3,F6     F3,F8     F3,F9     F3,F10    F4,F6
 F4,F8     F4,F9     F4,F10    F5,F6     F5,F8     F5,F9     F5,F10

        NOTE: SAMPLE COVARIANCE MATRIX AND RESIDUAL MATRIX IN THIS
              TECHNICAL OUTPUT HAVE BEEN ARRANGED IN THE SEQUENCE
              OF ALL DEPENDENT VARIABLES FOLLOWED BY ALL INDEPENDENT
              VARIABLES


            19 ELEMENTS OF MODEL STATISTICS, THEY ARE:

                  ESTIMATION METHOD (LS,GLS,ML,ELS,EGLS,ERLS,AGLS)
                  CONDITION CODE (0 FOR NORMAL CONDITION)
                  CONVERGENCE (0 FOR MODEL CONVERGED)
                  NULL MODEL CHI-SQUARE
                  MODEL CHI-SQUARE
                  DEGREES OF FREEDOM
                  PROBABILITY LEVEL
                  BENTLER-BONETT     NORMED FIT INDEX
                  BENTLER-BONETT NON-NORMED FIT INDEX
                  COMPARATIVE FIT INDEX
                  LISREL GFI
                  LISREL AGFI
                  ROOT MEAN-SQUARE RESIDUAL
                  STANDARDIZED ROOT MEAN-SQUARE RESIDUAL
                  ROOT MEAN-SQUARE ERROR OF APPROXIMATION (RMSEA)
                  CONFIDENCE INTERVAL FOR RMSEA (LOWER BOUND)
                  CONFIDENCE INTERVAL FOR RMSEA (UPPER BOUND)
                  NUMBER OF ITERATIONS FOR CONVERGENCE
                  NUMBER OF FIXED MEASURED VARIABLES

            87 ELEMENTS OF PARAMETER ESTIMATES
            87 ELEMENTS OF STANDARD ERRORS
             5 LINES OF INFORMATION FOR DEPENDENT VARIABLES
             5 LINES OF INFORMATION FOR INDEPENDENT VARIABLES

        OUTPUT FORMAT FOR INFORMATION SECTION IS: (8E16.8)

        TOTAL NUMBER OF LINES PER SET OF INFORMATION IS:     33

MATRIX GFI-ML   MAY NOT BE POSITIVE DEFINITE.
```

```
TITLE:   Model created by EQS 5.7b --      C:\PEDRO\MODELO1.EDS
Serial #: E5722771838771                   10/29/03       PAGE :  6
EQS/EM386 Licensee: Pedro Flores Jiménez


MAXIMUM LIKELIHOOD SOLUTION (NORMAL DISTRIBUTION THEORY)

PARAMETER         CONDITION CODE
  E2,E2           LINEARLY DEPENDENT ON OTHER PARAMETERS
  E3,E3           CONSTRAINED AT LOWER BOUND
  E6,E6           CONSTRAINED AT LOWER BOUND
  E9,E9           CONSTRAINED AT LOWER BOUND
 E35,E35          CONSTRAINED AT LOWER BOUND
  D1,D1           CONSTRAINED AT LOWER BOUND
  D4,D4           CONSTRAINED AT LOWER BOUND
  D9,D9           CONSTRAINED AT LOWER BOUND
  V2,F2           LINEARLY DEPENDENT ON OTHER PARAMETERS
 V15,F6           LINEARLY DEPENDENT ON OTHER PARAMETERS
  F1,F6           LINEARLY DEPENDENT ON OTHER PARAMETERS
  F4,F8           LINEARLY DEPENDENT ON OTHER PARAMETERS
  E2,E2           VARIANCE OF PARAMETER ESTIMATE IS SET TO ZERO.
  D1,D1           VARIANCE OF PARAMETER ESTIMATE IS SET TO ZERO.
  V2,F2           VARIANCE OF PARAMETER ESTIMATE IS SET TO ZERO.
  F1,F6           VARIANCE OF PARAMETER ESTIMATE IS SET TO ZERO.
```

```
TITLE:   Model created by EQS 5.7b --      C:\PEDRO\MODELO1.EDS
Serial #: E5722771838771                   10/29/03       PAGE :  7
EQS/EM386 Licensee: Pedro Flores Jiménez
```

RESIDUAL COVARIANCE MATRIX (S-SIGMA) :

		V1	V2	V3	V4	V5
V1	V 1	-0.167				
V2	V 2	0.351	0.156			
V3	V 3	-0.205	-0.521	-0.064		
V4	V 4	-0.745	0.530	0.017	-0.005	
V5	V 5	-0.532	-1.558	-0.008	0.579	-0.001
V6	V 6	0.177	0.185	-0.083	0.513	0.367
V7	V 7	0.361	0.733	-0.245	0.220	-0.195
V8	V 8	0.738	1.097	-0.369	0.576	-0.033
V9	V 9	0.182	0.340	-0.030	0.804	0.333
V10	V 10	0.099	0.243	0.343	-0.114	-0.128
V12	V 12	-0.836	0.002	0.773	-0.156	0.668
V13	V 13	-0.338	0.859	1.119	-0.306	-0.496
V14	V 14	-0.264	1.117	0.700	-1.069	-0.582
V15	V 15	-0.707	1.325	-0.015	-1.644	-0.813
V16	V 16	-0.316	-0.534	-0.305	-1.585	-1.025
V17	V 17	-1.150	-1.075	1.683	-1.374	1.154
V18	V 18	0.592	-0.321	-0.306	-1.080	0.787
V26	V 26	0.080	0.058	-0.017	-0.363	-0.339
V27	V 27	0.386	-0.111	-0.167	-0.679	-0.359
V28	V 28	0.168	0.222	0.125	-0.738	-0.075
V29	V 29	-0.328	0.896	0.385	0.721	-0.531
V30	V 30	-0.433	0.497	0.079	-0.603	-0.469
V33	V 33	0.023	0.543	0.004	0.279	0.118
V34	V 34	0.621	0.516	-0.131	-0.510	-0.747
V35	V 35	0.000	0.000	0.000	-0.587	-0.505
V39	V 39	0.092	0.703	-0.948	-0.592	-0.099
V44	V 44	0.180	0.051	-0.462	-0.195	-0.310
V46	V 46	-0.269	-1.771	-0.163	-0.001	0.178
V49	V 49	0.195	0.766	0.196	1.201	-0.484
V51	V 51	0.349	1.135	-0.446	0.086	-0.166

		V6	V7	V8	V9	V10
V6	V 6	0.113				
V7	V 7	0.024	-0.007			
V8	V 8	0.720	0.059	0.000		
V9	V 9	-0.096	-0.026	0.001	-0.091	
V10	V 10	0.243	-0.228	0.171	0.043	0.000
V12	V 12	-0.579	0.246	-0.648	0.329	-0.100
V13	V 13	-0.310	-0.294	0.160	-0.181	0.328
V14	V 14	0.380	-0.103	0.455	-0.408	0.242
V15	V 15	-0.183	0.035	0.592	-0.029	-0.216
V16	V 16	-0.228	-0.039	0.672	0.028	-0.373
V17	V 17	-0.529	-0.087	0.468	0.498	-0.316
V18	V 18	0.762	0.317	1.200	0.188	-0.345
V26	V 26	0.164	-0.135	0.024	-0.019	0.786
V27	V 27	-0.057	-0.204	-0.334	-0.155	1.072
V28	V 28	0.173	-0.079	0.147	0.043	0.672
V29	V 29	-0.519	0.064	-0.305	0.306	0.386
V30	V 30	-0.689	0.150	-1.119	-0.095	0.143
V33	V 33	-0.588	0.064	-0.448	0.018	0.172
V34	V 34	-0.150	0.021	-0.544	0.024	0.743
V35	V 35	0.000	-0.103	-0.648	0.000	0.543
V39	V 39	-0.410	0.247	-0.482	0.068	0.043
V44	V 44	-0.329	-0.558	-0.769	-0.392	0.800
V46	V 46	-0.599	-0.519	-1.255	-0.155	0.315
V49	V 49	0.043	-0.002	-0.374	0.288	0.672
V51	V 51	-0.163	0.218	-0.851	0.047	0.243

		V12	V13	V14	V15	V16
V12	V 12	0.000				
V13	V 13	0.612	0.000			
V14	V 14	0.423	1.214	0.000		
V15	V 15	0.932	0.546	0.779	0.000	
V16	V 16	-0.800	-0.260	-0.194	0.082	0.000
V17	V 17	1.280	0.704	0.280	-0.353	-0.054
V18	V 18	0.071	-0.439	0.676	-0.590	-0.332
V26	V 26	-0.143	0.462	0.645	0.307	-0.101
V27	V 27	0.297	0.853	0.753	0.522	-0.155
V28	V 28	-0.084	0.320	0.367	0.576	-0.190

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

V29	V 29	0.823	0.992	-0.270	1.350	-0.651
V30	V 30	1.420	0.870	0.621	1.189	-0.373
V33	V 33	1.248	1.125	0.504	0.827	-0.036
V34	V 34	0.829	1.240	0.535	0.646	0.307
V35	V 35	0.319	0.648	0.346	0.410	-0.048
V39	V 39	1.113	0.439	0.227	1.555	0.884
V44	V 44	0.971	1.427	0.189	1.056	0.523
V46	V 46	1.093	0.894	-0.175	-0.128	0.644
V49	V 49	1.034	0.981	0.218	0.255	-0.466
V51	V 51	1.839	0.804	0.849	0.898	-0.090

		V17	V18	V26	V27	V28
V17	V 17	0.000				
V18	V 18	0.164	0.000			
V26	V 26	0.085	-0.353	0.000		
V27	V 27	0.162	-0.183	-0.054	0.000	
V28	V 28	0.085	-0.275	0.069	-0.038	0.000
V29	V 29	0.027	-1.734	-0.075	-0.052	0.125
V30	V 30	0.322	-0.915	-0.218	0.037	-0.200
V33	V 33	1.360	-0.122	-0.126	0.063	-0.225
V34	V 34	1.143	-0.255	-0.103	0.185	-0.160
V35	V 35	0.219	-0.753	-0.059	0.040	-0.061
V39	V 39	1.120	0.239	-0.235	-0.060	-0.185
V44	V 44	1.204	-1.207	-0.241	0.122	-0.283
V46	V 46	1.861	-0.720	-0.752	-0.570	-0.941
V49	V 49	0.573	-0.624	-0.004	0.092	-0.131
V51	V 51	1.048	0.535	-0.192	0.138	-0.305

		V29	V30	V33	V34	V35
V29	V 29	0.000				
V30	V 30	0.878	0.000			
V33	V 33	0.997	0.955	0.000		
V34	V 34	0.637	0.623	0.963	0.000	
V35	V 35	0.300	0.392	0.239	0.000	0.000
V39	V 39	0.522	1.024	1.008	0.386	0.000
V44	V 44	0.741	0.724	0.758	0.340	0.123
V46	V 46	-0.269	0.192	0.381	-0.159	-0.245
V49	V 49	1.099	0.474	0.730	0.396	0.028
V51	V 51	0.333	1.132	1.029	0.510	0.063

		V39	V44	V46	V49	V51
V39	V 39	0.000				
V44	V 44	0.699	0.000			
V46	V 46	0.217	0.273	0.000		
V49	V 49	0.082	-0.203	-0.294	0.000	
V51	V 51	0.973	-0.195	-0.161	0.448	0.000

AVERAGE ABSOLUTE COVARIANCE RESIDUALS = 0.4286

AVERAGE OFF-DIAGONAL ABSOLUTE COVARIANCE RESIDUALS = 0.4568

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

TITLE: Model created by EQS 5.7b -- C:\PEDRO\MODELO1.EDS
Serial #: E5722771838771 10/29/03 PAGE : 8
EQS/EM386 Licensee: Pedro Flores Jiménez

MAXIMUM LIKELIHOOD SOLUTION (NORMAL DISTRIBUTION THEORY)

STANDARDIZED RESIDUAL MATRIX:

		V1	V2	V3	V4	V5
V1	V 1	-0.082				
V2	V 2	0.105	0.029			
V3	V 3	-0.093	-0.144	-0.026		
V4	V 4	-0.241	0.105	0.005	-0.001	
V5	V 5	-0.213	-0.381	-0.003	0.153	0.000
V6	V 6	0.136	0.086	-0.059	0.258	0.229
V7	V 7	0.401	0.496	-0.250	0.161	-0.176
V8	V 8	0.382	0.346	-0.176	0.196	-0.014
V9	V 9	0.171	0.196	-0.026	0.499	0.256
V10	V 10	0.069	0.102	0.219	-0.052	-0.072
V12	V 12	-0.368	0.001	0.312	-0.045	0.239
V13	V 13	-0.163	0.252	0.495	-0.097	-0.194
V14	V 14	-0.112	0.289	0.273	-0.298	-0.201
V15	V 15	-0.233	0.267	-0.005	-0.357	-0.218
V16	V 16	-0.124	-0.128	-0.110	-0.408	-0.327
V17	V 17	-0.383	-0.218	0.514	-0.300	0.312
V18	V 18	0.185	-0.061	-0.088	-0.221	0.200
V26	V 26	0.050	0.022	-0.010	-0.150	-0.174
V27	V 27	0.194	-0.034	-0.077	-0.224	-0.147
V28	V 28	0.112	0.090	0.076	-0.321	-0.041
V29	V 29	-0.130	0.217	0.141	0.188	-0.172
V30	V 30	-0.203	0.142	0.034	-0.186	-0.179
V33	V 33	0.011	0.154	0.002	0.086	0.045
V34	V 34	0.263	0.133	-0.051	-0.142	-0.257
V35	V 35	0.000	0.000	0.000	-0.255	-0.272
V39	V 39	0.043	0.200	-0.406	-0.182	-0.037
V44	V 44	0.073	0.013	-0.173	-0.052	-0.103
V46	V 46	-0.114	-0.458	-0.063	0.000	0.061
V49	V 49	0.097	0.233	0.090	0.394	-0.197
V51	V 51	0.163	0.323	-0.191	0.026	-0.063

		V6	V7	V8	V9	V10
V6	V 6	0.135				
V7	V 7	0.042	-0.018			
V8	V 8	0.580	0.068	0.000		
V9	V 9	-0.141	-0.055	0.001	-0.164	
V10	V 10	0.262	-0.356	0.125	0.057	0.000
V12	V 12	-0.396	0.244	-0.299	0.277	-0.062
V13	V 13	-0.233	-0.319	0.081	-0.167	0.222
V14	V 14	0.251	-0.098	0.203	-0.332	0.144
V15	V 15	-0.094	0.026	0.205	-0.018	-0.100
V16	V 16	-0.139	-0.034	0.277	0.021	-0.205
V17	V 17	-0.274	-0.065	0.164	0.317	-0.147
V18	V 18	0.370	0.223	0.393	0.112	-0.151
V26	V 26	0.161	-0.192	0.016	-0.023	0.696
V27	V 27	-0.044	-0.231	-0.176	-0.149	0.756
V28	V 28	0.178	-0.118	0.103	0.055	0.625
V29	V 29	-0.321	0.058	-0.127	0.233	0.215
V30	V 30	-0.503	0.158	-0.552	-0.086	0.094
V33	V 33	-0.427	0.067	-0.219	0.016	0.112
V34	V 34	-0.099	0.020	-0.242	0.020	0.443
V35	V 35	0.000	-0.153	-0.451	0.000	0.505
V39	V 39	-0.297	0.259	-0.236	0.061	0.028
V44	V 44	-0.209	-0.512	-0.329	-0.306	0.458
V46	V 46	-0.395	-0.496	-0.559	-0.126	0.187
V49	V 49	0.034	-0.002	-0.196	0.276	0.471
V51	V 51	-0.118	0.229	-0.417	0.042	0.159

		V12	V13	V14	V15	V16
V12	V 12	0.000				
V13	V 13	0.263	0.000			
V14	V 14	0.160	0.503	0.000		
V15	V 15	0.274	0.176	0.221	0.000	
V16	V 16	-0.280	-0.100	-0.065	0.022	0.000
V17	V 17	0.380	0.229	0.080	-0.079	-0.014
V18	V 18	0.020	-0.134	0.181	-0.123	-0.082

V26	V 26	-0.081	0.285	0.350	0.130	-0.051
V27	V 27	0.133	0.419	0.325	0.176	-0.062
V28	V 28	-0.049	0.207	0.209	0.255	-0.100
V29	V 29	0.292	0.385	-0.092	0.359	-0.206
V30	V 30	0.594	0.399	0.251	0.374	-0.139
V33	V 33	0.519	0.513	0.202	0.258	-0.014
V34	V 34	0.313	0.514	0.195	0.183	0.103
V35	V 35	0.188	0.420	0.197	0.182	-0.025
V39	V 39	0.463	0.200	0.091	0.485	0.328
V44	V 44	0.353	0.568	0.066	0.288	0.169
V46	V 46	0.413	0.370	-0.064	-0.036	0.217
V49	V 49	0.460	0.478	0.093	0.085	-0.185
V51	V 51	0.765	0.367	0.340	0.280	-0.033

		V17	V18	V26	V27	V28
V17	V 17	0.000				
V18	V 18	0.034	0.000			
V26	V 26	0.036	-0.141	0.000		
V27	V 27	0.055	-0.058	-0.035	0.000	
V28	V 28	0.038	-0.115	0.059	-0.025	0.000
V29	V 29	0.007	-0.436	-0.038	-0.021	0.067
V30	V 30	0.102	-0.272	-0.131	0.018	-0.126
V33	V 33	0.428	-0.036	-0.075	0.030	-0.141
V34	V 34	0.327	-0.068	-0.056	0.080	-0.091
V35	V 35	0.098	-0.315	-0.050	0.027	-0.054
V39	V 39	0.352	0.071	-0.140	-0.029	-0.116
V44	V 44	0.331	-0.311	-0.126	0.050	-0.155
V46	V 46	0.532	-0.193	-0.408	-0.246	-0.536
V49	V 49	0.193	-0.197	-0.003	0.047	-0.087
V51	V 51	0.330	0.158	-0.114	0.065	-0.191

		V29	V30	V33	V34	V35
V29	V 29	0.000				
V30	V 30	0.332	0.000			
V33	V 33	0.375	0.424	0.000		
V34	V 34	0.218	0.252	0.386	0.000	
V35	V 35	0.160	0.247	0.149	0.000	0.000
V39	V 39	0.196	0.454	0.445	0.155	0.000
V44	V 44	0.243	0.281	0.292	0.119	0.067
V46	V 46	-0.092	0.077	0.153	-0.058	-0.139
V49	V 49	0.442	0.225	0.345	0.170	0.019
V51	V 51	0.125	0.502	0.454	0.205	0.039

		V39	V44	V46	V49	V51
V39	V 39	0.000				
V44	V 44	0.269	0.000			
V46	V 46	0.087	0.096	0.000		
V49	V 49	0.039	-0.084	-0.126	0.000	
V51	V 51	0.429	-0.075	-0.065	0.211	0.000

AVERAGE ABSOLUTE STANDARDIZED RESIDUALS = 0.1836

AVERAGE OFF-DIAGONAL ABSOLUTE STANDARDIZED RESIDUALS = 0.1953

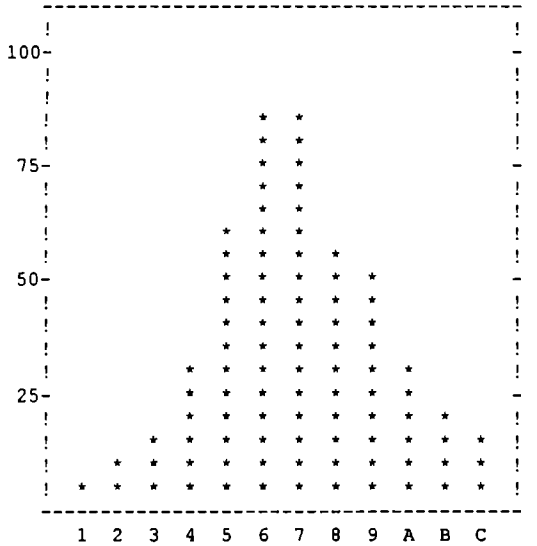
LARGEST STANDARDIZED RESIDUALS:

V 51,V 12	V 27,V 10	V 26,V 10	V 28,V 10	V 30,V 12
0.765	0.756	0.696	0.625	0.594
V 8,V 6	V 44,V 13	V 46,V 8	V 30,V 8	V 46,V 28
0.580	0.568	-0.559	-0.552	-0.536
V 46,V 17	V 33,V 12	V 17,V 3	V 34,V 13	V 33,V 13
0.532	0.519	0.514	0.514	0.513
V 44,V 7	V 35,V 10	V 14,V 13	V 30,V 6	V 51,V 30
-0.512	0.505	0.503	-0.503	0.502

```
TITLE:   Model created by EQS 5.7b --      C:\PEDRO\MODELO1.EDS
Serial #: E5722771838771                   10/29/03       PAGE :  9
EQS/EM386 Licensee: Pedro Flores Jiménez


MAXIMUM LIKELIHOOD SOLUTION (NORMAL DISTRIBUTION THEORY)


DISTRIBUTION OF STANDARDIZED RESIDUALS
```



	RANGE			FREQ	PERCENT
1	-0.5	-	--	5	1.08%
2	-0.4	-	-0.5	9	1.94%
3	-0.3	-	-0.4	17	3.66%
4	-0.2	-	-0.3	28	6.02%
5	-0.1	-	-0.2	58	12.47%
6	0.0	-	-0.1	87	18.71%
7	0.1	-	0.0	87	18.71%
8	0.2	-	0.1	56	12.04%
9	0.3	-	0.2	52	11.18%
A	0.4	-	0.3	30	6.45%
B	0.5	-	0.4	21	4.52%
C	++	-	0.5	15	3.23%
	TOTAL			465	100.00%

EACH "*" REPRESENTS 5 RESIDUALS

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

TITLE: Model created by EQS 5.7b -- C:\PEDRO\MODELO1.EDS
Serial #: E5722771838771 10/29/03 PAGE : 10
EQS/EM386 Licensee: Pedro Flores Jiménez

MAXIMUM LIKELIHOOD SOLUTION (NORMAL DISTRIBUTION THEORY)

MODEL COVARIANCE MATRIX FOR MEASURED AND LATENT VARIABLES

		V1	V2	V3	V4	V5
		V 1	V 2	V 3	V 4	V 5
V1	V 1	2.195				
V2	V 2	0.749	5.301			
V3	V 3	-0.737	0.006	2.464		
V4	V 4	0.202	-0.002	-0.675	4.700	
V5	V 5	-0.097	0.001	0.323	-0.088	3.068
V6	V 6	0.066	0.273	-0.145	0.040	-0.019
V7	V 7	-0.161	-0.105	0.074	-0.020	0.010
V8	V 8	0.005	0.003	-0.002	0.001	0.000
V9	V 9	-0.567	-0.369	0.259	-0.071	0.034
V10	V 10	0.001	0.000	-0.001	0.000	0.000
V12	V 12	0.165	0.041	-0.116	0.032	-0.015
V13	V 13	0.452	0.112	-0.319	0.087	-0.042
V14	V 14	0.506	0.126	-0.357	0.098	-0.047
V15	V 15	0.992	0.246	-0.699	0.191	-0.092
V16	V 16	1.230	0.305	-0.866	0.237	-0.113
V17	V 17	1.050	0.261	-0.740	0.203	-0.097
V18	V 18	1.351	0.335	-0.952	0.261	-0.125
V26	V 26	-0.080	0.942	0.588	-0.161	0.077
V27	V 27	-0.100	1.183	0.738	-0.202	0.097
V28	V 28	-0.068	0.806	0.503	-0.138	0.066
V29	V 29	-0.072	0.847	0.529	-0.145	0.069
V30	V 30	-0.067	0.788	0.492	-0.135	0.064
V33	V 33	-0.065	0.771	0.482	-0.132	0.063
V34	V 34	-0.235	0.942	0.902	-0.247	0.118
V35	V 35	-0.171	0.686	0.657	-0.180	0.086
V39	V 39	-0.121	0.482	0.462	-0.127	0.061
V44	V 44	-0.880	0.178	1.062	-0.291	0.139
V46	V 46	-0.774	0.156	0.934	-0.256	0.122
V49	V 49	-0.595	0.120	0.718	-0.197	0.094
V51	V 51	-0.535	0.108	0.646	-0.177	0.085
F1	F 1	285.426	169.900	-167.209	45.783	-21.896
F2	F 2	-1.326	-3.649	-0.011	0.003	-0.001
F3	F 3	-0.737	0.006	2.464	-0.675	0.323
F4	F 4	0.135	0.556	-0.296	0.081	-0.039
F5	F 5	-0.161	-0.105	0.074	-0.020	0.010
F6	F 6	0.001	0.000	-0.001	0.000	0.000
F8	F 8	-0.065	0.771	0.482	-0.132	0.063
F9	F 9	-0.121	0.482	0.462	-0.127	0.061
F10	F 10	-0.535	0.108	0.646	-0.177	0.085
F11	F 11	-0.162	0.647	0.620	-0.170	0.081

		V6	V7	V8	V9	V10
		V 6	V 7	V 8	V 9	V 10
V6	V 6	0.725				
V7	V 7	0.033	0.407			
V8	V 8	-0.001	-0.002	1.838		
V9	V 9	0.115	0.183	-0.006	0.643	
V10	V 10	0.000	0.000	0.000	0.000	1.029
V12	V 12	-0.045	-0.018	0.001	-0.062	0.000
V13	V 13	-0.123	-0.049	0.001	-0.171	0.001
V14	V 14	-0.138	-0.055	0.002	-0.192	0.001
V15	V 15	-0.270	-0.107	0.003	-0.376	0.001
V16	V 16	-0.334	-0.133	0.004	-0.466	0.002
V17	V 17	-0.285	-0.113	0.003	-0.398	0.001
V18	V 18	-0.367	-0.146	0.004	-0.512	0.002
V26	V 26	0.026	-0.008	0.000	-0.028	0.000
V27	V 27	0.033	-0.010	0.000	-0.036	0.000
V28	V 28	0.022	-0.007	0.000	-0.024	0.000
V29	V 29	0.024	-0.007	0.000	-0.025	0.000
V30	V 30	0.022	-0.007	0.000	-0.024	0.000
V33	V 33	0.021	-0.007	0.000	-0.023	0.000
V34	V 34	-0.464	-0.035	0.001	-0.124	0.000

V35	V 35	-0.338	-0.026	0.001	-0.090	0.000
V39	V 39	-0.238	-0.018	0.001	-0.064	0.000
V44	V 44	-0.585	0.087	-0.003	0.306	0.000
V46	V 46	-0.515	0.077	-0.002	0.269	0.000
V49	V 49	-0.396	0.059	-0.002	0.207	0.000
V51	V 51	-0.356	0.053	-0.002	0.186	0.000
F1	F 1	14.992	-36.590	1.109	-128.620	0.205
F2	F 2	-0.482	0.186	-0.006	0.652	0.000
F3	F 3	-0.145	0.074	-0.002	0.259	-0.001
F4	F 4	1.478	0.067	-0.002	0.234	-0.001
F5	F 5	0.033	0.052	-0.002	0.183	0.000
F6	F 6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
F8	F 8	0.021	-0.007	0.000	-0.023	0.000
F9	F 9	-0.238	-0.018	0.001	-0.064	0.000
F10	F 10	-0.356	0.053	-0.002	0.186	0.000
F11	F 11	-0.319	-0.024	0.001	-0.085	0.000

		V12	V13	V14	V15	V16
		V 12	V 13	V 14	V 15	V 16
V12	V 12	2.552				
V13	V 13	0.107	2.124			
V14	V 14	0.120	0.329	2.743		
V15	V 15	0.235	0.644	0.721	4.524	
V16	V 16	0.291	0.798	0.894	1.751	3.209
V17	V 17	0.248	0.682	0.763	1.495	1.854
V18	V 18	0.319	0.877	0.982	1.923	2.384
V26	V 26	-0.047	-0.129	-0.145	-0.283	-0.351
V27	V 27	-0.059	-0.162	-0.181	-0.355	-0.441
V28	V 28	-0.040	-0.110	-0.124	-0.242	-0.300
V29	V 29	-0.042	-0.116	-0.130	-0.255	-0.316
V30	V 30	-0.039	-0.108	-0.121	-0.237	-0.294
V33	V 33	-0.039	-0.106	-0.118	-0.232	-0.287
V34	V 34	-0.072	-0.197	-0.220	-0.432	-0.535
V35	V 35	-0.052	-0.143	-0.161	-0.315	-0.390
V39	V 39	-0.037	-0.101	-0.113	-0.221	-0.274
V44	V 44	-0.057	-0.156	-0.174	-0.341	-0.423
V46	V 46	-0.050	-0.137	-0.153	-0.300	-0.372
V49	V 49	-0.038	-0.105	-0.118	-0.231	-0.286
V51	V 51	-0.035	-0.095	-0.106	-0.208	-0.257
F1	F 1	37.374	102.580	114.820	224.991	278.930
F2	F 2	-0.072	-0.199	-0.222	-0.436	-0.540
F3	F 3	-0.116	-0.319	-0.357	-0.699	-0.866
F4	F 4	-0.091	-0.250	-0.280	-0.549	-0.681
F5	F 5	-0.018	-0.049	-0.055	-0.107	-0.133
F6	F 6	0.000	0.001	0.001	0.001	0.002
F8	F 8	-0.039	-0.106	-0.118	-0.232	-0.287
F9	F 9	-0.037	-0.101	-0.113	-0.221	-0.274
F10	F 10	-0.035	-0.095	-0.106	-0.208	-0.257
F11	F 11	-0.049	-0.135	-0.151	-0.297	-0.368

		V17	V18	V26	V27	V28
		V 17	V 18	V 26	V 27	V 28
V17	V 17	4.457				
V18	V 18	2.036	5.066			
V26	V 26	-0.300	-0.386	1.238		
V27	V 27	-0.376	-0.484	1.435	1.952	
V28	V 28	-0.257	-0.330	0.978	1.228	1.124
V29	V 29	-0.270	-0.347	1.028	1.290	0.880
V30	V 30	-0.251	-0.323	0.956	1.201	0.819
V33	V 33	-0.245	-0.316	0.936	1.175	0.801
V34	V 34	-0.457	-0.588	1.389	1.744	1.189
V35	V 35	-0.333	-0.428	1.012	1.270	0.866
V39	V 39	-0.234	-0.301	0.712	0.893	0.609
V44	V 44	-0.361	-0.465	1.098	1.378	0.940
V46	V 46	-0.318	-0.409	0.966	1.213	0.827
V49	V 49	-0.244	-0.314	0.742	0.932	0.635
V51	V 51	-0.220	-0.283	0.668	0.838	0.572
F1	F 1	238.190	306.352	-18.115	-22.742	-15.505
F2	F 2	-0.461	-0.594	-1.667	-2.093	-1.427
F3	F 3	-0.740	-0.952	0.588	0.738	0.503
F4	F 4	-0.582	-0.748	0.054	0.067	0.046
F5	F 5	-0.113	-0.146	-0.008	-0.010	-0.007
F6	F 6	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000
F8	F 8	-0.245	-0.316	0.936	1.175	0.801

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

F9	F 9	-0.234	-0.301	0.712	0.893	0.609
F10	F 10	-0.220	-0.283	0.668	0.838	0.572
F11	F 11	-0.314	-0.404	0.954	1.198	0.817

		V29	V30	V33	V34	V35
		V 29	V 30	V 33	V 34	V 35
V29	V 29	3.124				
V30	V 30	0.860	2.238			
V33	V 33	0.841	0.783	2.267		
V34	V 34	1.249	1.162	1.137	2.743	
V35	V 35	0.910	0.847	0.828	1.543	1.124
V39	V 39	0.640	0.595	0.582	1.085	0.790
V44	V 44	0.987	0.919	0.899	1.675	1.220
V46	V 46	0.869	0.808	0.791	1.473	1.073
V49	V 49	0.667	0.621	0.608	1.132	0.825
V51	V 51	0.600	0.559	0.547	1.019	0.742
F1	F 1	-16.288	-15.160	-14.830	-53.341	-38.854
F2	F 2	-1.499	-1.395	-1.364	-1.666	-1.214
F3	F 3	0.529	0.492	0.482	0.902	0.657
F4	F 4	0.048	0.045	0.044	-0.946	-0.689
F5	F 5	-0.007	-0.007	-0.007	-0.035	-0.026
F6	F 6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
F8	F 8	0.841	0.783	0.766	1.137	0.828
F9	F 9	0.640	0.595	0.582	1.085	0.790
F10	F 10	0.600	0.559	0.547	1.019	0.742
F11	F 11	0.858	0.799	0.781	1.455	1.060

		V39	V44	V46	V49	V51
		V 39	V 44	V 46	V 49	V 51
V39	V 39	2.267				
V44	V 44	0.858	2.971			
V46	V 46	0.755	1.956	2.743		
V49	V 49	0.580	1.503	1.322	1.981	
V51	V 51	0.522	1.352	1.190	0.914	2.267
F1	F 1	-27.329	-199.511	-175.538	-134.872	-121.357
F2	F 2	-0.854	-0.314	-0.277	-0.213	-0.191
F3	F 3	0.462	1.062	0.934	0.718	0.646
F4	F 4	-0.485	-1.193	-1.050	-0.806	-0.726
F5	F 5	-0.018	0.087	0.077	0.059	0.053
F6	F 6	0.000	0.000	0.000	0:000	0.000
F8	F 8	0.582	0.899	0.791	0.608	0.547
F9	F 9	0.556	0.858	0.755	0.580	0.522
F10	F 10	0.522	1.352	1.190	0.914	0.822
F11	F 11	0.746	1.151	1.012	0.778	0.700

		F1	F2	F3	F4	F5
		F 1	F 2	F 3	F 4	F 5
F1	F 1	64718.725				
F2	F 2	-300.633	6.456			
F3	F 3	-167.209	-0.011	2.464		
F4	F 4	30.563	-0.983	-0.296	3.014	
F5	F 5	-36.590	0.186	0.074	0.067	0.052
F6	F 6	0.205	0.000	-0.001	-0.001	0.000
F8	F 8	-14.830	-1.364	0.482	0.044	-0.007
F9	F 9	-27.329	-0.854	0.462	-0.485	-0.018
F10	F 10	-121.357	-0.191	0.646	-0.726	0.053
F11	F 11	-36.651	-1.145	0.620	-0.650	-0.024

		F6	F8	F9	F10	F11
		F 6	F 8	F 9	F 10	F 11
F6	F 6	0.000				
F8	F 8	0.000	0.766			
F9	F 9	0.000	0.582	0.556		
F10	F 10	0.000	0.547	0.522	0.822	
F11	F 11	0.000	0.781	0.746	0.700	1.000

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

```
TITLE:   Model created by EQS 5.7b --      C:\PEDRO\MODELO1.EDS
Serial #: E5722771838771                   10/29/03       PAGE : 11
EQS/EM386 Licensee: Pedro Flores Jiménez


MAXIMUM LIKELIHOOD SOLUTION (NORMAL DISTRIBUTION THEORY)
```

MODEL CORRELATION MATRIX FOR MEASURED AND LATENT VARIABLES

		V1 V 1	V2 V 2	V3 V 3	V4 V 4	V5 V 5
V1	V 1	1.000				
V2	V 2	0.220	1.000			
V3	V 3	-0.317	0.002	1.000		
V4	V 4	0.063	0.000	-0.198	1.000	
V5	V 5	-0.037	0.000	0.117	-0.023	1.000
V6	V 6	0.052	0.139	-0.109	0.022	-0.013
V7	V 7	-0.171	-0.071	0.074	-0.015	0.009
V8	V 8	0.002	0.001	-0.001	0.000	0.000
V9	V 9	-0.477	-0.200	0.206	-0.041	0.024
V10	V 10	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
V12	V 12	0.070	0.011	-0.046	0.009	-0.005
V13	V 13	0.210	0.033	-0.139	0.028	-0.016
V14	V 14	0.206	0.033	-0.137	0.027	-0.016
V15	V 15	0.315	0.050	-0.209	0.041	-0.025
V16	V 16	0.463	0.074	-0.308	0.061	-0.036
V17	V 17	0.336	0.054	-0.223	0.044	-0.026
V18	V 18	0.405	0.065	-0.269	0.053	-0.032
V26	V 26	-0.048	0.368	0.337	-0.067	0.040
V27	V 27	-0.048	0.368	0.337	-0.067	0.040
V28	V 28	-0.044	0.330	0.303	-0.060	0.036
V29	V 29	-0.027	0.208	0.191	-0.038	0.022
V30	V 30	-0.030	0.229	0.210	-0.042	0.025
V33	V 33	-0.029	0.222	0.204	-0.040	0.024
V34	V 34	-0.096	0.247	0.347	-0.069	0.041
V35	V 35	-0.109	0.281	0.395	-0.078	0.046
V39	V 39	-0.054	0.139	0.196	-0.039	0.023
V44	V 44	-0.345	0.045	0.392	-0.078	0.046
V46	V 46	-0.315	0.041	0.359	-0.071	0.042
V49	V 49	-0.285	0.037	0.325	-0.064	0.038
V51	V 51	-0.240	0.031	0.273	-0.054	0.032
F1	F 1	0.757	0.290	-0.419	0.083	-0.049
F2	F 2	-0.352	-0.624	-0.003	0.001	0.000
F3	F 3	-0.317	0.002	1.000	-0.198	0.117
F4	F 4	0.052	0.139	-0.109	0.022	-0.013
F5	F 5	-0.477	-0.200	0.206	-0.041	0.024
F6	F 6	0.563	0.090	-0.375	0.074	-0.044
F8	F 8	-0.050	0.383	0.351	-0.069	0.041
F9	F 9	-0.109	0.281	0.395	-0.078	0.046
F10	F 10	-0.398	0.052	0.454	-0.090	0.053
F11	F 11	-0.109	0.281	0.395	-0.078	0.046

		V6 V 6	V7 V 7	V8 V 8	V9 V 9	V10 V 10
V6	V 6	1.000				
V7	V 7	0.060	1.000			
V8	V 8	-0.001	-0.002	1.000		
V9	V 9	0.168	0.357	-0.005	1.000	
V10	V 10	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000
V12	V 12	-0.033	-0.017	0.000	-0.049	0.000
V13	V 13	-0.099	-0.052	0.001	-0.147	0.000
V14	V 14	-0.098	-0.052	0.001	-0.144	0.000
V15	V 15	-0.149	-0.079	0.001	-0.220	0.001
V16	V 16	-0.219	-0.116	0.002	-0.324	0.001
V17	V 17	-0.159	-0.084	0.001	-0.235	0.001
V18	V 18	-0.191	-0.101	0.001	-0.284	0.001
V26	V 26	0.028	-0.011	0.000	-0.032	0.000
V27	V 27	0.028	-0.011	0.000	-0.032	0.000
V28	V 28	0.025	-0.010	0.000	-0.029	0.000
V29	V 29	0.016	-0.006	0.000	-0.018	0.000
V30	V 30	0.017	-0.007	0.000	-0.020	0.000
V33	V 33	0.017	-0.007	0.000	-0.019	0.000

V34	V 34	-0.329	-0.033	0.000	-0.094	0.000
V35	V 35	-0.375	-0.038	0.001	-0.106	0.000
V39	V 39	-0.185	-0.019	0.000	-0.053	0.000
V44	V 44	-0.399	0.079	-0.001	0.221	0.000
V46	V 46	-0.365	0.072	-0.001	0.203	0.000
V49	V 49	-0.330	0.066	-0.001	0.183	0.000
V51	V 51	-0.278	0.055	-0.001	0.154	0.000
F1	F 1	0.069	-0.225	0.003	-0.631	0.001
F2	F 2	-0.223	0.114	-0.002	0.320	0.000
F3	F 3	-0.109	0.074	-0.001	0.206	0.000
F4	F 4	1.000	0.060	-0.001	0.168	0.000
F5	F 5	0.168	0.357	-0.005	1.000	0.000
F6	F 6	-0.266	-0.141	0.002	-0.394	0.001
F8	F 8	0.029	-0.012	0.000	-0.033	0.000
F9	F 9	-0.375	-0.038	0.001	-0.106	0.000
F10	F 10	-0.461	0.091	-0.001	0.256	0.000
F11	F 11	-0.375	-0.038	0.001	-0.106	0.000

		V12	V13	V14	V15	V16
		V 12	V 13	V 14	V 15	V 16
V12	V 12	1.000				
V13	V 13	0.046	1.000			
V14	V 14	0.045	0.136	1.000		
V15	V 15	0.069	0.208	0.205	1.000	
V16	V 16	0.102	0.306	0.301	0.460	1.000
V17	V 17	0.074	0.222	0.218	0.333	0.490
V18	V 18	0.089	0.267	0.263	0.402	0.591
V26	V 26	-0.026	-0.080	-0.078	-0.120	-0.176
V27	V 27	-0.026	-0.080	-0.078	-0.120	-0.176
V28	V 28	-0.024	-0.072	-0.070	-0.107	-0.158
V29	V 29	-0.015	-0.045	-0.044	-0.068	-0.100
V30	V 30	-0.016	-0.050	-0.049	-0.074	-0.110
V33	V 33	-0.016	-0.048	-0.047	-0.072	-0.107
V34	V 34	-0.027	-0.082	-0.080	-0.123	-0.180
V35	V 35	-0.031	-0.093	-0.091	-0.140	-0.205
V39	V 39	-0.015	-0.046	-0.045	-0.069	-0.102
V44	V 44	-0.021	-0.062	-0.061	-0.093	-0.137
V46	V 46	-0.019	-0.057	-0.056	-0.085	-0.126
V49	V 49	-0.017	-0.051	-0.051	-0.077	-0.113
V51	V 51	-0.014	-0.043	-0.043	-0.065	-0.095
F1	F 1	0.092	0.277	0.273	0.416	0.612
F2	F 2	-0.018	-0.054	-0.053	-0.081	-0.119
F3	F 3	-0.046	-0.139	-0.137	-0.209	-0.308
F4	F 4	-0.033	-0.099	-0.098	-0.149	-0.219
F5	F 5	-0.049	-0.147	-0.144	-0.220	-0.324
F6	F 6	0.124	0.372	0.366	0.559	0.822
F8	F 8	-0.028	-0.083	-0.082	-0.125	-0.183
F9	F 9	-0.031	-0.093	-0.091	-0.140	-0.205
F10	F 10	-0.024	-0.072	-0.071	-0.108	-0.158
F11	F 11	-0.031	-0.093	-0.091	-0.140	-0.205

		V17	V18	V26	V27	V28
		V 17	V 18	V 26	V 27	V 28
V17	V 17	1.000				
V18	V 18	0.428	1.000			
V26	V 26	-0.128	-0.154	1.000		
V27	V 27	-0.128	-0.154	0.923	1.000	
V28	V 28	-0.115	-0.138	0.829	0.829	1.000
V29	V 29	-0.072	-0.087	0.523	0.522	0.469
V30	V 30	-0.079	-0.096	0.575	0.574	0.516
V33	V 33	-0.077	-0.093	0.559	0.558	0.502
V34	V 34	-0.131	-0.158	0.754	0.753	0.677
V35	V 35	-0.149	-0.180	0.858	0.857	0.770
V39	V 39	-0.074	-0.089	0.425	0.425	0.382
V44	V 44	-0.099	-0.120	0.572	0.572	0.514
V46	V 46	-0.091	-0.110	0.524	0.524	0.471
V49	V 49	-0.082	-0.099	0.474	0.474	0.426
V51	V 51	-0.069	-0.083	0.399	0.399	0.358
F1	F 1	0.443	0.535	-0.064	-0.064	-0.057
F2	F 2	-0.086	-0.104	-0.590	-0.589	-0.530
F3	F 3	-0.223	-0.269	0.337	0.337	0.303
F4	F 4	-0.159	-0.191	0.028	0.028	0.025
F5	F 5	-0.235	-0.284	-0.032	-0.032	-0.029
F6	F 6	0.596	0.719	-0.214	-0.214	-0.192

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

F8	F 8	-0.133	-0.160	0.961	0.961	0.863
F9	F 9	-0.149	-0.180	0.858	0.857	0.770
F10	F 10	-0.115	-0.139	0.662	0.662	0.595
F11	F 11	-0.149	-0.180	0.858	0.857	0.770

		V29	V30	V33	V34	V35
		V 29	V 30	V 33	V 34	V 35
V29	V 29	1.000				
V30	V 30	0.325	1.000			
V33	V 33	0.316	0.348	1.000		
V34	V 34	0.427	0.469	0.456	1.000	
V35	V 35	0.485	0.534	0.519	0.879	1.000
V39	V 39	0.240	0.264	0.257	0.435	0.495
V44	V 44	0.324	0.356	0.346	0.587	0.668
V46	V 46	0.297	0.326	0.317	0.537	0.611
V49	V 49	0.268	0.295	0.287	0.486	0.553
V51	V 51	0.226	0.248	0.241	0.409	0.465
F1	F 1	-0.036	-0.040	-0.039	-0.127	-0.144
F2	F 2	-0.334	-0.367	-0.357	-0.396	-0.451
F3	F 3	0.191	0.210	0.204	0.347	0.395
F4	F 4	0.016	0.017	0.017	-0.329	-0.375
F5	F 5	-0.018	-0.020	-0.019	-0.094	-0.106
F6	F 6	-0.121	-0.133	-0.130	-0.219	-0.250
F8	F 8	0.544	0.598	0.581	0.784	0.893
F9	F 9	0.485	0.534	0.519	0.879	1.000
F10	F 10	0.375	0.412	0.400	0.678	0.772
F11	F 11	0.485	0.534	0.519	0.879	1.000

		V39	V44	V46	V49	V51
		V 39	V 44	V 46	V 49	V 51
V39	V 39	1.000				
V44	V 44	0.331	1.000			
V46	V 46	0.303	0.685	1.000		
V49	V 49	0.274	0.619	0.567	1.000	
V51	V 51	0.230	0.521	0.477	0.431	1.000
F1	F 1	-0.071	-0.455	-0.417	-0.377	-0.317
F2	F 2	-0.223	-0.072	-0.066	-0.059	-0.050
F3	F 3	0.196	0.392	0.359	0.325	0.273
F4	F 4	-0.185	-0.399	-0.365	-0.330	-0.278
F5	F 5	-0.053	0.221	0.203	0.183	0.154
F6	F 6	-0.124	-0.167	-0.153	-0.138	-0.116
F8	F 8	0.442	0.596	0.546	0.493	0.415
F9	F 9	0.495	0.668	0.611	0.553	0.465
F10	F 10	0.382	0.865	0.792	0.716	0.602
F11	F 11	0.495	0.668	0.611	0.553	0.465

		F1	F2	F3	F4	F5
		F 1	F 2	F 3	F 4	F 5
F1	F 1	1.000				
F2	F 2	-0.465	1.000			
F3	F 3	-0.419	-0.003	1.000		
F4	F 4	0.069	-0.223	-0.109	1.000	
F5	F 5	-0.631	0.320	0.206	0.168	1.000
F6	F 6	0.744	-0.144	-0.375	-0.266	-0.394
F8	F 8	-0.067	-0.614	0.351	0.029	-0.033
F9	F 9	-0.144	-0.451	0.395	-0.375	-0.106
F10	F 10	-0.526	-0.083	0.454	-0.461	0.256
F11	F 11	-0.144	-0.451	0.395	-0.375	-0.106

		F6	F8	F9	F10	F11
		F 6	F 8	F 9	F 10	F 11
F6	F 6	1.000				
F8	F 8	-0.223	1.000			
F9	F 9	-0.250	0.893	1.000		
F10	F 10	-0.193	0.689	0.772	1.000	
F11	F 11	-0.250	0.893	1.000	0.772	1.000

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

```
TITLE:   Model created by EQS 5.7b --      C:\PEDRO\MODELO1.EDS
Serial #: E5722771838771                   10/29/03       PAGE : 12
EQS/EM386 Licensee: Pedro Flores Jiménez

MAXIMUM LIKELIHOOD SOLUTION (NORMAL DISTRIBUTION THEORY)


GOODNESS OF FIT SUMMARY

INDEPENDENCE MODEL CHI-SQUARE =        737.745 ON   435 DEGREES OF FREEDOM

INDEPENDENCE AIC =  -132.25497   INDEPENDENCE CAIC =  -875.25681
       MODEL AIC =  -226.68391          MODEL CAIC =  -872.32688

CHI-SQUARE =      529.316 BASED ON   378 DEGREES OF FREEDOM
PROBABILITY VALUE FOR THE CHI-SQUARE STATISTIC IS LESS THAN 0.001
THE NORMAL THEORY RLS CHI-SQUARE FOR THIS ML SOLUTION IS         447.079.

BENTLER-BONETT NORMED    FIT INDEX=       0.283
BENTLER-BONETT NONNORMED FIT INDEX=       0.425
COMPARATIVE FIT INDEX (CFI)       =       0.500
BOLLEN (IFI)             FIT INDEX=       0.579
McDonald (MFI)           FIT INDEX=       0.006
LISREL GFI               FIT INDEX=       0.320
LISREL AGFI              FIT INDEX=       0.163
ROOT MEAN SQUARED RESIDUAL (RMR)  =       0.581
STANDARDIZED RMR                  =       0.238
ROOT MEAN SQ. ERROR OF APP.(RMSEA)=       0.183
90% CONFIDENCE INTERVAL OF RMSEA (       0.129,       0.195)


                    ITERATIVE SUMMARY

                 PARAMETER
ITERATION        ABS CHANGE          ALPHA              FUNCTION
    1             0.453865         1.00000             51.16647
    2             0.651518         1.00000             46.41613
    3           548.686768         0.06250             52.29203
    4             2.343725         1.00000             48.82923
    5             4.211191         1.00000             46.31305
    6            21.834461         1.00000             46.29569
    7            10.703989         1.00000             44.44854
    8             5.592622         0.50000             42.49316
    9             3.401853         0.50000             41.09487
   10            19.098412         0.06250             40.95252
   11           199.147095         0.25000             40.64543
   12            16.573973         0.50000             39.97726
   13           343.541870         0.50000             39.64410
   14           906.096069         0.50000             38.96061
   15           662.228882         0.50000             38.54337
   16           615.432983         0.50000             38.33427
   17            31.394506         0.50000             38.19647
   18           505.247314         0.50000             38.11771
   19           774.843689         0.50000             38.04964
   20          1230.171140         0.50000             38.01323
   21           173.604340         1.00000             37.84243
   22            85.507187         1.00000             37.82563
   23             1.017291         1.00000             37.81936
   24           124.834183         1.00000             37.81585
   25            31.565514         1.00000             37.81347
   26             0.715798         1.00000             37.81180
   27            14.429449         1.00000             37.81055
   28            41.855312         1.00000             37.80960
   29             9.217730         1.00000             37.80887
   30            12.161509         1.00000             37.80829
```

```
TITLE:   Model created by EQS 5.7b --      C:\PEDRO\MODELO1.EDS
Serial #: E5722771838771                   10/29/03       PAGE : 13
EQS/EM386 Licensee: Pedro Flores Jiménez

MAXIMUM LIKELIHOOD SOLUTION (NORMAL DISTRIBUTION THEORY)

MEASUREMENT EQUATIONS WITH STANDARD ERRORS AND TEST STATISTICS

 V1    =V1  =          .004*F1    +       1.000 E1
                       .002
                      1.765

 V2    =V2  =         -.565*F2    +       1.000 E2
                       .000
                :0000000.000

 V3    =V3  =         1.000 F3    +       1.000 E3


 V4    =V4  =         -.274*F3    +       1.000 E4
                       .362
                      -.757

 V5    =V5  =          .131*F3    +       1.000 E5
                       .296
                       .442

 V6    =V6  =          .491*F4    +       1.000 E6
                       .195
                      2.514

 V7    =V7  =         1.000 F5    +       1.000 E7


 V8    =V8  =         -.030*F5    +       1.000 E8
                      1.589
                      -.019

 V9    =V9  =         3.515*F5    +       1.000 E9
                      2.455
                      1.432

 V10   =V10 =         1.000 F6    +       1.000 E10


 V12   =V12 =       182.395*F6    +       1.000 E12
                    423.847
                       .430

 V13   =V13 =       500.616*F6    +       1.000 E13
                    415.198
                      1.206
```

```
TITLE:   Model created by EQS 5.7b --      C:\PEDRO\MODELO1.EDS
Serial #: E5722771838771                   10/29/03       PAGE : 14
EQS/EM386 Licensee: Pedro Flores Jiménez

MAXIMUM LIKELIHOOD SOLUTION (NORMAL DISTRIBUTION THEORY)

MEASUREMENT EQUATIONS WITH STANDARD ERRORS AND TEST STATISTICS (CONTINUED)

 V14   =V14 =       560.355*F6    +       1.000 E14
                    470.789
                      1.190

 V15   =V15 =      1098.019*F6    +       1.000 E15
                       .000
                :0000000.000

 V16   =V16 =      1361.254*F6    +       1.000 E16
                    645.355
                      2.109

 V17   =V17 =      1162.433*F6    +       1.000 E17
                    668.588
                      1.739

 V18   =V18 =      1495.080*F6    +       1.000 E18
                    762.488
                      1.961

 V26   =V26 =         1.222*F8    +       1.000 E26
                       .469
                      2.605

 V27   =V27 =         1.534*F8    +       1.000 E27
                       .589
                      2.605

 V28   =V28 =         1.046*F8    +       1.000 E28
                       .426
                      2.454

 V29   =V29 =         1.098*F8    +       1.000 E29
                       .615
                      1.787

 V30   =V30 =         1.022*F8    +       1.000 E30
                       .532
                      1.921

 V33   =V33 =         1.000 F8    +       1.000 E33


 V34   =V34 =         1.952*F9    +       1.000 E34
                       .958
                      2.038
```

```
TITLE:   Model created by EQS 5.7b --      C:\PEDRO\MODELO1.EDS
Serial #: E5722771838771                   10/29/03       PAGE : 15
EQS/EM386 Licensee: Pedro Flores Jiménez

MAXIMUM LIKELIHOOD SOLUTION (NORMAL DISTRIBUTION THEORY)

MEASUREMENT EQUATIONS WITH STANDARD ERRORS AND TEST STATISTICS (CONTINUED)

 V35   =V35 =          1.422*F9    +       1.000 E35
                         .666
                        2.133

 V39   =V39 =          1.000 F9    +       1.000 E39


 V44   =V44 =          1.644*F10   +       1.000 E44
                         .665
                        2.472

 V46   =V46 =          1.446*F10   +       1.000 E46
                         .619
                        2.337

 V49   =V49 =          1.111*F10   +       1.000 E49
                         .510
                        2.180

 V51   =V51 =          1.000 F10   +       1.000 E51
```

```
TITLE:   Model created by EQS 5.7b --      C:\PEDRO\MODELO1.EDS
Serial #: E5722771838771                   10/29/03       PAGE : 16
EQS/EM386 Licensee: Pedro Flores Jiménez

MAXIMUM LIKELIHOOD SOLUTION (NORMAL DISTRIBUTION THEORY)

CONSTRUCT EQUATIONS WITH STANDARD ERRORS AND TEST STATISTICS

  F1    =F1  =    177505.172*F6     +      88.631*F8     +     192.413*F9
                        .000              183.573              283.357
                 :0000000.000                .483                 .679

              -     287.744*F10    +       1.000 D1
                    234.947
                     -1.225

  F2    =F2  =      -643.004*F6     -       3.020*F8     -        .326*F9
                    1018.259                2.752               3.517
                       -.631               -1.097               -.093

              +       1.834*F10    +       1.000 D2
                      1.966
                       .933

  F3    =F3  =      -426.884*F6     -        .017*F8     +        .097*F9
                     408.466                 .942               1.316
                      -1.045                -.019                .073

              +        .637*F10    +       1.000 D3
                       .733
                       .870

  F4    =F4  =      -615.412*F6     +       3.543*F8     -       4.043*F9
                     400.680                 .000               2.459
                      -1.536        :0000000.000              -1.644

              -        .813*F10    +       1.000 D4
                       .570
                     -1.427

  F5    =F5  =       -94.607*F6     +        .079*F8     -        .347*F9
                      91.031                 .141               .343
                      -1.039                 .565             -1.014

              +        .210*F10    +       1.000 D5
                       .191
                      1.100

  F6    =F6  =         -.000*F11    +       1.000 D6
                        .000
                       -.809

  F8    =F8  =         .781*F11     +       1.000 D8
                       .346
                      2.259


  F9    =F9  =         .746*F11     +       1.000 D9
                       .377
                      1.978

  F10   =F10 =         .700*F11     +       1.000 D10
                       .334
                      2.096
```

```
TITLE:   Model created by EQS 5.7b --      C:\PEDRO\MODELO1.EDS
Serial #: E5722771838771                   10/29/03       PAGE : 17
EQS/EM386 Licensee: Pedro Flores Jiménez

MAXIMUM LIKELIHOOD SOLUTION (NORMAL DISTRIBUTION THEORY)

VARIANCES OF INDEPENDENT VARIABLES
----------------------------------
                V                                F
               ---                              ---
                              I F11 -   F11              1.000 I
                              I                                I
                              I                                I


VARIANCES OF INDEPENDENT VARIABLES
----------------------------------
                E                                D
               ---                              ---
E1  -  V1                .936*I D1  -   F1                .000*I
                         .457 I                           .000 I
                        2.051 I                   :0000000.000 I
                              I                                I
E2  -  V2               3.239*I D2  -   F2               2.153*I
                         .000 I                          4.763 I
                  :0000000.000 I                           .452 I
                              I                                I
E3  -  V3                .000*I D3  -   F3               1.744*I
                         .016 I                           .681 I
                         .000 I                          2.560 I
                              I                                I
E4  -  V4               4.515*I D4  -   F4                .000*I
                        1.707 I                           .330 I
                        2.646 I                           .000 I
                              I                                I
E5  -  V5               3.026*I D5  -   F5                .026*I
                        1.144 I                           .038 I
                        2.646 I                           .679 I
                              I                                I
E6  -  V6                .000*I D6  -   F6                .000*I
                        1.373 I                           .000 I
                         .000 I                          1.072 I
                              I                                I
E7  -  V7                .355*I D8  -   F8                .156*I
                         .134 I                           .135 I
                        2.646 I                          1.154 I
                              I                                I
E8  -  V8               1.838*I D9  -   F9                .000*I
                         .695 I                           .939 I
                        2.646 I                           .000 I
                              I                                I
E9  -  V9                .000*I D10 -   F10               .333*I
                         .133 I                           .292 I
                         .000 I                          1.138 I
                              I                                I
E10 -  V10              1.029*I                                I
                         .389 I                                I
                        2.646 I                                I
                              I                                I
E12 -  V12              2.513*I                                I
                         .952 I                                I
                        2.640 I                                I
                              I                                I
E13 -  V13              1.830*I                                I
                         .707 I                                I
                        2.589 I                                I
```

```
 TITLE:   Model created by EQS 5.7b --      C:\PEDRO\MODELO1.EDS
 Serial #: E5722771838771                   10/29/03       PAGE : 18
 EQS/EM386 Licensee: Pedro Flores Jiménez

 MAXIMUM LIKELIHOOD SOLUTION (NORMAL DISTRIBUTION THEORY)

 VARIANCES OF INDEPENDENT VARIABLES (CONTINUED)
 ----------------------------------------------

E14 -  V14              2.375*I                              I
                         .917 I                              I
                        2.591 I                              I
                              I                              I
E15 -  V15              3.111*I                              I
                        1.252 I                              I
                        2.485 I                              I
                              I                              I
E16 -  V16              1.038*I                              I
                         .548 I                              I
                        1.894 I                              I
                              I                              I
E17 -  V17              2.874*I                              I
                        1.173 I                              I
                        2.451 I                              I
                              I                              I
E18 -  V18              2.448*I                              I
                        1.081 I                              I
                        2.264 I                              I
                              I                              I
E26 -  V26               .095*I                              I
                         .041 I                              I
                        2.306 I                              I
                              I                              I
E27 -  V27               .151*I                              I
                         .065 I                              I
                        2.308 I                              I
                              I                              I
E28 -  V28               .287*I                              I
                         .112 I                              I
                        2.568 I                              I
                              I                              I
E29 -  V29              2.200*I                              I
                         .835 I                              I
                        2.635 I                              I
                              I                              I
E30 -  V30              1.438*I                              I
                         .546 I                              I
                        2.631 I                              I
                              I                              I
E33 -  V33              1.501*I                              I
                         .570 I                              I
                        2.632 I                              I
                              I                              I
E34 -  V34               .625*I                              I
                         .236 I                              I
                        2.646 I                              I
                              I                              I
```

```
 TITLE:   Model created by EQS 5.7b --      C:\PEDRO\MODELO1.EDS
 Serial #: E5722771838771                   10/29/03       PAGE : 19
 EQS/EM386 Licensee: Pedro Flores Jiménez

 MAXIMUM LIKELIHOOD SOLUTION (NORMAL DISTRIBUTION THEORY)

 VARIANCES OF INDEPENDENT VARIABLES (CONTINUED)
 ----------------------------------------------

E35 -  V35                .000*I                              I
                         3.766 I                              I
                          .000 I                              I
                               I                              I
E39 -  V39               1.711*I                              I
                          .647 I                              I
                         2.646 I                              I
                               I                              I
E44 -  V44                .748*I                              I
                          .375 I                              I
                         1.994 I                              I
                               I                              I
E46 -  V46               1.022*I                              I
                          .447 I                              I
                         2.286 I                              I
                               I                              I
E49 -  V49                .965*I                              I
                          .398 I                              I
                         2.424 I                              I
                               I                              I
E51 -  V51               1.444*I                              I
                          .572 I                              I
                         2.527 I                              I
                               I                              I
```

```
TITLE:   Model created by EQS 5.7b --      C:\PEDRO\MODELO1.EDS
Serial #: E5722771838771                   10/29/03       PAGE : 20
EQS/EM386 Licensee: Pedro Flores Jiménez

MAXIMUM LIKELIHOOD SOLUTION (NORMAL DISTRIBUTION THEORY)

STANDARDIZED SOLUTION:                                                R-SQUARED
 V1     =V1  =         .757*F1    +       .653 E1                         .573
 V2     =V2  =        -.624*F2    +       .782 E2                         .389
 V3     =V3  =        1.000 F3    +       .000 E3                        1.000
 V4     =V4  =        -.198*F3    +       .980 E4                         .039
 V5     =V5  =         .117*F3    +       .993 E5                         .014
 V6     =V6  =        1.000*F4    +       .000 E6                        1.000
 V7     =V7  =         .357 F5    +       .934 E7                         .128
 V8     =V8  =        -.005*F5    +      1.000 E8                         .000
 V9     =V9  =        1.000*F5    +       .000 E9                        1.000
 V10    =V10 =         .001 F6    +      1.000 E10                        .000
 V12    =V12 =         .124*F6    +       .992 E12                        .015
 V13    =V13 =         .372*F6    +       .928 E13                        .138
 V14    =V14 =         .366*F6    +       .931 E14                        .134
 V15    =V15 =         .559*F6    +       .829 E15                        .312
 V16    =V16 =         .822*F6    +       .569 E16                        .676
 V17    =V17 =         .596*F6    +       .803 E17                        .355
 V18    =V18 =         .719*F6    +       .695 E18                        .517
 V26    =V26 =         .961*F8    +       .277 E26                        .923
 V27    =V27 =         .961*F8    +       .278 E27                        .923
 V28    =V28 =         .863*F8    +       .505 E28                        .745
 V29    =V29 =         .544*F8    +       .839 E29                        .296
 V30    =V30 =         .598*F8    +       .801 E30                        .358
 V33    =V33 =         .581 F8    +       .814 E33                        .338
 V34    =V34 =         .879*F9    +       .477 E34                        .772
 V35    =V35 =        1.000*F9    +       .000 E35                       1.000
 V39    =V39 =         .495 F9    +       .869 E39                        .245
 V44    =V44 =         .865*F10   +       .502 E44                        .748
 V46    =V46 =         .792*F10   +       .610 E46                        .627
 V49    =V49 =         .716*F10   +       .698 E49                        .513
 V51    =V51 =         .602 F10   +       .798 E51                        .363
  F1    =F1  =         .755*F6    +       .305*F8    +      .564*F9
                 -     1.026*F10  +       .000 D1                        1.000

  F2    =F2  =        -.274*F6    -      1.040*F8    -      .096*F9
                 +      .655*F10   +       .577 D2                         .667

  F3    =F3  =        -.294*F6    -       .010*F8    +      .046*F9
                 +      .368*F10   +       .841 D3                         .292

  F4    =F4  =        -.384*F6    +      1.786*F8    -     1.737*F9
                 -      .425*F10   +       .000 D4                        1.000

  F5    =F5  =        -.449*F6    +       .305*F8    -     1.136*F9
                 +      .836*F10   +       .706 D5                         .502

  F6    =F6  =        -.250*F11   +       .968 D6                         .062

  F8    =F8  =         .893*F11   +       .451 D8                         .797

  F9    =F9  =        1.000*F11   +       .000 D9                        1.000

  F10   =F10 =         .772*F11   +       .636 D10                        .596

-------------------------------------------------------------------------------
                          E N D    O F    M E T H O D
-------------------------------------------------------------------------------
```

TITLE: Model created by EQS 5.7b -- C:\PEDRO\MODELO1.EDS
Serial #: E5722771838771 10/29/03 PAGE : 21
EQS/EM386 Licensee: Pedro Flores Jiménez

MAXIMUM LIKELIHOOD SOLUTION (NORMAL DISTRIBUTION THEORY)

WALD TEST (FOR DROPPING PARAMETERS)

*** WARNING *** TEST RESULTS MAY NOT BE APPROPRIATE DUE TO CONDITION CODE

MULTIVARIATE WALD TEST BY SIMULTANEOUS PROCESS

	CUMULATIVE MULTIVARIATE STATISTICS				UNIVARIATE INCREMENT	
STEP	PARAMETER	CHI-SQUARE	D.F.	PROBABILITY	CHI-SQUARE	PROBABILITY
1	F3,F8	0.000	1	0.985	0.000	0.985
2	V8,F5	0.001	2	1.000	0.000	0.985
3	F2,F9	0.009	3	1.000	0.009	0.926
4	F3,F9	0.019	4	1.000	0.009	0.923
5	V12,F6	0.204	5	0.999	0.185	0.667
6	V5,F3	0.399	6	0.999	0.195	0.658
7	D2,D2	0.606	7	0.999	0.206	0.650
8	F1,F8	0.865	8	0.999	0.259	0.611
9	F5,F8	1.268	9	0.999	0.403	0.525
10	D5,D5	1.499	10	0.999	0.231	0.630
11	F2,F6	1.954	11	0.999	0.455	0.500
12	F5,F9	2.429	12	0.998	0.475	0.491
13	F5,F6	2.763	13	0.999	0.334	0.564
14	F5,F10	3.040	14	0.999	0.277	0.599
15	V4,F3	3.612	15	0.999	0.573	0.449
16	F3,F6	4.456	16	0.998	0.844	0.358
17	V14,F6	5.310	17	0.997	0.854	0.355
18	V13,F6	5.960	18	0.996	0.650	0.420
19	F2,F10	6.822	19	0.995	0.862	0.353
20	F4,F6	8.044	20	0.992	1.222	0.269
21	V17,F6	8.762	21	0.991	0.718	0.397
22	V18,F6	9.451	22	0.991	0.689	0.406
23	V1,F1	9.964	23	0.991	0.513	0.474
24	V16,F6	10.307	24	0.993	0.343	0.558
25	F3,F10	11.708	25	0.989	1.402	0.236
26	F4,F10	12.951	26	0.984	1.243	0.265
27	D8,D8	14.621	27	0.974	1.670	0.196
28	V49,F10	17.112	28	0.946	2.491	0.115
29	V46,F10	18.613	29	0.931	1.501	0.221
30	F4,F9	19.462	30	0.930	0.849	0.357
31	V44,F10	20.051	31	0.935	0.590	0.443
32	F6,F11	22.654	32	0.889	2.603	0.107

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

```
  TITLE:   Model created by EQS 5.7b --      C:\PEDRO\MODELO1.EDS
  Serial #: E5722771838771                   10/29/03       PAGE : 22
  EQS/EM386 Licensee: Pedro Flores Jiménez


  MAXIMUM LIKELIHOOD SOLUTION (NORMAL DISTRIBUTION THEORY)


  LAGRANGIAN MULTIPLIER TEST REQUIRES   273393 WORDS OF MEMORY.
  PROGRAM ALLOCATES   100000 WORDS.
  PROGRAM STOP DUE TO INADEQUATE ALLOCATION OF MEMORY
1
  Execution begins at 08:22:30.52
  Execution ends   at 08:22:33.05
  Elapsed time =       2.53 seconds
```

Apéndice A

Instrumento de Medición

A.1. Tipo de escala y rango de valores

De forma típica se utilizan cuatro tipos de escala para definir e interpretar las características de las variables: ***ordinal, nominal, de intervalo, y de razón***. En la modelación de ecuaciones estructurales se pueden utilizar cada uno de estos tipos, aunque no es recomendable su mezcla dentro de una matriz de correlación (covarianza). La base de análisis de las ecuaciones estructurales es el coeficiente de correlación momento-producto de Pearson que indica el grado de relación lineal entre variables.

De acuerdo con las recomendaciones que se hacen para la modelación de ecuaciones estructurales, en el diseño del instrumento de medición se utilizó una escala numérica del 1 al 7 para medir las variables observadas, creando así un intervalo de medida (Schumacker y Lomax, 1996). La estandarización de la misma escala de valores ayudó a la interpretación de los resultados y a la comparación relativa de variables

A.2. Tamaño de la muestra, su efecto, significancia y poder

En la modelación de ecuaciones estructurales se requiere la definición de tamaños grandes de muestra para asegurar la representatividad de la población en estudio y mantener la confiabilidad de los estimadores. Este requerimiento también es necesario para la definición de las variables latentes, ya que su soporte son las variables observadas. Hoelter (1983) propuso el estadístico *N crítico*, el cual indica el tamaño de muestra que se requiere para hacer significativa la χ-cuadrada a un nivel dado de significancia. Este tamaño de muestra proporciona un indicador razonable de suficiencia para estimar los parámetros y el ajuste adecuado del modelo acorde a las relaciones teóricas entre variables latentes establecidas.

Algunos investigadores (Ding, Velicer y Harlow, 1995) han indicado varios estudios donde se establece que el tamaño mínimo satisfactorio para analizar modelos de ecuaciones estructurales es de entre 100 y 150 sujetos. En sus investigaciones, Boomsma (1982, 1983) ha recomendado 400 sujetos de estudio. Peter Bentler y Chou (1987) han sugerido que, cuando menos, se requieren 5 sujetos por variable para distribuciones normales y elípticas, cuando las variables latentes tienen múltiples indicadores; y que son necesarios 10 sujetos de estudio por variable, como mínimo, para otros tipos de distribuciones.

Para esta investigación se utilizaron 15 casos de estudio y, aunque no cumple con el tamaño de muestra mínimo requerido, se hizo un esfuerzo considerable para aumentarlo. De los 30 casos recopilados, la mitad se desechó porque las respuestas eran demasiado vagas y porque se habían omitido los datos de inversión en TI fundamentales para el análisis.

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

A.3. Estructura del instrumento de medición

El cuestionario fue acompañado con una carta de presentación en la que se exponían la intención y los propósitos de la investigación. Para animar a las empresas a que llenaran el cuestionario, se les otorgaba un pase gratuito a un seminario de información tecnológica realizado en el Tecnológico de Monterrey, Campus ciudad de México, así como la seguridad de que se les regresaría un análisis de su empresa en cuanto a sus inversiones realizadas en tecnología de información:

IMPORTANTE AVISO

Estimado asociado o amigo empresario

El Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Ciudad de México, en colaboración con la Asociación Mexicana de Usuarios de Sistemas Interactivos de Cómputo, A. C. (AMUSIC), le solicitan su apoyo en una investigación prospectiva para ***analizar el valor de negocios obtenido en las Empresas Mexicanas por sus inversiones realizadas en Tecnología de Información.*** Su participación es totalmente anónima y la información que nos proporcione será manejada con absoluta confidencialidad ya que no se le pide el nombre de su empresa, a menos que usted lo proporcione.

Los resultados de este estudio servirán para generar recomendaciones a los directivos, y para apoyarlos en su toma de decisiones sobre futuras inversiones que proyecten realizar en TI, que les permitan obtener mayores probabilidades de éxito y beneficios económicos empresariales. A usted se le hará llegar un reporte de esta investigación y el análisis de su empresa en cuanto al valor de negocios generado por sus inversiones en Tecnología de Información.

Sabemos que su tiempo es muy valioso e importante. No obstante, el llenar el cuestionario adjunto no le quitará más de 20 minutos ya que son preguntas elementales. Al llenarlo, usted se gana el derecho de asistir al seminario ***Medición del valor de negocios de la Tecnología de Información*** que se celebrará en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus ciudad de México, el día **10 de Abril de 2003**, de 17:30 a 21:00 p.m. en el Aula magna 7. Tiene valor curricular y cuesta $5,000.00. Pero, usted **asiste completamente gratis si llena este cuestionario** y lo envía antes del 10 de Abril de 2003, o lo puede entregar a la entrada del evento.

Aproveche esta oportunidad y reúnase con los expertos más reconocidos que le pueden orientar sobre sus próximas inversiones en Tecnología de Información. Lo esperamos el 10 de Abril en el Tec de Monterrey, Campus ciudad de México. Envíe el cuestionario vía fax a la atención de la Srita. Karina Martínez Mendoza; Fax Amusic: **55-84-67-97**

Llame a estos teléfonos para confirmar su envío y asistencia al evento:
Tec de Monterrey con Lic. Gladis Galaviz. Tels: **54-83-18-66** y **54-83-18-67**
AMUSIC con Karina Martínez Mendoza. Tel: **55- 84-61- 91**

Si recibió este cuestionario por Internet, puede regresarlo debidamente contestado a cualquiera de las siguientes direcciones:
as400mexico@as400.com bisdemexico@prodigy.net.mx ggalaviz@itesm.mx

TECNOLÓGICO DE MONTERREY

Campus Ciudad de México

A.4. Cuestionario

TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN ESTRATÉGICA

El Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, campus Ciudad de México, en colaboración con la Asociación Mexicana de Usuarios de Sistemas Interactivos de Cómputo, A. C., le agradecen su colaboración en este estudio prospectivo. Su participación es totalmente anónima y la información que nos proporcione será manejada con absoluta confidencialidad ya que no se le pide el nombre de su empresa, a menos que usted lo proporcione.

Los resultados de este estudio servirán para apoyar a las Empresas Mexicanas en la ***medición del valor de negocios que han obtenido por sus inversiones realizadas en Tecnología de Información***. Servirán también para generar recomendaciones a los directivos, y para apoyarlos en su toma de decisiones sobre futuras inversiones que proyecten realizar en TI, que les permitan tener mayores probabilidades de éxito y beneficios económicos empresariales.

Por favor, conteste el siguiente cuestionario de forma honesta y sincera, conforme al conocimiento que posee y a la situación actual de su empresa. Las posibles respuestas serán medidas en una escala del 1 al 7. El 1 significa la ausencia del factor evaluado y el 7, el valor más alto o la presencia total del factor evaluado. Escoja un solo valor encerrándolo en un círculo.

Por ejemplo, para la pregunta: ***La estructura actual de la organización es consistente con los objetivos, estrategias, políticas, programas y prácticas de negocios***: 1 2 3 4 5 (6) 7

Si usted escogió el número 6, indica que está Muy de acuerdo en que la estructura de su organización es consistente con sus objetivos de negocios.

I.- APOYOS ESPERADOS Y OBTENIDOS EN SU AMBIENTE EXTERNO EMPRESARIAL

Identifique el grado en que esperaba recibir **apoyo** de la Tecnología de Información adquirida por su empresa para captar información relevante de su entorno de negocios, y el grado que realmente obtuvo

(1= Nulo apoyo; 2= Muy poco; 3= Poco; 4= Neutral; 5= Regular; 6= Mucho; 7= Apoyo total)

Preguntas	Se esperaba el siguiente grado	En la realidad se obtuvo
a. Apoyo para generar conocimiento de valores y necesidades de los clientes y usuarios (por ejemplo número de pedidos, reclamos, órdenes)	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
b. Apoyo para captar información relevante de los competidores (por ejemplo: productos, promociones, estrategias)	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
c. Captar información técnica para mejorar al negocio (por ejemplo: nueva maquinaria, equipos, técnicas, nuevas materias primas)	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
d. Apoyo para captar información de proveedores (tiempos de entrega, descuentos, promociones)	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
e. Apoyo para captar índices económicos (Tipo de cambio, inflación, índices macroeconómicos)	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
f. Apoyo para captar información demográfica (tasa de aumento de la población, migración, cantidad de hombres, mujeres)	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
g. Apoyo para captar información laboral (tasa de desempleo, sueldos en el mercado laboral, disponibilidad de personal)	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

h. Apoyo para captar información internacional (mercados potenciales para exportar, regulaciones internacionales)	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
i. Apoyo para captar información política (cambios reglamentarios, regulaciones, cambios fiscales)	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7

II.- SOPORTE ESPERADO Y OBTENIDO EN LA FORMULACIÓN DE ESTRATEGIAS DE LA EMPRESA

Identifique el grado en que esperaba recibir **soporte** de la Tecnología de Información adquirida por su empresa para la formulación de estrategias de negocios , y el grado que realmente obtuvo

(1= Nulo soporte; 2= Muy poco; 3= Poco; 4= Neutral; 5= Regular; 6= Mucho; 7= Soporte total)

Preguntas	Se esperaba el siguiente grado	En la realidad se obtuvo
a. Soporte para la extracción y/o integración de datos provenientes de diferentes fuentes.	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
b. Soporte para proporcionar información de los factores críticos de éxito de la empresa.	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
c. Soporte de procesamiento de información para respaldar la toma de decisiones	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
d. Soporte para consolidar los planes estratégicos de la empresa.	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
e. Soporte para analizar diversas opciones de crecimiento o diversificación de la empresa	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
f. Soporte para enlazar productos y/o servicios con sus mercados, nichos y clientes cautivos y potenciales	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
g. Soporte para identificar estrategias que apoyen la introducción, crecimiento, madurez y retiro de productos y/o servicios.	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7

III.- BENEFICIOS ESPERADOS Y OBTENIDOS EN LA ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA

Identifique el grado en que esperaba recibir **beneficios** por la Tecnología de Información adquirida por su empresa para apoyar en la organización interna, y el grado que realmente obtuvo.

(1= Nulo beneficio; 2= Muy poco; 3=Poco; 4=Neutral; 5= Regular; 6=Mucho; 7= Beneficio total)

Preguntas	Se esperaba el siguiente grado	En la realidad se obtuvo
a. Intercambio de información entre áreas funcionales y niveles jerárquicos.	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
b. Acceso a datos financieros y contables detallados y consolidados	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
c. Acceso a datos de operación y desempeño de la producción o del servicio	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
d. Acceso a información en línea sobre proyectos y procesos de negocios	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
e. Comunicación efectiva del valor que arrojan los indicadores sobre el desempeño organizacional	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
f. Apoyo para desarrollar adecuadamente y a tiempo los procesos de presupuestación	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
g. Asignación de recursos a las actividades del negocio	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
h. Conjugar capacidades y habilidades del personal con los requerimientos del negocio	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

IV.- SOPORTE ESPERADO Y OBTENIDO EN LA RETROALIMENTACIÓN Y CONTROL DE LA EMPRESA

Identifique el grado en que esperaba recibir **soporte** de la Tecnología de Información adquirida por su empresa para apoyar la retroalimentación y el control, y el grado que realmente obtuvo.

(1= Nulo soporte; 2= Muy poco; 3= Poco; 4= Neutral; 5= Regular; 6= Mucho; 7= Soporte total)

Preguntas	Se esperaba el siguiente grado	En la realidad se obtuvo
a. Monitoreo de información financiera a detalle para destacar datos relevantes	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
b. Monitoreo de información operativa para destacar datos relevantes	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
c. Desglose de información general a nivel de detalle para generar reportes por excepción	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
d. Facilitar la comparación de resultados obtenidos contra resultados esperados	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
e. Soporte para definir y asignar responsabilidades en los ejecutivos	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
f. Monitorear el comportamiento de los mercados y su respuesta a los productos y/o servicios que oferta la empresa	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
g. Proporcionar explicación de la variación obtenida en los resultados	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
h. Monitorear la satisfacción de los usuarios con los sistemas de información y soporte técnico	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
i. Monitorear la satisfacción de los clientes con los productos y/o servicios de la empresa	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
j. Monitorear el ambiente y clima laboral de la organización	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7

V.- APOYO ESPERADO Y OBTENIDO EN LOS RESULTADOS DE LA EMPRESA

Identifique el grado en que esperaba recibir **apoyo** de la Tecnología de Información adquirida por su empresa para la generación de resultados, y el grado que realmente obtuvo

(1= Nulo apoyo; 2= Muy poco; 3= Poco; 4= Neutral; 5= Regular; 6= Mucho; 7= Apoyo total)

Preguntas	Se esperaba el siguiente grado	En la realidad se obtuvo
a. Fomento y promoción del aprendizaje organizacional por los empleados	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
b. Apoyo a la motivación de los empleados para encontrar soluciones	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
c. Apoyo al ambiente y clima laboral de la empresa	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
d. Aceptación de la tecnología de información por los usuarios	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
e. Apoyo para la identificación de áreas clave en los problemas de la empresa	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
f. Apoyo y promoción para el control administrativo	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
g. Apoyo para la adaptación a cambios no previstos o no planeados	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
h. Comunicación de las expectativas de la directiva a los demás niveles jerárquicos	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
i. Apoyo para resaltar la innovación y las soluciones de los problemas de la empresa	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
j. Uso frecuente de los sistemas en lugar de los procesos manuales	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™

k. Importancia de la Tecnología de Información para realizar las actividades de la organización	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
l. Satisfacción de los usuarios con los sistemas de información	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
m. Satisfacción de los clientes por el monitoreo de sus necesidades y reclamos mediante la tecnología de información de la empresa	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
n. Apoyo para disminuir conflictos en los procesos de negocios si no opera un sistema de información	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
o. Apoyo para lograr los objetivos y metas de la empresa	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
p. Apoyo para identificar nuevas oportunidades de negocios.	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
q. Apoyo para la generación de utilidades y ahorros en la empresa	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
r. Apoyo para la disminución de costos y gastos de la empresa	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
s. Contribución al desempeño laboral de los empleados.	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7

VI.- ANÁLISIS DE DECISIONES PARA INVERSIONES EN TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN

VI.1- Sin importar la magnitud ¿Cuáles considera que son los 3 máximos beneficios que ha obtenido la empresa por sus inversiones en Tecnología de Información?

Primer beneficio (especifique):_____
Segundo beneficio (especifique):_____
Tercer beneficio (especifique):_____

VI.2.- Sin importar la magnitud ¿Cuáles son, a su juicio, los 3 obstáculos más grandes que ha tenido la empresa para que no obtenga totalmente los beneficios que esperaba por sus inversiones en Tecnología de Información?

Primer obstáculo (especifique):_____
Segundo obstáculo (especifique):_____
Tercer obstáculo (especifique):_____

VI.3.- ¿Cuánto tiempo transcurre entre la conceptualización del proyecto de Tecnología de Información y su puesta en marcha?

a) Menos de un mes ☐
b) Entre 1 y 3 meses ☐
c) Más de 3 y menos de 5 meses ☐
d) Entre 5 y 8 meses ☐
e) Más de 8 y menos de 10 meses ☐
f) Entre 10 y 12 meses ☐
g) Más de 12 meses ☐

VI.4.- ¿Cuánto tiempo transcurre entre la puesta en marcha del proyecto de Tecnología de Información y la primera percepción de beneficios tangibles o intangibles derivados de dicha Tecnología de Información?

a) Menos de 5 meses ☐
b) Entre 5 y 10 meses ☐
c) Más de 10 y menos de 14 meses ☐
d) Entre 14 y 18 meses ☐
e) Más de 18 y menos de 24 meses ☐
f) Entre 24 y 36 meses ☐
g) Más de 36 meses ☐

Derechos reservados ©Diciembre de 2003 PYTyALI™