

881201



UNIVERSIDAD ANÁHUAC

**ESCUELA DE ACTUARÍA
CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA UNAM**

**SISTEMAS DE SOPORTE EN LA TOMA DE DECISIONES
UN CASO PRÁCTICO**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

ACTUARIO

PRESENTA:

GUILLERMO / LÓPEZ JIMÉNEZ

CON LA DIRECCIÓN DEL DR. PABLO NORIEGA BLANCO VIGIL

MÉXICO D. F., 2000

8086



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A Rosa María, mi esposa, amiga y compañera,

A mis hijos,

A mis padres y hermana

CONTENIDO

0. INTRODUCCIÓN.....	5
1. SISTEMAS DE SOPORTE PARA LA TOMA DE DECISIONES	9
1.1 Breve Historia de los DSS.....	9
1.2 Diferencia entre EDP, MIS y DSS.....	12
1.3 Características de los DSS.....	15
1.4 Elementos Constitutivos de un DSS	17
1.5 Análisis, Diseño y Desarrollo de DSS	20
1.6 Herramientas para el Desarrollo de un DSS.....	22
2. UN CASO PRÁCTICO.....	27
2.1 Presentación del Problema	27
2.2 Características y Objetivos del Sistema a Desarrollar.....	30
2.3 Proceso de Facturación.....	31
2.4 Opciones para la Implementación.....	33
2.5 Implementación de la Primera Versión.....	34
2.6 Adaptación del Usuario.....	38
2.7 Sigüientes Versiones.....	40
3. CONCLUSIONES.....	42
ANEXO 1: DOCUMENTACIÓN DEL SISTEMA.....	48
BIBLIOGRAFÍA.....	60

INTRODUCCIÓN

0. INTRODUCCIÓN

La forma en que evolucionan los negocios hoy en día hace cada vez más necesario el ofrecer a los ejecutivos información que les permita tomar decisiones oportunas y certeras en el manejo de sus empresas.

Más la necesidad de tomar decisiones no se limita al campo de los ejecutivos en busca de respuestas para maximizar sus utilidades, pues todos los seres humanos en nuestro cotidiano devenir nos vemos obligados a tomar decisiones de toda índole. El médico debe decidir sobre intervenir o no a un paciente y para ello debe considerar una serie de variables como su estado general, su edad, peso, etc. El empresario requiere decidir sobre invertir en un nuevo negocio o introducir al mercado un producto adicional. El constructor de autos que precisa determinar el costo-beneficio de instalar algún dispositivo de seguridad a sus vehículos.

Sin embargo el proceso de toma de decisiones, como todos hemos experimentado, no es siempre sencillo. A veces no se tiene mucha claridad de cual es el problema a resolver, otras veces el número de variables que intervienen hacen difícil determinar la mejor opción.

Interesados en este tema, los investigadores del Instituto de Tecnología de Carnegie realizaron desde finales de los años cincuenta diferentes estudios teóricos sobre el proceso de toma de decisiones desde el punto de vista de las organizaciones. Por otro parte, a principios de los años sesenta investigadores del Instituto Tecnológico de Massachussets (M.I.T.) llevaron a cabo trabajos técnicos en sistemas interactivos. La conjunción de estas ideas permitió el desarrollo del concepto de "*Sistemas de Soporte para la Toma de Decisiones*" que en términos generales consiste en utilizar a la computadora como un instrumento que facilite el proceso decisorio sobre un determinado asunto, sin reemplazar la capacidad pensante del ser humano.

Desde entonces distintos autores han ofrecido diversos enfoques sobre los alcances y definición de los Sistemas en Soporte para la Toma de Decisiones o DSS, por sus siglas en inglés. Que van desde las más simplistas, que consideran que una hoja de cálculo puede ser un DSS, hasta las más elaboradas como las de Ralph Sprague y Eric Carlson[24] que en su libro "*Building Effective Decision Support Systems*", publicado en 1982, donde sugieren que un DSS debe cumplir con varios requerimientos, algunos de índole técnica y otros relacionados con las funciones que deben ejercer los participantes de estos sistemas.

Si bien la informática ha avanzado a velocidades vertiginosas en el área de automatización de procesos, aún no se logra aprovechar a su máximo en el proceso de toma de decisiones, contrario a lo que muchos futuristas estimaron en los años cincuenta, entre ellos Russell Ackoff y Peter Drucker[7], que las computadoras revolucionarían el trabajo de los altos ejecutivos, esto no ha sucedido. Las computadoras han sido utilizadas para automatizar la operación más no las

decisiones. Por ejemplo, un arquitecto puede realizar un diseño completo de un edificio en una fracción del tiempo que antes le tomaba hacerlo; sin embargo, el trabajo tradicional del ejecutivo, como el decidir si se debe o no lanzar un nuevo producto al mercado, se ha beneficiado muy poco de los sistemas de información tradicionales. Las razones son múltiples, entre ellas el que la toma de decisiones no es un proceso rutinario o estructurado como lo definió Simon[23], tampoco se repite, pues la forma como se tomó una decisión en una determinada ocasión no necesariamente puede utilizarse como modelo para la siguiente. Por lo tanto el desarrollo de sistemas que permitan apoyar a los ejecutivos en sus decisiones, sigue siendo un campo fértil. Muchos otros tipos de sistemas como los sistemas expertos, los sistemas ejecutivos de información o los almacenes de datos (data warehouse) han buscado satisfacer esta necesidad, pero sin lograrlo con la eficacia deseada.

Desarrollar sistemas eficaces para el apoyo a la toma de decisiones es retomar los esfuerzos iniciados por personajes como Herbert A. Simon, Peter G. W. Keen, Michael S. Scott Morton, Andrew M. Mc Cosh, Ralph H. Sprague Jr. y Eric D. Carlson, donde el énfasis se oriente hacia los tomadores de decisiones. Entendiendo su forma de pensar, de analizar los problemas; haciendo accesible modelos de simulación; satisfaciendo sus requerimientos de información, tanto interna como externa; en pocas palabras, desarrollando sistemas específicos para ellos.

Para el actuario, el tema de los Sistemas para el Soporte a la Toma de Decisiones es un campo sin explorar en el que tiene ventajas comparativas respecto a otras profesiones. Su formación analítica y facilidad para la creación de modelos matemáticos, así como el uso de algoritmos le permiten, sin lugar a dudas, jugar un rol importante en el desarrollo de estos sistemas. Conoce las herramientas que un tomador de decisiones desearía tener a su disposición para lograr mayor eficacia en su función, no le es ajeno el uso de las computadoras para su labor. Lo único que le faltaría es el conocimiento concreto de la teoría que sustenta a los DSS.

El presente trabajo tiene por objetivo ofrecer una visión global sobre los sistemas de soporte para la toma de decisiones, proponer una serie de criterios para la estructuración de DSS eficaces y finalmente profundizar sobre el rol que puede jugar el actuario en este campo.

Para cumplir con los objetivos anteriormente planteados esta tesis se divide en tres capítulos, en el primero se analiza la evolución que ha tenido el concepto de los DSS desde los años sesenta hasta la actualidad, considerando la perspectiva de distintos autores sobre el tema. Asimismo, se presentan los elementos y características con los que debe contar un DSS y algunas herramientas que facilitan su desarrollo.

El segundo capítulo muestra un caso práctico de un DSS, que desarrollé para una empresa mexicana líder en su campo, que preocupada por la pérdida de mercado, solicitó el desarrollo de un sistema que le permitiera simular su complicado proceso de facturación. El sistema se utilizó durante 11 meses y permitió definir los nuevos parámetros de la facturación. Las características de este sistema fueron muy particulares, pues el propio usuario podía especificar los comandos necesarios, de acuerdo a las reglas de negocio establecidas. Merece hacer especial mención el

hecho de que este sistema fue desarrollado en APL, un lenguaje muy poderoso, pero de uso limitado en la actualidad.

Por último, el tercer capítulo presenta las conclusiones fruto del trabajo realizado tanto en el análisis de la teoría como el desarrollo de la aplicación práctica. Estas consideraciones versan sobre el papel que puede jugar el actuario en el desarrollo de un DSS, incluyendo una propuesta de estudios complementarios para su formación en este campo.

Es importante mencionar que esta tesis no pretende profundizar sobre herramientas que pueden ser utilizadas para el desarrollo de estos sistemas tales como: Inteligencia Artificial, profundizar sobre la

CAPÍTULO 1
SISTEMAS DE SOPORTE PARA LA TOMA DE DECISIONES

I. SISTEMAS DE SOPORTE PARA LA TOMA DE DECISIONES

El desarrollo de los sistemas de información, comprende desde aquellos que realizan operaciones sencillas con gran velocidad hasta los sistemas de Inteligencia Artificial que simulan el pensamiento humano. Los sistemas de Soporte para la Toma de Decisiones (DSS por sus siglas en inglés), sin pretender reemplazar al hombre en su capacidad “pensante”, son una herramienta poderosa que ayuda al tomador de decisiones, en su difícil tarea.

El concepto de DSS no es nuevo pues fue utilizado por primera vez en la década de los sesenta, no obstante continúa vigente y cada vez más demandado, principalmente en ambientes de negocios en donde los ejecutivos requieren de herramientas que les permitan tomar decisiones oportunas y certeras; y donde los sistemas tradicionales, aún no han podido satisfacer sus requerimientos.

El presente capítulo pretende introducir al lector en el mundo de los DSS, desde sus inicios treinta años atrás, donde tuvieron origen las primeras discusiones sobre el tema[20], hasta nuestros días en que se han desarrollado un gran número de herramientas que facilitan su construcción, pero que no han sido suficientes para lograr su eficacia. Por eso es necesario analizar cuidadosamente las propuestas presentadas por distintos autores, que revelan un componente poco utilizado en la implementación de estos sistemas: el factor humano. Sólo así, promoviendo la construcción de estos sistemas por personal con el adecuado talento y formación académica, se logrará el apoyo eficaz para la toma de decisiones.

1.1 Breve Historia de los DSS

El concepto de “Soporte a la Toma de Decisiones” evolucionó de dos áreas de investigación: una realizada por Herbert A. Simon y Allen Newe, ambos investigadores del Instituto de Tecnología de Carnegie que a finales de los años cincuenta, comenzaron un estudio teórico sobre algoritmos genéricos para la toma de decisiones[23] y de toma de decisiones a nivel organizacional. Poco después, ya en los años sesenta, otros investigadores del Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT), desarrollaron ciertos trabajos técnicos sobre los sistemas interactivos. Estos dos elementos generaron el ambiente adecuado para el desarrollo de los DSS.

Los primeros libros sobre DSS, aparecen en la década de los setenta, comenzando en 1971 con el libro: “Administrando Sistemas de Decisiones: Apoyo Basado en Computadora para la Toma de Decisiones”, escrito por Michael S. Scott Morton. El objetivo de este libro fue mostrar los

resultados de un experimento que utilizó para su tesis doctoral sobre cómo las computadoras y los modelos analíticos pueden ayudar a los ejecutivos a tomar decisiones clave.

También en 1971, Tom Gerrity, escribió un artículo titulado "El Diseño de Sistemas de Decisiones Hombre-Máquina: Un Sistema para la Administración de Portafolios", su sistema fue diseñado para apoyar a analistas financieros a llevar la administración diaria de los portafolios de inversión sus clientes.

En 1974, Gordon Davis en la Universidad de Minnesota, publicó su texto: "Sistemas de Información Gerencial (MIS por sus siglas en inglés): Conceptos Básicos, Estructura y Desarrollo". En este libro, Davis dedica todo un capítulo al tema de "Toma de Decisiones Apoyada por Sistemas de Información" y establece las bases para una amplia investigación y práctica sobre el tema de los DSS. En la definición que proporciona sobre los MIS dice: *son aquellos sistemas que proveen información para apoyar las funciones de operaciones, administración y toma de decisiones en una organización. Estos sistemas utilizan tanto equipos y sistemas informáticos, como procedimientos manuales y modelos administrativos y de decisiones.* En esta aseveración, claramente considera a los DSS como un subconjunto de los MIS. Su texto también motivó la investigación sobre el tema de los DSS.

En 1975 J.D.C. Little diseña un DSS llamado "Brandaid" que facilita la toma de decisiones en lo que respecta a producto, publicidad, precio y promoción. Asimismo su artículo "Modelos y Administradores: El Concepto de un Cálculo para la Decisión" establece los criterios para diseñar modelos para apoyar la toma de decisiones administrativas.

En 1978, Peter G. W. Keen y Michael Scott Morton, publican el libro "Sistemas de Soporte para la Toma de Decisiones: Una Perspectiva Organizacional", una de sus aportaciones fue definir una estrategia de implementación "clínica", en donde se diagnostican los problemas durante el proceso de implementación y se prescriben soluciones. Esta estrategia hace sentido cuando se considera que el proceso de desarrollo de los DSS es evolutivo y conforme se avanza se detectan nuevos problemas a resolver.

También en 1978, el mismo Michael Scott Morton en conjunto con Andrew M. McCosh publicaron el libro "Administración de Sistemas para la Toma de Decisiones"[17], en donde hace dos aportaciones muy valiosas: delimitar el campo de acción de los DSS considerando el tipo de problemas en el que se pueden aplicar; y definir el papel del constructor de los DSS, destacando las habilidades que éste debe tener. Caracterizaba a los DSS por ser *"sistemas interactivos operando en computadoras que ayudan a los tomadores de decisiones a utilizar modelos y datos para resolver problemas complejos"*.

Los Sistemas Ejecutivos de Información (EIS por sus siglas en inglés), surgen en 1979, a raíz de la publicación de un artículo en la Revista de Negocios de Harvard, por John Rockart. Posteriormente, Rockart en conjunto con David W. De Long, escriben el libro "Sistemas de Soporte Ejecutivo: El Inicio del Uso de las Computadoras por los Directivos de Alto Nivel". La

principal diferencia entre estos sistemas y los DSS de acuerdo a Rockart y De Long, estriba en que los primeros están más orientados a los datos, su recuperación y uso; en vez de orientarse hacia los modelos, de hecho los modelos en esos sistemas ejecutivos son muy limitados o inexistentes. Su enfoque hacia los datos les permite ser utilizados por diferentes áreas dentro de la empresa, como una especie de pizarra electrónica.

Por otra parte, el libro "Construyendo Sistemas Eficaces de Soporte a la Toma de Decisiones", escrito por Ralph Sprague y Eric Carlson en 1982[24], fue todo un acontecimiento en la historia de los DSS, pues proporcionó una visión general para que la comunidad interesada pudiese *entender y poner en práctica la construcción de los DSS. En el libro se detallan los roles que deben asumir los miembros de un grupo de trabajo cuyo objetivo es desarrollar un DSS, así como las herramientas a utilizar.* Otra importante contribución, fue la introducción del concepto "Generador de DSS", ideado como una caja de herramientas con los elementos necesarios para desarrollar rápida y fácilmente un DSS.

En la segunda mitad de la década de los ochenta, los Sistemas Ejecutivos de Información (EIS) y los DSS, evolucionan de monousuarios a grupos de usuarios y nace el concepto de los Sistemas Grupales de Soporte en la Toma de Decisiones (GDSS por sus siglas en inglés). Asimismo, el concepto de "Trabajo en Grupo" o "Groupware" comienza a difundirse, principalmente debido a la publicación del libro de Johansen, R. en 1988, "Trabajo en Grupo: Ayuda del Cómputo en los Equipos de Negocios". En donde refiere que *los Groupware se conforman por sistemas, equipos y medios de comunicación designados para ayudar a un conjunto de personas en la solución de un problema en particular.*

De esta tendencia surgen, a principios de los noventa, los Almacenes de Datos o Data Warehouse y la herramienta ideal para aprovecharlos: el procesamiento analítico en línea u OLAP (On-line Analytical Processing). En diversas publicaciones se otorga a W. H. Inmon la paternidad del concepto Data Warehouse, autor de varios libros sobre el tema, el primero de ellos publicado en 1993 con el título "Construyendo un Data Warehouse", libro en el que Inmon define las características que debe tener el ambiente de un Data Warehouse: una colección de datos, organizada por temas relevantes para la organización, integrados, no volátiles y dependiente del momento en que fue tomado el dato.

Por su parte, el concepto OLAP, terminó con la discusión sobre la incompatibilidad en términos de eficiencia, de que el diseño físico de una base de datos para un sistema transaccional era distinto del que se requiere para un DSS. *por tanto era necesario duplicar la información y generar diferentes tipos de bases de datos de acuerdo a su uso.* La realidad es que el Modelo Relacional de bases de datos desarrollado por E. F. Codd, carece de la funcionalidad para consolidar, consultar y analizar información en base a múltiples dimensiones. Este nuevo requerimiento llamado Análisis de Datos Multidimensional, es la razón de ser del OLAP. A diferencia del Modelo Relacional, no existen fundamentos matemáticos para el OLAP, sin embargo, Codd definió varias reglas que deben cumplir los productos comerciales, para considerarse como herramientas OLAP[6].

Hoy en día muchas disciplinas intervienen en la expansión e investigación de los DSS: los desarrolladores de bases de datos proporcionan herramientas para administrar los datos, las ciencias administrativas generan modelos para los DSS y presentan evidencias sobre las ventajas de usarlos para la solución de problemas. Las ciencias cognitivas ofrecen información que auxilia en el diseño de DSS. Otras áreas relacionadas incluyen la inteligencia artificial, la interacción hombre-computadora, investigación de operaciones, modelos de simulación, ingeniería de software y telecomunicaciones.

En el cuadro siguiente se muestra un resumen de las principales aportaciones que permitieron la evolución del concepto DSS. Cabe destacar que después de los trabajos de Sprague y Carlson[24], el énfasis se dio en las herramientas, no tanto en los actores o participantes del DSS. Este punto será tratado nuevamente en las conclusiones, donde se propone el estudio del factor humano dentro del desarrollo de los DSS y en especial de la participación del actuario en ellos.

AUTOR	APORTACION
Herbert Simon y Allen Newe (1950-1960)	Algoritmos genéricos para la toma de decisiones y toma de decisiones a nivel organizacional.
Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT) (1950-1969)	Desarrollo del concepto sobre sistemas interactivos.
Michael S. Scott Morton (1971)	Modelos analíticos para apoyo a la toma de decisiones de ejecutivos.
Peter G. W. Keen y Michael Scott Morton, (1978)	Implementación clínica. El desarrollo de los DSS es evolutivo e iterativo.
Michael Scott Morton y Andrew M. McCosh (1978)	Los DSS contribuyen a la solución de problemas semiestructurados y deben ser desarrollados por personal con habilidades particulares (constructores).
Ralph Sprague y Eric Carlson (1982)	Esquema sobre cómo se deben construir los DSS: ayudar a los tomadores de decisiones utilizando modelos y datos. Propone varios participantes y define el rol de cada uno.
1985 a 1990	Evolución de los DSS a grupos de usuarios: GDSS.
1990 a la fecha	Surgen diversas herramientas: Data Warehouse, OLAP, Data Mining.

Principales Aportaciones en la Historia de los DSS.

(D. J. Power[21])

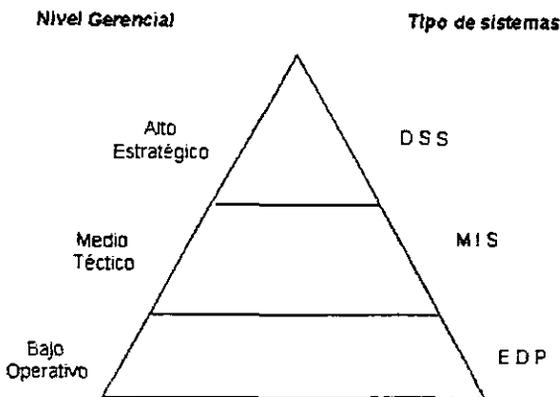
1.2 Diferencia entre EDP, MIS y DSS.

Tres acrónimos se han utilizado comúnmente al referirse a Sistemas de Cómputo, los tres cuentan con particularidades que los distinguen y que a su vez los relacionan. En los párrafos siguientes, se describirá el significado de cada uno de ellos y su aportación en la evolución de los sistemas.

Las siglas EDP (Electronic Data Processing por sus siglas en inglés) fueron utilizadas indistintamente para denominar a los primeros departamentos de cómputo, así como a los sistemas que operaban en esos centros y que permitían resolver problemas relacionados al manejo de datos; es decir, cuestiones como: contabilidad, inventarios, nóminas, etc. en dónde lo principal era llevar el control de transacciones relativamente sencillas en su forma pero complejas por su volumen. Este nivel de procesamiento, por su naturaleza, apoyaba las funciones operativas más bajas de una organización.

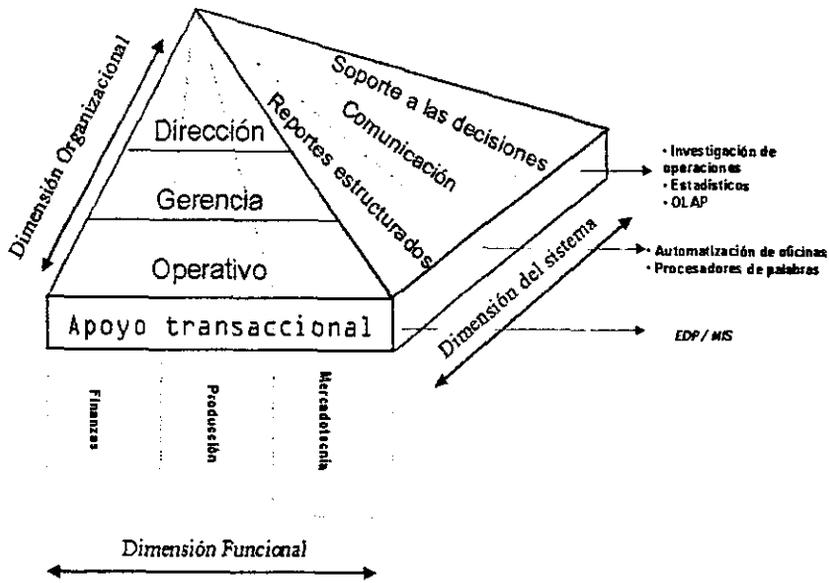
La mayoría de esos sistemas EDP fueron integrados por área de negocio (mercadotecnia, contabilidad, producción, etc.) para luego dar paso al concepto de MIS (Management Information Systems por sus siglas en inglés), con el objetivo de manejar ya no sólo datos, sino información, es decir datos procesados que agregan significado e inclusive conocimiento a quien los recibe. La información era presentada por reportes estructurados, que fueron reemplazados por sistemas de consulta en línea, con la posibilidad de realizar preguntas no planeadas, utilizando algún administrador de bases de datos. Su objetivo principal era apoyar los niveles intermedios de las organizaciones.

Siguiendo esta misma estructura, los DSS se pensaron originalmente para auxiliar las labores de los niveles más altos de las organizaciones, proporcionando herramientas flexibles, fáciles de adaptar y de respuesta rápida. Con este enfoque inicial se relacionó a los niveles de una organización con los sistemas que apoyarían sus funciones, dando paso a la pirámide de la figura siguiente que se le atribuye a Dickson y Simon[23]:



Nivel Gerencial V.S. Tipo de Sistema (Dickson y Simon[23])

Sin embargo otros autores como Sprague y Carlson[24], no se conformaron con esta visión evolutiva de los sistemas de información y definieron a la función informática de una organización, como: *"aquella dedicada a mejorar el rendimiento de los empleados que realizan algún trabajo intelectual (knowledge workers) mediante la aplicación de sistemas de información adecuados"*, además, agregaron una dimensión más a la pirámide que se muestra en la figura siguiente, argumentando que la toma de decisiones, no ocurre únicamente en los niveles superiores de la organización, sino en todos los niveles. Incluso, para que un problema llegue al nivel superior, debió pasar antes por un gran número de tomadores de decisiones en niveles inferiores. Con esta idea, lo que Sprague y Carlson[24] pretenden mostrar en su tercer dimensión es una serie de subsistemas que brindan soporte a los diferentes niveles organizacionales y que virtualmente les permiten mejorar su decisión, tal es el caso de las hojas de cálculo, los generadores de reportes, los sistemas estadísticos y los de investigación de operaciones, entre otros.



Visión Teórica en tres Dimensiones
Sprague y Carlson[24]

Estas ideas tienen mucho sentido hoy en día y son retomadas por autores como Michael Hammer y James Champy [11] en su libro "Reingeniería", donde mencionan que el esquema antiguo de centralizar las decisiones en los niveles organizacionales altos debe cambiar. Ahora la nueva regla debe ser que *"la toma de decisiones es parte del oficio de todos"*. Además, el libro promueve organizaciones planas en base a equipos de trabajo que tienen perfectamente delimitado los procesos a realizar y que con la ayuda de sistemas ad-hoc, pueden medir la efectividad de los procesos, sin necesidad de niveles intermedios de supervisión. Por lo que cada equipo de trabajo deberá tomar sus propias decisiones para lograr su objetivo.

Por tanto al retomar y complementar la propuesta de Sprague y Carlson[24], se puede afirmar que los DSS abarcarán todos los elementos tecnológicos necesarios para apoyar al tomador de decisiones tales como: equipos de cómputo, dispositivos electrónicos con tecnología inmersa, como los utilizados a nivel industrial o biomédico; equipos de comunicaciones, programas de cómputo específico o cualquier combinación de éstos.

1.3 Características de los DSS

Como se mencionó anteriormente, más que una definición teórica de los DSS, existe una evolución del concepto que se comprende mejor analizando sus características, como lo hace Sprague y Carlson[24], que basándose en los trabajos de Keen y de Alter proponen que el DSS deberá contar con las siguientes características:

- Se utilizan para abordar problemas poco estructurados, o sin el suficiente nivel de especificación. como los que típicamente se encuentran los tomadores de decisiones. Normalmente son problemas que nunca se habían presentado y por tanto no existe procedimiento para abordarlos. También ocurre en aquellos en que su naturaleza y estructura es compleja o bien que su importancia es tal, que requiere un tratamiento hecho a la medida
- Permiten combinar el uso de modelos o técnicas analíticas con el de administradores de bases de datos tradicionales.
- Fáciles de usar incluso por gente sin conocimientos en cómputo y de un modo interactivo.
- Resaltan la flexibilidad y adaptabilidad que deben tener, para lograr cambios en el ambiente o el enfoque definido por el tomador de decisiones.

La primera de las características mencionadas se puede entender mejor citando los trabajos de H.A. Simon[23] sobre el proceso de toma de decisiones en el ser humano. Simon afirma que el proceso de solución de un problema, se puede dividir en tres actividades:

- **Inteligencia:** Toma prestado el término militar y se refiere a la identificación de una situación que requiera una decisión, es decir la búsqueda de un problema a resolver, puede incluir acciones como la comparación del estado actual de la organización contra sus objetivos o sus estándares.
- **Diseño:** Se refiere al análisis, desarrollo o invención de las posibles líneas de acción, para resolver la situación planteada.
- **Elección:** Es la evaluación y selección de una línea de acción.

Estas actividades normalmente se suceden en ese orden, es decir, primero la **inteligencia**, luego el **diseño** y finalmente la **elección**. Asimismo, menciona que este proceso es altamente interactivo y jerárquico, por lo que cualquier actividad de las descritas puede ser descompuesta en forma recursiva en las tres actividades mencionadas.

Con estas ideas en mente, se dice que un problema es totalmente estructurado, cuando cada una de las actividades que lo componen están perfectamente claras o definidas. Por tanto, se puede definir un procedimiento o regla que permitirá acotar el problema, diseñar las posibles soluciones y elegir la mejor de entre ellas. Mientras que en un problema semiestructurado o poco estructurado, no se cuenta con un procedimiento para alguna de las actividades mencionadas, por ejemplo para identificar el problema, aunque sí se tenga definido un mecanismo para diseñar las posibles soluciones y elegir la mejor (ver cuadro siguiente). Este tipo de casos pertenecen al dominio de los DSS, en donde el sistema ayudará al tomador de decisiones en la definición del problema para luego diseñar y elegir la mejor solución.

	RUTINARIAS	EFICIENCIA	USO DE RECURSOS	PLANEACIÓN ESTRATÉGICA
ESTRUCTURADO ↓ NO ESTRUCTURADO	Cálculo de la nómina	Cuentas por cobrar	Análisis presupuestal	Mezcla de embarcaciones en una flota
	Reservaciones aéreas	Control de inventarios	Pronóstico de corto plazo	Ubicación de una empresa
	Asignación de rutas para reparto	Calendarización de la producción	Pronóstico de largo plazo	Fusiones entre empresas
	Resolución de un crimen	Administración del efectivo	Elaboración de presupuestos	Planeación de un producto

Diferentes Tipos de Decisiones y Nivel de Estructuración
(Gorry y Scott Morton[5])

Otra característica importante, es la **facilidad de manipular la información por medio de modelos**, éstos no son otra cosa que cajas negras con un propósito determinado: aprovechar una

herramienta determinada o representar la realidad. Con el uso de los modelos se pretende apoyar al tomador de decisiones en las siguientes actividades:

- Prospectivas
- Deducciones
- Análisis
- Definir alternativas
- Comparar alternativas
- Optimizaciones
- Simulaciones

Para ello los modelos podrán ser de diversos tipos dependiendo del problema a resolver: matemáticos, analíticos, financieros, contables, simulación, etc. Además deberán ser fáciles de integrar y de utilizar.

Esta facilidad de utilización se debe procurar tanto en los modelos como en el mismo sistema y se relaciona a la forma en que el usuario puede interactuar con éste, incluso sin un conocimiento en cómputo. Esta característica se puede lograr en la medida en que el sistema, se ajuste a la forma de trabajar del tomador de decisiones e incluso adopte su propio léxico.

Finalmente la característica de flexibilidad, está vinculada a la posibilidad de cambiar el flujo de operación del sistema o de los módulos que lo integran. En este sentido, no debe existir, a menos que sea indispensable, una determinada secuencia para llevar a cabo los procesos del sistema, con lo cual el tomador de decisiones tendrá toda la libertad para probar alternativas no imaginadas en el momento de la definición inicial del sistema.

Es importante enfatizar, que estos sistemas debieran permitir a los tomadores de decisiones, obtener el máximo provecho de las nuevas tecnologías, por lo mismo, se plantea en la siguiente sección una serie de elementos mínimos que los conforman, entendiendo por elementos al recurso humano que participa en el DSS y los componentes informáticos indispensables.

1.4 Elementos Constitutivos de un DSS

Para comprender la forma en que se puede apoyar al tomador de decisiones, es primordial definir una serie de elementos y la forma en que interactúan. McCosh y Scott Morton [17], mencionan cinco elementos fundamentales:

- El tomador de decisiones

- Un conjunto de modelos
- Una computadora
- Una interfaz adecuada que permita al usuario explotar los modelos utilizando la computadora
- Una fuente de información o banco de datos

Esta propuesta, no deja de ser válida, sin embargo aparenta ser igual a cualquier sistema interactivo que se programe, en donde el usuario será el responsable de aprovechar el sistema una vez implementado. En ese sentido, la propuesta de Sprague y Carlson[24] es mucho más rica, pues define una serie de roles, adicionales al tomador de decisiones, necesarios en la construcción del DSS y luego establece ciertos subsistemas esenciales para la infraestructura básica que incluye el resto de los elementos mencionados por McCosh y Scott Morton.

Los roles mencionados por Sprague y Carlson[24], son los siguientes:

- **El usuario o tomador de decisiones**, es quien se enfrenta con los problemas de decisión.
- **El intermediario**, la persona que ayuda al usuario, posiblemente como un asistente, para interactuar con la computadora y que pueda hacer sugerencias. Este actor conocido comúnmente como "bridge-player", tiene un buen conocimiento sobre los alcances de la informática, sin ser un especialista.
- **El constructor del DSS**, establece el tipo de tecnología que se usará: la plataforma de hardware y software: los modelos y bases de datos; y la forma en que se relacionarán. Interactúa tanto con el usuario como el intermediario y se recomienda que pertenezca a la misma área del usuario, con lo que se busca un buen conocimiento contextual del problema a resolver.
- **El soporte técnico**, integra los paquetes existentes y los adapta. En este rol se encuentran, entre otros, los analistas de bases de datos, el arquitecto del data warehouse, el personal de desarrollo de sistemas y los analistas de sistemas.
- **El especialista en sistemas (toolsmith)**, es el experto tecnológico, conoce perfectamente las herramientas que se usarán en el desarrollo del DSS. Instala la infraestructura que normalmente es invisible para el usuario, pero esencial para el Soporte Técnico. Dentro de este rol se encuentran los administradores de bases de datos, los especialistas en redes y los administradores de sistemas que frecuentemente se consultan durante el desarrollo del sistema.

Estos roles pueden ser interpretados por uno o más actores, inclusive, en algunos casos, no todos los roles serán necesarios. Todo dependerá de la complejidad del DSS a desarrollar y de la infraestructura informática con que se cuente. En el caso particular del sistema presentado en el

segundo capítulo de esta tesis, sólo existieron dos actores, el primero tomó el rol del usuario, mientras que el segundo tomó el de constructor del DSS.

Adicionalmente Sprague y Carlson[24] mencionan los elementos fundamentales o subsistemas que integran un DSS:

- **Subsistema de diálogo:** es propiamente la interfaz con el usuario, que permite la interacción entre éste y el sistema. Es el subsistema más importante para el mejor aprovechamiento del DSS, pues entre más fácil y amigable sea el diálogo para el usuario, más rápida será su integración al sistema y mayor el provecho que resulte. Algunas de las capacidades deseadas para este subsistema son las siguientes:
 - Manejar varios estilos de diálogo, quizás con la facilidad de escoger el estilo personal del usuario.
 - Adaptarse a las acciones del usuario por medio de diversos dispositivos de entrada.
 - Presentar información con diferentes formatos y dispositivos de salida.
 - Ofrecer un apoyo adecuado de acuerdo al conocimiento básico del usuario.
- **Subsistema de datos:** es un administrador de bases de datos, que permite la extracción, captura y modificación de información tanto de fuentes internas como externas. Algunas de las capacidades que deberá tener este subsistema son las siguientes:
 - Combinar diferentes fuentes de datos mediante procesos de captura y extracción.
 - Incorporar o separar del sistema fuentes de datos locales o remotas de una manera fácil y rápida.
 - Presentar las estructuras lógicas de las bases de datos de tal manera que el usuario pueda entender lo que existe y le permita plantear sus requerimientos futuros.
 - Usar información personal o no oficial, de modo que el usuario pueda experimentar con alternativas basadas en su juicio.
 - Administrar una gran variedad de datos por medio de un conjunto completo de funciones propias.
- **Subsistema de modelos:** es la parte central del DSS, que le permite al usuario el procesar la información para obtener un determinado resultado. En este sentido, un modelo debe reflejar el procedimiento utilizado por el tomador de decisiones en la solución o juicio sobre un problema. Algunas de las capacidades que este subsistema debería incluir son las siguientes:
 - Crear nuevos modelos fácil y rápidamente.

- o Tener acceso y relacionar modelos ya existentes.
- o Catalogar y mantener una gran variedad de modelos para auxiliar al usuario en cualquier necesidad.
- o Interrelacionar estos modelos con las ligas apropiadas y permitir su interacción con el subsistema de datos.
- o Permitir su administración con funciones análogas a las de un manejador de bases de datos (es decir, mecanismos para almacenar, catalogar, unir, eliminar y tener acceso a modelos).

Estos componentes se complementan con la **Infraestructura de Comunicaciones** que es el aglutinante entre los subsistemas, esto se logra mediante una red de datos, que permite al usuario interactuar con el subsistema de datos y el subsistema de modelos a través del subsistema de diálogo. También es importante incluir el esquema de seguridad, cuya función es garantizar que: el acceso a la información sólo se realice por personal autorizado; el uso de los diferentes modelos no ponga en riesgo la integridad de la información; y no comprometa el tiempo de respuesta de un proceso en producción.

El siguiente paso es entender el proceso de construcción de este tipo de sistemas, para lo que se presenta una propuesta en la siguiente sección.

1.5 Análisis, Diseño y Desarrollo de DSS

Derivado de las diferencias entre las características inherentes a un DSS y los sistemas tradicionales, los procesos de análisis, diseño y desarrollo deben ser distintos. Para la fase de análisis, Sprague y Carlson[24] proponen un esquema denominado ROMC: Representación, Operaciones, Ayudas nemotécnicas y Mecanismos de control (por sus siglas en inglés).

Desde el punto de vista del usuario, las capacidades del DSS se medirán en función a las facilidades de **Representación** con que cuente el sistema de manera que le ayude a comunicar y visualizar un determinado problema, las **Operaciones** para analizar y manipular las representaciones, las **Ayudas nemotécnicas** que le permitan recordar el vínculo existente entre operaciones y representaciones, y los **Mecanismos de control** para manejar y utilizar el sistema en su conjunto.

Así pues, la primera etapa de **Representación**, se refiere al proceso de visualización del problema, ya que, dentro del análisis se debe considerar que el usuario no conoce el detalle del procedimiento a seguir para la toma de decisiones, sin embargo, se apoya en elementos como gráficas, mapas, documentos, fotografías, hojas de cálculo o cualquier elemento físico que le

ayuda a explicar su decisión. Por supuesto, no es necesario que el usuario pueda describir el proceso de toma de decisiones antes de que se construya el DSS, pero el sistema deberá contar con representaciones que permitan al usuario interpretar los resultados del sistema y seleccionar una determinada operación a realizar.

En la segunda etapa de **Operaciones**, se identificarán las herramientas necesarias con que deberá contar el tomador de decisiones para llevar a cabo su tarea, como aquellas que le permitan el acceso a la información, la generación de reportes, la evaluación de alternativas, la simulación o la generación de estadísticas para pronóstico. Es importante considerar que puede ser necesario el uso de una misma operación varias veces durante el proceso y que no hay un orden específico para que se efectúen.

Para la tercera etapa es necesario considerar que un tomador de decisiones requiere de **Ayudas nemotécnicas** durante su proceso, en este sentido se le deberán proporcionar los mismos mecanismos que acostumbra utilizar. Estos mecanismos pueden ser desde un simple cuaderno de notas donde escribir ideas, hasta el acceso a un archivo electrónico de memorandums o cartas enviadas. También convendría considerar la facilidad de almacenar resultados parciales o totales del proceso. Asimismo, es indispensable contar con una ayuda en línea sobre la descripción completa de todos los modelos implementados, funciones que integran el sistema o la lista de los procesos que se deben ejecutar. Una bitácora con las operaciones realizadas por el usuario es también un tipo de ayuda. El constructor o analista del DSS, debe estar atento para incluir aquellos elementos que faciliten su uso.

Por último, los **Mecanismos de control**, son una parte fundamental del sistema y en gran medida, de ellos depende el éxito o fracaso de un DSS, estos mecanismos deberán permitir configurar el sistema para adecuarlo al estilo del tomador de decisiones, proporcionándole un lenguaje sencillo para la construcción de sus procesos y la explotación del sistema. Las ayudas que el sistema brinde, forman parte de esta etapa y comprenderán el uso de menús y ayuda en línea así como el control de errores, que inciten al usuario a “aprender haciendo”. Adicionalmente, estos deberán permitir modificar las funciones implementadas y editar resultados.

Con respecto a las etapas de diseño y desarrollo, Sprague y Carlson[24] mencionan la necesidad de hacerlo de una manera iterativa en donde el usuario debe estar completamente comprometido. Para lograrlo es conveniente descomponer el problema en varios subproblemas que puedan ser implementados rápidamente y evaluados por el usuario, para después proseguir con el siguiente ciclo. Cada ciclo encierra las etapas del proceso tradicional de desarrollo de sistemas: Análisis, diseño, desarrollo e implementación.

Aunque esta metodología parece ser la más adecuada, Sprague y Carlson[24] proponen otras dos alternativas: el desarrollo rápido que lo denominan “quick-hit”, lo proponen cuando el DSS a desarrollar es muy específico. Para este mecanismo es conveniente aprovechar al máximo el

software y hardware (empaquetado) disponible en el mercado. La desventaja es que se puede crear un sistema muy rígido que requiera más esfuerzo de mantenimiento durante su vida útil.

La otra alternativa, denominada “**Generador de DSS**”, consiste en todo un conjunto de herramientas, que harán posible el desarrollo de cualquier DSS específico. Por supuesto, el tiempo necesario para este desarrollo es de varios años y el riesgo de utilizar elementos que puedan resultar obsoletos en el futuro, es muy grande. No obstante, se encuentran en el mercado algunas herramientas que se mencionarán más adelante y que se clasifican como generadores de DSS. Una vez que se cuenta con una herramienta como ésta, es posible desarrollar un DSS específico utilizando la metodología iterativa.

En las dos primeras alternativas presentadas, se suelen utilizar metodologías de “**Desarrollo por Prototipos**” o “**Desarrollo Rápido de Aplicaciones**” (RAD por sus siglas en inglés). En ambos, se busca obtener un producto parcial rápidamente que pueda ser evaluado, llevar a cabo las correcciones o mejoras; y continuar con el siguiente.

El objetivo al final será contar con un sistema *Adaptable* que de acuerdo a la definición de Simon[23], es aquel que se puede adecuar a diferentes circunstancias, en tres horizontes de tiempo: a corto plazo, permite la búsqueda de respuestas para un espacio reducido de alternativas; a mediano plazo, el sistema aprende modificando sus capacidades; y a largo plazo, el sistema evoluciona para adaptarse a capacidades y entornos distintos. La manera adecuada de interpretar estas características no es como un sistema que se adapta a si mismo, más bien como un sistema que permite su adaptación en el tiempo por la flexibilidad con que fue concebido desde un inicio.

Las herramientas que se presentan a continuación, son parte de lo que el mercado actual ofrece para el desarrollo de este tipo de sistemas.

1.6 Herramientas para el Desarrollo de un DSS

Hoy en día existen una gran cantidad de herramientas que pudieran ser utilizadas para el desarrollo de un DSS, sin embargo, cualquier intento por listarlas corre el riesgo de convertirse rápidamente en algo obsoleto debido a la velocidad de avance de la tecnología. No obstante, es conveniente mencionar algunas de ellas considerando como marco de referencia los tres tipos de subsistemas definidos por Sprague y Carlson[24].

Una herramienta muy en boga y que normalmente se ofrece como ideal para construir un sistema de soporte en la toma de decisiones, es el Data Warehouse, que de hecho puede formar parte del **subsistema de datos**. Los Data Warehouse deberían contar con las siguientes características[3]:

- Es una base de datos especialmente diseñada para efectuar análisis, usando datos de diferentes aplicaciones, de fuentes internas y externas.
- Apoya a un grupo reducido de usuarios dentro de una organización, pero que la utilizan continuamente.
- Su uso es intensivo en cuanto a lectura de datos.
- Su contenido es actualizado periódicamente.
- Permite almacenar información actual e histórica.

La aportación en relación con el **subsistema de datos**, es el manejo de la variable tiempo, que para el caso de análisis de tendencias resulta muy adecuado. Adicionalmente, Inmon incluye el concepto de *Metadato*, es decir la información sobre los datos incluyendo sus estructuras lógicas dentro de las bases de datos. Esta información es presentada de tal modo que el usuario pueda entender lo que existe y le permita hacer sus requerimientos futuros.

Por lo que toca al **subsistema de modelos**, existen una gran variedad de herramientas, que pueden interactuar con los Data Warehouse, dentro de las más comunes se encuentran:

- OLAP (On-line Analytical Processing) en sus dos modalidades ROLAP o MOLAP dependiendo del tipo de procesamiento que realicen relacional o multidimensional respectivamente.
- Paquetes estadísticos con los que se pueden realizar muestreos, regresiones, pruebas de confiabilidad sobre predicciones u obtener cualquier tipo de indicador estadístico.
- Inteligencia artificial especialmente sistemas expertos[8] en donde se pueden definir ciertas reglas de inferencia que permitan ejecutar acciones automáticamente o solicitar la intervención del tomador de decisiones. Los sistemas expertos podrían resolver un problema tan bien como lo hace un experto humano, o en ocasiones mejor. En este rubro también se encuentran los sistemas de lógica difusa (Fuzzy logic), en los que la toma de decisiones se hace sobre conceptos, en vez de datos, por ejemplo un ejecutivo podría decir que los ingresos son altos, medios o bajos y para cada uno de ellos existe un rango de datos más que un valor único.
- Data Mining[3] o minería de datos que se utiliza para explorar tendencias, se puede decir, que esta herramienta es similar a los paquetes estadísticos, en el sentido de que ambos construyen modelos basados en los datos. que permiten predecir el futuro. Sin embargo, la minería de datos se apoya en tecnologías novedosas como: Árboles de decisiones, redes neuronales, algoritmos genéticos y reglas de inducción entre otras.

La gran mayoría de las herramientas anteriores, cuenta con su propio **subsistema de diálogo**, con el que el usuario puede interactuar con el sistema para obtener los resultados requeridos, siendo la interfaz gráfica la más común, sin embargo, puede haber requerimientos especiales que

impliquen el uso de dispositivos de reconocimiento de voz, presentación de videos, u otro tipo de instrumentos para captar y presentar la información.

Por otra parte, es importante aclarar que no sólo alrededor de los Data Warehouse se pueden desarrollar DSS, de hecho existen varias empresas dedicadas al desarrollo de sistemas para mercados específicos como el caso de APACHE Medical Systems, que comercializa un sistema llamado Surveyor+[25] diseñado para apoyar al médico a tomar decisiones en relación a la evaluación de un paciente antes de una intervención quirúrgica del corazón. El modelo permite comparar los datos del paciente con los de una base de datos y proporcionar información importante previa al procedimiento.

Otro grupo interesante de herramientas son los llamados generadores de DSS que proporcionan al usuario o constructor una interfaz visual adecuada para desarrollar modelos específicos para la solución de problemas o la definición de estructuras de datos. Se pueden clasificar en dos categorías dependiendo del tipo de toma de decisiones: bajo incertidumbre y con criterios múltiples. La toma de decisiones bajo incertidumbre se refiere a preferencias y alternativas donde se considera un riesgo y un resultado. Mientras que la de criterios múltiples se refiere a la asignación de prioridades de acuerdo a alternativas y nivel de importancia. Una lista de este tipo de herramientas fue desarrollada por Bhargava[4] en 1999. De hecho el APL que se utilizó para el caso que se muestra en el siguiente capítulo, se puede considerar como un generador de DSS.

El lenguaje APL, nace en 1962 después de la publicación del libro "A Programming Language"[19] (un lenguaje de programación) escrito por Ken Iverson. Es un lenguaje matemático por definición, con capacidad de manejar variables multidimensionales y un elegante conjunto de operadores o funciones. Cada operador está representado por un símbolo griego con lo que se logra una notación muy compacta. Desafortunadamente, en los inicios del APL no se contaba con videos o impresoras genéricas con capacidad de graficación, por lo que se requería de videos, teclados e impresoras especiales para su utilización. Asimismo, requería de gran capacidad de procesamiento y memoria, al punto que la IBM se vio obligada a desarrollar un sistema operativo especial para sus mainframes que se llamó VSPC y se ofrecía como el ambiente ideal para desarrollar sistemas personales, mucho antes de la aparición de las hojas de cálculo.

A pesar de que el APL hizo su aparición en versión para computadoras personales, eliminando la problemática de requerimientos especiales, su participación en el mercado de las herramientas orientadas a los DSS fue disminuyendo y hoy en día su uso es limitado. No obstante, varias empresas continúan empleándolo como la empresa Adaytum Software[1] que comercializa productos de apoyo a la toma de decisiones para el mercado financiero y utiliza APL internamente. Incluso la empresa marca como ventaja sobre las herramientas OLAP comunes, el que sus productos pueden manipular cientos de dimensiones, en vez de las 20 que normalmente limita a las OLAP.

Resulta además curioso, el que se considere el análisis multidimensional u OLAP como una de las herramientas más usadas para los desarrolladores de DSS, siendo que el APL desde su creación a principios de los sesenta, ya contaba con tal facilidad.

El uso del lenguaje de programación APL, para el desarrollo del caso práctico que se presentará en el siguiente capítulo, fue el más adecuado para su tiempo y permitió generar cada uno de los subsistemas descritos y llevar a la práctica diversos elementos teóricos presentados con anterioridad.

CAPÍTULO 2
UN CASO PRÁCTICO

2. UN CASO PRÁCTICO

A continuación se presenta un caso práctico desarrollado por el autor de esta tesis, en el que una empresa líder en el mercado de las fotocopiadoras, era amenazada con la pérdida potencial de mercado, ocasionada por un proceso inequitativo de facturación que otorgaba precios superiores a sus clientes más importantes. El proceso resultaba complicado y había gran urgencia por tomar una decisión, sin embargo, para hacerlo era necesario cambiar por completo el proceso, pero surgieron varias interrogantes: ¿Qué cambios habría que hacer?, ¿Qué impacto tendría el cambio?, y ¿Cuánto tiempo tardarían en identificar los cambios?. Bajo este entorno, se procedió al desarrollo del sistema que se describe a continuación.

2.1 Presentación del Problema

El Gerente de Precios y Competencia de una empresa dedicada a la venta y arrendamiento de fotocopiadoras reconoce una problemática en torno a la valuación de los contratos de renta de equipo a sus clientes más importantes. La renta de esos contratos era desproporcionadamente alta con respecto a la de otros clientes que sin ser considerados importantes contaban con un gran número de equipos.

El gerente decidió buscar una solución mediante la simulación de métodos alternativos de valuación de contratos. Sin embargo, la valuación resultaba un proceso complicado, debido al gran número de variables que intervenían.

Cuando un cliente mayor con contrato global, que es como se conoce a los clientes más importantes, establecía un contrato de arrendamiento, el monto total a pagar estaba formado por una renta fija y una renta variable. Ambas rentas dependían de otros datos como: el modelo de equipo que tuviese el cliente, el sector comercial al que pertenecía y el volumen mensual de copias en el que se situaba. Adicionalmente, la renta variable era calculada como el valor máximo entre los siguientes tres valores:

- Suma de las rentas mínimas globales de cada equipo
- Suma de los costos de copias, duplicaciones y materiales utilizados durante el periodo
- Suma de las rentas mínimas contractuales

Más adelante se dará una amplia explicación sobre cada uno de ellos. Por el momento vale la pena analizar la transcripción parcial de un comunicado interno en donde el usuario describe la problemática encontrada y su propuesta de solución:

" ...El Gerente de Precios y Competencia planteó en forma general la estrategia de Mercadotecnia que se aplicaría tentativamente a partir del mes de junio en el sector de clientes comerciales con contrato global. es decir, aproximadamente 3,000 equipos se incorporarían a esta estrategia inicialmente. Dentro de su estrategia, señaló los siguientes puntos:

1. Del análisis efectuado a los volúmenes e ingresos de copiado, se detectó que el objetivo inicial de dar un precio especial a los clientes con contrato global se había diluido casi por completo. Por tal motivo, la Dirección de Mercadotecnia, desarrolló la estrategia de plan preferencial de precios, cuyo propósito era ubicar a la empresa en un plano equitativo de precios y resultaría en mayor eficiencia y productividad en la forma de operar. A continuación se subrayan los factores de mayor peso y que indican las deficiencias en la operación:

- a) Se detectó que muchos clientes caen en la condición de "bajo mínimo" no sólo por la forma en que está estructurado nuestro sistema de facturación, sino porque realmente la situación económica del país ha obligado a las empresas a disminuir sus operaciones (disminución de volúmenes de copiado y aumento en los prospectos de cancelación).
- b) Se detectó también la falta de equidad en la aplicación de precios y trato de los clientes en relación al volumen de máquinas y copiado, en efecto, a clientes que tienen altos volúmenes de copiado y máquinas se les aplica la misma curva de precios que a clientes que reúnen esos dos factores en pequeña y mediana escala.
- c) Con menor incidencia se detectó que, en el caso de algunos clientes que pasan del millón de copias, al excedente de este volumen, se aplica la siguiente y última escala.
- d) Hay falta de claridad en la información que maneja nuestra operación y que se entrega y se trata de explicar al cliente (factura, valuaciones de planes globales, listas de precios, etc.)

Bajo las consideraciones anteriores y otras que no se incluyen, se formuló un plan de trabajo que concluye con la reestructuración de la forma de comercializar y que se conoce con el nombre de estrategia PPP (Plan Preferencial de Precios) y a continuación se detallan algunas de las características y beneficios comentados durante reuniones de trabajo:

- Se eliminarán rentas mínimas.
- Se manejará un precio fijo de renta fija igual para todos los equipos en función del volumen de máquinas instaladas, o incluso considerando otro tipo de estrategia (venta de equipo o cualquier otra estrategia que hubiera a esa fecha).

- *Se manejará la aplicación de un precio fijo para el copiado, el cual se establecerá sobre el volumen de copiado obtenido por el cliente en sus operaciones mensuales anteriores.*
- *Se eliminará el módulo de duplicación.*

Los beneficios esperados al aplicar el nuevo plan serían:

- *Simplificación de operación.*
- *Toma de lecturas de un solo medidor (normalmente se tiene un medidor para copias y otro para duplicaciones)*
- *Reducción en tiempos de proceso.*
- *Reducción en los tiempos de respuesta en trámites de facturación repetida debido a errores en lecturas.*
- *Entregar información más objetiva y clara al cliente (factura y valuación de planes globales).*
- *Trazar el camino mejorando los procesos y sistemas para la introducción de nueva tecnología.*
- *Mejorar la imagen como empresa líder ante el cliente.*

Puntos a considerar:

- *Reubicar los recursos humanos orientados actualmente a mejoras de Facturación de Copiado para trabajar sobre el nuevo concepto.*
- *Asignar nuevos recursos con desconocimiento de la operación para desarrollar el nuevo sistema o trabajar sobre el desarrollo de las mejoras actuales.*
- *Preparar los sistemas actuales para soportar estos cambios.*
- *Hacer las consideraciones correspondientes a los manuales de Políticas y Procedimientos, ya que implica cambios en las formas de trabajo administrativo y operacional.*
- *La Dirección de Sistemas deberá desarrollar los mecanismos automáticos para controlar y aplicar los cambios de parámetros para generar la facturación (precios de copiado y renta fija)..."*

Como se puede apreciar de los párrafos anteriores, el gerente tenía una idea muy clara de la problemática, identificaba una pérdida del negocio, producto de una mala aplicación de los planes de facturación. Era necesario hacer algo inmediatamente, so pena de las repercusiones que el descuido de sus clientes principales podría generarles. Con estos elementos, propuso una serie

de líneas de acción que debían ser probadas antes de implementarse e identificar claramente su posible impacto en la organización. Proponía, también, la reubicación de recursos humanos para trabajar sobre el nuevo concepto y que una vez identificados los parámetros, la Dirección de Sistemas desarrollara el nuevo sistema.

La infraestructura de cómputo con que contaba esa organización, consistía en un sistema de facturación de clientes mayores, desarrollado en COBOL y operando en una computadora central (IBM 4341), que no permitía explorar las alternativas de solución a la problemática planteada con la flexibilidad que el Gerente de Precios y Competencia deseaba. Por tanto, se hacía necesario, buscar alternativas que hicieran posible contar con un sistema que simulara la facturación y analizar a las diferentes opciones.

2.2 Características y Objetivos del Sistema a Desarrollar

El sistema a desarrollar debería ser lo suficientemente flexible como para identificar lo que el Gerente llamó *los parámetros del sistema*, además de permitir simular el sistema de facturación en operación, pero con la posibilidad de modificar cualquiera de los procesos que ejecutaba dicho sistema.

El solo hecho de pensar que el sistema a simular estaba desarrollado en Cobol y que la rigidez de la metodología seguida por la Dirección de Sistemas para modificar o desarrollar nuevos programas le representaría varios meses de trabajo antes de ver un resultado, le hacían buscar desesperadamente alguna alternativa de solución más rápida.

Comenzó pues integrando a un grupo de colaboradores, de esa Gerencia de Precios y Competencia, así como de la Gerencia de Requerimientos de Mercadotecnia. El grupo partiría prácticamente de cero sobre el proyecto, aunque conocían la mecánica de la facturación.

El objetivo era crear un sistema que tuviera al menos las siguientes características:

- Horizonte de varios meses: El sistema en operación sólo contaba con información de tres meses, por lo que era necesario que el nuevo sistema pudiera acumular la información a partir de su implementación.
- Facilidad de obtener reportes: El sistema debería contar con una herramienta de explotación para obtener la impresión a solicitud del usuario.
- Flexibilidad: El sistema debería permitir el cambio de cualquier valor en las variables inherentes al proceso de facturación e inclusive modificar las funciones utilizadas en la valuación.
- Rapidez en la implementación: El sistema debería de estar en uso en dos semanas.

- Extraer del sistema de facturación la siguiente información necesaria para llevar a cabo el proceso de simulación:
 - Plan de precios
 - Número o sufijo de cuenta
 - Modelo
 - Número de copias
 - Número de duplicaciones

Entendiendo por duplicación el número de copias, después de la primera, que se procesan en la misma operación. El resto de los elementos se definirán en los siguientes párrafos.

Para entender completamente la magnitud del reto, se presenta en seguida el detalle del proceso de facturación tradicional de la empresa.

2.3 Proceso de Facturación

Nociones básicas:

- **Cuenta global, o contrato global,** es un convenio de arrendamiento por un cierto número de equipos de diferentes modelos. Este tipo de contratos normalmente se realizaban con los clientes mayores. Existían entonces, cerca de 180 cuentas y alrededor de 16,000 equipos en dichas cuentas. La empresa manejaba trece modelos distintos de copadoras.
- **Plan de precios** es el conjunto de contratos globales que pertenecen a uno de los siguientes sectores comerciales: gobierno, privado A y privado B; cada uno de ellos podían contratar con o sin materiales de copiado incluidos, por lo que en realidad se identificaban seis tipos distintos.
- Cada **modelo** de equipo perteneciente a un determinado plan de precios, tiene las siguientes variables:
 - **Renta fija.**- Es un cantidad determinada a pagar independientemente del uso del equipo.
 - **Renta mínima.**- Es la cantidad mínima que el cliente tendrá que pagar por cada equipo, aun cuando el costo por volumen de copiado utilizado en el período implique una suma menor.
- Asociados a cada **cuenta global** se tienen los siguientes valores:

- **Curva de precios.-** Indica el precio por copia que pagará cada cuenta global dependiendo del total de copias que haya hecho dicha cuenta en un mes, el plan de precios que corresponda y los diferentes modelos de copadoras que tenga rentados.
 - **Precio (por copia) para la duplicación.-** Es el precio que deberá pagar cada cuenta global por cada duplicación. Este valor depende del modelo del equipo y el plan de precios, pero no varía con respecto al número de duplicaciones que haya hecho cada equipo, como es el caso de la curva de precios en el inciso anterior.
 - **Precio (por copia) de materiales.-** Es la cantidad que tiene que pagar cada cuenta global por concepto de materiales. Esta cantidad depende del modelo, el plan de precios y del total de copias.
- Asociado al plan de precios se tiene una **renta mínima contractual**. Ésta es una cantidad fija a pagar, independiente del número de equipos, modelos, copias o duplicaciones que tenga una cuenta determinada.

Considerando los elementos anteriores, el total a facturar por cada contrato se define entonces a partir de las siguiente fórmula:

$$\text{FACTURACIÓN} = \sum_{i=1}^n N_i RF_i + \text{MAX} \left(\sum_{i=1}^n N_i \text{RMG}_i, \sum_{j=1}^n C_j \text{PPC}_j + D_i \text{PPD}_i + C_i \text{PPM}_i, \right. \\ \left. \text{Renta Mínima Contractual} \right)$$

En donde,

RF_i : Renta Fija a pagar por el modelo i

N_i : Número de equipos del modelo i

RMG_i : Renta mínima global del modelo i

C_i : Número de copias de todos los equipos del modelo i

PPC_j : Precio por copia dependiendo del rango de copiado en que se encuentre $\sum_{j=1}^n C_j$, donde n es el número de modelos.

D_i : Número de duplicaciones de todos los equipos del modelo i

PPD_i : Precio por duplicación a pagar del modelo i

PPM_i: Precio de los materiales por cada copia correspondiente al modelo i

n : Número de modelos en la empresa

2.4 Opciones para la Implementación

Para implementar la solución, existían dos posibilidades, la primera de ellas que consistía en solicitar a la **Dirección de Sistemas** el desarrollo de la solución, sin embargo, quedó rápidamente descartada, pues como sucede en la mayoría de las organizaciones, el tiempo de respuesta ofrecido por esa Dirección, superaba al esperado por el usuario que era de dos semanas, para contar con el primer prototipo.

La segunda posibilidad era que la **Gerencia de Requerimientos de Mercadotecnia** desarrollara el sistema, esta Gerencia al depender al igual que el usuario, de la Dirección de Mercadotecnia, tenía la ventaja de conocer con mayor detalle la problemática que se pretendía resolver; reduciendo con este conocimiento previo, el tiempo necesario para el análisis del sistema. Adicionalmente contaba con un ambiente de desarrollo en APL y con una biblioteca de funciones ya utilizadas en el área para otros proyectos, lo que permitiría generar rápidamente prototipos.

El APL brindó una serie de ventajas notables, con respecto a un lenguaje tradicional, para resolver la problemática mencionada. Algunas de estas ventajas fueron:

- Es un lenguaje interprete e interactivo, es decir se puede ejecutar una instrucción cualquiera y obtener inmediatamente el resultado.
- Está basado en símbolos, por lo que no es necesario escribir comandos largos o complejos para ejecutar una función. Por ejemplo, el símbolo \mathbb{E} al usarlo con un solo argumento, (forma monádica) permite obtener la inversa de una matriz, mientras que de usarse con dos argumentos (forma diádica), resuelve un grupo de ecuaciones simultaneas.
- Es un lenguaje orientado a arreglos, es decir que la mayoría de sus comandos operan tanto para un escalar como para un vector o una matriz multidimensional.
- El interprete opera en base a áreas de trabajo en donde se pueden crear funciones, programas y variables o tener acceso a archivos y bases de datos. Este ambiente es muy útil para hacer simulaciones, pues permite cargar un determinado conjunto de objetos (variables, programas o funciones) y modificarlos de acuerdo a los requerimientos de la simulación y posteriormente almacenarlos para utilizarlos en otra simulación.

- El esquema de áreas de trabajo, también permite la creación de sistemas cerrados o abiertos. Un sistema cerrado, es el que comúnmente conocemos, en donde el control del flujo del programa es definido por el desarrollador desde un inicio y el usuario no puede cambiar en lo absoluto dicho flujo; mientras que en un sistema abierto, el usuario tiene a su disposición una serie de herramientas o comandos que puede ejecutar a su elección sin que esto afecte el proceso. Esta característica en especial hace muy sencillo crear el subsistema de diálogo adecuado a los requerimientos del usuario.

Así pues, la Gerencia de Requerimientos de Mercadotecnia desarrolló la aplicación. En los párrafos siguientes se discute cómo fue hecha la implementación y la forma en que evolucionó el sistema.

2.5 Implementación de la Primera Versión

De acuerdo a la teoría presentada en el primer capítulo, el problema se podría clasificar como semiestructurado, pues el usuario sabía qué quería medir pero no cómo hacerlo, es decir no sabía de que modo se debiera modificar la facturación para que resultara adecuada. Por tanto, el sistema debería permitir experimentar con la mayor cantidad de alternativas posibles; adaptarse y evolucionar de acuerdo a la creatividad y necesidades del mismo usuario.

Desde el punto de vista formal, el sistema fue desarrollado utilizando el esquema descrito por Sprague y Carlson[24] como desarrollo iterativo y evolutivo; en sólo doce días, se contó con la primera versión. Para lograrlo, fue necesario establecer una triada usuario-programador-APL que resultó muy productiva y esencial para el desarrollo. En donde el único objetivo tanto para el usuario como para el programador era terminar con el modelo funcional lo más rápido posible, de hecho se podría decir que el usuario fungió como líder del proyecto y por tanto estaba presto a resolver cualquier duda que surgiera dentro del proceso de construcción, además de revisar los módulos tan pronto eran liberados.

Siguiendo con la teoría y su aplicación, los subsistemas que integran un DSS descritos anteriormente, quedaron implementados de la siguiente manera:

- **Subsistema de modelos.**- Integrado por todas las funciones que el usuario tenía a su disposición dentro del área de trabajo. Dichas funciones fueron creadas tanto por el programador como por el usuario y se aprovecharon librerías de funciones desarrolladas por terceros.
- **Subsistema de datos.**- Integrado por los archivos a que tenía acceso el usuario por medio de las funciones y por las variables con información que residía en el área de trabajo. Este subsistema, podía consultar la base de datos de facturación para simular en base a la

información real de los últimos meses. Asimismo, permitía al usuario crear sus propios archivos para comparar con simulaciones posteriores. En este caso, no fue necesario el utilizar información proveniente de fuentes externas, sin embargo, el ambiente APL lo hubiese permitido.

- **Subsistema de diálogo.**- Este subsistema con el que el usuario interactuaba se conformó por los siguientes elementos:
 - Al iniciar la aplicación, contaba con un menú que le permitía configurar la clase de simulación que deseaba llevar a cabo, básicamente, se establecía el tipo de contrato global en el que trabajaría.
 - Posteriormente, el sistema pasaba al modo de ejecución normal del APL, en donde podía utilizar tanto las funciones creadas como los comandos propios del lenguaje, pues muchos de ellos son sencillos de utilizar.
 - Adicionalmente, en el modo de ejecución podía invocar al comando DEFINE, el cual funcionaba como un compilador, en donde el usuario podía definir funciones sencillas con una sintaxis simple, casi natural, sin necesidad de entrar al modo de programación del APL. Más adelante se muestran algunos ejemplos de funciones creadas por el usuario utilizando este comando.

Para el desarrollo de cada una de las funciones, se buscó descomponer el proceso de facturación en acciones muy sencillas, cada una de estas pasaba a ser una función que podría ser invocada en el modo de ejecución. A manera de ejemplo, a continuación se listan algunas de las funciones escritas por el usuario utilizando el compilador DEFINE, el resto de la documentación del sistema se encontrará en el ANEXO 1 de esta tesis.

CDM:COPIADO+DUPLICACION+MATERIALES

CONTRACTUAL:CONTBA

COPCONDES:(VOL CURVA IMPRS)+.×PPC×.921

DIF:INGRESOS-FACT

FAC:DIF×100÷FACT

FACT:(RENTAFIJA+VALCO MAX RENMINGLO MAX CONTRACTUAL)÷1000

FACRF:CARGOFIJO×100÷SEMICRP

FACVPTS:VALPTS×100÷NVAFACT

GAR:VALTOTC×100÷NVAFACT

IMPACTO:(COPIADO+DUPLICACION+MATERIALES)-RENMINGLOAJ

IMPRS:COPIAS+DUPLS

INGCONDES: (RENTAFIJA+COPCONDES MAX RENMINGLO MAX CONTRACTUAL)÷
1000

INGRESOS: (RENTAFIJA+VALOR MAX NVOMIN MAX CONT85)÷1000

MAYOR: RE, (SUMA EQUIPOS), (SUMA IMPRS), (SUMA FACT), ((SUMA FACT)
(SUMA IMPRS)), MODFACT

NVAFACT: VALPTS+VALTOTC

RENMINOT: (RENTAFIJA+RENMINGLO)÷1000

SDIF: SUMA DIF

SEMICRP: CARGOFIJO+VALTOTC

SFACT: SUMA FACT

SIM: SUFIS PEGA INGRESOS

SIMA: SUFIS PEGA (RENTAFIJA÷1000) PEGA (VALOR÷1000) PEGA (NVOMIN÷
1000) PEGA INGRESOS PEGA (RENTAFIJA+1000) PEGA FACT PEGA DIF P
EGA FAC

SIMAS: SNVAFACT, SFACT, SDIF, (SNVAFACT×100÷SFACT)

SNVAFACT: SUMA INGRESOS

TODOCOP: (VOL CURVA IMPRS)+.×PPC

VALCO: COPIADO+DUPLICACION

VALOR: VALORCO+VALORDUP

VALPTS: (PUNTOS×PPTS PPTS PUNTOS)÷1000

VALTOTC: (IMPRS×PRECIOS PPCU IMPRS)÷1000

La primera de estas funciones CDM es simplemente la suma del monto pagado por el número de copias, duplicaciones y materiales. El resultado de esta función es en realidad un vector con el total a pagar, de dichos conceptos, por cada contrato global.

La función FACT, sorprendentemente, permite obtener el resultado del total a facturar por cada contrato global en miles de pesos. Si se deseará obtener el total facturado, es decir la sumatoria de todos los contratos globales, bastaría con: +/FACT.

Que de acuerdo a la información proporcionada en el punto 2.2, equivale a la fórmula:

FACTURACIÓN÷1000 =

$$\left(\sum_{i=1}^n N_i RF_i + \text{MAX} \left(\sum_{i=1}^n N_i RMG_i, \sum_{i=1}^n C_i PPC_i + D_i PPD_i + C_i PPM_i, \text{Renta M\u00ednima Contractual} \right) \right) \div 1000$$

Mientras que, con la funci\u00f3n IMPACTO se obtiene el resultado que representar\u00eda para la empresa, positivo o negativo, al aplicar una renta ajustada en vez del procedimiento tradicional de cobro por n\u00famero de copias, duplicaciones y materiales utilizados.

Esta forma de implementar el sistema ofreci\u00f3 las siguientes ventajas:

- Permiti\u00f3 una implementaci\u00f3n muy r\u00e1pida, pues en s\u00f3lo unas cuantas horas, el usuario pod\u00eda contar con los nuevos comandos o modificaciones que requer\u00eda.
- Lo convert\u00eda en un sistema modular, resultando en:
 - Mantenimiento sencillo, cuando se requer\u00eda la modificaci\u00f3n de alguna funci\u00f3n, la tarea era muy simple.
 - F\u00e1cil documentaci\u00f3n.
 - Comprensi\u00f3n m\u00e1s sencilla, pues cada funci\u00f3n estaba ligada a una actividad espec\u00edfica.
- La nomenclatura utilizada coincid\u00eda con aquella que el usuario acostumbraba para cada actividad representada por una funci\u00f3n, incluso el mismo usuario pod\u00eda definir sin\u00f3nimos cuando as\u00ed le conven\u00eda, ese fue el caso de la funci\u00f3n CONTRACTUAL, que se mencion\u00f3 anteriormente y que hac\u00eda las mismas funciones de CONTBA.
- El usuario pod\u00eda conocer y experimentar creando sus propios comandos, cambiando a su elecci\u00f3n el orden de ejecuci\u00f3n del proceso o bien haciendo que una funci\u00f3n diera por resultado un valor constante.
- El usuario pod\u00eda probar cada m\u00f3dulo del sistema por separado y estar seguro de que los resultados fueran los deseados.

Ahora bien, sobre la informaci\u00f3n utilizada, \u00e9sta proven\u00eda de la base de datos del sistema de facturaci\u00f3n. De ah\u00ed se transfiri\u00f3 a archivos planos para posteriormente crear matrices tridimensionales con la siguiente estructura:

N x 13 x 4, donde

N: Cada uno de los contratos globales pertenecientes a un plan de precios.

13: Modelos

4: Conceptos:

- 1) Número de cuenta
- 2) Número de equipos de un determinado modelo
- 3) Total de copias por modelo
- 4) Total de duplicaciones por modelo

Esta estructura surgió de la necesidad del usuario de obtener resultados por plan de precios y por contrato global. Además, permitió un proceso eficiente, debido a que el APL es más rápido y poderoso trabajando con arreglos en un proceso en paralelo, que con datos aislados en forma iterativa. Curiosamente, este tipo de modelos de estructuras multidimensionales, son hoy en día una forma común de manipulación de información para DSS.

Sobre los roles empleados para el desarrollo, tan solo fueron necesarios el de: usuario, constructor del DSS y soporte técnico. No se requirió de un interprete, pues el mismo usuario estaba acostumbrado a aprovechar los equipos de cómputo como herramientas para su trabajo, además la sencillez del sistema creado permitió que con un mínimo de capacitación el usuario comenzara a operar. La participación del soporte técnico fue mínima y únicamente al inicio para brindar acceso a los archivos del sistema de facturación. Sobre el rol del especialista en sistemas, tampoco fue utilizado puesto que todas las capacidades deseables para el DSS fueron desarrolladas por el constructor.

Finalmente bastaría añadir, que la primer versión del sistema implicó solamente 50 horas hombre de programación.

2.6 Adaptación del Usuario

El sistema fue desarrollado buscando siempre una interfaz cordial para el usuario es decir, que su aprendizaje fuera rápido y le permitiera realizar su trabajo con independencia del programador. Sin embargo, durante la etapa de adaptación al sistema, el usuario tuvo algunas dificultades como:

- Desconfianza sobre el sistema, principalmente originada por el desconocimiento del trabajo en un sistema abierto, donde no existía un menú que lo guiara sobre los procesos a realizar, pues su experiencia se restringía al uso de sistemas cerrados donde seleccionaba opciones de un menú, capturaba la información requerida y así obtenía los resultados necesarios. Por tanto un sistema como el presentado, era un cambio radical de paradigma.

- El sistema sólo tenía un menú al inicio y una vez que seleccionaba el Plan de Precios, pasaba al modo de ejecución del APL. Similar a una hoja de papel en blanco en la que tenía que describir el procedimiento que quisiera probar, pero sin ningún guión que le indicara que probar. Luego esta característica se convirtió en una gran ventaja, pues el sistema le permitía experimentar todas sus ideas, muchas de ellas nunca fueron planeadas ni por él ni por el programador. Inclusive, el sistema le facilitaba el aprendizaje sobre el problema, utilizando las funciones a su alcance y observando los resultados de inmediato.
- La forma en cómo se presentaban, en la primera versión, los resultados de un proceso (output), le parecía poco clara ya que por lo general los sistemas que había manejado le permitían obtener reportes en papel con un formato predefinido, mientras que el sistema, en un inicio, sólo le permitía obtener impresiones del contenido de la pantalla; algunas veces incluso las pantallas carecían de un formato claro para él. Posteriormente se añadió una rutina más para impresión de reportes, que satisfizo su requerimiento.
- La organización de la información en arreglos matriciales de tres dimensiones dificultó al usuario el valorar la facturación como si se tratara de planes individuales, es decir, valorar cada equipo por separado en vez de la valuación en conjunto de un contrato global. A pesar de que este requerimiento representó un cambio mayor al diseño original, el constructor modificó algunas funciones del sistema que permitieron al usuario dicha valuación. Esta modificación se realizó en sólo cuatro horas, utilizando una copia del área de trabajo en donde estaba el sistema original. Este hecho resalta la facilidad que brinda el APL para la programación de sistemas.
- El sistema no permitía graficar datos, aun cuando se tenía la posibilidad de acceder a un paquete de graficación residente en una biblioteca pública del APL, el tipo de terminal en donde se utilizaba el sistema carecía de la resolución necesaria para lograrlo y lo único que permitía era simular una gráfica utilizando caracteres, sin embargo, esto no resultó atractivo para el usuario.
- El sistema no contaba con la facilidad de documentar los cambios o las implementaciones hechas por el usuario; sin embargo, dado que los comandos creados por él se desarrollaron por medio del compilador DEFINE, se limitaban a tan solo una línea de código y no representó un problema mayor.
- Algunos resultados parciales de las diferentes simulaciones, podían ser almacenados en variables del APL. pero esto provocaba que el área de trabajo se saturara. Esto se solucionó almacenando los resultados en diferentes áreas de trabajo, sin embargo una mejor solución hubiera sido crear una función que permitiera al usuario almacenar esos resultados en un archivo externo.

Ninguna de estas dificultades fue tan decisiva como para detener el proceso de adaptación. Aún más, éstas fueron fácilmente resueltas y el usuario fue poco a poco aprovechando todas las opciones que el sistema le brindaba y en caso de duda contaba con la asesoría, en forma inmediata, del constructor. Con esto se lograba una interacción provechosa para ambos, pues el

usuario conocía más a fondo el sistema y solicitaba la implementación de nuevos comandos mientras que, por su parte, el constructor conocía más sobre los puntos de interés para el usuario y le proponía nuevos comandos que posteriormente se incluían.

En resumen, se puede decir que la adaptación del usuario al sistema, comparada con la de un sistema cerrado que utiliza menús, fue un poco más lenta; sin embargo, a mediano plazo el usuario pudo obtener todos los resultados deseados con grandes ventajas, como fueron la rapidez en la implementación y la flexibilidad para crear y probar sus propias ideas, además de aprender del mismo sistema.

2.7 Sigüientes Versiones

Después de desarrollar la primer versión, el sistema estuvo en manos del usuario, quien solicitaba los comandos que fuese requiriendo y que estaban fuera de su alcance el implementarlos. Por lo que más que un crecimiento del sistema con base en distintas versiones, se produjo una evolución constante. Así el usuario obtenía una respuesta prácticamente inmediata a sus requerimientos.

A pesar de que el sistema no fue creado con la idea de ser aprovechado posteriormente, sino con la información necesaria para ser usado en forma exclusiva por la Gerencia de Precios y Competencia, con el paso del tiempo los datos que se obtenían, sirvieron para generar reportes mensuales acumulados y reportes promedio de la facturación de las cuentas mayores en los cuales se utilizaron comandos creados por el propio usuario.

El sistema fue utilizado durante 11 meses sin interrupción y siempre con una continua interacción entre el programador y el usuario. Con los resultados obtenidos, la Gerencia de Precios y Competencia, pudo definir un nuevo procedimiento de facturación simplificado que evitó la pérdida potencial de mercado. Posteriormente, el procedimiento se envió a la Dirección de Sistemas para implementar la versión de producción del sistema, utilizando nuevamente el lenguaje COBOL.

Al final de su vida útil, el sistema contaba con más de 100 comandos, de los cuales una tercera parte fue desarrollada por el usuario sin intervención del programador.

CAPÍTULO 3
CONCLUSIONES

3. CONCLUSIONES

Hace más de 30 años surgió el concepto de DSS, buscando satisfacer las demandas de los tomadores de decisiones por contar con herramientas que les apoyen en su labor. Dentro de la historia de estos sistemas, se distingue la participación de diversos investigadores que aportaron sus ideas para robustecer la metodología para su desarrollo. Entre ellos destacan los trabajos de Herbert A. Simon[23], Peter G. W. Keen, Michael S. Scott Morton, Andrew M. Mc Cosh[17], Ralph H. Sprague Jr. y Eric D. Carlson[24]. El libro *Building Effective Decision Support Systems* escrito por estos dos últimos representa un hito en la historia, pues retoma los conceptos de los autores anteriores, los estructura y propone una técnica integral y novedosa, en donde incluye un conjunto de componentes informáticos esenciales y resalta la participación de diversos actores con conocimientos complementarios, que aseguran en conjunto el desarrollo de sistemas eficaces para apoyo a la toma de decisiones.

Posterior al libro mencionado, el trabajo de investigación se centró en el desarrollo de un sinnúmero de herramientas que brindan soporte a los componentes informáticos citados en ese libro. Cabe destacar, que sólo algunas de las herramientas desarrolladas son de uso exclusivo para los DSS y de éstas la mayoría se enfocan al subsistema de modelos. Otras herramientas como las relacionadas con el Data Warehouse, se utilizan principalmente para apoyo del subsistema de datos, sin embargo su uso no es únicamente para los DSS.

La herramienta utilizada para el desarrollo del caso práctico de esta tesis, el APL, se considera como un generador de DSS y es aprovechada, aunque en forma limitada, por empresas dedicadas al desarrollo de DSS para mercados específicos.

En el desarrollo del sistema presentado como caso práctico, se pudo constatar las bondades del APL como herramienta, así como la efectividad de la metodología propuesta por Sprague y Carlson[24]. El sistema partió de un problema específico, originado por un complejo esquema de facturación, que amenazaba a la empresa con la pérdida de sus principales clientes, al no ofrecerles precios competitivos. Inclusive, había casos de clientes con características similares que obtenían precios menores por los mismos servicios. Era evidente que se requería de un sistema que simulará el proceso de facturación, permitiera modificarlo y evaluar el impacto. Sin embargo, la primera decisión importante era cómo lograr un sistema con esas características en un tiempo de dos semanas. Las opciones eran poco halagüeñas, pues involucrar al área de sistemas con una metodología tradicional orientada a sistemas transaccionales, habría ocasionado la pérdida de un tiempo invaluable, e intentar hacerlo sin un sistema, era prácticamente imposible. La alternativa que se tomó fue la adecuada, se formó un grupo de trabajo con personal de la misma Dirección, para desarrollar un DSS. El usuario definió de inmediato los elementos mínimos con que debía contar el sistema, mientras que el constructor, conocedor de la técnica para desarrollar los DSS y con una herramienta como el APL, se dio a la tarea de implementarlo.

Entre ambos lograron el objetivo planteado: un DSS eficaz, aun con las limitantes tecnológicas del entorno en que se desarrolló.

Retomando los objetivos iniciales de esta tesis, sobre proponer una estructura adecuada para el desarrollo de DSS eficaces, me permito concluir lo siguiente:

No existe una única definición de los DSS, incluso hay quien afirma que los DSS abarcan a todo aquel sistema que puede ser utilizado para apoyar a un tomador de decisiones. Aseveración muy cuestionable, pues cualquier herramienta informática que se utilice para auxiliar al tomador de decisiones podría ser considerado como un DSS, sin importar el tipo de problema a resolver.

En todo caso, las características que menciona tanto Sprague y Carlson[24] como McCosh y Scott Morton[17], sobre el tipo de problemas que pretenden resolver los DSS, son en mi opinión las más adecuadas. Estos autores establecen que para que un sistema pueda ser considerado como DSS, deberá buscar resolver problemas que se encuentren en el rango de los semiestructurados o no estructurados. Es decir aquellos problemas que no pueden ser definidos mediante una secuencia lógica de pasos a seguir ni con un procedimiento específico o bien cuando las alternativas de solución son tantas que resulta inoperante llevar a cabo el proceso. Para este último caso el DSS buscará proporcionar alguna técnica heurística para su solución.

Ahora bien, para apoyar la solución de los problemas con los que el tomador de decisiones se enfrenta, Sprague y Carlson[24] proponen tres componentes fundamentales relacionados con: la interfaz con el usuario, la administración de los datos y la de modelos. Adicionalmente define la participación de actores con 5 roles específicos: usuario, intermediario, constructor, soporte técnico y especialista en sistemas. Cada actor podría tomar uno o más de los roles especificados y sería factible que más de un actor ocupara un rol determinado. Inclusive puede no ser necesario que todos los roles estén presentes, sino sólo aquellos que se requieran de acuerdo al DSS a implementar.

Esta flexibilidad, permitiría afirmar la existencia de cierto tipo de problemas que pudiera ser resuelto solamente por una persona que tome los roles de usuario y constructor. Por ejemplo, podría darse el caso de que un usuario de hojas de cálculo al construir un modelo financiero para basar sus decisiones, asumiera que está aprovechando las bondades de un DSS. Sin embargo, esto no necesariamente es cierto, pues habría que verificar si el problema cumple con las características de ser no estructurado o semiestructurado. Aún más, si la decisión se infiriera directamente del modelo, implicaría que existe un procedimiento para llegar a ella, luego ya no se trataría de un problema no estructurado. Por otra parte, si el modelo fuese lo suficientemente complejo como para llevar a cabo diferentes tipos de simulaciones; contara con la flexibilidad necesaria como para alterar el flujo normal de los procesos implementados en él; y el desarrollo se hubiese realizado tras varios ciclos de análisis, diseño, desarrollo e implementación, se podría afirmar que se trata de un DSS, pero con un usuario-constructor insólito. Aun así, este usuario-constructor, habría resuelto su problema en base a sus propias limitaciones sobre el conocimiento

de la herramienta que eligió, en este caso la hoja de cálculo, sin considerar la aportación que pudiera agregar al proceso, la participación de más actores.

Entonces, se podría sostener que la simplificación que algunos autores han hecho del DSS, al establecer que cualquier sistema que se utiliza para apoyar a un tomador de decisiones es en realidad un DSS, sólo ha logrado confusión. Por lo que conviene revisar las bases y establecer las características mínimas que debiera tener un DSS para ser considerado como tal, en este sentido mi aportación sería que además de las características sobre el tipo de problema y los componentes de los DSS que se mencionan en el libro de Sprague y Carlson[24], es necesario que al menos existan dos actores con roles distintos: usuario y constructor. Este es el factor humano al que hice mención varias veces en la tesis y que representa la única manera de asegurar el desarrollo de verdaderos DSS eficaces.

Para continuar con el análisis, supongamos la existencia de un DSS con las siguientes características:

- Existen al menos dos participantes con roles distintos, uno de ellos corresponde al usuario y el otro indistintamente al intermediario o constructor.
- Existe al menos un participante que es un actuario con conocimientos sobre DSS.
- Están claramente definidos los subsistemas de diálogo, modelos y datos.
- El subsistema de modelos contiene herramientas que comúnmente forman parte del repertorio de conocimientos del actuario, tales como herramientas de investigación de operaciones, estadísticas, probabilísticas, financieras, econométricas, etc. Así como otro tipo de herramientas para acceder a la información requerida.
- El subsistema de datos, puede ser utilizado por cualquier herramienta dentro del subsistema de modelos.

Partamos primero de aquellos sistemas donde el actuario es un usuario del sistema. En este caso, el solo conocimiento de la teoría del DSS, permitiría definir claramente sus requerimientos y conseguir un apoyo para implementarlos. El constructor debiera ser de preferencia un informático que pertenezca al área donde el actuario se desarrolla y no del departamento de sistemas, pero que conozca la teoría de los DSS y domine las herramientas e infraestructura con que cuenta la organización.

La razón por la que se considera importante que el apoyo informático, no pertenezca al área de sistemas, obedece a dos razones: primero que no estará limitado por el paradigma de seguir un conjunto de estándares de desarrollo que normalmente son muy formales y orientados a un desarrollo transaccional. Además de que, al estar adscrito al mismo departamento, le permitirá poseer un importante conocimiento previo de los procesos y del entorno del problema, facilitando su interacción con el actuario y el éxito del proyecto.

El actuario por su parte será el líder del proyecto y solicitará: la instalación de los modelos que de acuerdo a su experiencia necesitará; las adecuaciones que permitirán que cada modelo tenga la flexibilidad de alterar el flujo de operación de los procesos; la facilidad de combinar los diferentes modelos o sus partes; y el acceso a las bases de datos requeridas. Mientras que el informático, llevará a cabo o supervisará, dependiendo de su complejidad, las adecuaciones necesarias a esas herramientas para facilitar su uso, además de buscar o desarrollar nuevas herramientas que permitan avanzar en la solución del problema.

En el siguiente caso, en que el actuario ocupa el rol de intermediario o constructor, tendrá por objetivo buscar que el usuario aproveche al máximo las herramientas que el sistema le puede proporcionar. No sólo a nivel informático sino que le mostrará las ventajas de utilizar determinada herramienta matemática en su labor, fomentando la creatividad del usuario para utilizarlas de manera natural y promover un aprendizaje en cuanto al problema en cuestión. Su relación con el usuario debe ser estrecha para entender el problema, las alternativas de solución que presupone el usuario e incluso la forma de expresarse o léxico que utiliza, con objeto de crear el sistema lo más personalizado posible.

Inclusive, su papel podría llegar a ser el de un asesor, que no sólo interpreta requerimientos, sino colabora en el entendimiento y delimitación del problema, plantea alternativas de solución, propone representaciones adecuadas al problema en base a la abstracción que haga, analiza resultados y modifica el sistema de acuerdo a ellos y a solicitud del usuario, y así repetir estas acciones dentro del ciclo evolutivo para que finalmente se llegue a la solución del problema. No necesariamente significa que el actuario hará el papel del soporte técnico o del especialista en sistemas, sin embargo, sí será el líder del grupo de desarrollo, solicitando las mejoras que convengan o la inclusión de nuevas herramientas, de acuerdo al progreso del proyecto.

Asimismo se debe considerar que el proceso de toma de decisiones mediante el uso de un DSS, no es común y por tanto una de las primeras tareas que deberá hacer el actuario es capacitar al usuario en la aplicación de los DSS, mostrando sus bondades y ejemplos que permitan convencer al ejecutivo de su utilización. en el entendido de que el éxito del proyecto estará dado en gran medida por el convencimiento de los participantes sobre las ventajas de la herramienta. Adicionalmente al actuario le corresponderá aclarar que el liderazgo del proyecto deberá ser del usuario, pues los DSS no son sistemas empaquetados y por tanto es indispensable su compromiso.

En los dos casos mostrados en el que el actuario juega el papel de usuario o intermediario-constructor, se observa que su formación matemática le permite desarrollar una serie de habilidades como:

- Dominio de la notación matemática, indispensable en el análisis y planteamiento de alternativas.

- Capacidad de observación de fenómenos de los que puede abstraer sus singularidades para posteriormente modelarlos.
- Amplio repertorio de metáforas matemáticas que utiliza para la comprobación de teoremas o resolución de problemas.
- Posibilidad de utilizar una serie de herramientas que van desde la simple interpolación hasta el análisis numérico o las ecuaciones diferenciales.
- Experiencia en la solución de problemas relacionados con: investigación de operaciones, procesos estocásticos, probabilidad, cálculo actuarial, muestreo, análisis de riesgo, econometría y finanzas entre otras.

Estas habilidades, hacen del actuario el candidato idóneo para participar en la solución de problemas complejos utilizando DSS. Sin embargo, desde mi punto de vista, este nicho de mercado no ha sido lo suficientemente explotado, entre otras por las siguientes razones:

- El actuario profundiza durante gran parte de la carrera en la teoría que fundamenta a las herramientas mencionadas y podrían formar parte del subsistema de modelos en un DSS, pero no en el papel de “facilitador” que permita contribuir con sus conocimientos para que otro tipo de profesionales hagan uso de las mismas. Es decir, falta en la formación del actuario un esquema pedagógico interdisciplinario, posiblemente en base a prácticas o resolución de casos en grupos que le permitan, entender las fortalezas y debilidades de diferentes disciplinas, incluyendo la misma Actuaría y participar de manera conjunta para la solución de un problema determinado.

Dicho de otra manera, las prácticas a las que se enfrentan normalmente los estudiantes de Actuaría son entre ellos mismos, lo que limita su posibilidad de interacción con otras ramas del conocimiento, actividad necesaria para su desenvolvimiento en el inicio de su actividad profesional. Otras veces, el trabajo escolar es individual que tampoco aporta los elementos realistas y pertinentes esenciales para el inicio de la vida laboral donde impera la solución de problemas en equipos.

- La teoría y práctica de sistemas que se enseña, normalmente se limita a las nociones básicas y a la enseñanza de un lenguaje de programación, sin contemplar la posibilidad del aprovechamiento de sistemas como los mencionados. Convendría incorporar alguna materia sobre el tema de esta tesis que permitiera abrir nuevas posibilidades de empleo para el actuario.

Es importante hacer notar que el papel de constructor, no implica necesariamente hacer del actuario un especialista dentro del área de la computación, pero sí deberá contar con una buena introducción que le proporcione nociones de: bases de datos, tipos de lenguajes

de programación, arquitecturas de cómputo y redes. El conocimiento de un lenguaje ayudará pero sobre todo, es muy importante que durante la carrera pueda practicar ampliamente con el uso de modelos computacionales para la solución de problemas matemáticos o relacionados a su campo de acción.

- Existe además, un elemento externo y es el limitado uso de los DSS aún en la actualidad. A pesar de que desde los años cincuenta, muchos de los entonces futuristas entre ellos Russell Ackoff y Peter Drucker[7] estimaban que las computadoras revolucionarían el trabajo de los altos ejecutivos, esto no ha sucedido. Las computadoras han logrado automatizar la operación más que apoyar las decisiones, lo que ha beneficiado muy poco a los ejecutivos. Además, la información que normalmente se le proporciona a los tomadores de decisiones es interna y muchas de sus decisiones importantes tienen que ver con variables externas: competencia, penetración en el mercado, alternativas de negocios, etc. Del mismo modo, tampoco cuenta con sistemas apropiados para apoyar sus procesos de decisión.

Es mi opinión, hoy nos encontramos en la convergencia de diversos factores que pueden ser aprovechados por aquellos que cuenten con las herramientas adecuadas. Por una parte, la tecnología y el crecimiento del internet permiten tener acceso a poderosos sistemas y bancos de información, por otra parte, el mundo de los negocios es cada vez más dinámico, con mercados globalizados, pero con servicios y productos diseñados para clientes específicos. La empresa que quiera tener éxito en este entorno, demandará ejecutivos que tomen decisiones importantes con mayor frecuencia y éstos a su vez requerirán los elementos necesarios para su labor.

Es en esta convergencia en donde el actuario, puede tomar un importante papel. Sus bases matemáticas, le favorecen para no limitarse con soluciones tradicionales, tiene las habilidades para buscar nuevos caminos y un entorno en constante cambio se puede convertir en el ambiente idóneo para su desarrollo. La clave está en aprovechar la información y la tecnología, no de un modo individual, sino como parte de un equipo de trabajo. Utilizar sus conocimientos para fomentar y proponer el uso de herramientas que los tomadores de decisiones de cualquier organización podrán aprovechar.

ANEXO 1
DOCUMENTACIÓN DEL SISTEMA

4336533 SIMULACION * SAVED 12.30.32 10/16/84

VALORES DEL AREA DE TRABAJO MODIFICADOS

DPS -0 0 1 2
 DPW -80
 DRL -282475249
 DWA -159136
 * WS USADO -37
 SIMB RSVADOS -755
 SIMB USADOS -474
 DLX -INICIALIZA

)FNS

ACU ACUMULA ASK ASKA ASKN ASKY BACKUP BOX CAMBIA CARGOFIJO CDM DUBLICACION CEN CONTRACTUAL
 COPONDES EQUIPOS ERR FACR FACF FACRPT FIN DEFINE DEL DEL DIF DPY DUBLICACION CEN DUPLS EDIT ENC
 IMPACTOEMG MAX IMPRIME IMPRS INGGONDES INGRESOS INAFACPT NVAFACT NVOMIN ON OVER PEGA FREQ FRECI FREGP GAR GUARDA IMPACTO
 MATERIALES PUNTOS QD RENTAFIJA RE REAP MODFACT REDUCECMG REDUCENM REVOL RND SDFI SEMICRP SEACT SHOW PPCU PPTS
 REMINTOT RENTAFIJA RENTAFIJA REPOS SUMA SUMA1 TF REVIS E REVIS THORN TIME TITULO TITULOS TODOCOP VALCO VALOR VALORCO
 SIMA SIMAS SNAFACT VALORCOPiado VALORDUP VALPTS VALTOTC CED D EGA FORN FORN IN IN LCL POSTIMP FREIMP VALOR VALORCO
 VALORCOPiado VALORDUP VALPTS VALTOTC CED D EGA FORN FORN IN IN LCL POSTIMP FREIMP VALOR VALORCO

)VARS

ACUM CDM1 CDM2 CF CONTBA CONT85 COTIADOSIMULADOCR CTS CTSAA CTSAB CTSBA CTSBB
 CTSBC DP DUP FEFACT FMT MAT MATRIZ MENU MODA MODA MODAJ NN PPCBA
 PPDBA PRECIOS PRECOF PREDEF PREDEF PTS RFA REFA RFGP RFGF RMG RMGBA RMGP RTAM
 TITB TITC TITMC TITMSB TITSC TITTSB TOTALS VARS VOL VOLMIN ALPH ALPH CONT CONT EMT FORMS MESES
 MES MOD PPS PPS IIT IIT

)GRPS
 HC

4

4336533 SIMULACION * SAVED 12.30.32 10/16/84

NOMBRE Y SINJAXIS	LINEAS	TAMANO	COMENTARIOS
ACUMULADO+ACU MES	3	296	AGLJ OCTUBRE/83
Z-A ACUMULA B	4	364	AGLJ OCTUBRE/83
Z-SET ASK TXT	1	196	RUTILES
Z-ASKA TX	1	92	RUTILES
Z-SET ASKN TXT	2	180	RUTILES
Z-ASKY TXT	2	220	RUTILES
FROM BACKUP TO	2	188	AGLJ ENERO/84
Z-CH BOX V	4	384	RUTILES
R-CARGOFUJO	3	400	AGLJ OCTUBRE/83
R-GDM	2	152	*RCARGOFUJO: (X1;:2]+,*CF[MOD+MOD]+1000
Z-A CEN B	2	120	ORCDM:COPIADO+DUPLICACION+MATERIALES
R-CONTRACTUAL	1	156	RUTILES
R-COPCONDES	2	96	ORCONTRACTUAL:CONTRA
R-COPIADO	2	140	ORCOPCONDES:(VOL CURVA IMPRS)+*PPCX*.921
R-COPIAS	2	152	*RCOPIAS:+X1;:3]
Z+VOL CURVA X	2	112	*RCOPIAS:+X1;:3]
Z-DATE M	4	304	AGLJ OCTUBRE/83
R-DEF W	3	428	RUTILES
R-DEFINE	2	184	*RDEF:(A/O=DFX CED X 1)'NOT DONE',ORDEX (A\;'X)/X+ω
DEL DER	2	188	*RDEFINE:(A/O=DFX CDF X 1)'NOT DONE',ORDEX (A\;'X)/X+ω
R-DIF	19	1,832	*RCOPYRIGHT 1981 1982 IPSA: LRG:MDE-12JUL81 06APR82 *DEL* APL FULL SCREEN DEL EDITOR
Z+DPY R	2	100	ORDIF:INGRESOS-FACT
R-DUPLICACION	1	104	RUTILES
R-DUPLS	2	136	*RDUPLICACION:X1;:4]+*DUP[MOD+MOD]
R-EDIT W	2	108	*RDUPLS:+X1;:4]
R-ENC W	4	300	*REDIT:EDIT ((' /'KTA)/K+ω), (1+K+A), (K+/\A)A', ')+ω:0=PA+D,0PQ=ω:ω
R-ENCOL W	4	232	*RENC: (<1-1)+ω), @ ENC (I+ω)ω:ω:0PQ:ω:ω
R-EQUIPOS	4	220	*RENCOL: (<ω;:1), ENCOL 0 1+ω:0PQ:ω:ω
Z-TXT ERR CON	2	112	*R EQUIPOS:+X1;:12]
R-FAC	1	96	RUTILES
R-FACRF	2	108	ORFAC:IDIF*100+FACT
R-FACT	2	120	ORFACRF:CARGOFUJO*100+SEMICRP
R-FACVPTS	2	160	ORFACT:(RENTAFUJA+VALCO MAX RENNINGLO MAX CONTRACTUAL)+1000
FIN	2	116	ORFACVPTS:VALPTS+100+NVAFAC
R-FORMAT W	1	96	AGLJ OCTUBRE/83
R-FREQ W	2	136	*RFORMAT: CM {N} Q ... F15.2'DPMT ω
R-FREQI W	2	432	*RFREQ:(10 151 301 501 1001 2001 *ω)Aωω.≤(1.5 3 5 10 20*100),L/'')+ω(0 100001 250001 500001 1000001 1750001 2.5 5 10 17.5),L/'',
R-FREQP W	2	272	*RFREQI:+(0 100001 250001 500001 1000001 1750001 *ω)Aωω.≤(1 2.5 5 10 17.5 *100000),L/'',
R-GAR	2	248	ORFREQP:+(0 151 301 501 1001 2001 *ω)Aωω.≤(1.5 3 5 10 20*100),L/'',
GUARDA	2	116	ORGAR:VALOTC*100+NVAFAC
R-IMPACTO	3	216	AGLJ OCTUBRE/83
R-IMPACTOEMG	2	144	ORIMPACTO:(COPIADO+DUPLICACION+MATERIALES)-RENNINGLOAJ
IMPRIME X	2	240	ORIMPACTOEMG:+(RENNINGLOJ(COPIADO+DUPLICACION+MATERIALES)+(CONTRACTUAL)-RENNINGLOAJ
	1	68	(COPIADO+DUPLICACION+MATERIALES)+(CONTRACTUAL) AGLJ DICIEMBRE/83

4336533 SIMULACION * SAVED 12.30.32 10/16/84

NOMBRE Y SINTAXIS	LINEAS	TAMAÑO	COMENTARIOS
R-SIMA	2	284	ORSIMA:(SUFIS PEGA (RENFUJA+1000) PEGA (VALOR+1000) PEGA (NYMIN+1000) PEGA INGRESOS PEGA (RENTAFUJA+1000) PEGA FACT PEGA DIF PEGA FAC
R-SIMAS	2	148	ORSIMAS:(SNVAFAC*SEFACT,SDIF,(SNVAFAC*100+SEFACT)
R-SNVAFAC	2	104	ORSNVAFAC:SUMA INGRESOS
R-SUFIS	2	104	*RSUFIS:X(1:11)
R-SUMA W	2	92	*RSUMA:++w
R-SUMAI	2	136	*RSUMAI:X(1:11),+(12) 0 1+X
R-TF	2	220	*RTF:(0-1) 1 26((/A))>A-RFNMINCINGLO,VALCO,(1-1)''PCONTRACTUAL)+.x13
Z-THORN D	47	2,576	OR COPYRIGHT I.P. SHARP ASSOCIATES 1981
Z-TIME	1	104	RUTILES
Z-TITULO TXT	4	336	RUTILES
MAT-TITULOS MAT	8	680	AGLJ MARZO/84
R-TODOCOP	2	124	ORTODOCOP:(VOL CURVA IMPRS)+.xPPC
R-VALCO	2	108	ORVALCO:COPIADO*DUPLICACION
R-VALOR	2	104	ORVALOR:VALORCO*VALORDUP
R-VALORCO	2	156	*RVALORCO:(VOL CURVA+(12)X(1:3))+.xPRECIOS
Z-VALORCOPIADO MES	5	312	AGLJ JUNIO/84
R-VALORDUP	2	132	*RVALORDUP:X(1:4)+.xDP(MODIMOD)
R-VALPTS	2	136	ORVALPTS:(PUNTOS*PTS PPTS PUNTOS)+1000
R-VALTOTC	2	140	ORVALTOTC:(IMPRS*PRECIOS PPCU IMPRS)+1000
R-CFD W	2	160	*RCFD:(SQZ w) LCL w FORM w SPLLI 'a' IN 'om' IN w
R-A D W	2	124	*AD:R+(R-w*0)*0)+a
R-A EQ W	2	116	*REQ:(a-w)*a+.x
R-A FORM W	2	316	*FORM:3FORMS(2L2+(V*EQ*alpha),V*EQ*alpha),(1+1),0,5 11,w 0,(1-2+1F),(1+DIO-0),F*-1+1'p*
R-A IN W	2	196	*RIN:(w EQ alpha(UIO))-R4+11/w,(03,p*0)p 0', 11a
R-A LCL W	2	316	*RLCL:w,((11+w),p* 180 -2+(K+2*K<10K-1AK*(11*EQ*alpha)))/K-+-I-alpha*ALPH 0', alpha, (DIO+.5)'
POSTIMP	2	172	AGLJ JUNIO/84
PREIMP	5	400	AGLJ JUNIO/84
R-A SPLLI W	2	240	*RSPLLI:RD,(11*0D-10,+/-6,1)1+(-(3*X)+I-w*EQ*alpha)'0w,(06,p*0)p' '1)a
R-SQZ W	2	196	*RSQZ:1 11OCR DFX'Q',.DIO-.51w,0pDEX'Q',0p0-0
AARRQUIT N	16	780	AGLJ JUNIO/84

TOTAL (121 FNS) - 27,420

* ** FUNCIONES HECHAS POR EL PROGRAMADOR CON EL COMPILADOR DEFINE

o -- FUNCIONES HECHAS POR EL USUARIO CON EL COMPILADOR DEFINE

● -- FUNCIONES DEL COMPILADOR DEFINE

435533 SIMULACION * SAVED 12.30.32 10/16/84

NOMBRE DE LA VARIABLE		TIPO	RANGO	TAMANO	FORMA	NOMBRE DE LA VARIABLE		TIPO	RANGO	TAMANO	FORMA
ACUM		FL	2	11.948	213 7	RF		FL	1	95	10
CDM1		FL	0	20	10	RFBA		FL	1	96	10
CDM2		FL	0	20	10	RFGF		FL	1	95	10
CF		IN	1	56	10	REGP		FL	1	96	10
CONTRA		IN	0	16	10	RMG		FL	1	96	10
CONT95		IN	0	16	10	RMGBA		FL	1	96	10
COPIADOREAL		FL	1	32	2	RMGF		FL	1	96	10
COPIADOSIMULATADOCR		FL	1	32	2	RMGP		FL	1	96	10
CTS		IN	1	276	65	RTAM		IN	1	56	10
CTSAA		IN	1	252	59	TIT		CH	1	48	31
CTSAB		IN	1	280	66	TITB		CH	1	92	75
CTSBA		IN	1	44	7	TITC		CH	1	60	42
CTSBB		IN	1	64	12	TITMB		CH	1	72	56
CTSBC		IN	1	124	27	TITMC		CH	1	44	27
DP		FL	1	96	10	TITSB		CH	1	60	43
DUP		FL	1	96	10	TITSC		CH	1	36	19
FACAA		FL	1	48	4	TOTALS		FL	2	180	4 5
FEFACT		FL	2	964	59 2	VARS		CH	2	76	9 6
FMT		CH	1	28	12	VOL		IN	1	36	5
MAT		FL	1	96	10	VOLMIN		IN	1	64	12
MATRIZ		CH	2	120	3 33	ALPH		IN	1	40	6
MENU		CH	2	364	6 57	CONT		CH	2	84	7 9
MENU1		CH	2	292	8 34	FMT		AR	1	92	3
MOD		IN	1	68	13	FORMS		CH	2	80	6 10
MODA		IN	1	64	12	MESES		AR	1	16	10
MODAJ		IN	1	64	12	MES		IN	0	64	12
NN		IN	1	56	10	MOD		IN	1	16	10
PPC		FL	1	64	6	PP		BL	0	64	12
PCBA		FL	1	64	6	PPTS		IN	1	40	6
PEDBA		FL	1	96	10	TIT		AR	1	108	3
PRECIOS		FL	1	64	6						
PRECOP		FL	1	64	6						
PREDUF		FL	1	96	10						
PREDUP		FL	1	96	10						
PYS		IN	1	56	10						

TOTAL (71 VARS) = 58.004

- AR == ARREGLO GENERALIZADO
- BL == BOOLEANO
- CH == CAREACTER
- FL == REAL
- IN == ENTERO

DOCUMENTACION AREA DE TRABAJO SIMULACION, ULTIMA VERSION

4336533 SIMULACION * SAVED 12.30.32 10/16/84

NOMBRE DEL GRUPO	ELEMENTOS	TAMARO
A	14	2,824
HC	3	1,376

TOTAL (2 GRPS) - 4,200

4336533 SIMULACION * SAVED 12.30.32 10/16/84

NOMBRE FUNCIONFUNCIONES LLAMADAS

ACU	MAC, SI
ACUMULA	QD
ASK	ERR, SI
ASKN	ASK
ASKY	ERR, SI
ASKY (NINGUNA)	(NINGUNA)
BACKUP	(NINGUNA)
BOX	(NINGUNA)
CAMBIA	ASKN, ASKY, RND
CARGOFIJO	(NINGUNA)
CDM	COPIADO, DUPLICACION, MATERIALES
CEN	SI
CONTRACTUAL	(NINGUNA)
COPCONDES	CURVA, IMPRS
COPIADO	CURVA
COPIAS	(NINGUNA)
CURVA	(NINGUNA)
DATE	SI
DEF	CFD
DEFINE	CFD
DEL	(NINGUNA)
DIF	FACT, INGRESOS
DPY	AREOUT
DUPLICACION	(NINGUNA)
DUPLS	(NINGUNA)
EDIT	EDIT (RECUR)
ENC	ENC (RECUR)
ENCOL	ENCOL (RECUR)
EQUIFOS	(NINGUNA)
ERR	(NINGUNA)
FAC	DIF, FACT
FACRF	CARGOFIJO, SEMICRP
FACT	CONTRACTUAL, MAX, RENMINGLO, RENTAFIJA, VALCO
FACTVPTS	NVAFAC, VALPTS
FIN	(NINGUNA)
FORMAT	(NINGUNA)
FREQ	(NINGUNA)
FREQI	(NINGUNA)
FREQP	(NINGUNA)
GAR	NVAFAC, VALTOTC
GUARDA	(NINGUNA)
IMPACTO	COPIADO, DUPLICACION, MATERIALES, RENMINGLOAJ
IMPACTOEMG	CONTRACTUAL, COPIADO, DUPLICACION, MATERIALES, RENMINGLO, RENMINGLOAJ
IMPRIME	POSTIMP, PREIMP
IMPRS	COPIAS, DUPLS
INGCONDES	CONTRACTUAL, COPCONDES, MAX, RENMINGLO, RENTAFIJA

4336533 SIMULACION * SAVED 12.30.32 10/16/84

NOMBRE FUNCION

INGRESOS
 INICIATIONPRESION
 INICIALIZA
 INICIAARCHIVO
 MAC
 MATERIALES
 MAX
 MAYOR
 MISMO
 MODFACT
 NVAFAC
 NVOMIN
 ON
 OVER
 PEGA
 PEGADO
 PLAN
 POR
 PFCU
 PPTS
 PREG
 PUNTOS
 QD
 RAT
 RE
 REAP
 REDUCECDM
 REDUCEMG
 REDUCEMG
 REFAC
 RENFIJA
 RENMINGLOJ
 RENMINGLOJ
 RENMINTOT
 RENTAFIJA
 RENTAFIJA
 REPOB
 REVISE
 REVOL
 RND
 SUIF
 SEMICRP
 SEFACT
 SHOW
 SI
 SIM
 SIMA

FUNCIONES LLAMADAS

MAX, NVOMIN, RENTAFIJA, VALOR
 (NINGUNA)
 ASKN, ASKY, BOX, SI
 ASKA, SI
 COPIAS, DUPLS, EQUIPOS, FACT, IMPRS, PEGA, SUFIS
 (NINGUNA)
 (NINGUNA)
 EQUIPOS, FACT, IMPRS, MODFACT, RE, SUMA
 (NINGUNA)
 CDM, CONTRACTUAL, RENMINGLO
 VALPTS, VALTOTC
 (NINGUNA)
 (NINGUNA)
 (NINGUNA)
 PEGA
 (NINGUNA)
 SI
 (NINGUNA)
 (NINGUNA)
 ASKN
 (NINGUNA)
 (NINGUNA)
 GUARDA, SI
 SUFIS
 ASKN
 TF
 TF
 FACT, PREG
 (NINGUNA)
 (NINGUNA)
 (NINGUNA)
 RENMINGLO, RENTAFIJA
 (NINGUNA)
 (NINGUNA)
 PREG
 DEF, EDIT, SHOW
 PREG
 (NINGUNA)
 DIF, SUMA
 CARGOFIJO, VALTOTC
 FACT, SUMA
 (NINGUNA)
 (NINGUNA)
 INGRESOS, PEGA, SUFIS
 DIF, FAC, FACT, INGRESOS, NVOMIN, PEGA, RENFIJA, RENTAFIJA, SUFIS, VALOR

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

1. Adaytum Software, URL: www.adavtum.com, 2000
2. Berry, Michael J.A. y Berry, Paul C., *What is APL?*, 1984.
3. Berson, Alex y Smith, Stephen J., *Data Warehousing, Data Minig & OLAP*, McGraw Hill, 1997.
4. Bhargava, Hemant K., *Beyond Spreadsheets: Tools for Building Decision Support Systems*, URL: <http://www.heinz.cmu.edu/~bhargava/Pub/Papers/DSS/dss-gen-computer.pdf>, 1999.
5. Carlson, Eric D., *An Approach for Designing Decision Support Systems*, Data Base, winter, 1979.
6. Codd, E.F., Codd, S.B. y Salley, C.T., *Providing OLAP to User-Analysts: An IT Mandate*, URL: <http://www.hyperion.com/downloads/olapcoddwp.pdf>, 1993.
7. Drucker, Peter F., *The Next Information Revolution*, Forbes, URL: <http://www.forbes.com/asap/98/0824/046.htm>, Agosto, 1998.
8. Ernst, Christian J., *Management Expert Systems*, Addison Wesley, 1988.
9. Gibson L.; Levine J. y Metzger R., *Special Technical Topics Designing APL Systems*, Proceedings Volume II, I. P. Sharp assoc., APL Users Meeting, 1982.
10. Gray, Paul, *DSS Book Reviews*, URL: <http://dss.cba.uni.edu/books/reviews1.html>, 1997.
11. Hammer, Michael y Champy, James, *Reingeniería*, Grupo Editorial Norma, México, 1994.
12. Holtzman, Samuel, *Intelligent Decision Systems*. Addospm Wesley, 1989
13. Inmon, W.H.; Imhoff, Claudia y Sousa, Ryan, *Corporate Information Factory*, Wiley Computer Publishing, 1998.
14. Johansson, Henry J.; Pendlebury, A. John; McHugh, Patrick y Wheeler III, William A., *Reingeniería de Procesos de Negocios*, Limusa, México, 1995.
15. Keen, Peter G.W., *Let's Focus on Action not Info*, Computer World, URL: <http://www.peterkeen.com/cworld13.htm>, 1997.

16. Kimball, Ralph, *The Data Warehouse Toolkit*, John Wiley and Sons, 1996.
17. Mc Cosh, Andrew M. y Scott Morton, Michael S., *Management Decision Support Systems* The MacMillan Press, 1978.
18. Pendse, Nigel, *The OLAP Report: What is OLAP?*, URL: <http://www.olapreport.com/fasmi.htm>, 2000.
19. Pendse, Nigel, *The Origins of Today's OLAP Products*, URL: <http://www.olapreport.com/origins.htm>, 2000
20. Power, D.J., *A Brief History of Decision Support Systems*, URL: <http://dssresources.com/history/dsshistory.html>, 1999.
21. Power, D.J., *Decision Support Systems Concepts and Resources*, URL: <http://dssresources.com/dssbook/>, 2000.
22. Scott Morton, Michael S., *Decision Support Systems: Emerging Tools for Planning*, Technical Report, Center for Information Systems Research, MIT, 1979.
23. Simon, Herbert A., *La Nueva Ciencia de la Decisión Gerencial*. El Ateneo, México, 1992.
24. Sprague, Ralph H. Jr. y Eric D. Carlson, *Building Effective Decision Support Systems*, Prentice Hall, 1982.
25. Surveyor+, Apache Medical Systems, URL: www.apache-msi.com