

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO



Modelos de apoyo a la toma de decisiones

M. En C. Eduardo Bustos Farías

12 agosto 2003

OBJETIVOS

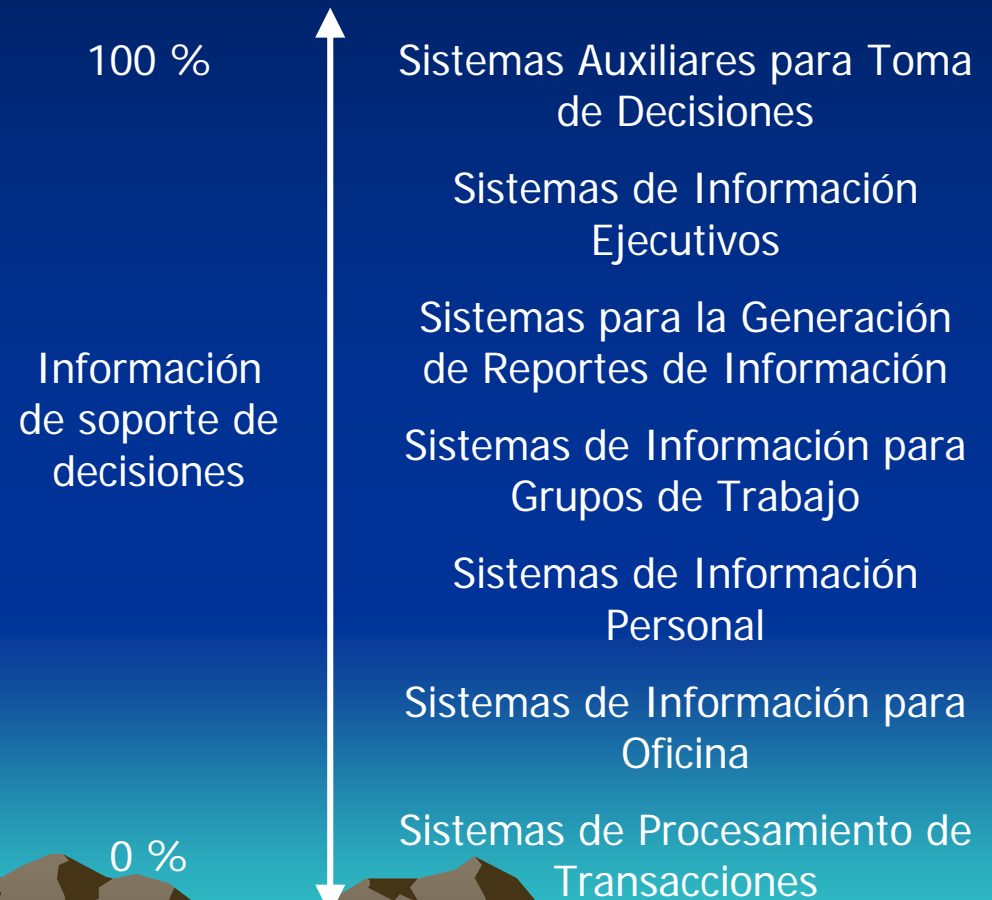
- Conocer las tecnologías y herramientas emergentes para la toma de decisiones.
- Recordar conceptos básicos sobre métodos de optimización de modelos de toma de decisiones.
- Profundizar y aplicar conceptos sobre técnicas cuantitativas y heurísticas de análisis, simulación y solución de modelos.



Cómo surgieron los Sistemas

Auxiliares para Toma de Decisiones.

Todos los sistemas de información ayudan a las personas para la toma de decisiones. Los sistemas de toma de decisiones se encuentran en un esquema como el ilustrado en la siguiente figura.



CONCEPTOS DE SISTEMAS DE APOYO A LAS DECISIONES (SAD)

Podemos presentar una definición provisional (Turban, 1998):

- Es un sistema de información basado en computadora interactivo, flexible y adaptable, especialmente desarrollado para apoyar la solución de problemas administrativos no estructurados y para facilitar la toma de decisiones.
- Usa datos, provee una interfaz amigable y puede incorporar las consideraciones propias del tomador de decisiones.
- Puede emplear modelos, construidos en un proceso interactivo (enfocado al usuario final), que apoya todas las fases de la toma de decisiones y puede incluir un componente de conocimiento.

¿Qué es un Sistema Auxiliar para Toma de Decisiones (DSS) ?

TODOS Sistema Auxiliar para Toma de Decisiones

Son sistemas de información	Son utilizados por trabajadores especializados	Son utilizados por administradores	Auxilian, NO REEMPLAZAN gente.
-----------------------------	--	------------------------------------	--------------------------------

La siguiente figura ilustra las características de un Sistema Auxiliar para Toma de Decisiones.

ALGUNOS Sistema Auxiliar para Toma de Decisiones



DEFINICIONES DE SAD

- No hay una definición universalmente aceptada de SAD. Es un término paraguas frente a enfatizar tecnologías específicas.*

Fuente	SAD definido en términos de
Gorry and Scott Morton (1971)	Tipo de problemas, función del sistema (apoyo)
Little (1970)	Función del sistema, características de la interfase
Alter (1980)	Uso de patrones, objetivos del sistema
Moore and Chang (1980)	Uso de patrones, capacidades del sistema
Bonczek et al. (1989)	Componentes del sistema
Keen (1980)	Procesos de desarrollo

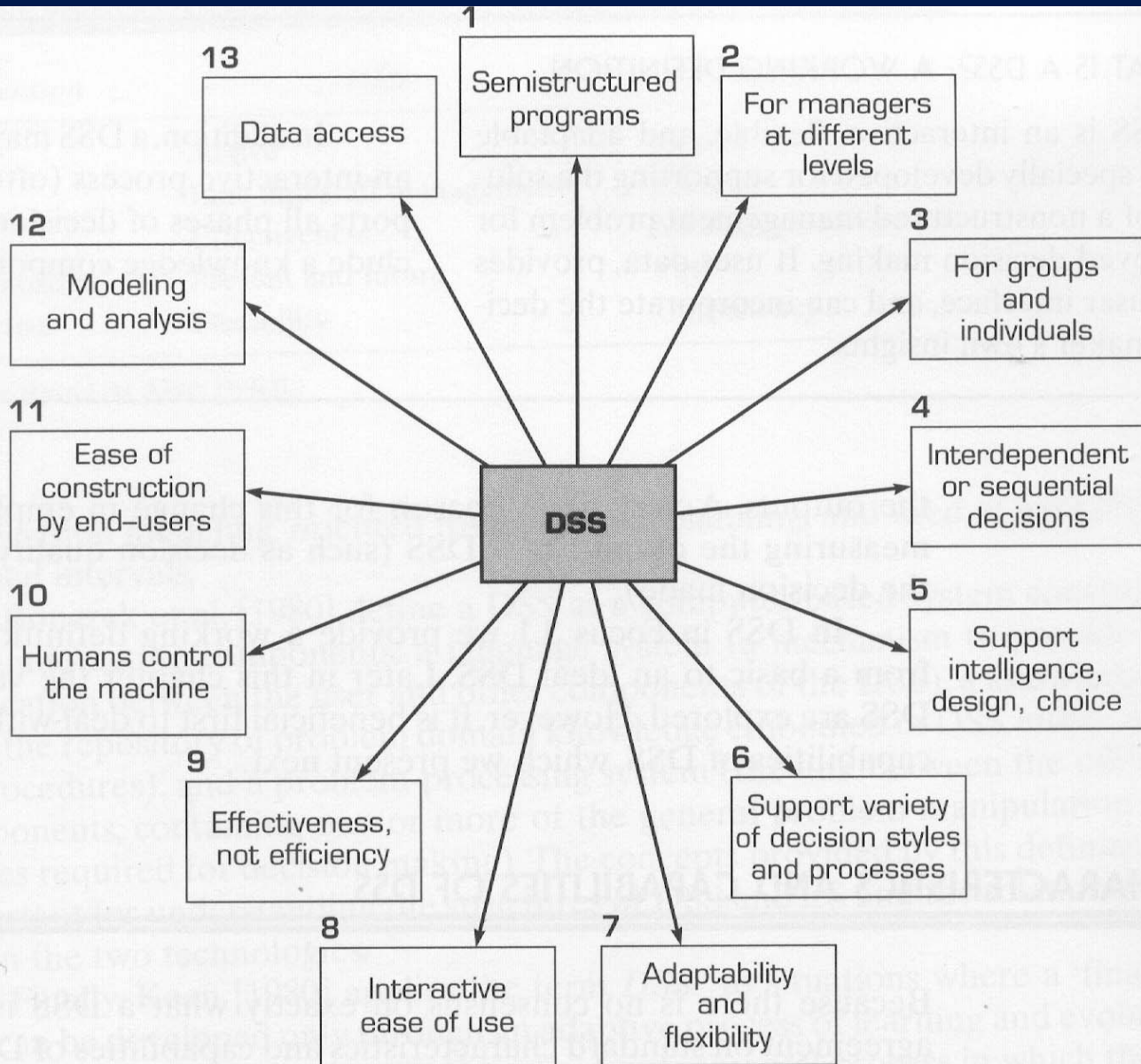
Características y capacidades.

1. Provee apoyo en situaciones semi-estructuradas y no estructuradas, incluye juicio humano e información computarizada.
2. Apoyo para varios niveles administrativos.
3. Apoyo para individuos y grupos.
4. Apoyo a decisiones interdependientes y/o secuenciales.
5. Apoya todas las fases del proceso de la elaboración de una decisión.
6. Apoya a variedad de procesos de la elaboración de decisión y estilos.

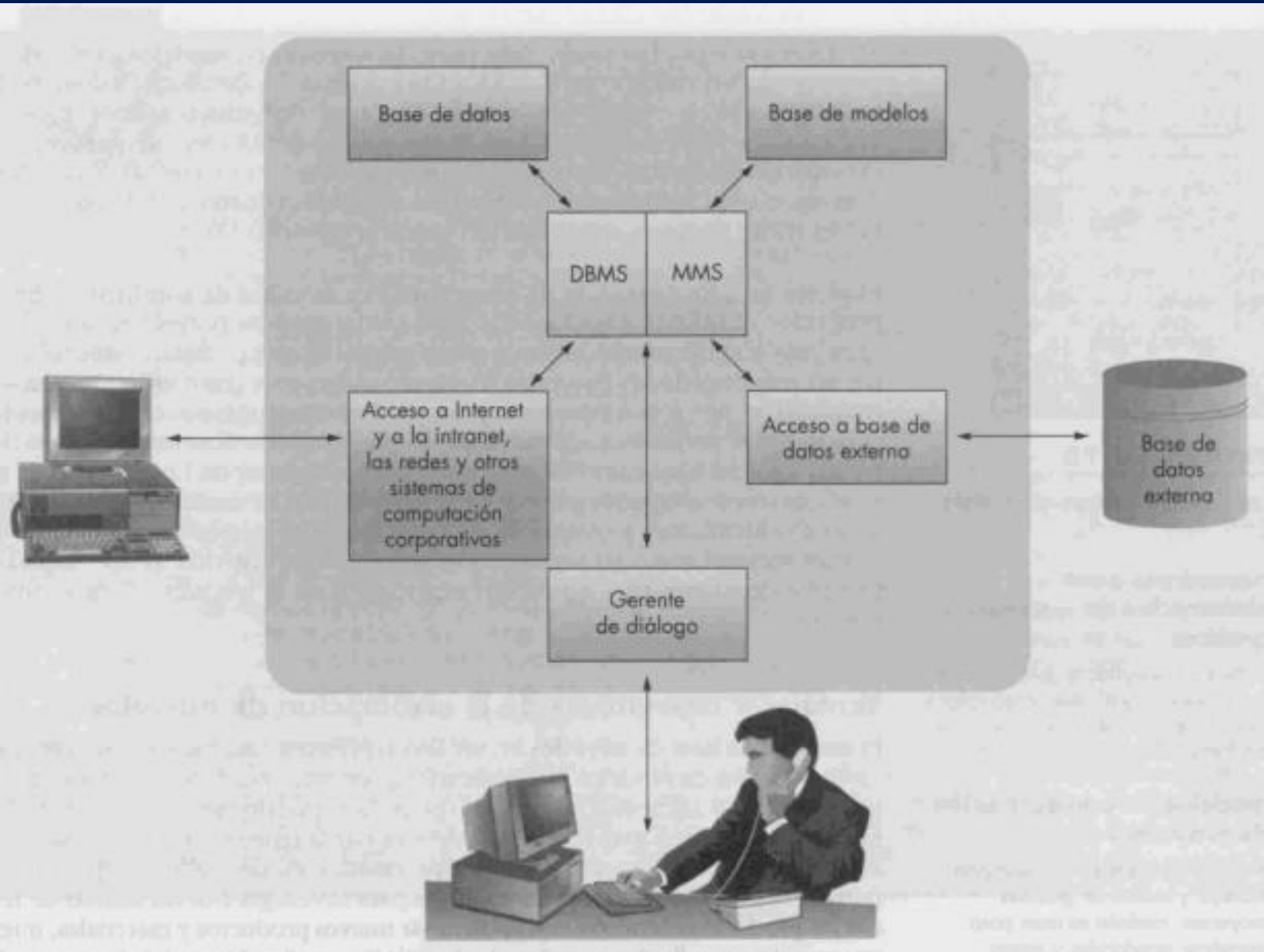


Características y capacidades

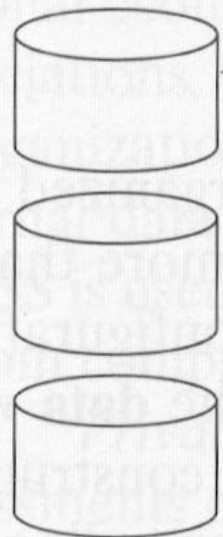
7. Son adaptables.
 8. Tiene una interfase amigable de usuario.
 9. Su meta: mejorar la eficiencia de la elaboración de una decisión.
 10. El que toma las decisiones controla el proceso de elaboración de la misma.
 11. Los usuarios finales pueden operar sistemas simples.
 12. Utiliza modelos para análisis.
 13. Provee acceso a una variedad de fuentes de datos, formatos y tipos de fabricantes pueden hacer mejor y más concisas decisiones en una manera oportuna.
- *Los tomadores de decisiones pueden generar mejores y más consistentes decisiones, de manera oportuna*



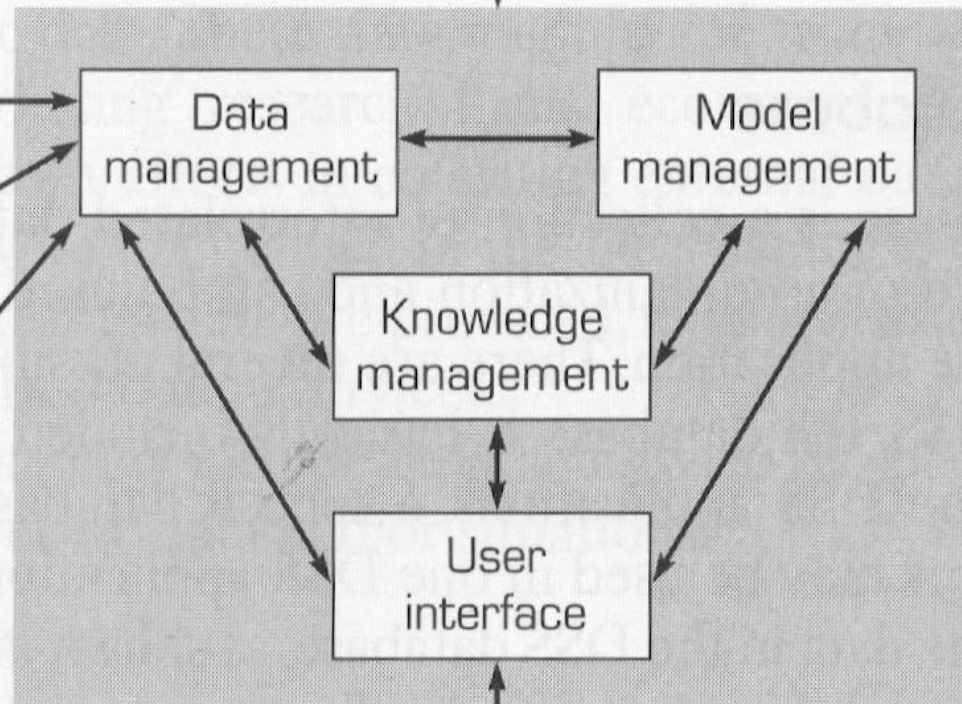
COMPONENTES DE UN SAD



Data: external and internal



Other computer-based systems

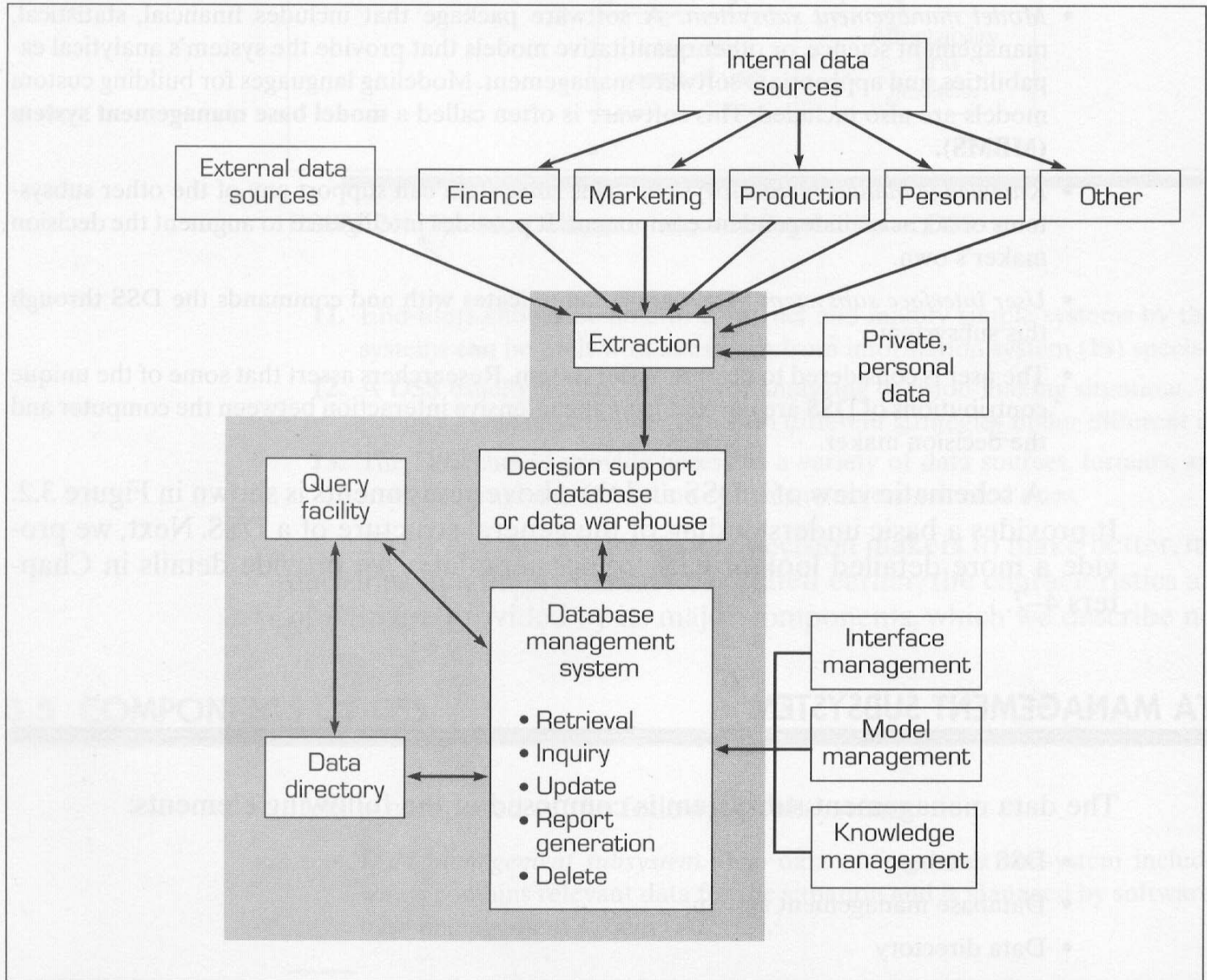


Manager (user)

Subsistema de administración de datos.

- **Base de datos del DSS.**
- **La base de datos contiene datos relevantes para las situaciones a analizar.**
- **Es administrada por un sistema manejador de base de datos.**
- **Almacén de datos.**
- **Interpretación de los datos.**
- **Bases de datos DSS especiales e independientes**
- **Extracción de datos de fuentes privadas, internas y externas.**
- **Acceso a la red en revisión de los datos.**
- **Servidores Web de base de datos.**
- **Bases de datos multimedia.**
- **Bases de datos especiales del GSS (como Lotus Notes / Domino Server)**
- **Procesamiento Analítico en Línea(Online Analytical Processing OLAP).**
- **Bases de datos orientadas a objetos.**
- **Sistemas Comerciales de Dirección de Bases de Datos (Commercial database management systems DBMS)**

FIGURE 3.3 The Structure of the Data Management Subsystem.



Sistema de Administración de Modelos

- Análogo al sistema de administración de base de datos.
- Base de modelos.
- Sistemas de dirección de base modelo.
- Lenguaje de modelaje.
- Dirección de modelos.
- Ejecución de modelos, integración y procesador comando.
- Un software que contiene modelos cuantitativos financieros, estadísticos, de las ciencias de la administración y otros, que proveen al sistema de capacidades analíticas y programas administrativos apropiados (sistema administrativo basado en modelos).
- Nivel modelo: estratégico, directivo (táctica), y de operación.
- Lenguaje de modelaje.
- Crecimiento de actividades del MBMS estándar. POR QUÉ?
- Uso de AI y lógica difusa.

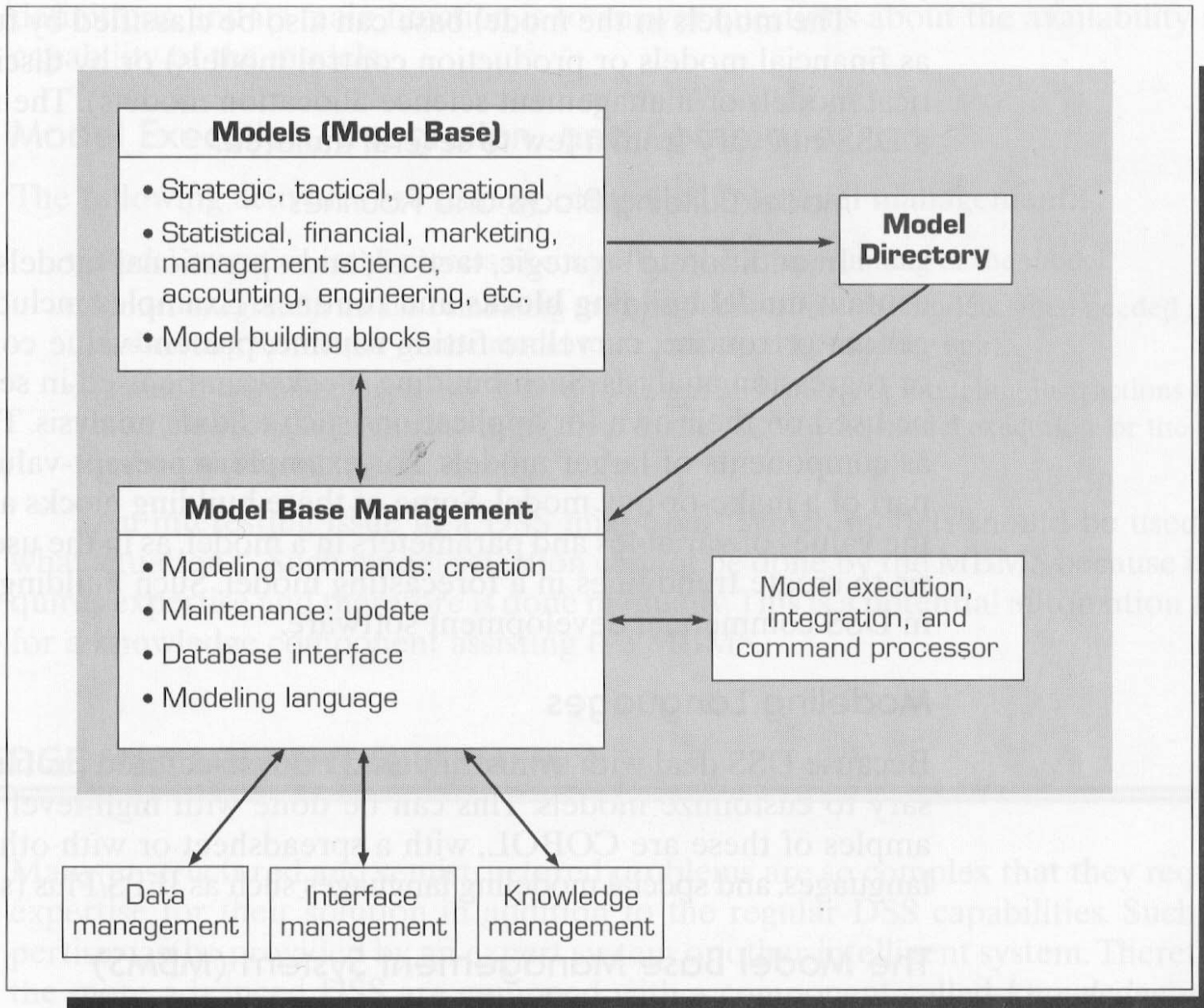


FIGURE 3.4 The Structure of the Model Management Subsystem.

Subsistema de administración del conocimiento

- Provee pericia en resolver problemas estructurados y semiestructurados muy complejos.
- Provee pericia por un sistema experto y otro como sistema inteligente.
- El DSS avanzado tiene un componente basado en el *conocimiento (administración)*.
- Conduce al DSS inteligente.
- Ejemplo: Recopilación de datos.
Puede apoyar a alguno de los otros subsistemas o actuar como un componente independiente.
- Este provee de inteligencia para aumentar las capacidades del tomador de decisiones.

El Subsistema de Interfase del Usuario (Diálogos)

- El usuario lo utiliza para comunicarse a través de este subsistema.
- Interfase gráfica con el usuario. (GUI)
- Reconocimiento de voz.
- Para la mayoría de los usuarios, la interfaz de usuario es el sistema mismo.



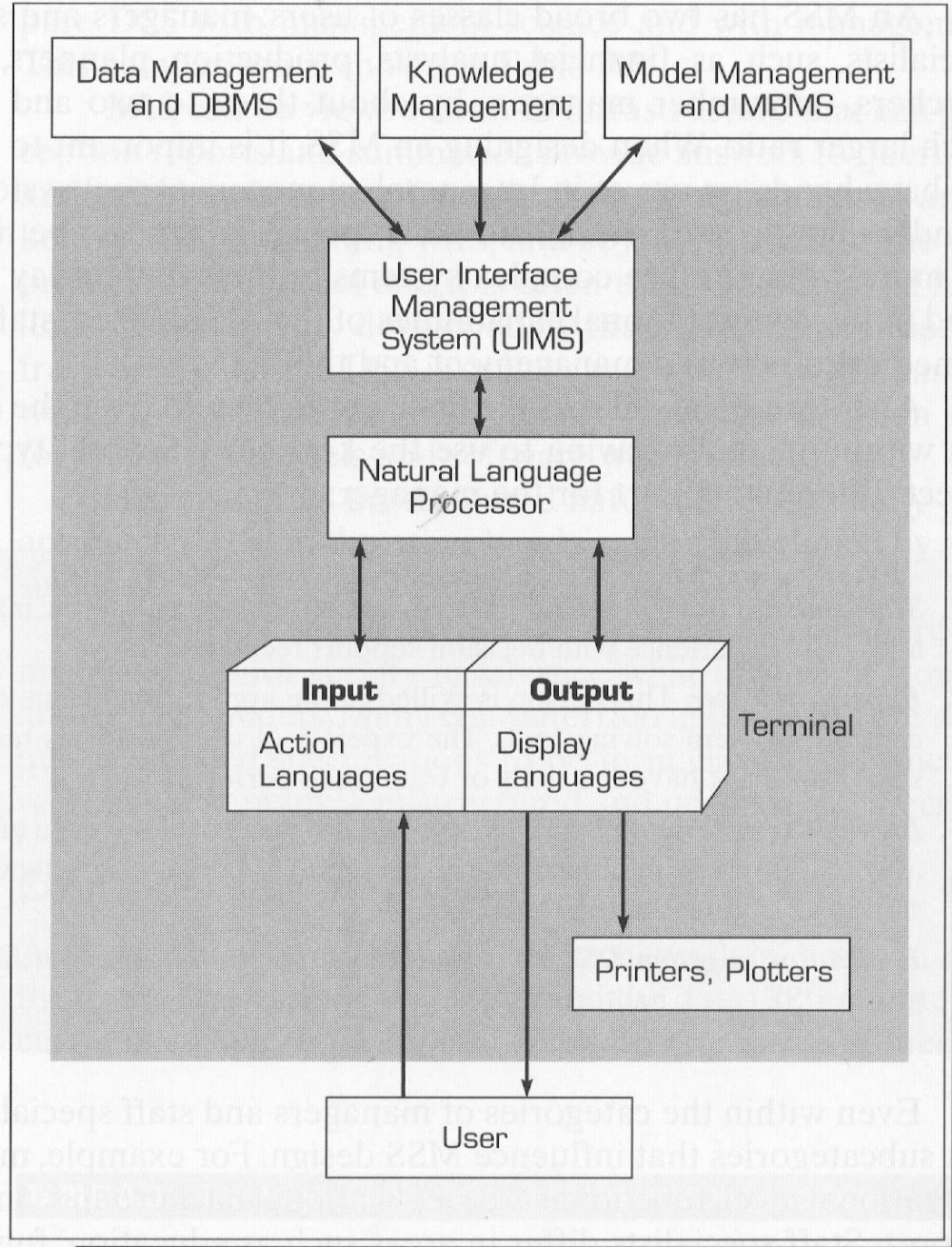


FIGURE 3.5 Schematic View of the User Interface System.

El Usuario

- Es la persona que encara la decisión.
- Este término sin embargo esconde las diferencias entre los usuarios, respecto de su heterogeneidad y patrones de utilización.
- Hay diferencias entre la posición jerárquica del usuario, las preferencias racionales y habilidades que utiliza para llegar a una decisión (estilos de decisión). Incluso si es individual y grupal.
- Hay dos amplias clases de usuarios: administradores y especialistas de apoyo o staff (analistas financieros, planificadores de la producción, investigadores de mercado), y aquí hay que considerar su conocimiento y uso de la computadora.

- **En el análisis de requerimientos de diseño de un SAD hay que considerar ésta situación. El staff frecuentemente es intermediario entre los administradores y el programa.**
- **Como intermediarios permiten a los administradores beneficiarse del potencial del SAD, sin que siquiera lo empleen. Varios tipos de intermediarios reflejan diferente apoyo a los ejecutivos:**
 - **Asistentes del staff. Estas personas se especializan del conocimiento acerca de los problemas administrativos y de alguna experiencia con sistemas de apoyo tecnológico.**
 - **Usuario de herramientas expertas. Sabe aplicar herramientas especializadas de solución de problemas.**
 - **Analista de sistemas administrativos. Esta persona tiene un conocimiento general de las áreas de aplicación, formación en administración de negocios (no en ciencias de la computación) y considerables habilidades en herramientas de construcción de un SAD.**
 - **Facilitador en un grupo de SAD. Este intermediario controla y coordina el programa de un grupo de SAD:**

Hardware del DSS

Las tecnologías del software evolucionaron con el hardware de la computadora.

Opciones importantes del Hardware

- Estación de trabajo
- Computadora personal
- Sistemas de servidor de red
 - Internet
 - Intranet
 - Extranet

- Los SAD han evolucionado simultáneamente con los avances en hardware y software de computadora.
- El Hardware afecta la funcionalidad y el uso del SAD.
- Elegirlo puede ser hecho antes, durante o después del diseño del programa de SAD, frecuentemente la elección del mismo está determinada por su disponibilidad en la organización.
- Típicamente un SAD se ejecuta en hardware estándar, el cuál puede ser desde un mainframe hasta una computadora personal, en un sistema en red o no.
- Cada alternativa ofrece ventajas y desventajas.

EJEMPLOS DE SAD

- La Secretaría de Economía posee un sistema de evaluación y auditoría automatizado para evaluar el estado de gestión de empresas de ciertos sectores.
- Se accesa vía Internet.
- <http://www.contactopyme.gob.mx>
- Hay que responder alrededor de 500 preguntas.
- Compara las mejores prácticas de la industria (benchmak).

EJEMPLOS DE SAD

- **Cinergy Corporation**, una compañía de servicios públicos de electricidad con oficinas centrales en Cincinnati, Ohio, desarrolló un SAD para disminuir en forma importante el tiempo de espera y los esfuerzos requeridos para tomar decisiones en el área de la actividad de compra de carbón.
- **RCA** desarrolló un SAD para hacer frente a problemas y asuntos referentes al personal. El sistema, denominado **Industrial Relation Information Systems (IRIS)**, puede manejar problemas no previstos o que se presenten sólo por una vez, y puede ayudar en negociaciones laborales difíciles.
- **Energy Plan-EPLAN (Plan de energía)** es un SAD desarrollado por la **National Audubon Society** para analizar la repercusión sobre el ambiente de la política de Estados Unidos. •

EJEMPLOS DE SAD

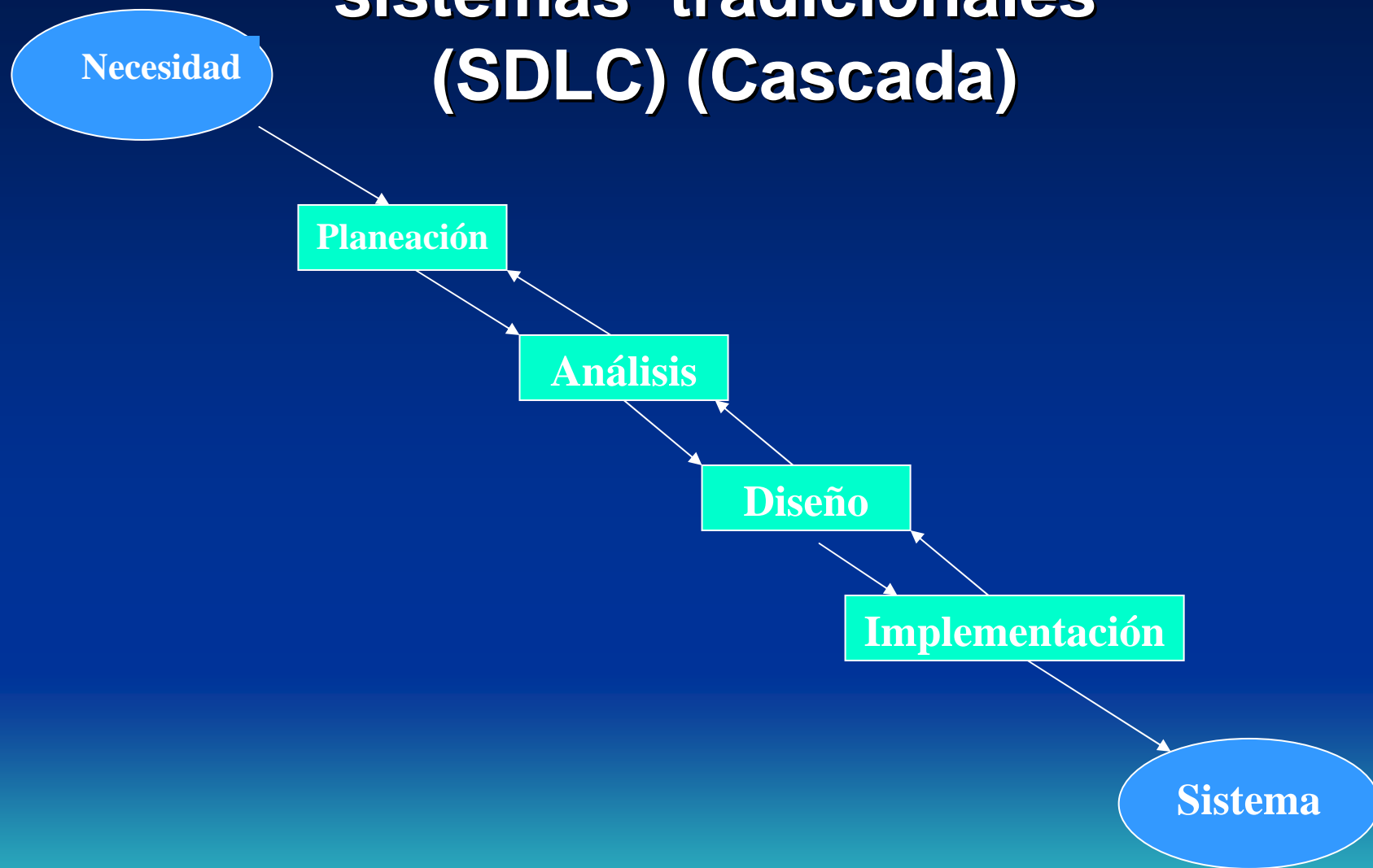
- El ejército estadounidense desarrolló un SAD del potencial humano del personal enrolado, con el propósito de ayudar con las decisiones de reclutamiento, entrenamiento, educación, reclasificación y ascensos. El SAD usa la optimización y la simulación para preparar modelos de las necesidades y requisitos de personal. Incluye características de “qué sucedería si” y puede interactuar con una base de datos en línea y con otros programas de análisis estadístico.
- Hewlett-Packard desarrolló Quality Decision Management para realizar funciones de control de la calidad. Puede ayudar con la inspección de las materias primas, las pruebas de productos y el análisis estadístico.

El Transportation Evacuation Decision Support System (TEDSS) es un SAD empleado en las plantas nucleares de Virginia. Este SAD para computadora personal analiza y desarrolla planes de evacuación para ayudar a los gerentes a prepararse para decisiones de administración de crisis. Ayuda a los empleados a tomar decisiones relacionadas con los tiempos y rutas de evacuación y la asignación de recursos para refugios.

EJEMPLOS DE SAD

<i>ORGANIZACIÓN</i>	<i>APLICACIÓN SAD</i>
American Airlines	Selección de rutas y precios
Equico Capital Corporation	Evaluación de inversiones
General Accident Insurance	Patrones de compra de clientes y detección de fraudes
Bank of America	Perfiles de clientes
Frito-Lay, Inc.	Selección de precio, publicidad y promoción
Burlington Coat Factory	Ubicación de tiendas y composición del inventario
National Gypsum	Planificación y pronósticos corporativos
Southern Railway	Salidas y rutas de trenes
Texas Oil and Gas Corporation	Evaluación de posibles sitios de perforación
United Airlines	Programas de vuelos

Ciclo de vida de el desarrollo de sistemas tradicionales (SDLC) (Cascada)



Metodologías alternativas de desarrollo

- Desarrollo paralelo
- Metodologías de desarrollo rápido de aplicaciones
 - Desarrollo de fases
 - Prototipo
 - Desecho de prototipos

Desarrollo Paralelo

- **Múltiples copias de diseño y fases de implementación**
- **Desarrollar y separar subsistemas**
- **Viene juntas en una sola fase de implementación**

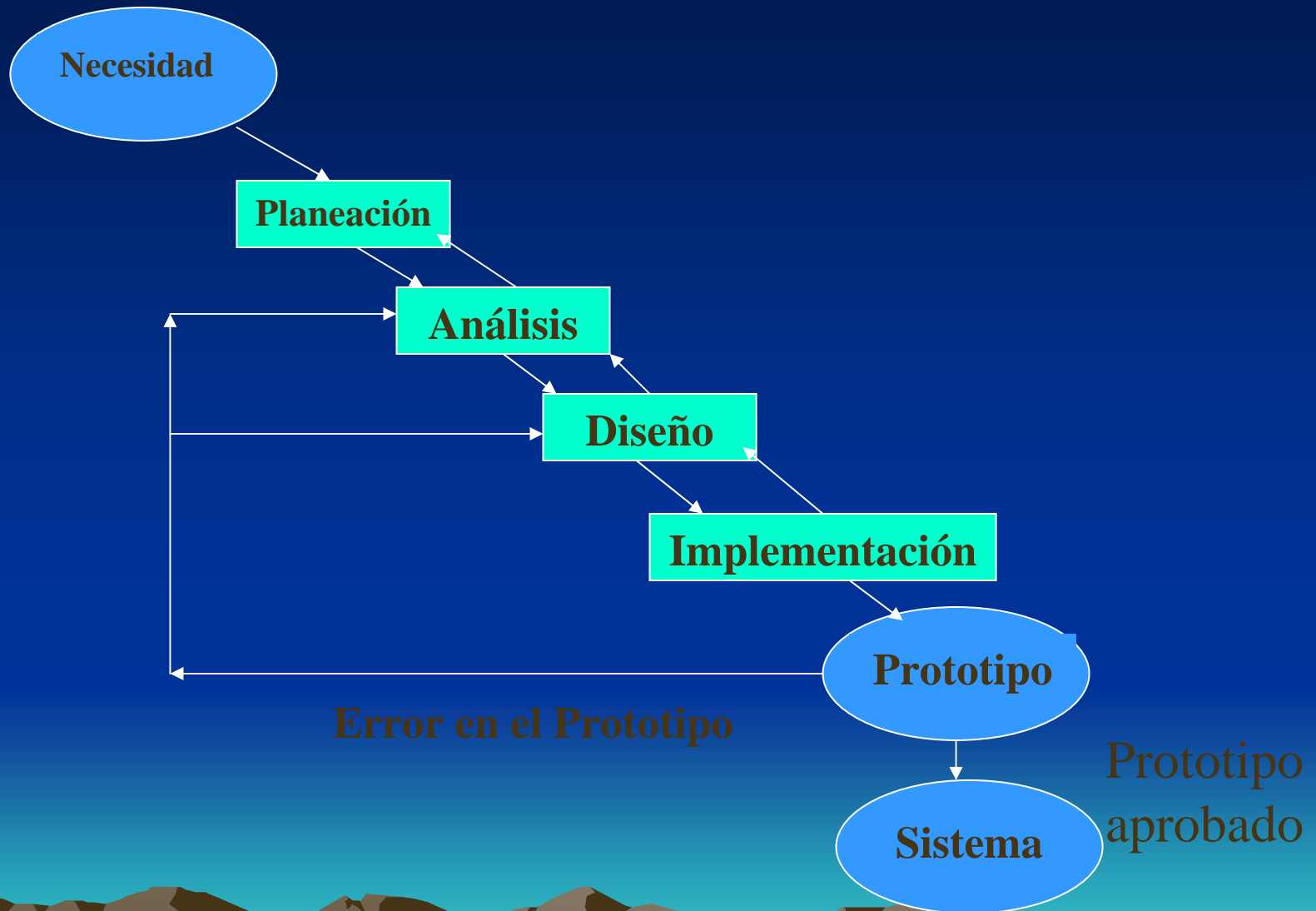
Fase de Desarrollo

- **El sistema se desarrolla en versiones secuenciales**
- **Cada versión tiene más funcionalidad**
- **Evoluciona hacia un sistema final**
- **Los usuarios obtienen más funcionalidad**
- **Pero, los sistemas iniciales son incompletos**

Desarrollo de Prototipos

- **Realizar análisis, diseñar e implementar desarrollos progresivos**
- **Los usuarios ven la funcionalidad del sistema y lo retroalimentan**
- **Los tomadores de decisiones aprenden sobre el problema**
- **En ocasiones se puede perder dinero**

Prototipo



¿Porqué un prototipo?

- **Los usuarios y directores implicados en cada fase e iteración**
- **Aprender es parte del diseño**
- **El prototipo pasa la información que se necesita en la definición (paso 7)**
- **Un corto intervalo entre iteraciones**
- **El prototipo inicial debe ser barato**

Ventajas de los Prototipos

- **Corto tiempo de desarrollo**
- **Corto tiempo de reacción del usuario**
- **Un mejor entendimiento por parte del usuario**
- **Un bajo costo**

Desventajas de los Prototipos

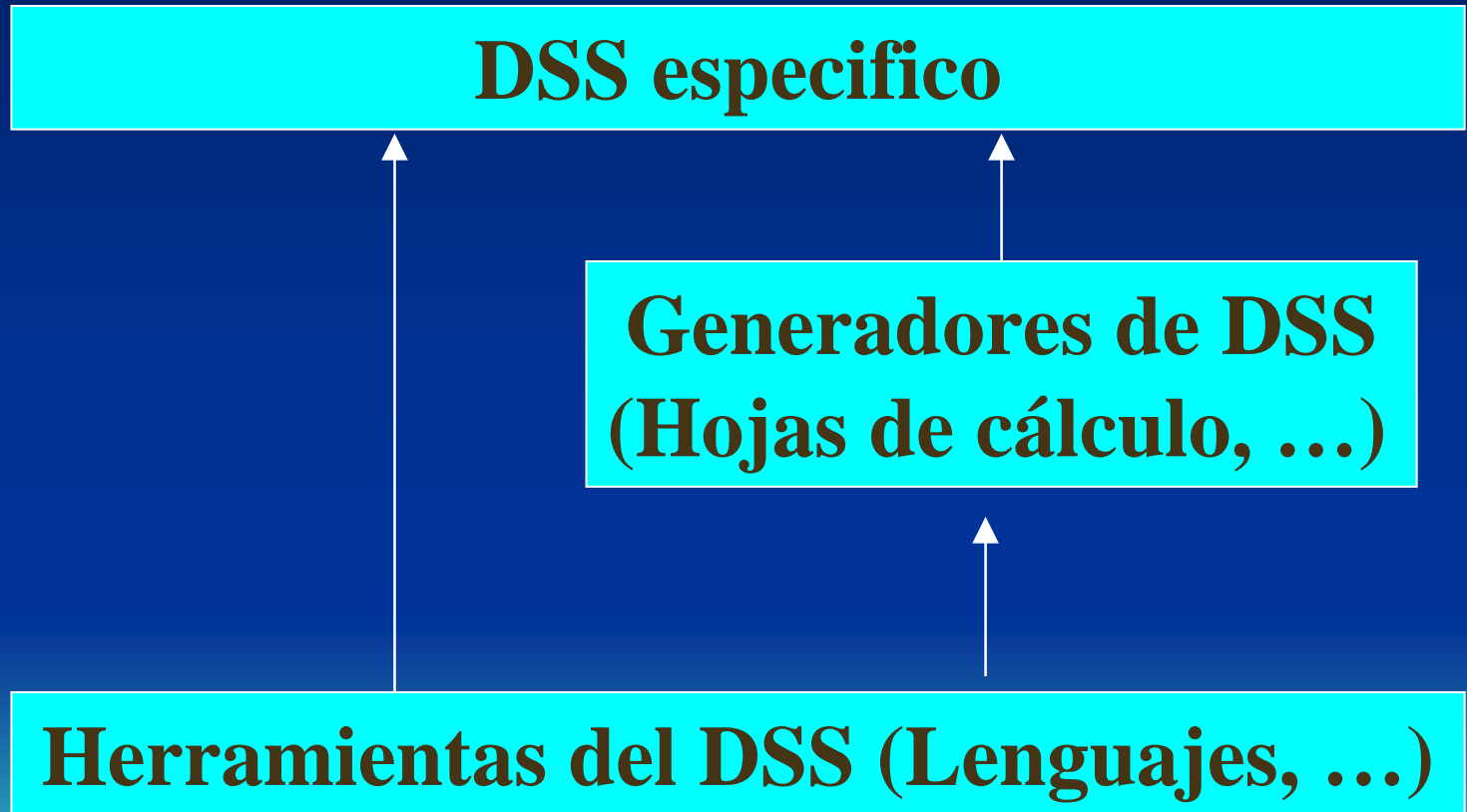
Puede haber pérdidas en:

- Entendimiento a fondo de los beneficios y costos del SI
- Descripción detallada de las necesidades de la información
- Facilita mantener el diseño del SI
- SI aprobado
- Usuarios bien preparados

Herramientas y Niveles de la Tecnología DSS

- **Tres niveles de la tecnología del DSS**
 - DSS específico [la aplicación]
 - Herramientas integradas del DSS (generadores) [Excel]
 - Herramientas primarias del DSS [lenguajes de programación]
 - Herramientas integradas del DSS
- **Ahora con los vínculos web e interfases GUI**
- **Relación entre los tres niveles (Ver Figura siguiente)**

Niveles de la Tecnología DSS



El Desarrollo de Sistemas DSS Incluye

- Operar por petición (duda)
- Facilidad en el diseño y análisis de sistemas
- Sistema de dirección de dialogo
- Generador de reportes
- Generador de gráficos
- Código fuente del director

(más)

- **Base del modelo del sistema de dirección**
- **Sistema conocimiento-base (dirección)**
- **Herramientas orientadas a objetos**
- **Herramientas de ciencia estadística estándar de dirección**
- **Herramientas especiales de modelaje**
- **Lenguajes de programación**
- **Herramientas de documentos e imágenes**

Direcciones de Investigación

DSS y el DSS del Futuro

- Más inteligencia artificial
- Más rápido, y computadoras más poderosas
- Las interfases de la web, DB y el acceso a modelos
- Más y mejores GSS
- ERP
- Dirección de conocimientos
- Mejores GUI
- Mejores telecomunicaciones
- Más investigaciones en teoría
- Más investigaciones en métodos

MODELOS DE DECISION ESCENARIOS POSIBLES

- COMPLETA CERTEZA
- INCERTIDUMBRE sin el cálculo de probabilidades
- INCERTIDUMBRE con cálculo de probabilidades

Introducción a la Teoría de Decisión

- ✓ El estudio de la teoría de decisión provee de herramientas para la toma de decisiones importantes.
- ✓ La Teoría de decisión permite seleccionar una decisión de un conjunto de alternativas cuando existe incertidumbre sobre el futuro.
- ✓ La solución óptima es obtenida de una matriz de ganancias en términos de criterios de decisión
- ✓ Maximizar el beneficio esperado es un criterio común cuando las probabilidades son favorables.

- ✓ **Cuando el riesgo puede ser medido dentro del proceso de decisión, la Teoría provee de mecanismos para analizar la decisión en función de los riesgos.**

Análisis por Matriz de Ganancias

✓ Matriz de Ganancias

- El análisis por matriz de ganancias puede ser aplicado cuando:
 - * Hay un conjunto finito de decisiones discretas alternativas.
 - * El resultado de una decisión es una función de un estado de la naturaleza simple.
- En una matriz de ganancias:
 - * Las filas corresponden a las posibles decisiones alternativas.
 - * Las columnas corresponden a los posibles estados de la naturaleza.
 - * El cuerpo de la tabla contiene las ganancias.

La Inversión de Juan Pérez

- ✓ Juan Pérez ha heredado \$1000.
- ✓ El ha decidido invertir su dinero por un año.
- ✓ Un inversionista le ha sugerido 5 inversiones posibles:
 - * Oro.
 - * Bonos.
 - * Negocio en Desarrollo.
 - * Certificado de Depósito.
 - * Acciones.
- ✓ Juan debe decidir cuanto invertir en cada opción.

Solución

- ✓ Construir una matriz de ganancias
- ✓ Seleccionar un criterio de decisión
- ✓ Aplicar el criterio en la matriz de ganancia
- ✓ Identificar la decisión óptima
- ✓ Evaluar la solución

la Matriz de Ganancia

de posibles decisiones alternativas
(Para posibles inversiones)

- Definir los estados de la naturaleza del mercado)
(Juan considera las d

Los estados de la naturaleza son mutuamente
excluyente y colectivamente exhaustivos.

Estados de la Naturaleza

Eventos de la decisión

s1: Una fuerte alza en los mercados	Incremento sobre 1000 puntos
s2: Una pequeña alza en los mercados	Incremento entre 300 y 1000
s3: No hay cambios en los mercados	Cambio entre -300 y 300
s4: Una pequeña baja en los mercados	Disminución entre 300 y 800
s5 Una gran baja en los mercados	Disminución en más de 800

Matriz de Ganancias

	Estados de la Naturaleza				
Altern. De Dec.	Gran Alza	Peq. Alza	Sin Cambios	Peq. Baja	Gran Baja
Oro	-100	100	200	300	0
Bonos	250	200	150	-100	-150
Negocio Des.	500	250	100	-200	-600
Certif. De Dep	60	60	60	60	60
Acciones	200	150	150	200	150

El conjunto de opciones es dominado por la segunda alternativa

✓ Decisión tomada bajo Incertidumbre

- El criterio de decisión se toma basándose en la experiencia de quien toma la decisión.
- Este incluye un punto de vista optimista o pesimista, agresivo o conservador.
- Criterios:
 - * Criterio Maximin - pesimista o conservador
 - * Criterio Minimax - pesimista o conservador
 - * Criterio Maximax - optimista o agresivo
 - * Principio de Razonamiento Insuficiente

✓ Criterio Maximin

-Este criterio se basa pensando en el peor de los casos

-El criterio se ajusta a ambos tipos de decisiones, es decir pesimista y optimista.

- * Una decisión pesimista se toma creyendo que el peor caso ocurrirá.

- * Una decisión bajo criterio conservador asegura una ganancia mínima posible.

-Para encontrar una decisión óptima:

- * Marcar la mínima ganancia a través de todos los estados de la naturaleza posibles.

- * Identificar la decisión que tiene máximo de las “mínimas ganancias”.

Continuación del Problema de Juan Pérez

Decisiones	El Criterio Maximin					Minimos Ganancias
	Gran Alza	Peq. Alza	Sin Cambios	Peq. Baja	Gran Baja	
Oro	-100	100	200	300	400	-100
Bonos	250	200	150	-100	-150	-150
Negocio en D.	500	250	100	-200	-600	-600
Cert. De Dep.	60	60	60	60	60	60

La Decisión Óptima

✓ Criterio Minimax

-Este criterio se ajusta a decisiones pesimistas y conservadoras.

-La matriz de ganancia es basada en el costo de oportunidad

-El tomador de decisiones incurre en una pérdida por no escoger la mejor decisión.

-Para encontrar la decisión óptima:

-Para cada estado de la naturaleza:

- * Determine la mejor ganancias de todas las decisiones
- * Calcule el costo de oportunidad para cada alternativa de decisión como la diferencia entre su ganancia y la mejor ganancia calculada.

-Para cada decisión encuentre el máximo costo de oportunidad para todos los estados de la naturaleza.

- Seleccione la alternativa de decisión que tiene el mínimo costo de oportunidad.

$$500 - (-100) = 600$$

Continuación Problema Juan Pérez

Decision	Matriz de Ganancias				
	Gran Alza	Peq. Alza	Sin Cambio	Peq. Baja	Gran Baja
Oro	100	100	100	100	100
Bonos	50	50	50	50	50
Negocio	500	500	500	500	500
Cert Dep	60	60	60	60	60

Invertir en Oro incurre en una pérdida mayor cuando el mercado presenta una gran alza.

La Decisión Óptima

Decision	Matriz de Costo de Oportunidad						Maximo Costo Op
	Gran Alza	Peq. Alza	Sin Cambio	Peq Baja	Gran Baja		
Oro	600	150	0	0	60	600	
Bonos	250	50	50	400	210	400	
Negocio D	0	0	100	500	660	660	
Cert. Dep	440	190	140	240	0	440	

✓ El Criterio Maximax

- Este criterio se basa en el mejor de los casos.
- Este criterio considera los puntos de vista optimista y agresivo.
 - * Un tomador de decisiones optimista cree que siempre obtendrá el mejor resultado sin importar la decisión tomada.
 - * Un tomador de decisiones agresivo escoge la decisión que le proporcionará una mayor ganancia.

- Para encontrar la decisión óptima:

- * Encuentre la máxima ganancia para cada alternativa de decisión.
- * Seleccione la decisión que tiene la máxima de las “máximas ganancias”.

Continuación del Problema de Juan Pérez

Decision	El Criterio Maximax				
	Gran Alza	Peq. Alza	Sin Cambi	Peq.	Gran Baja
Oro	-100	100	200	300	0
Bonos	250	200	150	-100	150
Neg. Des	500	250	100	-200	-600
Cert. Dep.	60	60	60	60	60

La Decisión Óptima

✓ El Principio de Razonamiento Insuficiente o Criterio de Laplace

- Este criterio puede ser utilizado por un tomador de decisiones que no sea optimista ni pesimista.
- El tomador de decisiones asume que todos los estados de la naturaleza son equiprobables.
- El procedimiento para encontrar una decisión óptima:
 - * Para cada decisión calcule la ganancia esperada.
 - * Seleccione la decisión con la mayor ganancia esperada.

Bibliografía

- Abu-Taleb, M.F. y Mareschal, B. WATER RESOURCES PLANNING IN THE MIDDLE EAST: APPLICATION OF THE PROMETHEE V MULTICRITERIA METHOD, http://smg.ulb.ac.be/Preprints/Abu_Taleb94_09.html
- Brans, J.P. y Mareschal, B. HOW TO DECIDE WITH PROMETHEE. <http://smg.ulb.ac.be>
- Buchanan, John; Shepard, Phillip y Vanderpooten, Daniel. PROJECT RANKING USING ELECTRE III. Working paper. January 1999. <http://www.waikato.ac.nz/depts/mns...h/Abstract/Paper/RRS-99-1-BuchSheVan.htm>
- Buffa, Elwood S. y Dyer, James S. CIENCIAS DE LA ADMINISTRACIÓN E INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES. México, Noriega-Limusa, 1994. 852 pp.
- Flament, Michael. GLOSARIO MULTICRITERIO. Publicaciones de los miembros de la R.E.D.-M <http://www.unesco.org.uy/rem-m/publicac.htm>

Bibliografía

- French, Simon. DECISION THEORY AN INTRODUCTION TO THE MATHEMATICS OF RATIONALITY. England, Ellis Horwood Limited, 1988.
- Hogarth, R. JUDGEMENT AND CHOICE. 2nd. Ed., 1991. John Wiley and Sons. p. 80
- Prawda Witenberg, Juan. MÉTODOS Y MODELOS DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES. Vol. 2. Modelos Estocásticos, México, Noriega-Limusa, 1995.1027 pp.

- GRACIAS POR SU ATENCIÓN

Thank You



PREGUNTAS

