centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

A LOS ASISTENTES A LOS CURSOS DEL CENTRO DE EDUCACION CONTINUA

La Facultad de Ingeniería, por conducto del Centro de Educación Continua, otorga constancia de asistencia a quienes cumplan con los requisitos establecidos para cada curso. Las personas que deseen que aparezca su título profesional precediendo a su nombre en el diploma, deberán entregar copia del mismo o de su cédula profesional a más tardar el Segundo Día de Clases, en las oficinas del Centro, con la Señorita Barraza, de lo contrario no será posible.

El control de asistencia se efectuará a través de la persona encargada de entregar notas, en la mesa de entrega de material, mediante listas especiales. Las ausencias serán computadas por las autoridades del Centro.

Se recomienda a los asistentes participar activamente con sus ideas y experiencias, pues los cursos que ofrece el Centro están planeados para que los profesores expongan una tésis, pero sobre todo para que coordinen las opiniones de todos los interesados constituyendo verdaderos seminarios.

Al finalizar el curso se hará una evaluación del mismo a través de un cuestionario diseñado para emitir juicios anónimos por parte de los asistentes. Las personas comisionadas por alguna institución deberán pasar a inscribirse en las oficinas del Centro en la misma forma que los demás asistentes.

Con objeto de mejorar los servicios que el Centro de Educación Continua ofrece, es importante que todos los asistentes llenen y entreguen su hoja de inscripción con los datos que se les soliciten al iniciarse el curso.

ATENTAMENTE

ING. SALVADOR MEDINA RIVERO

DIVISION DE ESTUDIOS SUPERIORES
FACULTAD DE INGENIERÍA, UNAM.

CURSOS DE MAESTRIA Y DOCTORADO

La División de Estudios Superiores de la Facultad de Ingeniería, UNAM, ofrece las siguientes Maestrías y Doctorados:

Maestrías		Doctorados
Control	Mecánica	Estructuras
Electrónica	Mecánica de Suelos	Hidráulica
Estructuras	Petrolera	Mecánica de Suelos
Hidráulica	Potencia	Mecánica Teórica y Aplicada
Investigación de Operaciones	Planeación Sanitaria	Investigación de Operaciones
Mecánica teórica y Aplicada		

Programa de actividades para el segundo semestre de 1976

Exámenes de admisión: 10, 11 y 12 de mayo

Inscripciones: 31 de mayo al 4 de junio

Iniciación de clases: 7 de junio

Requisitos de admisión

a) Cumplir con una de las siguientes condiciones:

1. Poseer título profesional en Ingeniería o en alguna disciplina afín a las maestrías que se ofrecen en la División, otorgado por la UNAM o por cualquier institución nacional o extranjera.

2. Ser pasante de la Facultad de Ingeniería, UNAM

b) Aprobar los exámenes de admisión que se efectuarán en las fechas señaladas arriba.

c) Presentar, dentro del período de inscripciones arriba mencionado, la documentación que se indica en el folleto de Actividades Académicas 1975 de la DESFI

Mayores informes: División de Estudios Superiores de la Facultad de Ingeniería, Apartado Postal 70-256, Ciudad Universitaria, México 20, D. F. Tel.: 548-58-77

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, febrero 3. 1976

EL DIRECTOR DE LA FACULTAD
M. en C. ENRIQUE DEL VALLE CALDERON

EL JEFE DE LA DIVISION
DR. OCTAVIO A. RASCON CHAVEZ

APLICACIONES DE LA INGENIERIA DE SISTEMAS EN LA GESTION DE EMPRESAS

Fecha	Duración	Tema	Profesor
Oct. 14	18 a 21 h	INTRODUCCION A LA INGENIERIA DE SISTEMAS Estudio inicial de los sistemas. Análisis de sistemas. Diseño de Sistemas. Estudios durante el desarrollo. Ingeniería de proyecto. Aplicaciones en la empresa.	M. en I. Sergio Zúñiga Parser M. en I. Francisco Gorostiza Pérez.
Oct. 19 y 21	18 a 21 h c/día	EVALUACION DE PROYECTOS Tasas de interés. Equivalencias financieras. Composición de un proyecto. Análisis del valor presente. Análisis del beneficio - costo. Análisis de efectividad - costo. Aplicaciones.	M. en I. Pedro Palbo Puig Llano
Oct. 26	18 a 21 h	LOS METODOS DE OPTIMIZACION EN LA EMPRESA La función de producción. Optimización por análisis marginal. Introducción a la programación matemática. Programación lineal. Análisis de sensibilidad. Programación dinámica. Aplicaciones.	Dr. Pedro Reyes Ortega
Oct. 28	18 a 21 h	LOS METODOS DE OPTIMIZACION EN LA EMPRESA	Act. Carlos Ayala e Izaguirre
Nov. 4	18 a 21 h	MODELOS DE ASIGNACION Y PROGRAMACION DE RECURSOS Teoría de gráficas. Planeación, programación y control de actividades. Asignación, programación y balaneceo de recursos. Optimización de programas.	M. en I. Joel Aguirre Rodríguez
Nov. 9	18 a 21 h	INTRODUCCION A LOS FENOMENOS ALEATORIOS Nociones sobre teoría de probabilidad. El método de Monte Carlo y su aplicación a los fenómenos de espera. Introducción a los procesos Markovianos. Aplicaciones.	M. en I. Antonio Olivera Salazar.
Nov. 11 y 16	18 a 21 h c/día	LA TEORIA DE DECISIONES EN LA EMPRESA Naturaleza del problema. Decisiones bajo certeza. Teoría de la utilidad. Decisiones bayesianas. Planteamiento y solución de casos reales.	M. en I. Jesús Acosta Flores

APLICACION DE LA INGENIERIA DE SISTEMAS EN LA GESTION DE EMPRESAS

Fecha	Duración	Tema	Profesor
ov. 18	18 a 21 h	SELECCION DE INVERSIONES BAJO RIESGO Modelos con horizonte de planeación finito. Factor de descuentos por riesgo. Análisis de sensibilidad. Modelos para un proyecto aislado. Modelos para proyectos múltiples.	M. en I. Jesús Acosta Flores
ov. 23	18 a 21 h	PLANEACION DE ESTRUCTURAS ADMINISTRATIVAS La organización como sistema. Estructuras jerárquicas. Coordinación e independencia de las estructuras. Modelos matemáticos.	Lic. Nicolás Musi Letayf
ov. 25	18 a 21 h	SISTEMAS DE INFORMACION Función del sistema de información. Sistemas integrados de información. Economía de la información. Modelos teóricos. Casos reales.	Ing. Francisco Escutía Navarro

PROFESORES DEL CURSO APLICACION DE LA INGENIERIA DE SISTEMAS
A LA GESTION DE EMPRESAS

M. EN I. JESUS ACOSTA FLORES
ASESOR DE LA DIRECCION GENERAL DE
INGENIERIA DE SISTEMAS
S.O.P.
AV. UNIVERSIDAD FRENTE A MITLA P.B.
TEL.: 590.30.85

ACT. CARLOS AYALA IZAGUIRRE
JEFE DE LA OFICINA DE PROGRAMAS
DEPTO. DE SISTEMAS ESPECIALES
DIRECCION GENERAL DE INGENIERIA DE SISTEMAS
S. O.P.
BLVD. XOLA 1755 P.B.
TEL.: 538.25.59 Y 519.12.43

M. EN I. JOEL O. AGUIRRE RODRIGUEZ
CONTRALORIA GENERAL
ASESOR
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
P. DE LA REFORMA 476-4°
TEL.: 528.85.21 Y 511.89.80

ING. FRANCISCO ESCUTIA NAVARRO
ASESOR TECNICO
I M P O S
INSURGENTES SUR 586-402 4° PISO
TEL.: 536.91.19

M. EN I. FRANCISCO GOROSTIZA PEREZ
JEFE DE LA UNIDAD DE PROGRAMACION
SUBGERENCIA DE PLANEACION Y ORGANIZACION
FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO
AV. CENTRAL NO. 140-13° PISO ALA "C"
TEL.: 547.6067

LIC. NICOLAS MUSI LETAYF
DIRECTOR GENERAL
ASESORES EN PLANEACION INTEGRAL, S.C.
AVE. PATRIOTISMO 12 INT. 8
TEL.: 515.76.42 Y 515.00.93

M. EN I. ANTONIO OLIVERA SALAZAR
GERENTE TECNICO
I M P O S
INSURGENTES SUR 586-402 - 4° PISO
TEL.: 536.00.81 Y 523.49.35

PROFESORES DEL CURSO APLICACION DE LA INGENIERIA DE SISTEMAS A LA GESTION DE EMPRESAS

DR. PEDRO REYES ORTEGA
SUBDIRECTOR DE OPERACION Y DESARROLLO
DE NUEVOS PRODUCTOS
DIRECCION DE PROGRAMACION Y DESCENTRALIZACION ADMINISTRATIVA
SECRETARIA DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO
TEL.: 591.12.82 Y 591.12.17

ING. PABLO PUIG LLANO
SANTA ANITA 280
COL. LOMAS HIPODROMO
MEXICO 10, D.F.
TEL.: 589.16.18

M. EN I. SERGIO ZUÑIGA BARRERA
DIRECTOR
I M P O S
INSURGENTES SUR 586-402-4ASO
TEL.: 536.00.81 Y 523.49.35

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

APLICACIONES DE LA INGENIERIA DE SISTEMAS EN LA GESTION DE EMPRESAS

BREVE INTRODUCCION A LA INGENIERIA DE SISTEMAS

ING. SERGIO ZUÑIGA BARRERA

OCTUBRE DE 1976.

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5, primer piso. México 1, D. F. Tels: 521-40-23 521-73-35 5123-123

Breve introducción a la Ingeniería de Sistemas

1. INTRODUCCION.

En todos los campos de su actividad, el hombre ha procurado por diferentes medios lograr resultados óptimos. Este afán se ha incrementado grandemente en los años posteriores a la Segunda Guerra Mundial, como consecuencia de la puesta en uso de nuevas tecnologías surgidas inicialmente de la necesidad de aprovechar de la mejor manera posible los recursos humanos y materiales destinados a fines bélicos; posteriormente, en épocas de paz, se han encauzado en una u otra forma a las diferentes actividades productivas del hombre.

En las postrimerías del Siglo XVIII y principios del XIX se manifestó interés en problemas que se asociarían a la llamada economía matemática e Investigación de Operaciones. Sin embargo, la falta de urgencia y de computadoras impidieron su desarrollo. La Segunda Guerra Mundial creó la necesidad de utilizar óptimamente los recursos y se hicieron trabajos presionados por el tiempo; así se tuvo una idea de lo que podría lograrse en estas áreas usando técnicas matemáticas modernas. En los años que siguieron a la Segunda Guerra, y ya sin la presión del tiempo, ha habido oportunidad para examinar problemas y soluciones con el cuidado y esfuerzo requerido y el resultado ha sido una nueva disciplina llamada "Ingeniería de Sistemas".

En la época actual se palpa la urgencia de replantear metas y enriquecer aspiraciones, se reclama un orden jurídico justo y dinámico, una eficaz y moderna planeación económica para lograr una justa y equitativa repartición de las riquezas, una filosofía que contribuya a forjar un nuevo humanismo. Se encuentra el hombre en el apogeo de la revolución Técnico-Científica del Siglo Veinte y auxiliado por la máquina somete las fuerzas naturales en beneficio de la Sociedad con planteamientos correctos y cuidadosamente calculados.

Los modernos sistemas de producción, la mecanización y la automatización emancipan al hombre, cada vez más, del trabajo pesado. El incremento de las fuerzas productivas, de la ciencia y la cultura crean abundancia de bienes que se derraman en los diferentes sectores de la población.

En este orden de ideas, destaca la importancia de la tecnología como instrumento que influye en la realización de programas que impulsan el desarrollo.

A partir de 1940, surgió la necesidad de perfeccionar la dirección en empresas particulares y en la administración pública, dando nacimiento a la moderna cibernética administrativa. Su desarrollo se encuentra estrechamente vinculado al de numerosas ramas del conocimiento como son: la Teoría de la Regulación Automática y de los Sistemas de Control, la Teoría Estadística de Transmisión de Información, la Teoría de los Juegos y de las Soluciones Optimas, la Lógica Matemática, la Economía Matemática, etc.

En el impulso de la cibernética moderna ha jugado un papel importantísimo el invento de las computadoras, que descubren posibilidades insospechadas en el proceso de la información para implantar mejores sistemas direccionales; de esta manera se puede, tanto a niveles privados como públicos, conjugarse el empleo de computadoras con el esfuerzo humano.

El presente artículo pretende dar a conocer al lector una serie de herramientas de las ya mencionadas y su aplicación a la solución de problemas anteriormente considerados fuera del campo de acción de las ciencias exactas.

2. GENERALIDADES.

Evidentemente la primera pregunta que surge es ¿Qué es la Ingeniería de Sistemas?; esta pregunta puede contestarse en unas cuantas palabras:

"La Ingeniería de Sistemas es la ciencia y el arte de seleccionar la mejor alternativa de entre un conjunto que se nos ofrezca". Claro que esta selección no es arbitraria, sino que debe hacerse siempre dentro de los límites del derecho, la moral, los recursos económicos, la política y las leyes fiscales y naturales.

Dentro de la breve definición anterior se encuentra implícito todo un conjunto de actividades y disciplinas de entre las cuales destacan dos en especial: la planeación y la operación, las cuales están íntimamente ligadas, ya que la planeación de un sistema debe hacerse tomando en cuenta la operación del mismo, y si la operación no se lleva a cabo según fue planeada, el resultado no será óptimo.

En los dos párrafos previos se ha utilizado varias veces la palabra "Sistema"; de ahí surge necesariamente la pregunta ¿Qué se quiere decir con ello? No cabe duda que sus acepciones son múltiples, algunos la usan como sinónimo de procedimientos, otros como sinónimo de rutina, etc.; sin embargo aquí —y es el sentido que en esta rama de la ingeniería debe dársele— se emplea para representar un todo integrado y armónico en donde cada una de las partes ha sido diseñada con objeto de lograr un fin común óptimo. Entiéndase que este fin común óptimo puede no corresponder a los óptimos parciales, siendo ésta la idea primordial de ingeniería de sistemas, para la que lo característico es el enfoque integral de los problemas a partir de lo cual ya se pueden definir óptimos parciales coherentes. La ventaja es inmediata: no se distraerán recursos en proyectos que en sí son atractivos, pero que no encajan dentro de un plan general ya sea por su oportunidad o por su situación.

3. OBJETIVOS DE LA INGENIERIA DE SISTEMAS.

Siguiendo a Hall se puede decir que los objetivos de la Ingeniería de Sistemas son:

a) Suministrar a los funcionarios de una institución o empresas tanta información (relevante y oportuna) como sea posible.

b) Proponer objetivos a largo plazo y formular los planes que permitan alcanzarlos, como un marco de referencia para unir o coordinar proyectos individuales.

c) Balancear el programa de desarrollo general para asegurar que se progrese según todos los lineamientos prefijados haciendo al mismo tiempo el mejor uso de los recursos disponibles.

d) Formular objetivos y planes para proyectos individuales compatibles con los objetivos a largo plazo. Conocer las necesidades presentes de la organización y prever las futuras, con objeto de que así esté en posibilidad de poder actuar inmejorablemente.

e) Proporcionar información oportuna a sus profesantes, de nuevas ideas, principios, métodos y mecanismos, asegurando así que a la nueva tecnología se le dé el mejor y más oportuno uso.

f) Llevar a cabo cada una de las operaciones en el proceso de ingeniería de sistemas de la manera más eficiente posible, reconociendo que los requisitos de precisión, detalle y velocidad dependen de la fase del proceso en que se encuentre el proyecto.

Se observa, como ya se había mencionado, que la gran mayoría de las actividades implicadas en estos objetivos son de planeación y operación. Se involucra en varias de ellas, la optimización como un medio para lograr dichos objetivos, se insiste sobre la importancia que reviste mantener conocimientos actualizados y se hace un señalamiento hacia los métodos de obtención, almacenamiento, recuperación y difusión de información.

4. FUNCIONES DE LA INGENIERIA DE SISTEMAS.

Conocidos los objetivos, el paso siguiente es definir las funciones de la Ingeniería de Sistemas. Siguiendo de nuevo a Hall, en la operación se pueden distinguir cinco fases: Estudio inicial de los sistemas, planeación exploratoria o preliminar, planeación definitiva o del desarrollo de las actividades, estudios durante el desarrollo del proyecto y, propiamente llevar a cabo la ingeniería requerida por el proyecto.

Los estudios iniciales de sistemas tienen por objeto auxiliar a la gerencia en la coordinación del programa general de todos los proyectos que la institución o empresa desea llevar a cabo, que rara vez se presentan como un solo proyecto. Para ello se requiere recabar información sobre los recursos disponibles; sobre los beneficios que a la colectividad y/o a la empresa ocasionaría el llevar a cabo dichos proyectos, sobre aspectos financieros, administrativos, de producción, etc. En general se puede decir que la

recolección de información deberá definir los sistemas ya existentes, los procedimientos utilizados en los mismos, las bases a que se han sujetado, el estado de la tecnología y los avances que pueden esperarse, etc. Además deberá atender aspectos administrativos y económicos como son: la organización estructural de la empresa, las políticas de personal, mercado, etc., seguidas por la misma. Es importante también definir los aspectos político-sociales dentro del campo de influencia actual y futuro de la empresa, con el fin de considerar posibles reacciones individuales y colectivas ante los diferentes proyectos.

La información obtenida, convenientemente archivada, permitirá planear proyectos específicos para los que su ejecución tendrá el enfoque correcto y los recursos necesarios, bajo lineamientos generales de conducta a largo y corto plazo.

La planeación preliminar recae ya en un proyecto en particular o área de necesidad. Aquí ya es indispensable definir problemas, seleccionar objetivos, sintetizar los sistemas y analizarlos, seleccionar el mejor, comunicar los resultados a los ejecutivos con objeto de que comparen la evaluación de las consecuencias de la selección, con los objetivos definidos.

La planeación definitiva principia una vez tomada la decisión sobre el proyecto que debe llevarse adelante. Aquí se formula un plan de acción que cumpla con los objetivos y proponga los medios para alcanzarlos. Operacionalmente esta fase es una repetición de lo anterior, salvo que todos los pasos se llevan a cabo con mayor detalle reduciendo drásticamente el conjunto de posibles selecciones. En esta fase reviste especial importancia la experimentación y el trabajo de campo.

En la fase de planeación definitiva se perfecciona el plan de acción interpretándolo a la luz de los nuevos datos técnicos que se van obteniendo. Es posible que esto repercuta en cambios en los objetivos o en los recursos previstos originándose nuevas decisiones. Finalmente, al llevar a cabo propiamente la ingeniería del proyecto, deberán retroalimentarse resultados que puedan corregir posibles deficiencias en el programa y completen los archivos iniciados en la primera fase.

5. CAMPO DE ACCION DE LA INGENIERIA DE SISTEMAS.

Es obvio que si se comprenden los objetivos y las fases del proceso de la ingeniería de Sistemas, resulta menos oscura la definición de Chestnut:

"El Método de la Ingeniería de Sistemas reconoce que cada sistema es un todo integrado compuesto de diversas estructuras y subfunciones especializadas. Reconoce además que cualquier sistema tiene un cierto número de objetivos y que el balance entre ellos puede diferir ampliamente de sistema a sistema. El método busca optimizar las funciones globales del sistema de acuerdo con una ponderación de los objetivos y obtener así máxima compatibilidad entre sus partes".

El sistema es entonces un todo integrado; sin embargo, la naturaleza del todo no se especifica; puede ser un sistema económico, administrativo, social o tecnológico. En todos ellos lo más importante es que el todo funcione armoniosamente y cumpla con objetivos prefijados, y no que una de sus partes funcione en forma óptima en detrimento de las restantes. De hecho, las funciones generales del sistema son optimizadas combinando en forma ponderada los diversos objetivos del mismo, los cuáles pueden ser: simplicidad, beneficios a corto o largo plazo, costo, vida útil, eficiencia en el servicio, etc. Más que optimizar atendiendo a cada uno de ellos, la ingeniería de sistemas se plantea el óptimo general determinando como consecuencia lo que, para el sistema en análisis, debe entenderse por óptimos parciales que satisfagan objetivos particulares.

6. EL ANALISIS DE SISTEMAS COMO METODO CIENTIFICO.

Cabe hacer notar que al analizar un sistema se hace uso extensivo del método científico en su más amplio sentido. Al decir científico no debe interpretarse como una referencia a los métodos específicos y más limitados de las ciencias naturales, sino que se refiere conceptualmente a la filosofía de la ciencia.

Las características relevantes del método científico aplicado al problema de elegir alternativas óptimas son las siguientes: este método es abierto, explícito, verificable y autocorregible, combina la lógica y la evidencia empírica. El método y la tradición de la ciencia requieren de resultados tales que cualquier otro especialista pueda reconstruir los mismos pasos y llegar a idénticos fines. Al aplicar estas ideas al análisis de sistemas es preciso que todos los cálculos, hipótesis, datos empíricos y juicios de valor se describan en tal forma que sean susceptibles de sujetarse a verificación, prueba, crítica, discusión y aún a rechazo. Desde luego, como todas las ciencias, tampoco el análisis de sistemas es infalible; sin embargo dado su carácter autocorregible, evitará la persistencia de un posible error.

Por otra parte, el método científico es objetivo, cada hipótesis es probada lógica o experimentalmente, con independencia de la edad, personalidad y autoridad del investigador.

Algunos aspectos se estudian cuantitativamente. Esto no significa que todo pueda expresarse en forma numérica y ni siquiera que éllo deba hacerse cor los aspectos más importantes de un sistema, sólo que el método más apropiado para tratar algunos de ellos y seleccionar la mejor alternativa disponible frecuentemente requiere, en alguna de sus fases, de la utilización de métodos numéricos. El juicio no cuantitativo es insuficiente; los números son parte de nuestro lenguaje y lo común es aclarar conceptos usándolos aun caundo exista incertidumbre en el momento de aplicarlos. Frecuentemente se piensa que el análisis cuantitativo no puede aplicarse cuando existe incertidumbre; por supuesto, si esto fuera cierto, no se tendrían ciencias tales como la física contemporánea, basta citar, con ánimo de ampliar la ejemplificación, la extensa literatura sobre la formulación de decisiones bajo incertidumbre basada en los trabajos de Laplace, Pascal, Bernoulli, Bayes, etc., escritos en los siglos XVII y XVIII. Aun más, existen técnicas prácticas y simples que permiten puntualizar el riesgo y la incertidumbre en la toma de decisiones y precisar su significado. Actualmente es difícil encontrar actividades del mundo real que no estén envueltas en la inseguridad, el problema es simplemente aprender a vivi. con el riesgo y la incertidumbre y con ese fin están concebidas muchas de las herramientas de la Ingeniería de Sistemas.

7. LA INGENIERIA DE SISTEMAS Y LA INVESTIGACION DE OPERACIONES.

Sería torpe que al hablar de Ingeniería de Sistemas no se hiciera mención de este grupo de técnicas tradicionalmente conocidas bajo el nombre de investigación de operaciones y que constituyen una de sus herramientas, como lo son también de tantas otras ramas del saber humano.

De la Investigación de Operaciones conviene citar que su descubrimiento oficial se sitúa en Inglaterra, en 1929, con el Profesor Blackett y sus grupos interdisciplinarios en la Marina Británica. Su origen, pues, es militar. Posteriormente su campo de aplicación se ha ampliado a problemas administrativos. En 1951 Morse la define como un método científico que suministra, a los departamentos ejecutivos, una base cuantitativa para las

decisiones con respecto a las operaciones bajo su control. En 1957 Churchman define su método en los siguientes términos:

I. Formula el problema

II. Construye un modelo matemático que lo represente

III. Obtiene una solución del modelo

IV. Pone a prueba el modelo y su solución

V. Implanta la solución.

En 1963, Ackoff señala que las características fundamentales de la Investigación de Operaciones son: Orientación hacia los sistemas, uso de grupos (de personas) interdisciplinarios y, adaptación del método científico.

A fin de poner ejemplo, puede decirse que las técnicas de la Investigación de Operaciones, son aplicables a problemas tales para determinar los niveles óptimos de inventarios de una empresa, asignación de personal, etc. Es claro que encajan en la Ingeniería de Sistemas aun cuando ésta, con su enfoque más amplio, buscaría investigar el mejor funcionamiento de la empresa como conjunto y no se limitaría a optimizar sus inventarios, o únicamente a asignar óptimamente el personal. Se desprende que la Ingeniería de Sistemas analiza objetivos alternativos y explora sus implicaciones, se enfoca más hacia el análisis de las consecuencias de hipótesis alternativas que a detallar detenidamente las consecuencias de un conjunto de ellas.

En ocasiones, el análisis de sistema se ocupa de problemas escasamente definidos y los determina; este tipo de ingeniería en cuestión pone énfasis en el diseño de nuevas soluciones y amplifica el rango de las alternativas.

Tal vez el citar a Enthoven ayude a precisar este razonamiento quien 1967 afirma: "La Epistemología de la Investigación de Operaciones es la de las ciencias exactas, esto es, la investigación de operaciones supone que los datos empíricos son exactos, o al menos suficientemente exactos para que sus cálculos refinados y precisos sean de valor. Por otra parte, la epistemología del análisis de sistemas es la epistemología de las ciencias inexactas..... El análisis de sistemas enfatiza técnicas para trabajar bajo la incertidumbre, la investigación de operaciones enfatiza las matemáticas aplicadas..... La investigación de operaciones está orientada hacia problemas en los que el elemento de cálculo es dominante y en los que las matemáticas pueden ser consideradas como un substituto más que una ayuda de juicio. El análisis de sistemas,

por otra parte, recalca conceptos económicos básicos como el producto marginal y el costo marginal. El análisis de sistemas ha desarrollado una variedad de técnicas para canalizar complejos problemas de decisión, pero de tal manera que el cálculo es el siguiente del juicio informado".

8. ENFOQUE DE LA INGENIERIA DE SISTEMAS.

Antes de continuar conviene recordar que la Ingeniería de Sistemas enmarca la utilización de un conjunto de procedimientos cuantitativos que permitenten especificar cómo deben combinarse recursos humanos y materiales con objeto de alcanzar un propósito preestablecido. Luego los problemas enfocados según la Ingeniería de Sistemas:

— Obligan al diseñador de sistemas a tener mayor conciencia de sus objetivos al imponerle la necesidad de anunciarlos explícitamente.

— Suministran mecanismos para predecir las futuras demandas sobre el diseño.

— Establecen procedimientos para generar un gran número de posibles soluciones.

— Implican la utilización de un conjunto de técnicas de optimización que permiten seleccionar las mejores alternativas.

— Permiten sugerir estrategias de toma de decisiones que pueden usarse para seleccionar entre posibles alternativas.

De lo anterior se puede afirmar que el Ingeniero de Sistemas es aquél que concibe, analiza, experimenta, evalúa y diseña un sistema, de acuerdo con un objetivo predeterminado, según criterios preseñalados y en un medio ambiente preseleccionado. Es aquí que debe reunir las siguientes características.

— Dominio de las técnicas matemáticas usadas en la formulación de modelos (programación matemática, teoría de decisiones, etc.)

— Experiencia en modelos y en su análisis (saber identificar las características relevantes de un problema y enfocarlo con propiedad, independientemente de las barreras de una disciplina matemática).

— Entendimiento de la esencia del problema bajo estudio.

— Saber usar las herramientas que brinda el Análisis Económico, en especial las de beneficio-costo y efectividad-costo. Conocer de Microeconomía y de Economía del Bienestar.

— Capacidad para el uso de la computadora, no como programador, sino como conocedor de modelos basados en la misma.

— Capacidad y habilidad para reconocer, analizar y usar los recursos económicos así como las corrientes políticas que influyen en el planteamiento y solución del problema planteado.

9. CAPITULOS EN UN ANALISIS DE SISTEMAS

Llevar a cabo el análisis de un sistema encierra:

a) Establecer las características que debe tener un sistema óptimo.

b) Seleccionar una combinación de subsistemas que conformarán el sistema total.

c) Analizar las interacciones entre los subsistentes del sistema.

d) Establecer las características de los subsistemas de manera que el todo sea óptimo.

En el análisis de sistemas con múltiples unidades es muy conveniente contar con expresiones analíticas que describan los productos de los subsistemas en términos de sus insumos (matrices de sistema). Una vez que estas expresiones se encuentran disponibles, es posible ya seleccionar de un catálogo de subsistemas aquellos cuya relación insumo-producto se ajuste a los insumos y a los productos del sistema total. Esto reúne una mera suma de subsistemas considerados como cajas negras.

De esta manera se logran satisfacer las especificaciones del sistema óptimo sin entrar en detalles que son irrelevantes. Además se obtienen como subproducto las especificaciones de los componentes de los subsistemas.

Lo importante del procedimiento es que los ingenieros de subsistemas optimizan la porción de sistema que es de su responsabilidad y, lográndolo, permiten al ingeniero de sistemas optimizar, en términos simples, el sistema como un todo.

10. METODOS USADOS POR LA INGENIERIA DE SISTEMAS.

Se puede afirmar que son cinco los métodos más adecuados para identificar el diseño óptimo de un sistema, a saber: Análisis Marginal, Análisis Beneficio-Costo, Análisis Efectividad-Costo, Análisis de Inversiones y Análisis Operacional.

— Análisis Marginal. Este tipo de análisis cae dentro de la teoría micro económica y es uno de los más apropiados. Las dos preguntas fundamentales a las que contesta esta teoría son:

a) ¿Cómo se ve afectado el comportamiento de una organización al cambiar la demanda de sus productos?

b) ¿Cómo usa la firma sus recursos para crear su producto?

Evidentemente requiere de una relación entre recursos y productos a la que llama Función de Producción. Para ello se vale de conceptos como: productividad marginal, tasa de sustitución técnica entre recursos, tasa de transformación entre productos; el segundo relaciona entre sí los recursos y el tercero relaciona los productos. Hace uso a su vez de leyes como la de los rendimientos decrecientes o a la de los rendimientos a escala. Una vez planteada la función producción es factible definir planos de isocuantas o curvas de igual producción en base a las cuales se define una trayectoria de expansión para lo cual todos los puntos son soluciones óptimas, generándose así un gran número de alternativas.

Para usar esta teoría detro del marco gubernamental será necesario establecer analogías entre ganancias obtenidas por una empresa al vender sus productos y los beneficios recibidos por la colectividad como consecuencia de la operación de un sistema gubernamental.

Sin embargo, cabe prevenir sobre una diferencia importante. En la Industria la interacción entre demanda y producción depende del grado de control que la empresa tiene sobre el mercado. Bajo condiciones de mercado no monopolistas, donde el producto de una empresa no es el único en el mercado, la condición óptima es aquella en que los beneficios marginales son iguales a los costos marginales. Lo anterior no es válido para el Gobierno, ya que usualmente monopoliza la actividad que lleva a cabo, influye o detemina los precios de los recursos con subsidios o tratamientos fiscales especiales, etc..... A pesar de ello, una gran parte de los conceptos de microeconomía le son aplicables a su comportamiento.

Bouloine sostiene que el análisis marginal tiene el defecto de ser sumamente formalista y poco accesible su aplicación. No es sencillo determinar

la tasa marginal de transformación de un insumo en un producto, o la tasa marginal de sustitución de un insumo o de un producto por otro. Aún así, se insiste, el análisis marginal es de gran importancia para el análisis de un sistema.

Análisis Beneficio-Costo.

La diferencia entre el análisis beneficio-costo, efectividad-costo y análisis microeconómico radica en que los dos primeros intentan evaluar propuestas sobre diseños de sistemas dados, y el último elige los parámetros de diseño en vez de aceptarlos como datos. Así, el análisis beneficio-costo se aplica generalmente a diseños propuestos, sobre los cuales el ejecutivo no tiene otra acción que aceptarlos o rechazarlos. Esto lo lleva a cabo mediante comparaciones directas de costos y beneficios medidos en las mismas unidades (monetarias generalmente). En el caso en que resulten beneficios que no pueden ser reducidos a un común denominador el análisis consiste en identificar el sistema de costo mínimo para un mismo nivel de efetcividad.

Dentro del análisis de sistemas, el método del beneficio-costo se dirigirá exclusivamente al caso de alternativas mútuamente exclusivas. Se emplearán cuando las decisiones sean simplemente de aceptar o rechazar.

En las operaciones gubernamentales los costos por considerar en el análisis difieren de los de las empresas privadas. Bajo circunstancias particulares la medida de los costos se ajustará para reflejar la diferencia entre el costo de oportunidad y el precio de los recursos en el mercado. La medida de los beneficios de un programa público deberá incluir aquellos que se acumulan marginalmente. Probablemente el análisis beneficio-costo sería menos criticable si no se usaran cocientes de costos totales a beneficios, sino que las decisiones tratarán de maximizar la diferencia entre los flujos de dinero correspondientes a beneficios bien definidos y los correspondientes a costos.

Análisis efectividad-costo.

Este análisis sigue los lineamientos del anterior, pero está específicamente dirigido a problemas en los que los productos no pueden ser evaluados por precios del mercado aunque sí los insumos. Estos últimos pueden ser sustituídos mediante relaciones de cambio desarrolladas en el mercado. Aquí se intenta maximizar la efetcividad sujeta a una restricción general de recursos medidos en unidades monetarias.

Este tipo de análisis es apropiado cuando se presentan las condiciones siguientes:

a) No existe valor en el mercado para productos alternos.

b) Los insumos pueden ser correctamente evaluados a precios del mercado.

En el punto de efectividad máxima, para un presupuesto dado, cualquier recurso usado adicionalmente deja intacto el cociente de efectividad marginal entre costo marginal. Así, las condiciones marginales de efectividad en el sector público, son las mismas que en la iniciativa privada. Sin embargo, muchos estudios de efectividad-costo pecan por el mismo defecto de los de beneficio-costo: usan el cociente de efectividad total entre coso total como un índice de la bondad de un proyecto.

Análisis de Inversiones.

Fundamentalmente son dos los casos que se presentan dentro del marco de selecconar inversiones. El primero consiste en definir cuál de entre dos inversiones dadas es preferible de llevar a cabo. El segundo considera restricciones presupuestales y hace intervenir en orden de preferencias dado antes de definir un conjunto de inversiones óptimo. En el primer caso un análisis beneficio-costo que involucre criterios de Valor presente y Tasa Interna de Retorno, permite establecer un orden de prelación entre inversiones.

En el segundo caso se pueden utilizar modelos de la Programación Matemática o de la Teoría de Decisiones. Dentro de los modelos existentes hay algunos que consideran el aspecto aleatorio tomando en cuenta la incertidumbre en la obtención de beneficios que puede producir una inversión, otros son determinísticos. Los proyectos pueden clasificarse de diversas maneras a saber:

i) Independientes o dependientes: según si los beneficios están o no en función de la acción tomada en otros proyectos.

ii) Mútuamente exclusivo y contingentes: dentro de los dependientes pueden ser mútuamente exclusivos como será el caso de dos proyectos sobre una misma obra, (se realiza uno o el otro), o también contingentes cuando un proyecto forma parte de otro de mayor envergadura que lo contiene.

iii) Divisibles e indivisibles: los primeros generan beneficios conforme se van completando sus partes. Los indivisibles implican la

terminación total del proyecto para principiar a generar beneficios.

Los modelos en general buscan maximizar beneficios considerando las restricciones presupuestales. Se deberá tomar en cuenta además en el análisis si la inversión requiere efectuarse en un sólo período de tiempo o si es posible hacerla a través de varios períodos.

El análisis de inversiones es aplicable tanto para la iniciativa privada como por el sector público, pudiendo variar únicamente los modelos a utilizar en uno y otro caso para la selección de los proyectos en que se deberá invertir.

Análisis Operacional.

Este tipo de análisis es apropiado para elementos físicos o en general en los que no tiene influencia el elemento monetario. Aquí también se intenta maximizar la efectividad pero sujeta a un conjunto de restricciones que comprenden recursos en especie, medidos en sus unidades correspondientes. Este tpo de análisis es adecuado cuando no existe valor en el mercado ni de los insumos ni de los productos.

II. OTROS METODOS USADOS POR LA INGENIERIA DE SISTEMAS.

Si bien los cinco métodos antes comentados son fundamentales no son, de ninguna manera, los únicos. Hace también uso, entre otros de los métodos siguientes:

a. Análisis Ingenieriles. Tanto la Ingeniería como las Ciencias Físicas contienen un cuerpo de conocimientos teóricos que ha sido desarrollado explícitamente para el Análisis de Sistemas o que le son de utilidad. No es sorprendente ya que el ingeniero siempre se ha preocupado por lograr diseños eficientes. Sin embargo, es notorio que los ingenieros difieren de otros grupos de profesionales en lo que se relaciona con consideraciones de carácter estético, social, etc..... La Ingeniería de Sistemas puede incorporar formalmente objetivos más amplios, en los que se contemplen aspectos sociales, administrativos, económicos, etc.

b. Teoría de los Juegos. Como es sabido, estas intentan definir la estrategia óptima para un jugador a partir de un análisis de sus pérdidas o

ganancias bajo distintos cursos de acción de que dispone, tomando en cuenta los cursos de acción abiertos a su oponente.

c. Teoría de las Decisiones. Se ocupa de la selección de las alternativas cuando la información tiene diversos grados de confianza. Usualmente se asignan beneficios y costos específicos a las combinaciones decisión-estado de la naturaleza, así como una probabilidad de ocurrencia para la combinación. Fundamentalmente se usa cuando las variables del sistema son aleatorias y puede describirse su comportamiento mediante procesos estocásticos.

d. Teoría de Colas. Aquí se desea estimar el tamaño de una instalación de acuerdo con la demanda máxima esperada ocasionalmente; estocásticamente se describen las llegadas al sistema, los tiempos de servicio, las fluctuaciones en la longitud de la cola esperando el servicio, la prioridad en que deben ser atendidos los clientes y el comportamiento que observan, tanto a la llegada como en su permanencia en la cola. Esto conduce directamente a un análisis para determinar la tasa de servicio máxima para la cola, tomando en cuenta los costos por tamaño de las instalaciones, así como los asociados a las esperas y retrasos en el servicio. En los problemas de transporte es de especial interés.

e. Teoría de la Retroalimentación. Es fundamental en el Análisis de Sistemas ya que en muchos de ellos los productos influyen en los insumos. Gracias a esta teoría se pueden diseñar sistemas dinámicamente estables para sistemas autocorregibles o que responden a cambios en los insumos

La retroalimentación básicamente se puede presentar en dos maneras: en el primer caso son sistemas para los cuales su propia estructura la implica, y en el segundo no la presentan pero sin embargo, se busca controlar al sistema haciendo uso de la información que continua o periódicamente se suministra a un órgano de decisión. Esta teoría es utilizada por la llamada Ingeniería de Control.

f. Teoría del Aprendizaje y la Adaptación. Un sistema responderá con mayor precisión o con mayor rapidez en cada impulso, conforme sea capaz de evaluar, a partir de la experiencia o del comportamiento, un cambio en las condiciones del medio. Un sistema que se adapta (adaptivo) es uno que se ajusta a cambios en el ámbito.

g. Teoría del Insumo-Producto. Esta teoría, debida a Leontief, se ocupa de describir el fenómeno del equilibrio general mediante un análisis empírico de la producción. Permite construir un modelo descriptivo de un sistema.

12. LA INGENIERIA DE SISTEMAS EN MEXICO.

Se puede afirmar que en México se empieza a tomar conciencia de la importancia de la aplicación de la Ingeniería de Sistemas en los diferentes campos de la actividad económica del país. Una buena medida de lo anterior es la inclusión en algunas de las más prestigiadas instituciones de enseñanza superior, como son la Universidad Nacional Autónoma de México, el Instituto Politécnico Nacional, el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey entre otras, de materias interrelacionadas con esta área. A manera de ejemplo se puede citar la creación de la Sección de Sistemas en el Departamento de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, en donde se imparten cursos tales como Sistemas de Ingeniería Civil I y II, Planeación, Análisis Regional y Proyectos de Infraestructura, Seminario de Sistemas de Información, Métodos y Modelos de Investigación de Operaciones, etc. Además, las tres instituciones anteriormente mencionadas han establecido maestrías para los alumnos que desean especializarse en temas tales como: Planeación de Obras, Investigación de Operaciones, Ingeniería de Sistemas, etc., en los que se ofrecen materias tales como: Evaluación de Proyectos, Teoría y Programación del Desarrollo, Redes Econométricas, Programación Matemática, Teoría de Inversiones, Análisis de Sistemas, Teoría de la Espera, Producción y Control de Inventarios, Teoría de Evaluación de Decisiones, Calidad y Confiabilidad, Métodos y Modelos de la Econometría, Programación y Presupuestación, Planeación y Administración de una Empresa Constructora, etc.

Paralelamente, algunas dependencias gubernamentales está utilizando la Ingeniería de Sistemas, principalmente en lo que se refiere a Planeación, Evaluación de Proyectos, Programación, Organización Administrativa, Asignación de Recursos, etc., entre estas se encuentran las Secretarías de Obras Públicas, de Recursos Hidráulicos, de la Presidencia, de Hacienda y Crédito Público, etc., así como también algunas empresas descentralizadas como la Comisión Federal de Electricidad, Petróleos Mexicanos, etc. En la iniciativa privada es innegable que cada vez se le da más importancia a su aplicación y organismos tales como la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción, el Colegio de Ingenieros Civiles de México, entre otros, están procurando por medio de ciclos de conferencias, artículos y resolución de problemas específicos, difundir entre sus miembros su utilización.

José Luis Guerra Guajardo
Humberto Valdés Ruy Sánchez

BIBLIOGRAFIA.

1. Ackoff, R. L. "Systems, Organizations, and Interdisciplinary Research", Proceedings of the first Systems Symposium at the Case Institute of Technology (1961), editado por D. Ecklman, J. Wilye.

2. Chesnut, H. "Systems Engineering Methods" (1967), J. Wiley.

3. Chorafas, D. N. "Systems and Simulation" (1965), Academic Press.

4. Churchman, C. W. Ackoff, R. L. Arnoff, E. L. "Introduction to Operations Researsh" (1967), J. Wiley.

5. Enthoven, A. "Systems Analysis and the Navy", Planning, Programming, Budgeting: A Systems Aproach to Management, editado por Lynden and Miller (1967), Markham Pub. Co.

6. Hallf A. D. "A Methodology for Systems Engineering" (1963). Van Nos-Col.

7. Jauffred M. Francisco Javier, Apuntes del Curso de Análisis de Sistemas impartido en la División de Estudios Superiores de la Facultad de Ingeniería de la UNAM (1970).

8. Moreno Bonett Alberto, Discurso de Inauguración del Ciclo de Conferencias titulado "Ingeniería de Sistemas Aplicada a la Selección de Inversiones" para el Colegio de Ingenieros Civiles de México (noviembre de 1969).

9. Morse P. M. y Imball G. E. "Methods of Operations Research" (1951) J. Willey.

10. "Decision and Control" (1966) J. Willey.

APLICACIONES DE LA INGENIERIA DE SISTEMAS A LA GESTION DE EMPRESAS

EVALUACION DE PROYECTOS

M en C Pedro Pablo Puig Alano

- Dos conceptos fundamentales:

  Preferencia respecto al tiempo.

  Preferencia respecto al riesgo.

- Preferencia respecto al tiempo.

¿que prefiere $1000.00 hoy ó dentro de un año?

la mayoría de las personas responden Hoy, por las siguientes razones

- razón psicológica: un hombre normal subestima el porvenir, prefiere una satisfacción inmediata a otra futura.
- razón económica: en el presente, por lo general, las necesidades son más acuciantes, y los recursos menos importantes que los que se esperan poseer en el futuro.
- razón tecnológica: los bienes presentes valen más que los futuros porque podemos utilizarlos inmediatamente en procesos productivos.

¿Qué cantidad deben darle dentro de un año para que usted sea indiferente entre los $1000.00 hoy y esa cantidad?

HOY	EN UN AÑO
$ 1000.00	$ 1200.00

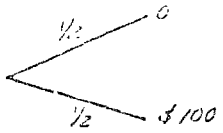
$$1000\,(1+r) = 1200 \Longrightarrow r = 20\,\%$$

la preferencia respecto al tiempo se expresa con la tasa de interés así obtenida.

Tasa de interés = precio del tiempo

Preferencia respecto al riesgo.

¿Que prefiere $100.00 por 5 si salado



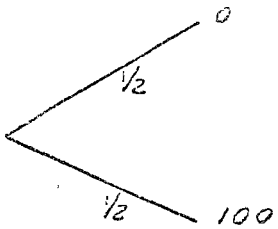
?

La mayoría de las personas rechazan el salado pues a partir de cierta cantidad tienen aversión por el riesgo.

Para obtener las preferencias respecto al riesgo se emplea la teoría de la utilidad, que será comentada en la conferencia "La Teoría de decisiones en la empresa"

A manera de ejemplo se puede afirmar que la utilidad de una lotería difiere del valor esperado de esa lotería

$\frac{1}{2}(0) + \frac{1}{2}(100) = 50$ valor esperado de la lotería



¿por cuanto vende su derecho de participar en esta lotería a otra persona?

el precio de venta refleja la utilidad que tiene para usted la lotería (los premios que hay en ella y las probabilidades de obtenerlos)

Preferencias respecto al riesgo	Precio de venta
aversión al riesgo	< 50
Indiferente al riesgo	= 50
Preferencia por el riesgo	> 50

La preferencias respecto al riesgo varía dependiendo de:
- la situación financiera de los individuos
- los premios involucrados
- las probabilidades asociadas a los premios

INGENIERIA DE SISTEMAS Y EVALUACION DE PROYECTOS

Sistema : grupo de partes interactuantes, cada una con una función por realizar y persiguiendo el conjunto una meta común (el objetivo del sistema).

El sistema se encuentra en un medio o ámbito.

El sistema y el ámbito evolucionan con el paso del tiempo, esto es, presentan características dinámicas.

Los estímulos del ámbito sobre el sistema y las respuestas de este presentan características de aleatoriedad, esto es, no pueden ser predecidas con exactitud.

Para el logro de su objetivo el sistema hace uso de recursos escasos (capital, mano de obra, espacio, tiempo, etc.)

Ejemplo.-

Una industria = un sistema

Objetivo del sistema = maximizar los beneficios que de ella obtienen sus propietario

Partes del sistema = diversas plantas o departamentos

Ambito = Mercado nacional

La evaluación de proyectos pretende, de manera organizada, indicar cuales de las alternativas de inversión de los recursos deben ser seleccionadas (y cuales rechazadas) para alcanzar el objetivo del sistema.

Objetivos
- Punto de vista de la empresa : Maximizar ganancias
- Punto de vista social : Maximizar el bienestar de la sociedad

Ejemplo : Adaptación de tecnología.

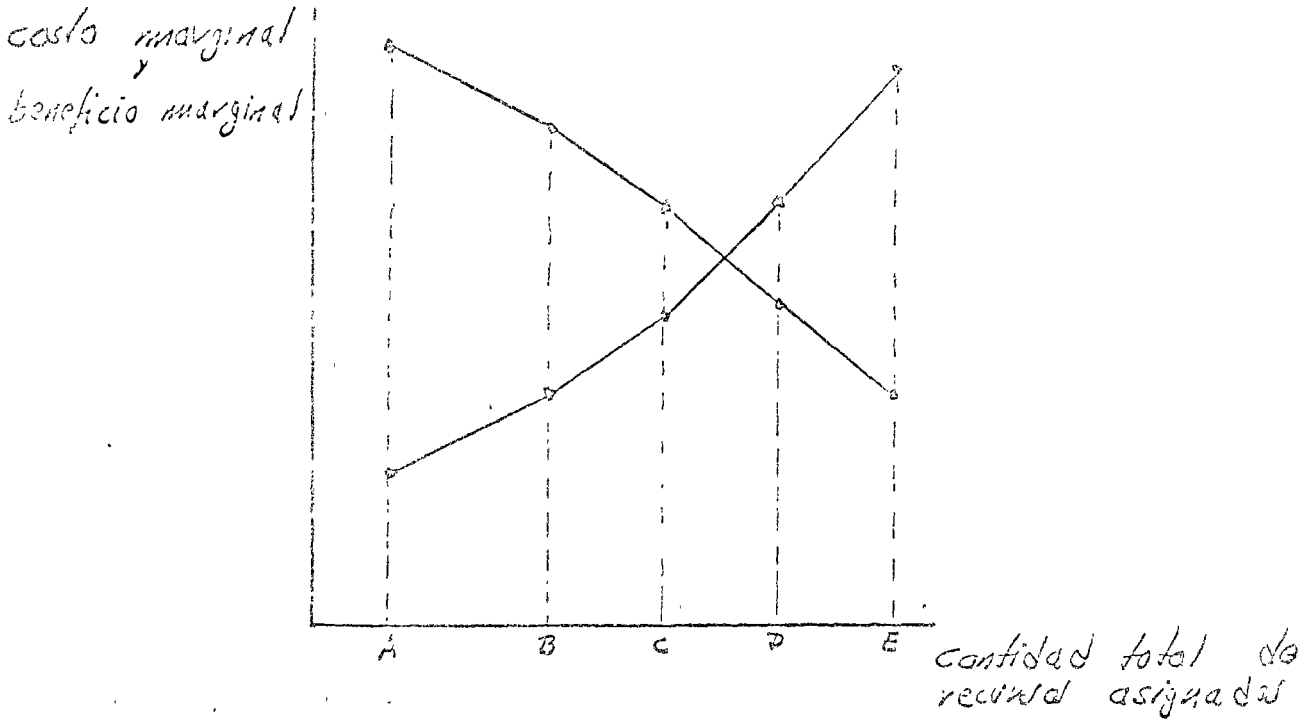
Observación : se hace énfasis en los aspectos cuantitativos

Situación hipotética:

mundo con recursos ilimitados, se aceptan todas las alternativas en las que los beneficios recibidos exceden a los recursos empleados.

En la vida real los recursos son limitados y esto hace que las alternativas de asignación de estos deban ser evaluadas y discriminadas.

Esquemáticamente, el problema de asignación puede considerarse como el de encontrar el punto en el que los costos marginales son iguales a los beneficios marginales.



En esta solución no se tocan los aspectos de:
medida apropiada del costo de los recursos y beneficios
determinación del rendimiento del proyecto
tratamiento de la incertidumbre asociada a predicciones futuras

Principios fundamentales en la asignación de recursos:

1.- Se decide de entre varias alternativas

determinación de las alternativas factibles (viables)
no hacer nada (es siempre una alternativa factible)

2.- Se requiere de un común denominador que permita la comparación de las alternativas.

reducción de horas-hombre V.S. reducción de materia prima (tons)
¿común denominador a costos y beneficios?

3.- Solo las diferencias entre las alternativas son importantes
gastos ya realizados no importan
ejemplo: ir a Acapulco en coche o en camión

4.- Los criterios para decisión deben tomar en cuenta las preferencias respecto al tiempo (valor del dinero en el tiempo).

5.- No se deben mezclar decisiones que deban ser consideradas separadamente
proyecto vs financiamiento

6.- Se debe reconocer la incertidumbre asociada a cualquier pronóstico.

Ignorancia
aspectos aleatorios propios

7.- Se deben considerar los aspectos que no puedan expresarse numericamente (intangibles)

confianza del público
prestigio en el mercado
etc

8.- La eficacia de la evaluación de proyectos depende de que se realice en varios niveles dentro de la organización

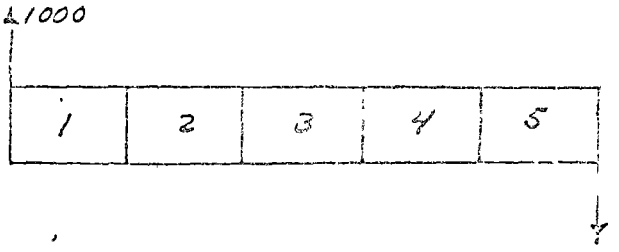
9.- Evaluaciones ex-post mejoran la calidad de los análisis

INTERES COMPUESTO

El concepto de preferencia en el tiempo permite hacer "equivalentes" dos cantidades que aparecen en distintos puntos en el tiempo.

Préstamo de $1000.00 que se pagará al final de 5 años con una tasa de interés del 10% anual.

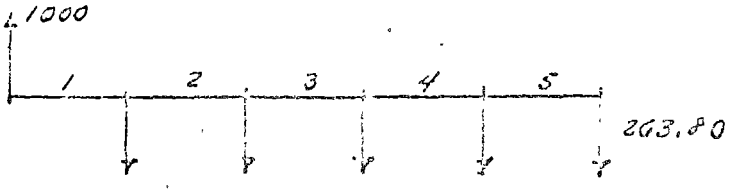
Año	Cantidad que se debe al principio del año	Interés anual sobre la deuda	Cantidad que se debe al fin del año	pagos
1	1000.00	100.00	1100.00	
2	1100.00	110.00	1210.00	
3	1210.00	121.00	1331.00	
4	1331.00	133.10	1464.10	
5	1464.10	146.41	1610.51	1610.51



$1000.00 hoy equivalen a $1610.51 dentro de 5 años si la tasa de interes es 10% al año

Préstamo de $1000.00 que se pagará en 5 pagos iguales al final de cada año con una tasa de interés del 10% anual

Año	Cantidad que se debe al principio del año	Interés anual sobre la deuda	Cantidad que se debe al fin del año	Pagos
1	1000.00	100.00	1100.00	263.80
2	836.20	83.62	919.82	263.80
3	656.02	65.60	721.62	263.80
4	457.82	45.78	503.60	263.80
5	239.80	23.98	263.78	263.80



$ 1000.00 hoy equivalen a la serie uniforme de $263.80 al final de cada uno de los 5 años si la tasa de interes es del 10% anual.

Terminología y Notación

flujo monetario = recibos y pagos

Tablas de flujos monetarios
Diagramas de flujos monetarios

Tasa de interés (expresada en % e indicando el período)
Intereses sobre una deuda

Interés simple (un solo periodo)
$1000 \times 10\% \times 5 = 500$

Interés compuesto (incluye intereses sobre los intereses)
610.51

i	tasa de interés efectiva por periodo
r	tasa de interés nominal por año
N	número de periodos (días, meses, años, etc)
M	número de periodos por año
P	valor presente de una cantidad
F	valor futuro al final de N periodos
A	serie uniforme (anualidades) de flujos que ocurren al final de cada periodo por espacio de N periodos

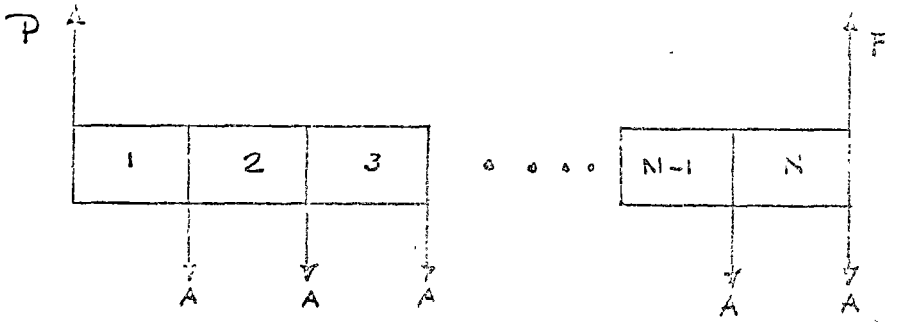
EQUIVALENCIAS FINANCIERAS

Entre valor presente P y valor futuro F

Periodo	Cantidad que se debe al principio del año	Interés acumulado durante el periodo	Cantidad debida al fin del periodo
1	P	iP	$P + iP = P(1+i)$
2	$P(1+i)$	$iP(1+i)$	$P(1+i) + iP(1+i) = P(1+i)^2$
3	$P(1+i)^2$	$iP(1+i)^2$	$P(1+i)^2 + iP(1+i)^2 = P(1+i)^3$
$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$
N	$P(1+i)^{N-1}$	$iP(1+i)^{N-1}$	$= P(1+i)^N$

$$F = P(1+i)^N \qquad P = F(1+i)^{-N}$$

Entre valor presente P, anualidades A y valor futuro F



Para cada anualidad hallamos su valor futuro equivalente

$$F_1 = A_1(1+i)^{N-1} = A(1+i)^{N-1}$$
$$F_2 = A_2(1+i)^{N-2} = A(1+i)^{N-2}$$
$$\vdots$$
$$F_{N-1} = A_{N-1}(1+i)^1 = A(1+i)$$
$$F_N = A_N(1+i)^0 = A$$

sumando

$$F = \sum_{J=1}^{N} F_J = A \sum_{J=0}^{N-1} (1+i)^J \qquad \text{\_\_\_\_(I)}$$

multiplicando por $(1+i)$

$$F(1+i) = A \sum_{J=1}^{N} (1+i)^J \qquad \text{\_\_\_\_(II)}$$

(II) - (I)

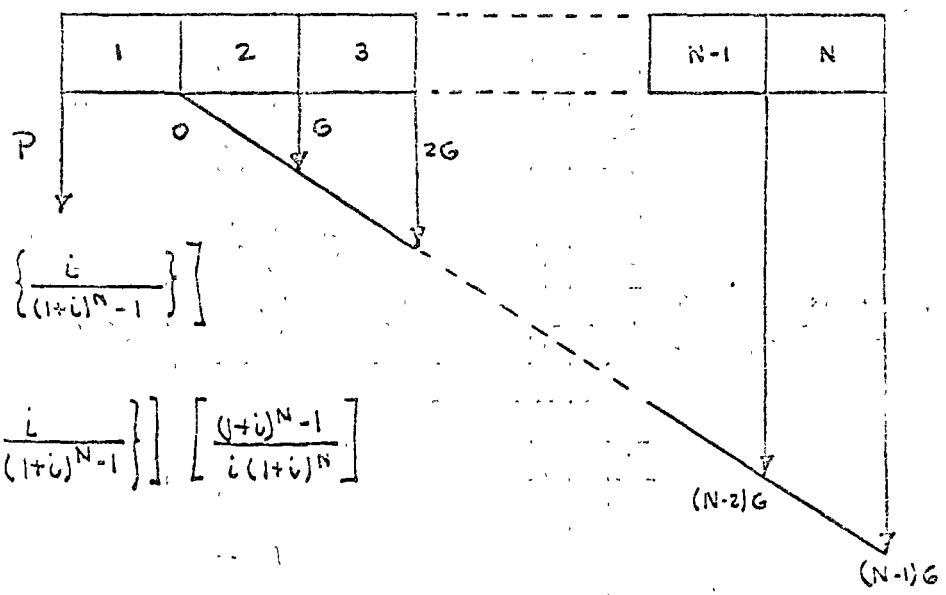
$$F(1+i) - F = A(1+i)^N - A(1+i)^0$$

$$iF = A\left[(1+i)^N - 1\right]$$

$$F = A\,\frac{(1+i)^N - 1}{i} \qquad A = F\,\frac{i}{(1+i)^N - 1}$$

$$P = A\,\frac{(1+i)^N - 1}{i\,(1+i)^N} \qquad A = P\,\frac{i\,(1+i)^N}{(1+i)^N - 1}$$

Series con gradiente uniforme



$$A = G\left[\frac{1}{i} - \frac{N}{i}\left\{\frac{i}{(1+i)^N - 1}\right\}\right]$$

$$P = G\left[\frac{1}{i} - \frac{N}{i}\left\{\frac{i}{(1+i)^N - 1}\right\}\right]\left[\frac{(1+i)^N - 1}{i\,(1+i)^N}\right]$$

Tasa de interes efectiva (i) V.S. tasa de interes nominal (r)

¿1% de interes mensual es igual a 12% de interes anual?

tasa de interés efectiva de 1% mensual
tasa de interés nominal de 12% anual

$$i = \frac{r}{M} \qquad M = \#\text{ de periodos al año}$$

Sea ℓ la tasa de interés efectiva por año

$$(1+\ell)^1 = \left(1+\frac{r}{M}\right)^M \implies \ell = \left(1+\frac{r}{M}\right)^M - 1$$

$$\ell = \left(1 + \frac{12\%}{12}\right)^{12} - 1 = (1+0.01)^{12} - 1 = 1.127 - 1 = 12.7\,\%$$

Interes compuesto continuo

$$i = \left(1 + \frac{r}{M}\right)^{M} - 1$$

$$i = \left[\left(1 + \frac{1}{M/r}\right)^{M/r}\right]^{r} - 1$$

$$k = M/r$$

$$i = \left[\left(1 + \frac{1}{k}\right)^{k}\right]^{r} - 1.$$

si el numero de periodos por año $\rightarrow \infty$

$M \rightarrow \infty \qquad M/r \rightarrow \infty \qquad k \rightarrow \infty$

$$i \rightarrow e^{r} - 1$$

$$F = P(1+i)^{N} = P(1 + e^{r} - 1)^{N} = P e^{rN}$$

$$P = F e^{-rN}$$

Métodos para selección de inversiones

Los métodos que se presentan a continuación son equivalentes en el sentido de que aplicados correctamente conducen a los mismos resultados o decisiones.

Para su aplicación se requiere conocer:

a) los flujos monetarios involucrados

b) el punto en el tiempo en que ocurren

c) una medida del rédito mínimo que se obtendría si los recursos se asignaran a otra actividad (costo de oportunidad).

Método del costo anual

Se transforman los costos y beneficios a puntos en el tiempo que permitan la comparación de alternativas empleando una tasa de interés adecuada.

Los flujos se transforman a series uniformes (método del beneficio neto anual)

atractivo de este método radica en que muchos costos y beneficios ocurren anualmente (o por periodo)
sueldos
impuesto
pagos de dividendos
presupuestos
balances
etc.

Ejemplo:

	Alternativa A	Alternativa B	B − A Diferencia
Materiales	1000	1200	200
Mano de obra	2000	1500	−500
Total	3000	2700	−300

Iguales beneficios
alternativas mutuamente excluyentes } se prefiere la B

Una alternativa adicional

Inversión	12 000
Vida útil	6 años
valor de rescate	3 000
Costo anual de operación	1600
tasa de redito mínima	12 %

$$\text{Costo anual} = 12000\,(0{,}24323) - 3000\,(0.12323) + 1600$$
$$= 4\,149$$

Problema: alternativas con diferente vida útil

	ALTERNATIVAS I	II	III
Inversión	10 000	12 000	20 000
Vida útil	6 años	6 años	12 años
Valor de rescate	—	3 000	2000
Costo anual de operación	1500	1600	900
tasa mínima aceptable	12 %	12 %	12 %
COSTO ANUAL (Duración 12 años)	3932	4149	4046

Solución: hacer los proyectos de duración equivalente

Si el periodo en que se necesita el proyecto utiliza una fracción de vida útil se debe considerar como se recuperaría esa inversión

Alternativas con vida útil $\to \infty$ $(N \to \infty)$

$$A = P\,\frac{i\,(1+i)^N}{(1+i)^N - 1} = P\,\frac{i}{1 - 1/(1+i)^N}$$

si $N \to \infty$ $\quad A = Pi$

METODO DEL VALOR PRESENTE

El punto en el tiempo en el que se realiza la comparación es la fecha actual.

Todos los flujos se transportan (descuentan) a la fecha de comparación (generalmente el momento en que la vida del proyecto principia).

Alternativa I

Inversión	10 000
vida útil	6 años
costo de operación anual	1500
tasa de interés mínima aceptable	12 %

$VP = -10\,000 - 1500\,(4.111) = -16\,166$

si la tasa de interes fuera 0% $VP = -10\,000 - 1500 \times 6 = -19\,000$

si la tasa de interes es > 12% $VP < 16166$

El valor presente varia de manera inversa a la tasa de interés

Para efectos de comparación entre alternativas considérese la alternativa II

Inversión	12000
vida útil	6 años
valor de rescate	3000
costo de operación anual	1600
tasa de interés mínima aceptable	12 %

$VP = -12000 + 3000\,(0.5066) - 1600\,(4.111) = -17\,058$

suponiendo que entre las alternativas I y II no existieran ninguna otra diferencia el análisis de valor presente indica que la alternativa I es menos costosa que la II

Equivalencia con el análisis de costo anual

$VP(I) = -3932\,(4.111) = -16\,165$

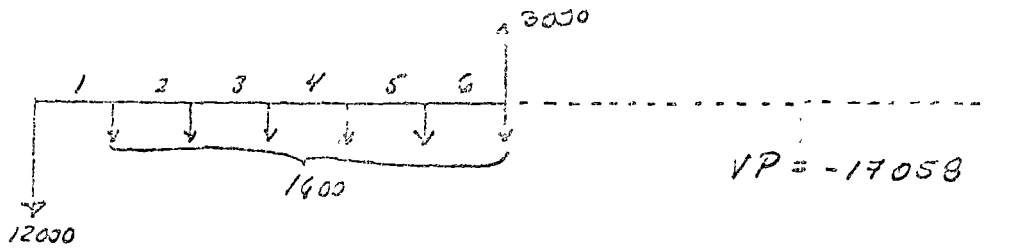
$VP(II) = -4149\,(4.111) = -17\,057$

luego ambos metodos son equivalentes.

Alternativas con vida útil diferente

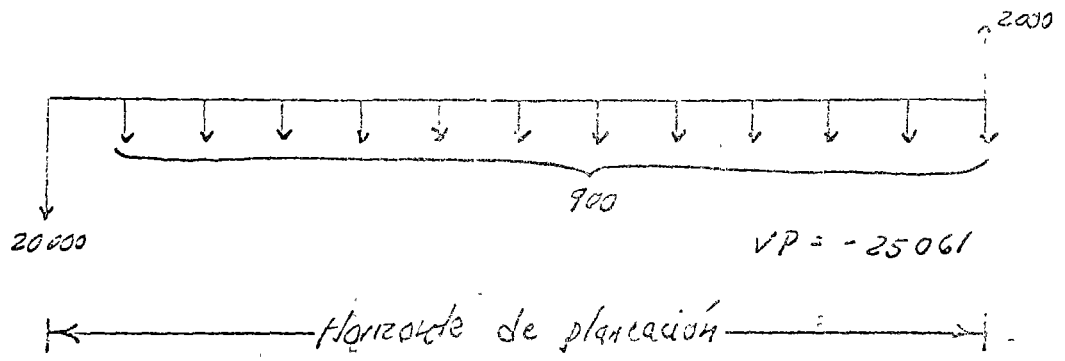
El no considerar horizontes de planeación iguales para las alternativas conduce a soluciones equivocadas.

Alternativa II



conclusión opuesta a la que se obtuvo con el método del costo anual

Alternativa III



Si se duplica la alternativa II para tener horizontes de planeación equivalentes $VP(II) = -25700$

Si las alternativas tienen una vida útil muy larga, pudiéndose considerar ∞, entonces

$$P = A\,\frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N} \longrightarrow \frac{A}{i}$$

Ejemplo:

Inversión	30 000
vida útil	∞
costo anual de operación	600
tasa de interés mínima aceptable	12 %

$VP = -30\,000 - 600/.12 = -35\,000$

Método de la tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno de un proyecto, es aquella tasa de interés en la que el valor presente de los beneficios es igual al valor presente de los costos. Es la tasa de interés para la cual el valor presente de los beneficios netos del proyecto es igual a cero (los beneficios y los costos se manejan algebraicamente con signos diferentes)

Matemáticamente la tasa interna de retorno es el valor de i tal que

$$0 = \sum_{J=0}^{N} C_J (1+i)^{-J}$$

La tasa interna de retorno es una medida de la rentabilidad de un proyecto. Una vez obtenida debe ser comparada con la tasa mínima aceptable

Ejemplo:

Final del Periodo	Flujo Monetario	12 %		15 %	
0	-1000	1.0	-1000	1.0	-1000
1	200	0.9091	179	0.8696	174
2	200	0.8264	159	0.7561	151
3	400	0.7513	285	0.6575	263
4	600	0.6830	381	0.5718	343
	400		4		-69

Para encontrar la tasa interna de retorno hay que resolver la ecuación

$$0 = \sum_{J=0}^{4} C_J (1+i)^{-J} = -1000 + 200(1+i)^{-1} + 200(1+i)^{-2} + 400(1+i)^{-3} + 600(1+i)^{-4}$$

no hay una solución algebraica simple

interpolando para nuestro caso nos daría $i = 12.2\%$

Soluciones multiples: (Regla de los signos de Descartes)

- generalmente hay solo un cambio de signo en los flujos monetarios, pero la ecuación $0 = \sum_{J=0}^{N} C_J (1+i)^{-J}$ tiene tantas soluciones positivas como cambios en los signos de los coeficientes

EJEMPLO

Fin del periodo	Flujo Monetario
0	1600
1	-10 000
2	10 000

la tasa internas de retorno, se antoja, es la que satisface la ecuación

$$0 = 1600 - 10\,000\,(1+i)^{-1} + 10\,000\,(1+i)^{-2}$$

hay dos soluciones a esta ecuación $i_1 = 25\%$
$i_2 = 400\%$

ninguna es la correcta

La solución correcta a este problema requiere se considere la beneficio que se obtendrían de los 1600 que se obtienen al fin del periodo 0, si se supone se invierten en acciones que producen 20%, al final del periodo 1 se tendría: $1600 + 1600\,(0.2) = 1600 + 320 = 1920$ y el flujo neto al final del periodo 1 queda $-10000 + 1920 = 8080$

El problema se transforma en

$$0 = -8080 + 10000\,(1+i)^{-1}$$ que tiene una solución

$i = 23.8\%$

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

APLICACIONES DE LA INGENIERIA DE SISTEMAS
EN LA GESTION DE EMPRESAS

MODELOS DE ASIGNACION Y PROGRAMACION DE RECURSOS

ING. JOEL O. AGUIRRE RODRIGUEZ

OCTUBRE DE 1976.

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5, primer piso. México 1, D. F. Tels: 521-40-23 521-73-35 5123-123

I GRAFICAS Y CAMINOS OPTIMOS

II PLANEACION, PROGRAMACION Y CONTROL DE PROYECTOS

III MODELO SHAFFER

IV MODELO WIEST

V MODELO HADLEY

VI MODELO PRITSKER, WATTERS Y WOLFE

I GRAFICAS Y CAMINOS OPTIMOS

C O N C E P T O S

Gráfica de Orden n

Sea un conjunto finito

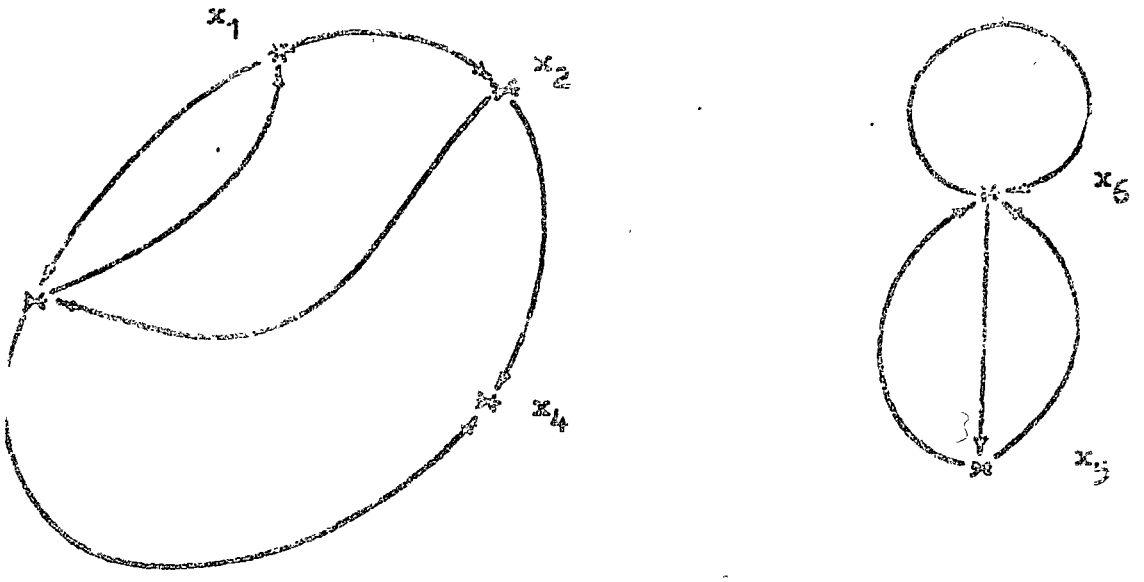
$X = \left\{ x_i \right\}$ $i = 1, 2, ---- n$ y el conjunto

$A = \left\{ (x_i, x_j) \;/\; x_i, x_j \in X \right\}$ a la pareja

$G = \left\{ X, A \right\}$ se le llama gráfica de orden n

A cada elemento del conjunto X le corresponde un punto del plano que se llama vértice y a cada elemento del conjunto A le corresponde una flecha llamada arco que va del vértice x_i al vértice x_j.

Gráfica de orden n



Figura

Vértices Adyacentes.

Son aquellos vértices que están unidos mediante un arco, por ejemplo en la figura 1, los vértices x_1 y x_2, x_3 y x_4 son adyacentes.

Extremos.

Se dice que un vértice es extremo inicial de un arco si este se inicia en dicho arco, y un vértice es extremo final de un arco si es el vértice en donde termina el arco.

CAMINO

Es una secuencia de arcos tal que el extremo final de cada arco coincide con el extremo inicial del arco que le sigue. Así en la figura 2 se pueden mencionar los caminos.

$$C_1 = \{x_3, x_1, x_2, x_5, x_4\}$$

$$C_2 = \{x_3, x_1, x_2, x_2, x_3, x_1\}$$

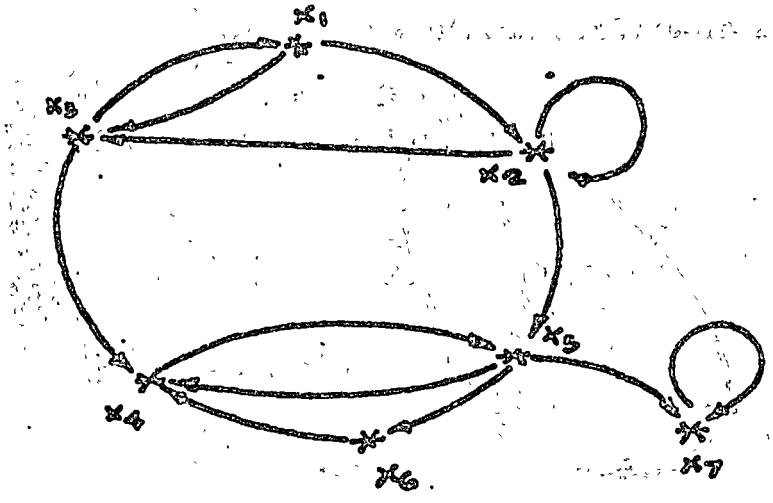


Figura 2

CIRCUITO

Es un camino en donde el vértice inicial coincide con el vértice final. Por ejemplo en la figura 2.

$$C_3 = \{x_1, x_2, x_3, x_1\}$$

LONGITUD DE UN CAMINO

La longitud de un camino es el número de arcos que contiene la secuencia.

VALOR ASOCIADO A UN ARCO

A cada arco de una gráfica es posible asociarle un número $v(x_i, x_j)$ llamado valor del arco (x_i, x_j) así por ejemplo en la siguiente gráfica, figura 3, cada arco tiene asociado un valor.

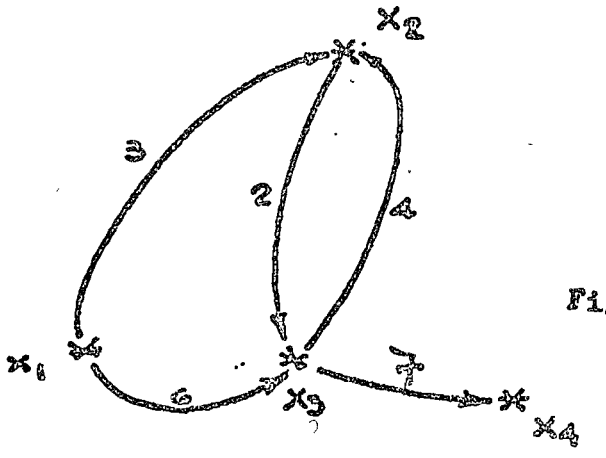


Figura 3

$v(x_1, x_2) = 3$

$v(x_1, x_3) = 6$

$v(x_2, x_3) = 2$

$v(x_3, x_2) = 4$

$v(x_3, x_4) = 7$

CAMINOS DE LONGITUD OPTIMA

Camino de Longitud Mínima

En una gráfica $G = \{X, A\}$ al camino de menor número de arcos que va del vértice $x_i \in X$ al vértice $x_j \in X$ se le llama camino de longitud mínima.

Camino de longitud máxima

En una gráfica $G = \{X, A\}$ al camino de mayor número de arcos que va del vértice $x_i \in X$ al vértice $x_j \in X$ se le llama camino de longitud máxima.

CAMINOS DE VALOR OPTIMO

Camino de Valor mínimo.

Sea una gráfica $G = \{X, A\}$ en donde todo arco $(x_i, x_j) \in A$ tiene asociado un valor $v(x_i, x_j)$. Se llama camino de valor minimo aquel que va del vértice $x_m \in X$ al vértice $x_n \in X$, tal que su valor total:

$$v(c) = \sum_{(x_i, x_j) \in C} v(x_i, x_j) \text{ es minimo}$$

Camino de valor máximo

Al camino cuyo valor total $v(c)$ es máximo se le denomina camino de valor máximo.

Nota.- Para poder definir en una gráfica.

$G = \{X, A\}$ tanto los caminos de longitud máxima ó de valor máximo es necesario que no oxistan circuitos.

CAMINOS DE LONGITUD MINIMA O MAXIMA

I ALGORITMOS GRAFICOS

a) Descripción del algoritmo para determinar el camino de longitud minima entre dos vértices.

1.- Márquese con un "0" el vértice elegido como el inicio del camino (x_p).

2.- Márquese con un "1" los vértices x_i adyacentes al vértice definido como inicio (x_p) y que son extremo final del arco que se inicia en dicho vértice.

3.- Márquese con un "2" todos los vértices x_j adyacentes a los vértices x_i marcados con "1" y además que son extremo final del arco que se inicia en x_i.

4.- Continúese de la misma manera con los vértices no marcados hasta marcar el vértice considerado como fín del camino (x_p). En el caso de marcar un vértice más de una vez elíjase el de menor valor.

5.- El camino minimo entre 2 vértices (x_p, x_f) está definido por:

$$C = \left\{ x_p, x_{i1}, x_{i2} \ldots\ldots\ldots, x_{im} = x_f \right\}$$

II ALGORITMO MATRICIAL

A continuación se describe el algoritmo matricial para definir los caminos de valor óptimo.

1.- Matríz (v) de valores asociados a una gráfica.

La matríz:

$$V = (v_{ij})$$

base para definir los caminos óptimos es una matríz cuadrada de orden igual al número de vértices de la gráfica cuyos elementos v_{ij} se definen de la siguiente manera:

a) Si se desea encontrar el camino de valor mínimo.

$$v_{ij} = \begin{cases} \text{Valor del arco } (x_i, x_j), \text{ Si } (x_i, x_j) \in A \\ M \quad \text{si } (x_i, x_j) \notin A \quad M \longrightarrow \infty \\ 0 \quad \text{si } x_i = x_j \end{cases}$$

b) Si se desea encontrar el camino de valor máximo.

$$v_{ij} = \begin{cases} \text{Valor del arco } (x_i, x_j), \text{ Si } (x_i, x_j) \in A \\ -M \quad \text{Si } (x_i, x_j) \notin A \\ 0 \quad \text{Si } x_i = x_j \end{cases}$$

Para este caso la gráfica no debe tener circuitos.

2.- Definición de Operaciones Matriciales.

Sean las siguientes matrices

$$A = (A_{ij})_{nxn} \qquad B = (B_{ij})_{nxn}$$

La operación matricial $A * B = C$ se define en función de los caminos de valor óptimo que se desea definir.

a) $$C_{ij} = \min_k \left\{ a_{ik} + b_{kj} \right\}$$

$$= \min_k \left\{ a_{i1} + b_{1j} , a_{i2} + a_{2j} , a_{i3} + a_{3j}, \text{------}, a_{in} + b_{nj} \right\}$$

Si se desea encontrar los caminos de valor mínimo.

b) $$C_{ij} = \max_k \left\{ a_{ik} + b_{kj} \right\}$$

$$= \max_k \left\{ a_{i1} + b_{ij} , a_{i2} + a_{2j} , a_{i3} + a_{3j}, \text{----}, a_{in} + b_{nj} \right\}$$

Si se desea encontrar los caminos de valor máximo.

3.- Matríz de caminos de valor óptimo.

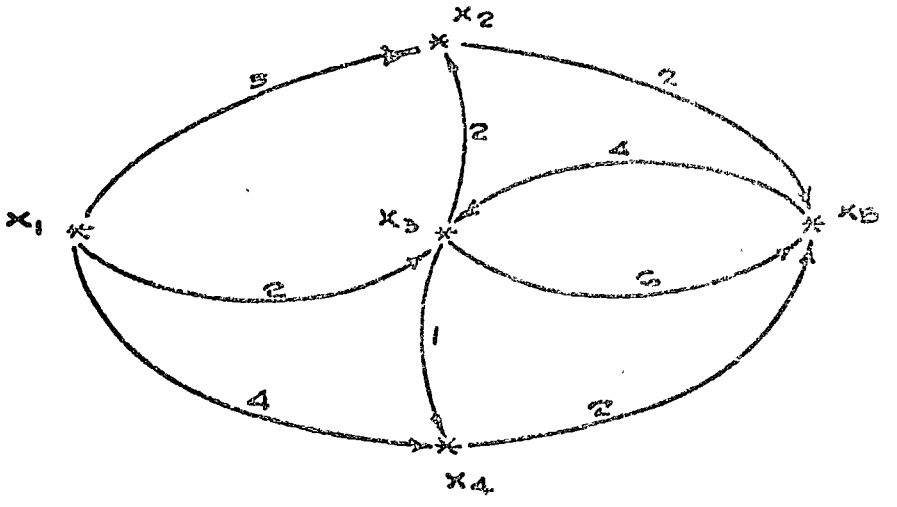
Si $V = (v_{ij})$ es la matríz de valores asociados a una gráfica, la matríz de caminos de valor óptimo es V^{n-1}, en donde n es el número de vértices de una gráfica. Lo anterior fué definido por Shimbel en 1954 pero solo para caminos de valor mínimo y además no definía cuales eran los caminos.

Si en un momento dado se define $V^m = V^{m-1}$, siendo $m < n-1$ la matríz V^m es la matríz de caminos de valor óptimo.

Para llegar rápidamente a la matríz de caminos de valor óptimo es conveniente ir definiendo las siguientes potencias:

$$V,\ V^2,\ V^4,\ V^8,\ V^{16} \text{ ------}$$

4.- Ejemplo.- Definir los caminos de valor mínimo para la gráfica que se muestra en la siguiente figura. 6)



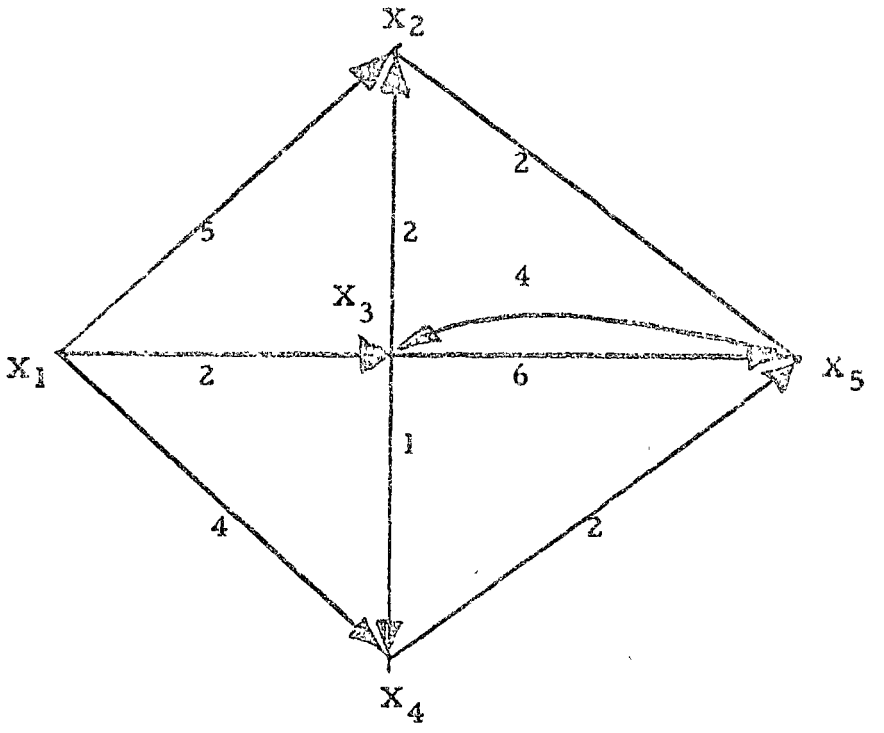
5.- Definición de los arcos que formas los caminos de valor óptimo.

Para ésto es necesario definir la matríz de arcos no modificados $S = S_{ij}\ _{nxn}$ cuyos elementos S_{ij} se definen de la siguiente manera:

$$S_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{Si el valor del arco } (x_i, x_j) \text{ no fué modificado entre la matríz } V \text{ y la matríz que define los valores de los caminos de valor óptimo.} \\ 0 & \text{Cualquier otro caso.} \end{cases}$$

Con una matríz formada de esa manera se pueden definir los arcos que forman los caminos de valor óptimo, así por ejemplo para el caso del problema anterior la matríz de arcos no modificados se obtuvo comparando los valores de la matríz V y la matríz V^4

$$S = \begin{array}{c} \\ x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 & x_5 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{array}$$



MINIMO :

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
		4	2	3	5
I	x_1x_3 : 2	x_2x_5 : 2	x_3x_4 : 1	x_4x_5 : 2	x_5x_3 : 4
II	x_1x_4 : 4		x_3x_2 : 2		
III	x_1x_2 : 5		x_3x_5 : 6		
	1				

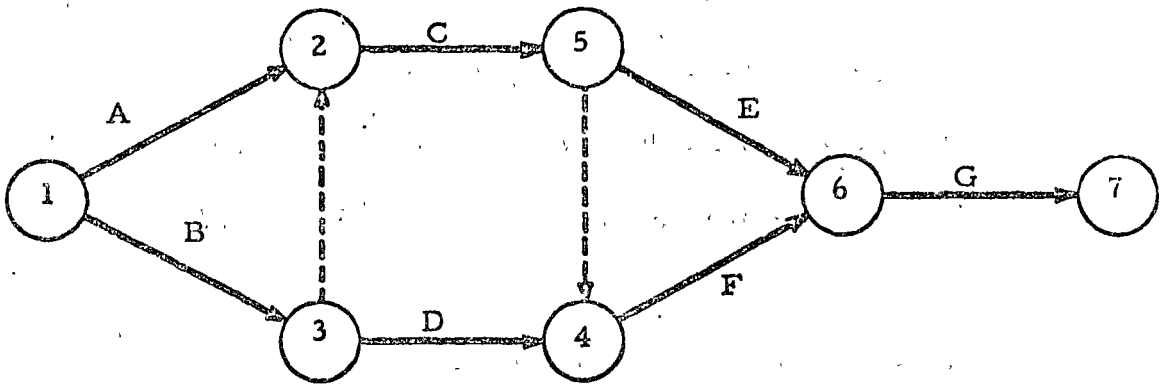
II PLANEACION, PROGRAMACION Y CONTROL DE PROYECTOS

a) PLANEACION: Determinación de las actividades que constituyen el proyecto. Incluyendo la interrelación existente entre ellas.

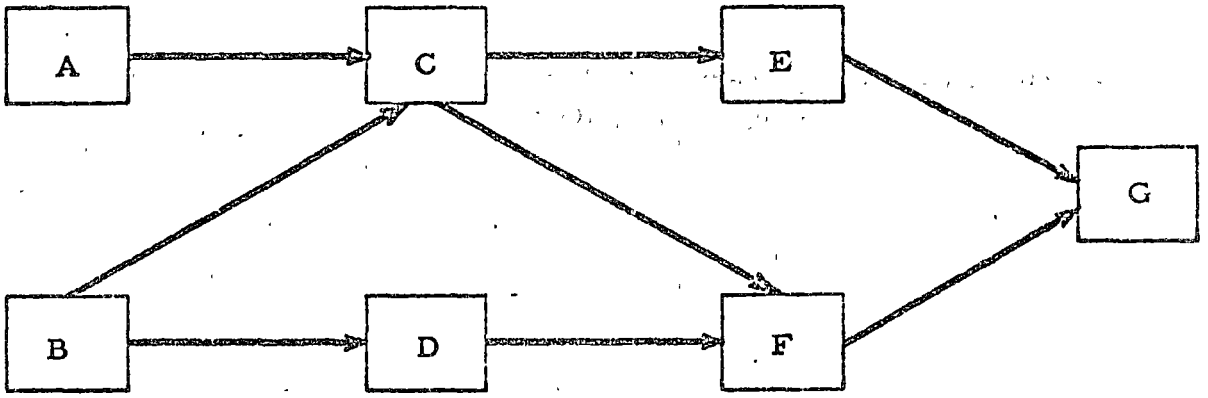
b) PROGRAMACION: Determinación de las duraciones de las actividades, así como de los tiempos de iniciación y terminación de cada una de ellas, y del proyecto. Consideración de los recursos.

c) CONTROL: Vigilancia de la correcta ejecución de las actividades dentro del programa.

METODOS



FLECHAS



PRECEDENCIAS

T: Duración estimada para la actividad.

TOP: Tiempo de ocurrencia más próximo.

Tiempo más cercano en el que pueden iniciarse todas las actividades que tienen su origen en ese evento.

TOL: Tiempo de ocurrencia más lejano.

Tiempo más lejano en que se pueden terminar todas las actividades que llegan a un evento sin retrasar la duración del proyecto.

TPI: Tiempo más próximo de iniciación de una actividad.

Es el TOP de su evento inicial.

TPT: Tiempo más próximo de terminación.

TOP del evento inicial más la duración.

TLI: Tiempo más lejano de iniciación.

TOL del evento terminal menos la duración de la actividad.

TLT: Tiempo más lejano de terminación.

Es el TOL del evento terminal de una actividad.

HL: Holgura libre.

Representa el mayor tiempo que puede retrasarse la terminación de una actividad sin afectar las holguras de las demás actividades.

HT: Holgura total.

Máxima cantidad de tiempo que la duración de una actividad puede ser alargada sin retrasar la terminación del proyecto.

" PASO ADELANTE "

El objeto del paso hacia adelante es conocer los tiempos más próximos de iniciación y terminación.

1) Se considerará que para el tiempo de salida del evento inicial de la red como TOP=O

   Cada actividad empezará tan pronto como su evento predecesor ocurra.

   TPI = TOP (para el evento predecesor)

2) La terminación más próxima, será igual al inicio más próximo más la duración para cada actividad.

   TPT = TPI + t

3) El tiempo de ocurrencia más próximo para un evento es el más grande de todos los tiempos más próximos de terminación de las actividades que lleguen al evento en cuestión.

   TOP = más largo de $TPT_1, TPT_2, \ldots TPT_3$ para un evento al que llegán N actividades.

" PASO ATRAS "

Con este procedimiento estaremos en condiciones de conocer los tiempos más lejanos de iniciación y los tiempos más lejanos de terminación para cada actividad.

Las reglas son las siguientes:

a) Para el evento terminal, el tiempo de ocurrencia más lejano (TOL) de ese evento es igual al tiempo de ocurrencia más próximo (TOP) por tanto es igual al tiempo más próximo de terminación de la última actividad TOL = TOP = TPT = TLT

b) El tiempo más lejano de iniciación de una actividad es igual al tiempo más lejano (permisible) de su evento sucesor menos la duración de la actividad considerada

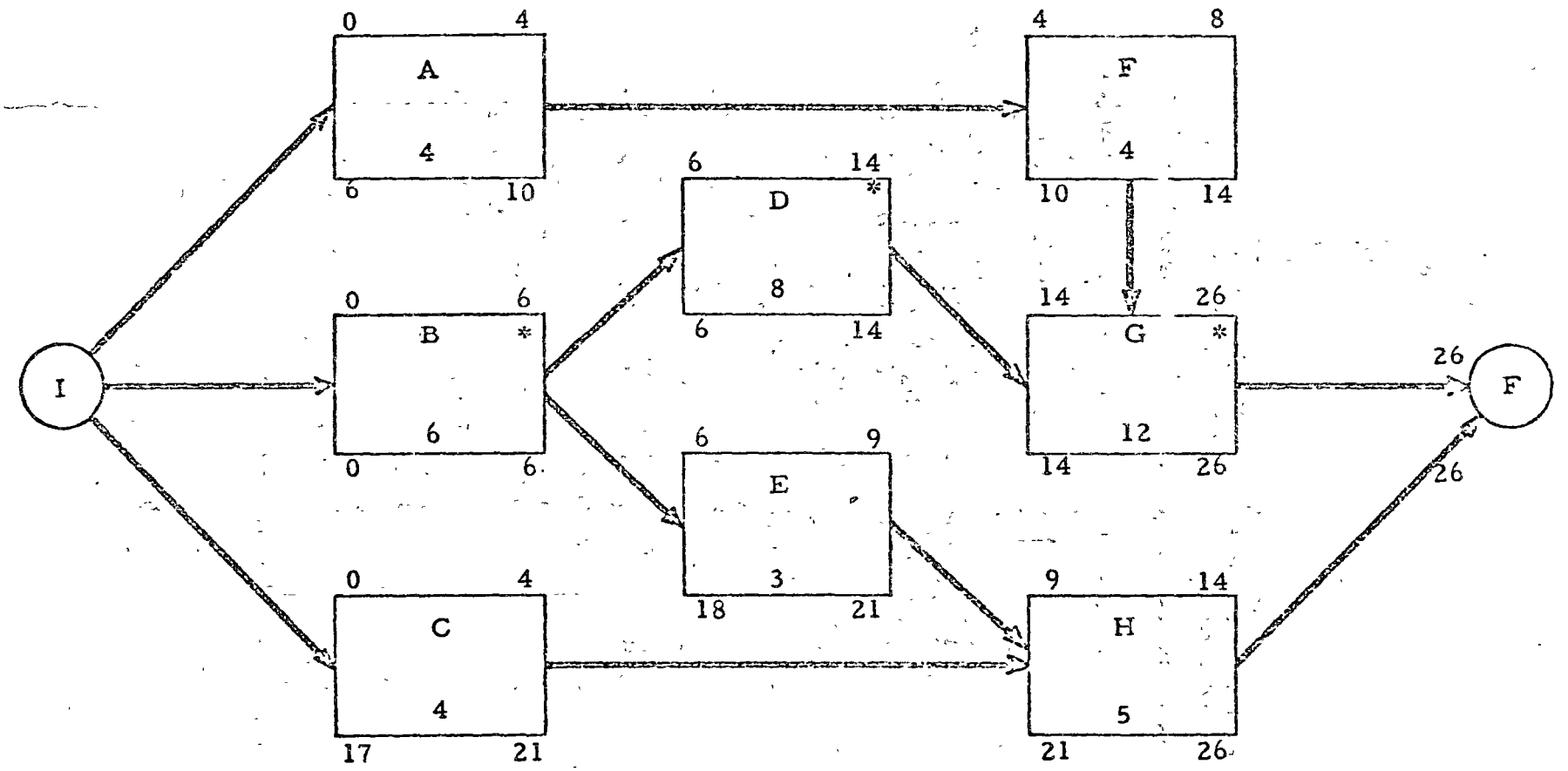
$$TLI = TLT - t$$

c) El tiempo más lejano permisible para un evento es el mínimo de todos los tiempos permisibles de iniciación más lejana que salgan de ese evento

$$TOL = MIN \left\{ (TLI)_1, \quad (TLI)_2 \ldots (TLI)_n \right\}$$

Actividad	Duración	Posterior
A	4	F
B	6	D, E
C	4	H
D	8	G
E	3	H
F	4	G
G	12	-
H	5	-

DATOS



RED DE PRECEDENCIAS

Actividad	Duración	TPI	TPT	TLI	TLT	HL	HT	
A	4	0	4	6	10	0	6	
B	6	0	6	0	6	0	0	*
C	4	0	4	17	21	5	17	
D	8	6	14	6	14	0	0	*
E	3	6	9	18	21	0	12	
F	4	4	8	10	14	6	6	
G	12	14	26	14	26	0	0	*
H	5	9	14	21	26	12	12	

Programa

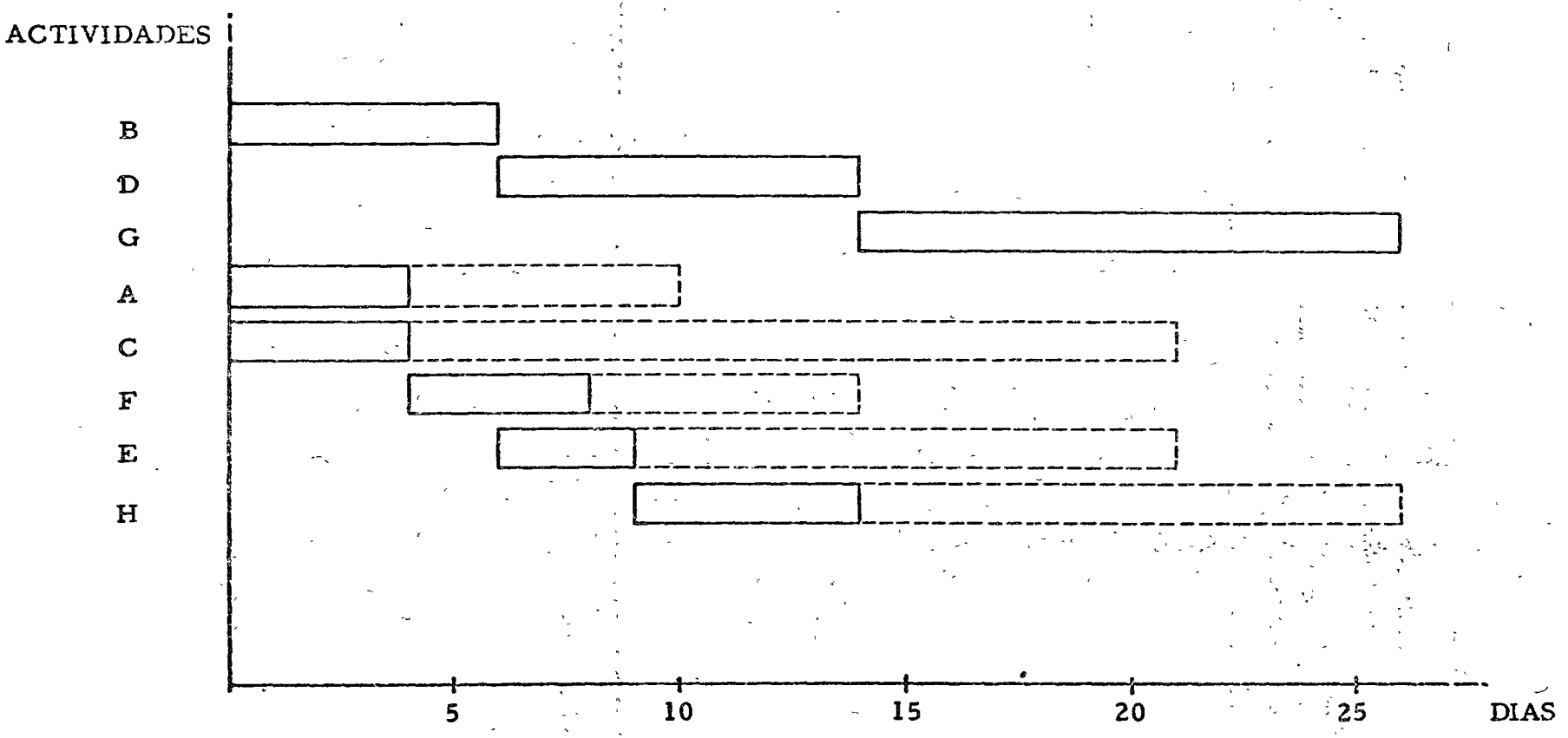
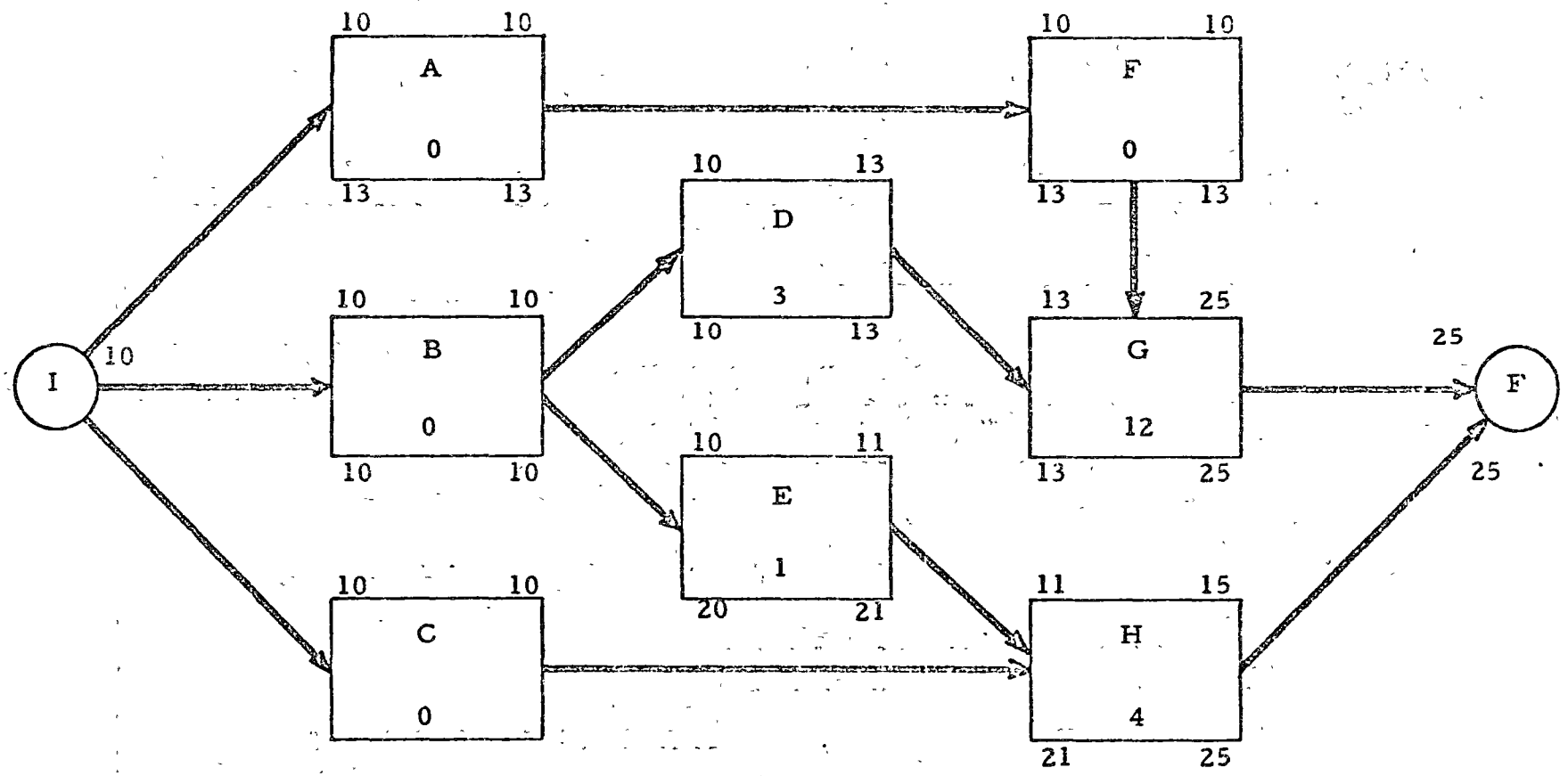


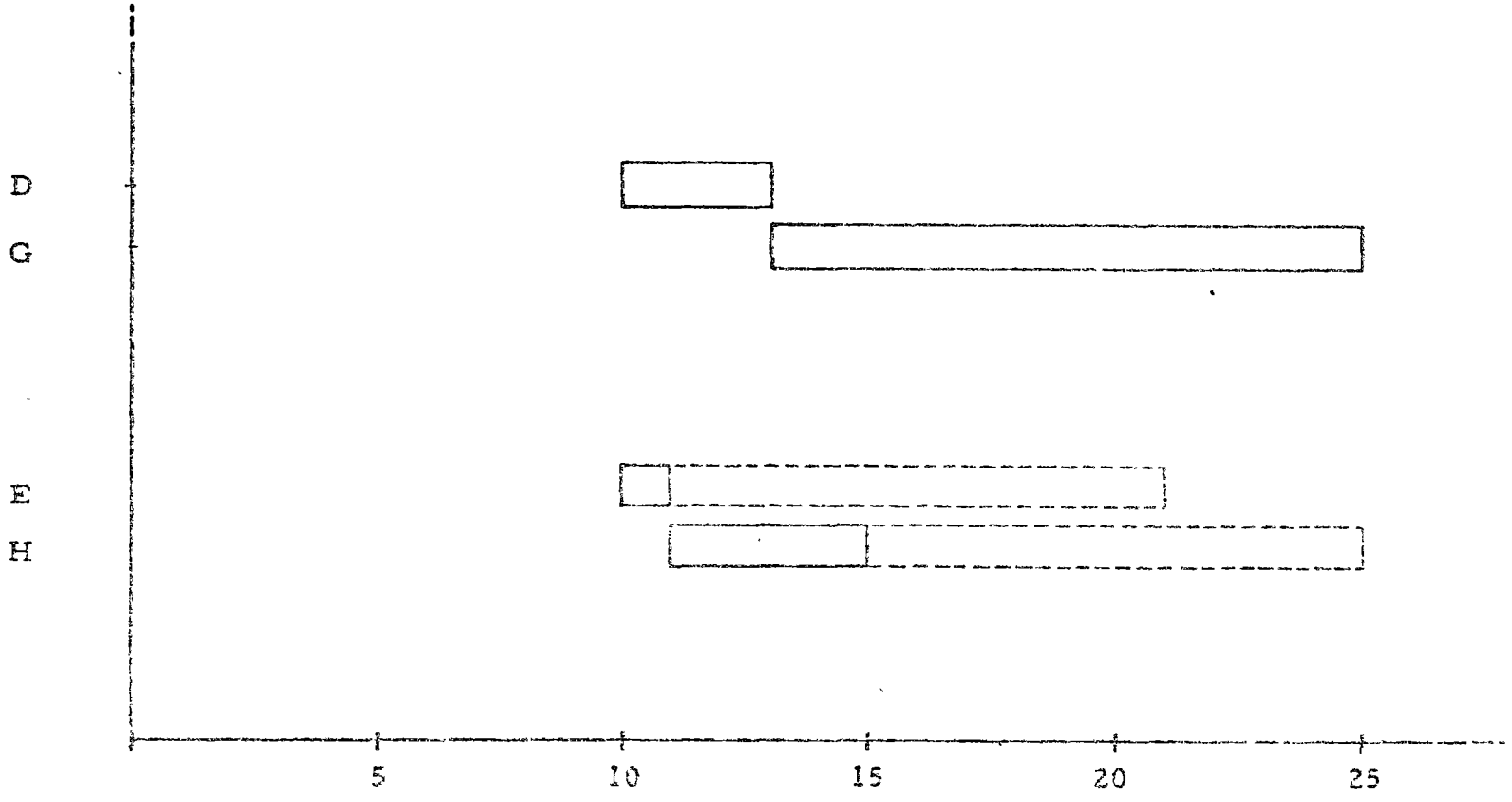
DIAGRAMA DE BARRAS
TPI

Actividades	Actividades terminadas día de terminación	Actividades en proceso días para terminar	Actividades No iniciadas duración
A	5	-	-
B	5	-	-
C	4	-	-
D	-	3	-
E	-	1	-
F	8	-	-
G	-	-	12
H	-	-	4

Revisión el día 10

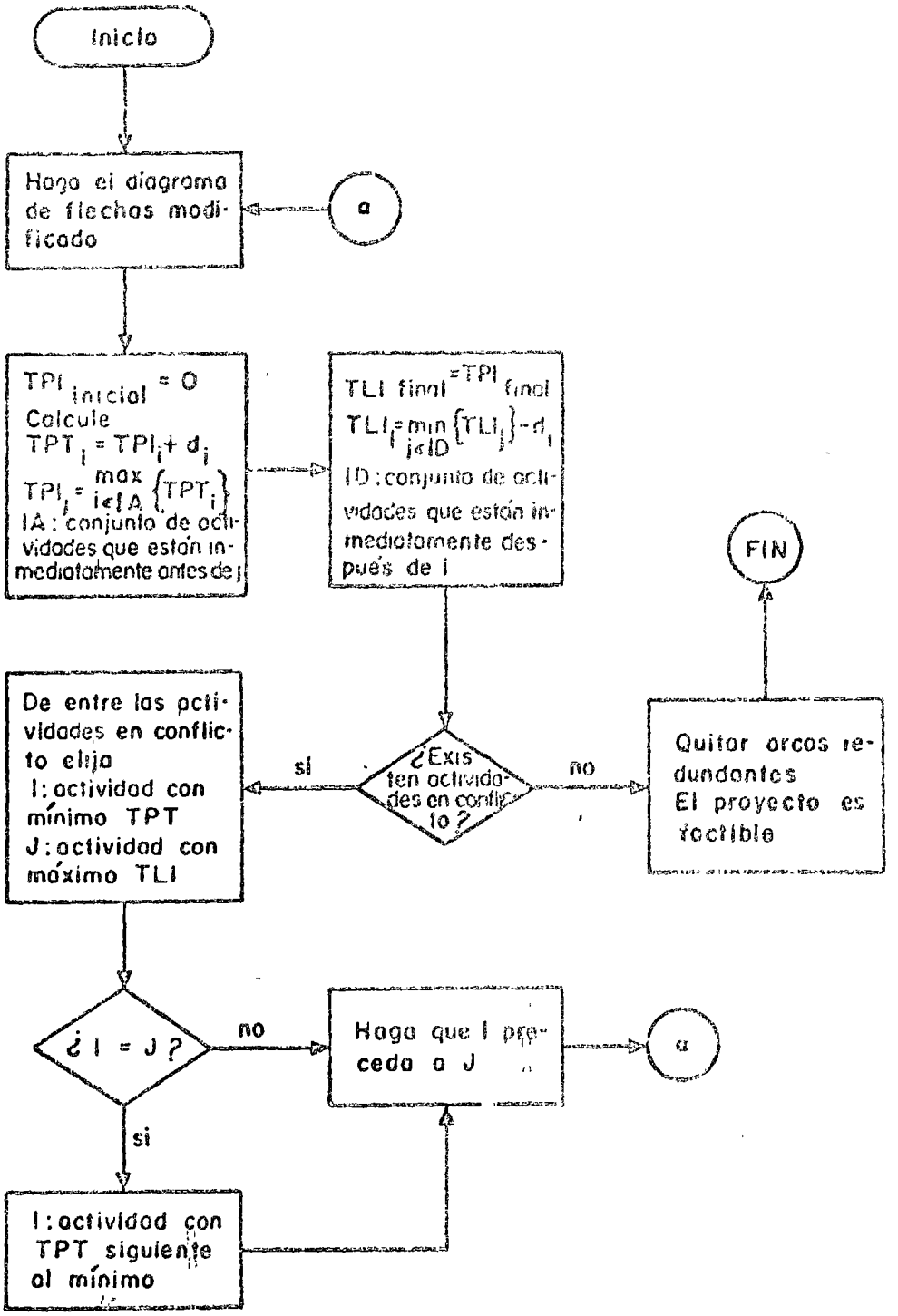


RED ACTUALIZADA



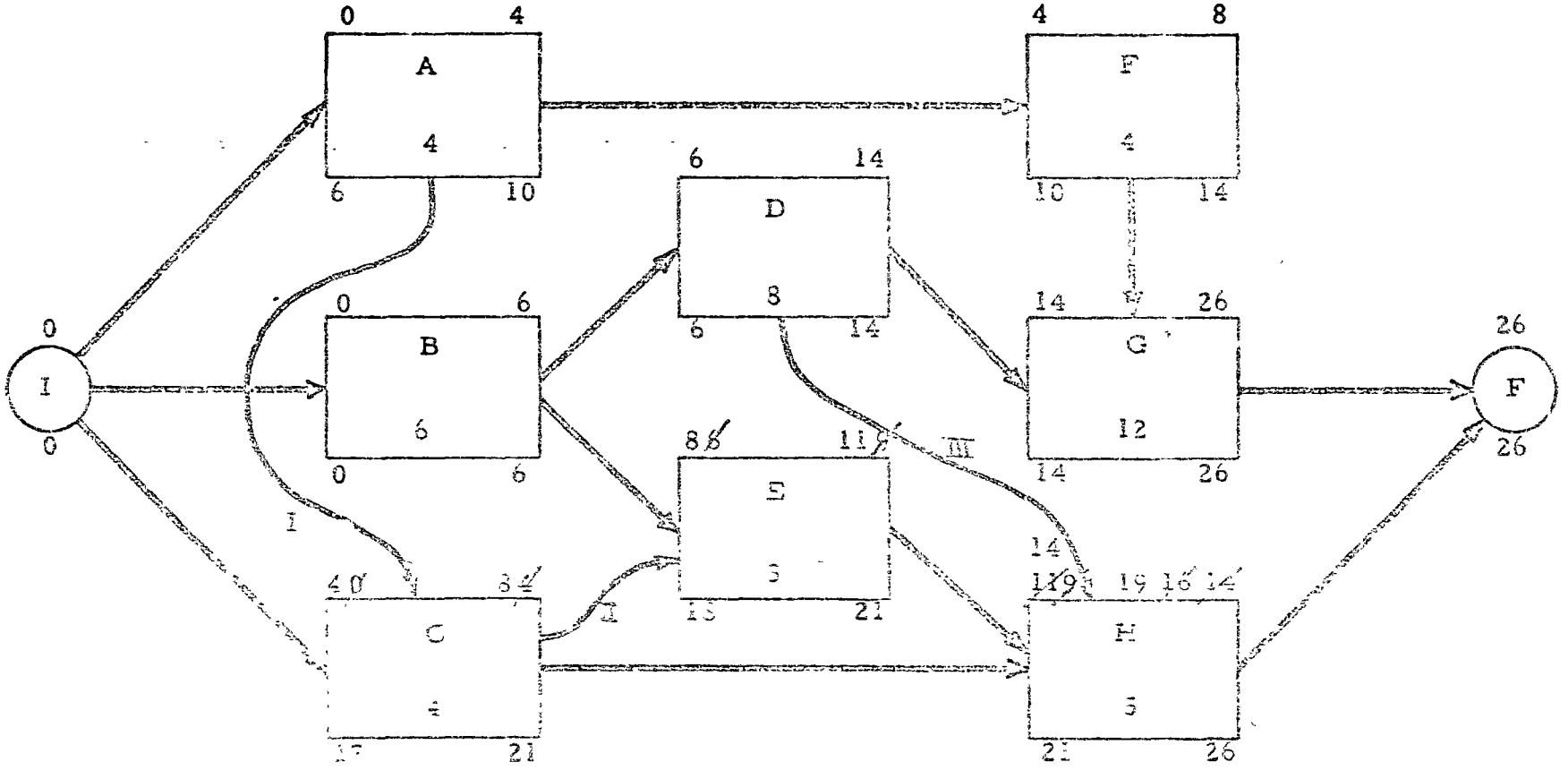
CONTROL
AL DIA 10

III MODELO SHAFFER



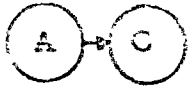
ALGORITMO DE SHAFFER

Actividades	Duración	Recursos Necesarios R_1	R_2
A	4	3	1
B	6	1	0
C	4	2	1
D	8	3	1
E	3	1	2
F	4	0	1
G	12	0	1
H	5	4	2
Recursos Disponibles		5	4



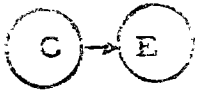
Día 1

act. : B, A, C,
i : A y C (min TP1)
j : C (max TLI)



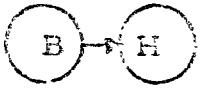
Día 7

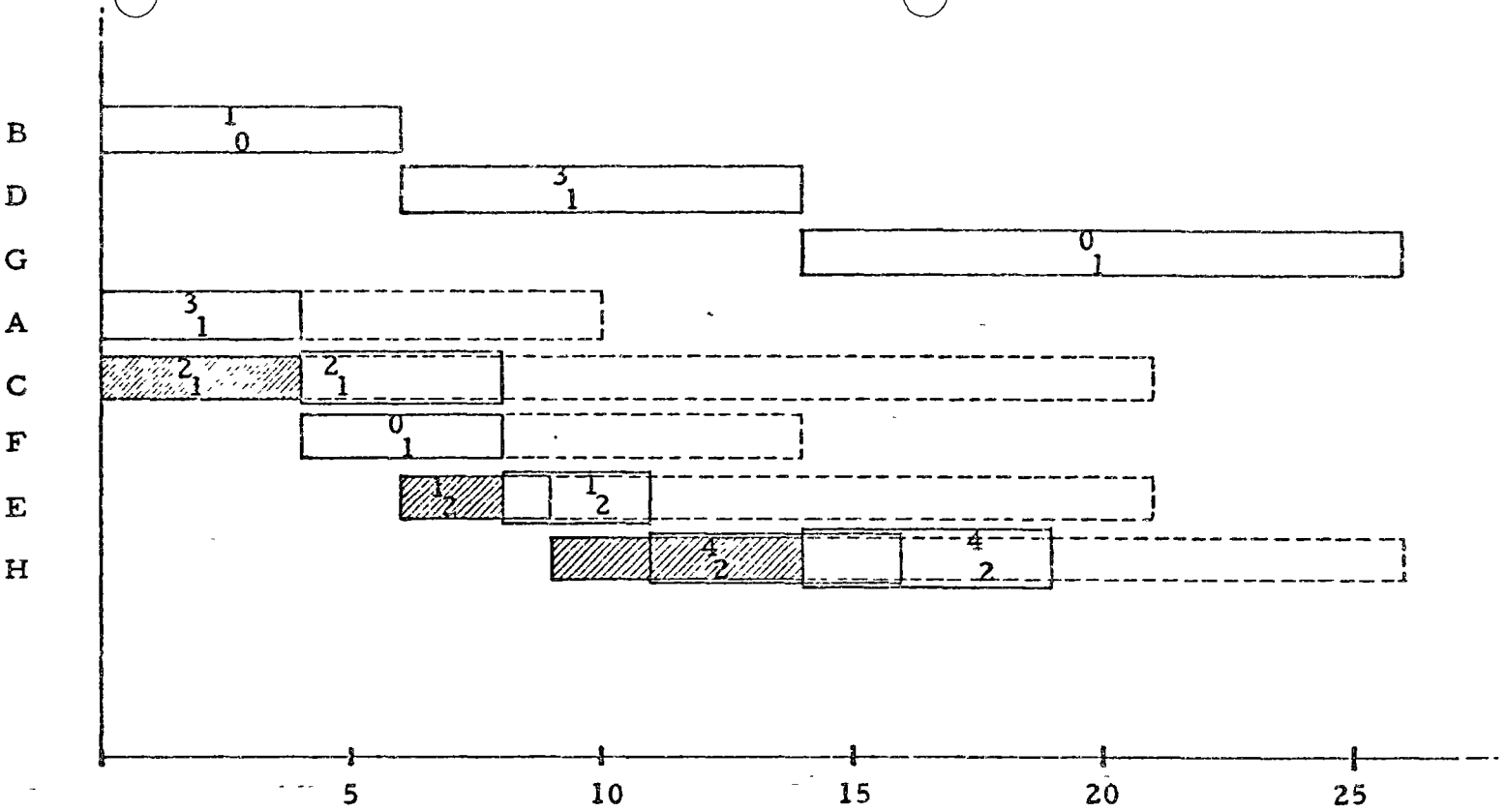
Act: C, F, D, E,
i: C y F
j: E



Día 2

Act: B, H
i: B
j: H





R_1	6																								
R_2	2																								

R_1	4	4	4	4	3	3	6																		
R_2	1	1	1	1	2	2	5																		

R_1	5	5	4	4	4	7																			
R_2	3	3	3	3	3	3																			

R_1	3	3	3	4	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0
R_2	1	1	1	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1

Recursos Disponibles

R_1 : 5

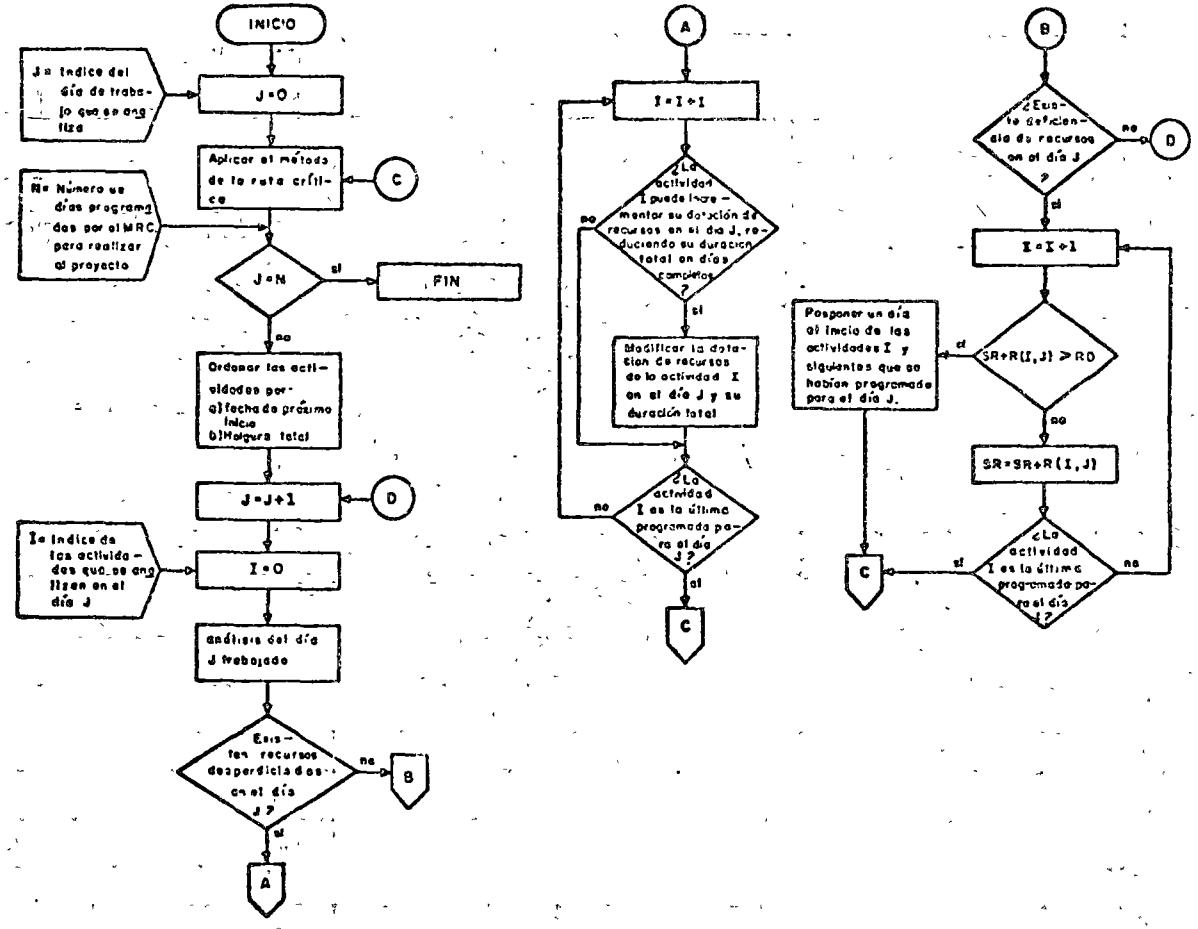
R_2 : 4

i : act. min TPT

i : act. max TLI

$i \rightarrow j$

IV MODELO WIEST



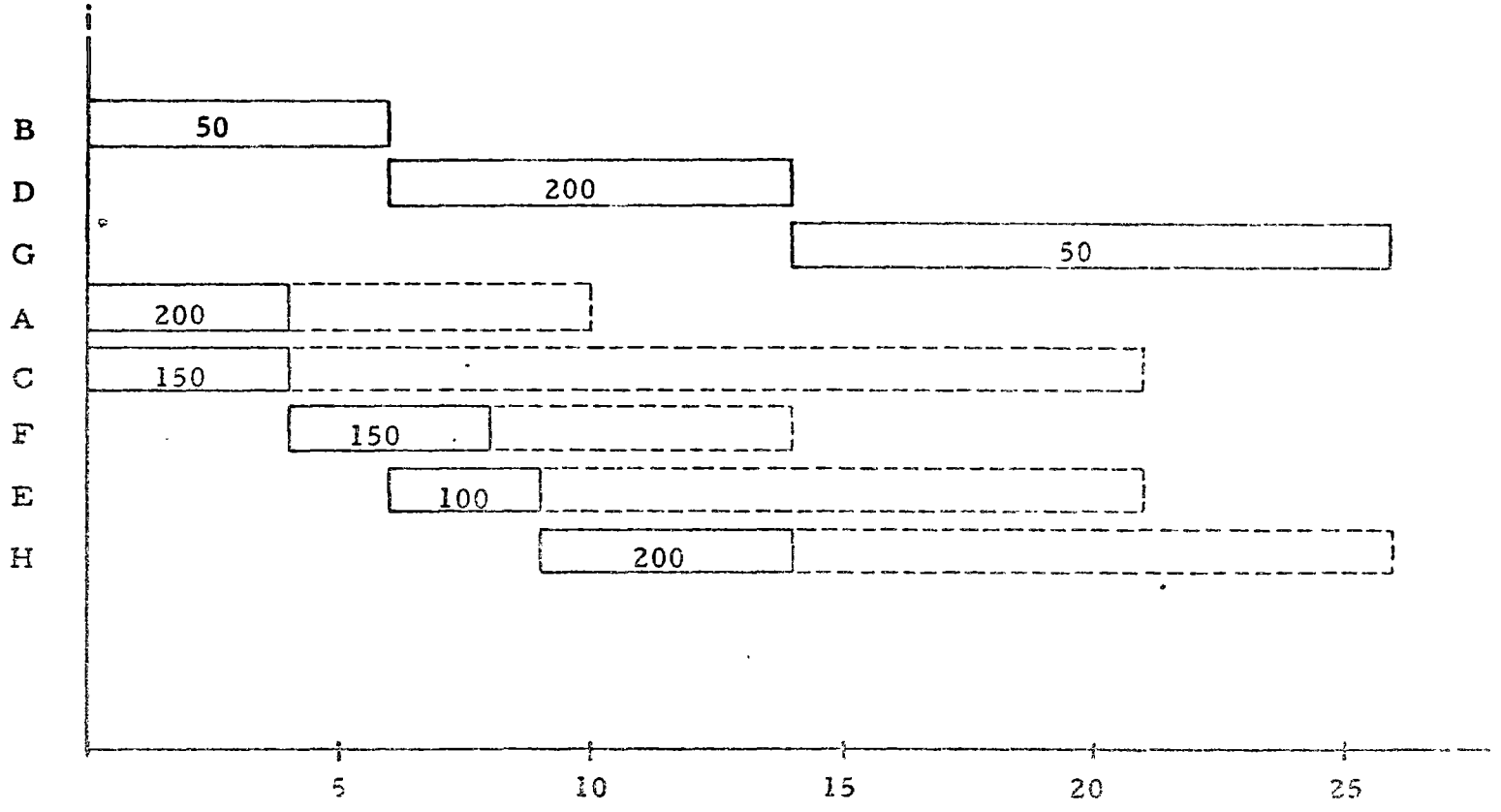
ALGORITMO DE WIEST

Actividad	Duración	Necesidades Diarias del Recurso	
		Normal	Para acortar un día
A	4	200	400
B	6	50	100
C	4	150	300
D	8	200	400
E	3	100	200
F	4	150	300
G	12	50	100
H	5	200	400

Disponibilidad diaria del recurso: 350

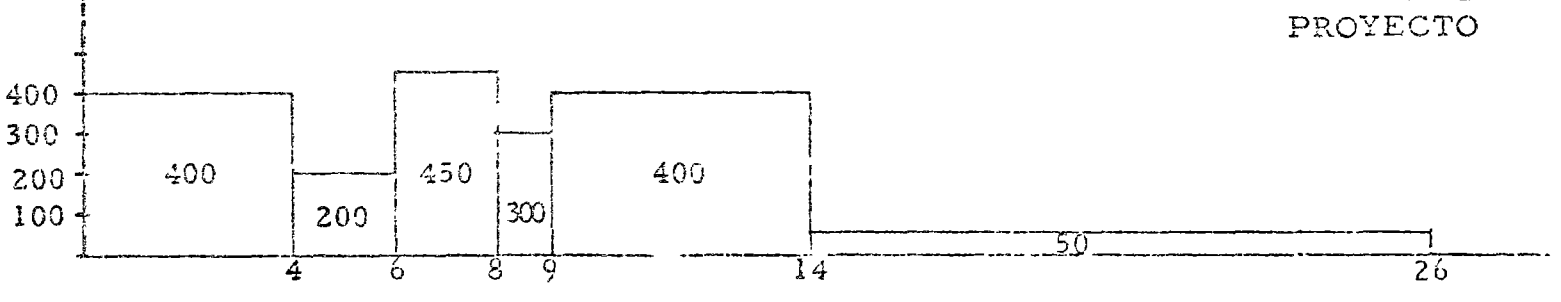
J	Actividad	TPI	HT
1	B	0	0
2	A	0	6
3	C	0	17
4	F	4	6
5	D	6	0
6	E	6	12
7	H	9	12
8	G	14	26

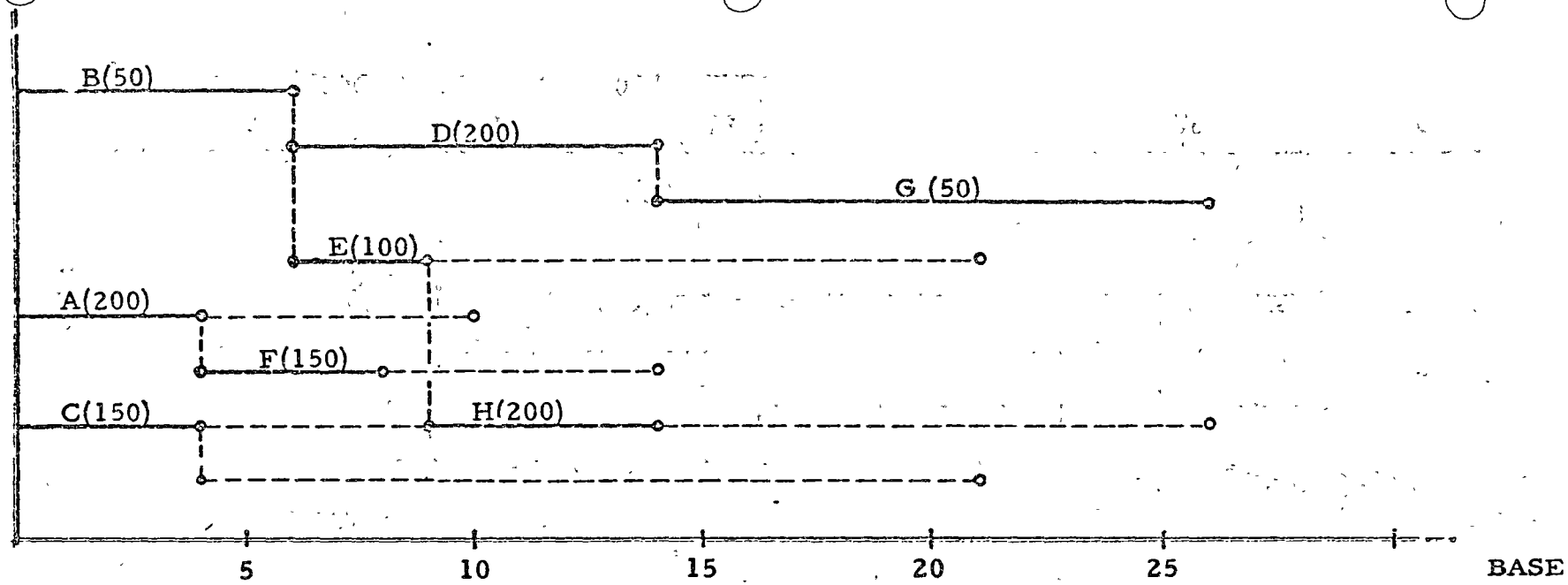
Actividades según TPI y HT

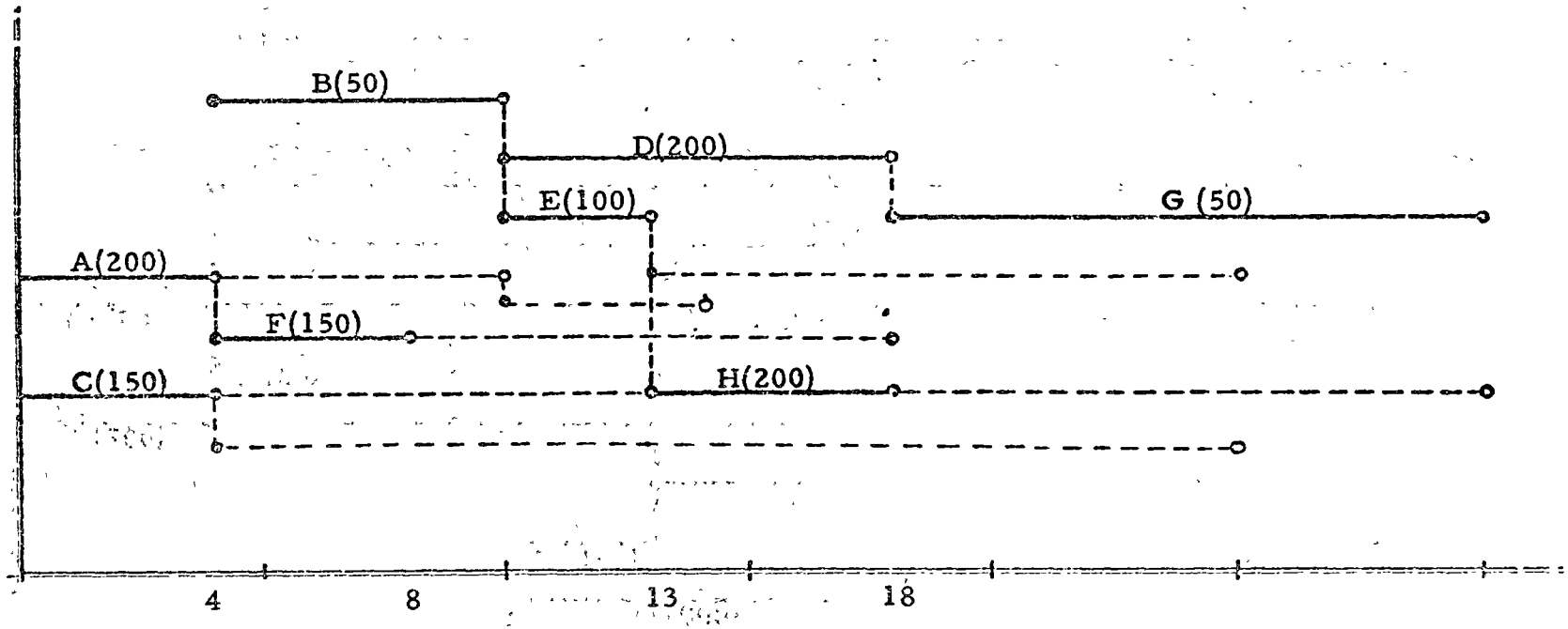


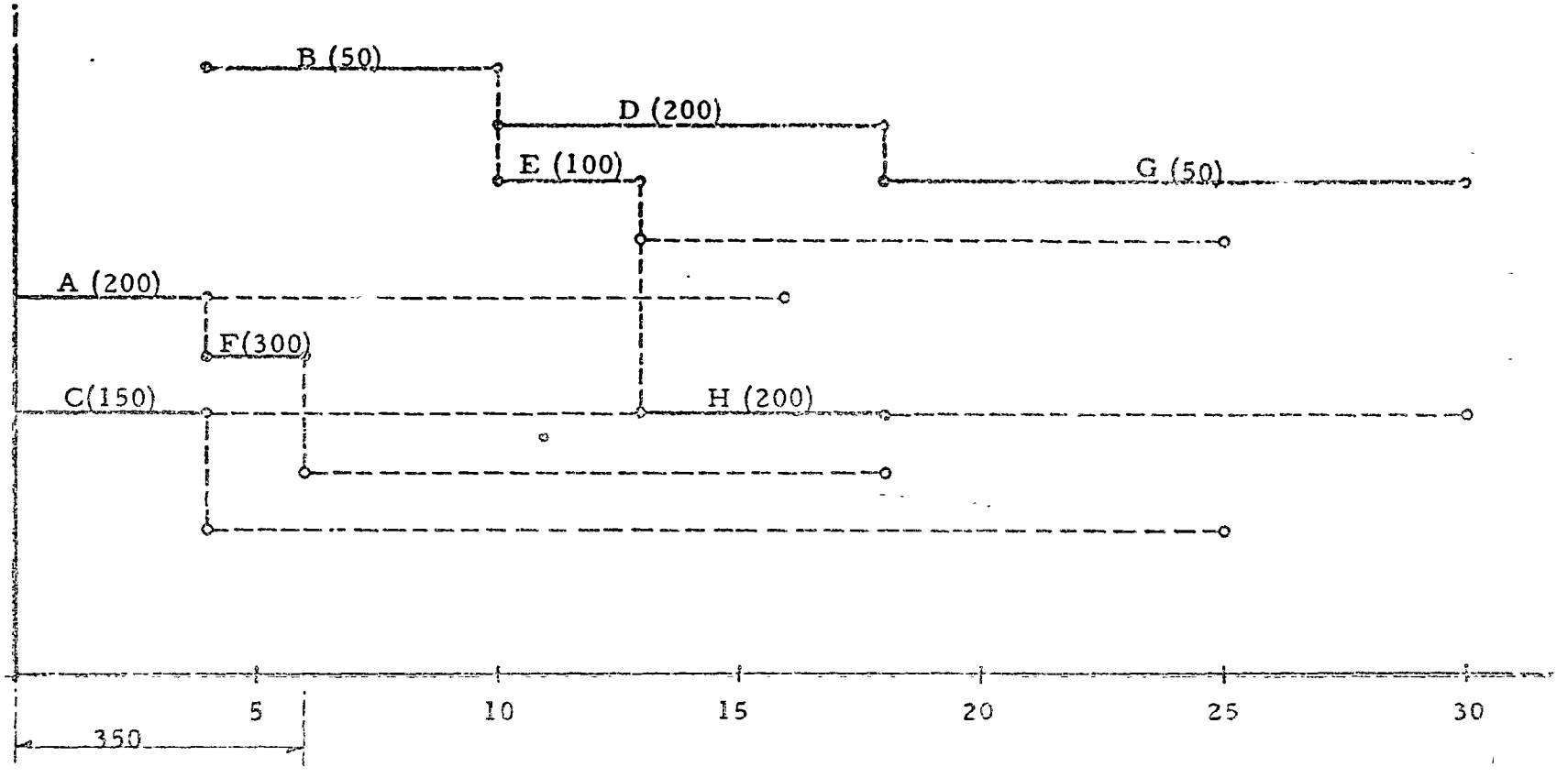
SUMA DE RECURSOS

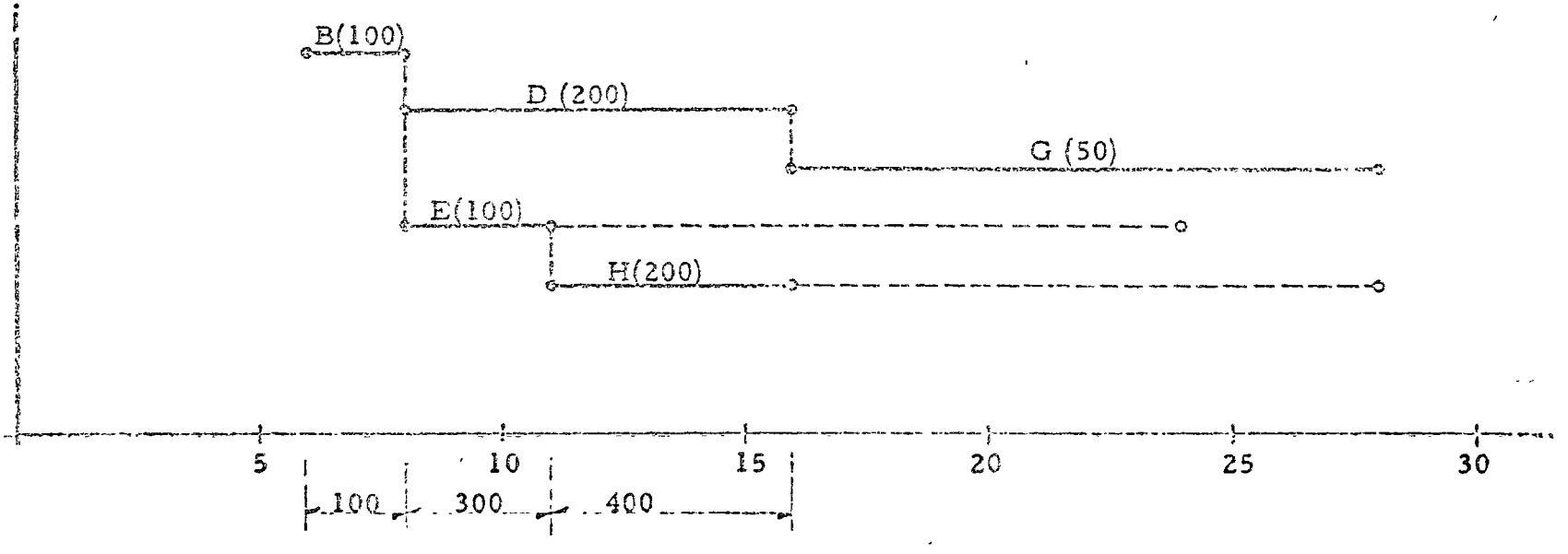
26 DIAS DE PROYECTO

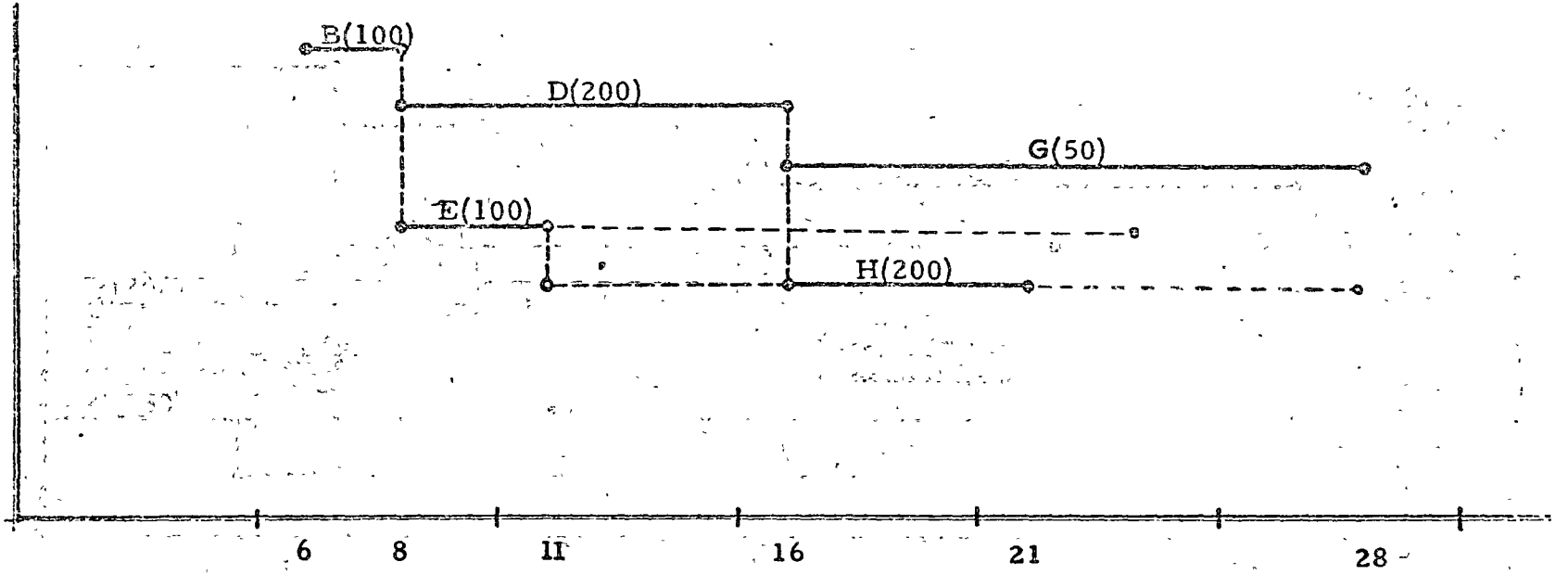


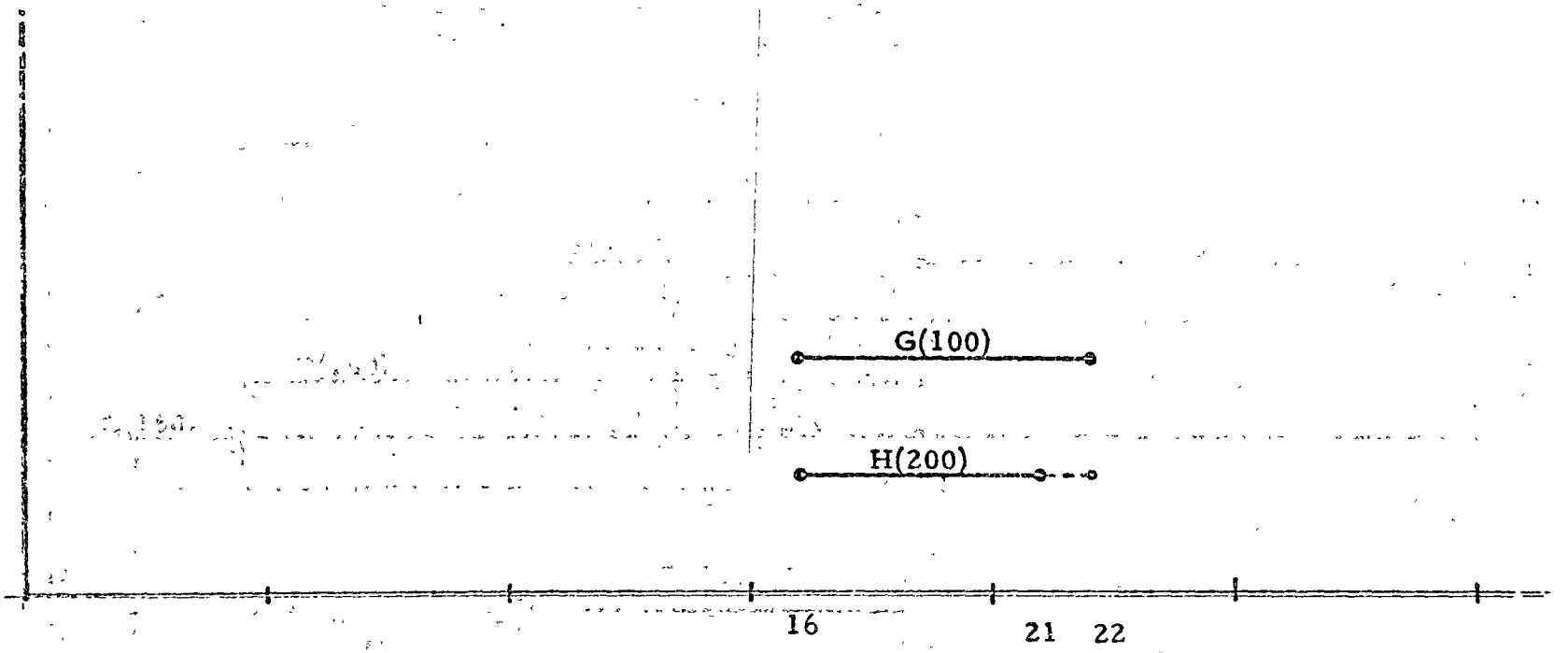

B(50)
D(200)
G (50)
E(100)
A(200)
F(150)
C(150)
H(200)
5
10
15
20
25
BASE

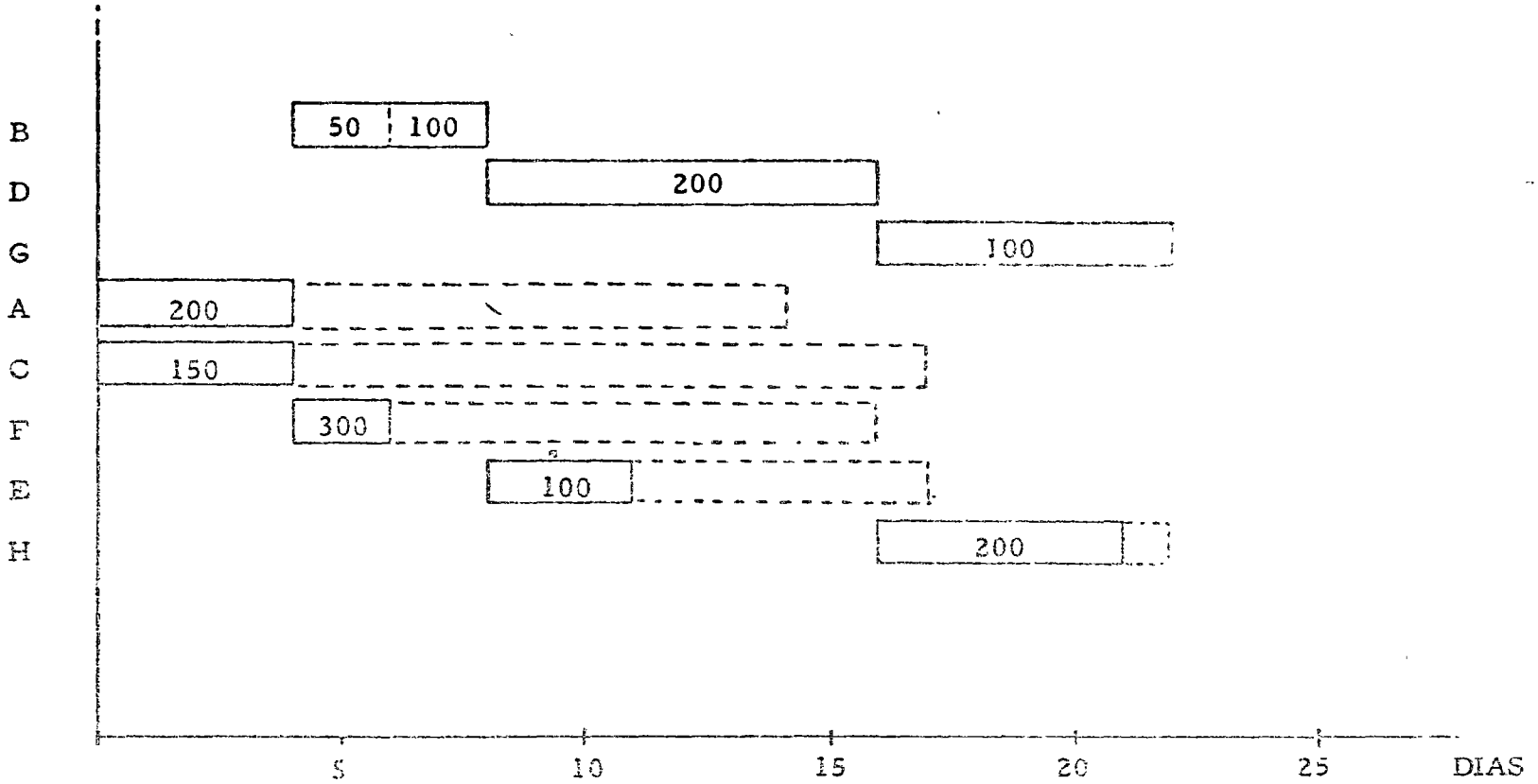

B(50)
D(200)
E(100)
G (50)
A(200)
F(150)
C(150)
H(200)
4
8
13
18


B (50)
D (200)
E (100)
G (50)
A (200)
F(300)
C(150)
H (200)
5
10
15
20
25
30
350

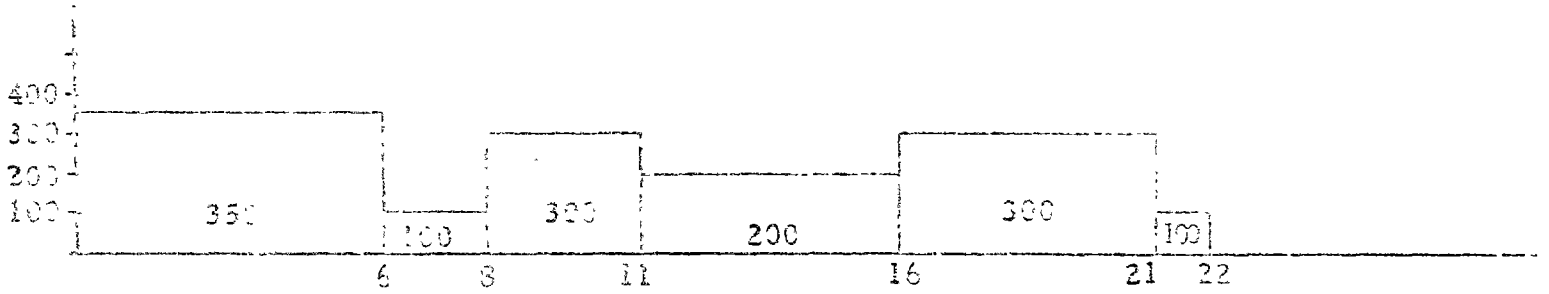

B(100)
D (200)
G (50)
E(100)
H(200)
5
10
15
20
25
30
100
300
400


B(100)
D(200)
G(50)
E(100)
H(200)
6
8
11
16
21
28


G(100)
H(200)
16
21
22



SUMA DE RECURSOS



22 DIAS DE PROYECTO

V MODELO HADLEY

ASIGNACION DE RECURSOS

C_{kj} : costo del recurso k en el día j

α_{ki} : coeficiente de participación del recurso k en la actividad i

X_{ij} : fracción de la actividad i llevada a cabo el día j

FUNCION OBJETIVO :

$$\text{Min } Z = \sum_{i}^{I} \sum_{j}^{N} \sum_{k}^{K} \left(c_{kj} \, \alpha_{ki} \, X_{ij} \right)$$

Matricialmente puede representarse como :

$$\text{Min } Z = \left[C_{jk} \right] \left[\alpha_{ki} \right] \left[X_{ij} \right]$$

que es :

$$\text{Min } Z = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{21} & \cdots & C_{K1} \\ C_{12} & C_{22} & \cdots & C_{K2} \\ \cdots & & & \\ \cdots & & & \\ C_{1N} & C_{2N} & \cdots & C_{KN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \cdots & \alpha_{1I} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} & \cdots & \alpha_{2I} \\ \cdots & & & \\ \cdots & & & \\ \alpha_{K1} & \alpha_{K2} & \cdots & \alpha_{KI} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1N} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2N} \\ \cdots & & & \\ \cdots & & & \\ X_{I1} & X_{I2} & \cdots & X_{IN} \end{bmatrix}$$

RESTRICCION DE RECURSOS

Si a_{kj} es la cantidad de recursos disponible el día j se representará:

$$\sum_i \alpha_{ki} \; x_{ij} \leq a_{kj}$$

$$\left[a_{ki}\right]\left[x_{ij}\right] \leq \left[a_{kj}\right]$$

$$\begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} \cdots & \alpha_{1I} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} \cdots & \alpha_{2I} \\ \cdots & & \\ \cdots & & \\ \alpha_{k1} & \alpha_{k2} \cdots & \alpha_{kI} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} \cdots & x_{1N} \\ x_{21} & x_{22} \cdots & x_{2N} \\ \cdots & & \\ \cdots & & \\ x_{I1} & x_{I2} \cdots & x_{IN} \end{bmatrix} \leq \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \cdots & a_{1N} \\ a_{21} & a_{22} \cdots & a_{2N} \\ \cdots & & \\ \cdots & & \\ a_{k1} & a_{k2} \cdots & a_{kN} \end{bmatrix}$$

RESTRICCION DE CONDICION

$$\sum_{j=1}^{N} x_{ij} = 1 \qquad i = 1, 2 \ldots I$$

para completar el rect

$$\left[x_{ij}\right]\bar{e} = \bar{e}$$

$$\begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} \cdots & x_{1N} \\ x_{21} & x_{22} \cdots & x_{2N} \\ \cdots & & \\ \cdots & & \\ x_{I1} & x_{I2} \cdots & x_{IN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \cdots \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \cdots \\ 1 \end{bmatrix}$$

los datos necesarios para formar las matrices utilizadas en la función objetivo y restricciones del problema quedarían definidas por las matrices:

$$[a_{kj}] = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1N} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2N} \\ \cdots & & & \\ \cdots & & & \\ a_{k1} & a_{k2} & \cdots & a_{kN} \end{bmatrix}$$

$K = 1, 2 \ldots K$ (recursos)
$j = 1, 2 \ldots N$ (días)

$$[\alpha_{ki}] = \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \cdots & \alpha_{1I} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} & \cdots & \alpha_{2I} \\ \cdots & & & \\ \cdots & & & \\ \alpha_{k1} & \alpha_{k2} & \cdots & \alpha \end{bmatrix}$$

$K = 1, 2 \ldots K$ (recursos)
$i = 1, 2 \ldots I$ (actividades)

$$[c_{kj}] = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \cdots & c_{1N} \\ c_{21} & c_{22} & \cdots & c_{2N} \\ \cdots & & & \\ \cdots & & & \\ c_{k1} & c_{k2} & \cdots & c_{kN} \end{bmatrix}$$

$K = 1, 2 \ldots K$ (recursos)
$j = 1, 2 \ldots N$ (días)

La recopilación de los datos necesarios para estas matrices, puede hacerse utilizando una tabla semejante a la siguiente:

RESTRICCIONES DE FORMA

a) $$\sum_{u=1}^{j-1} (x_{i,u}) \geq \delta_{i',j} \qquad \forall\ i', j$$

matricialmente

$$[x_{i,u}]\bar{e} \geq [\delta_{i'j}]$$

$$\begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots\cdots & x_{1,j-1} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2,j-1} \\ \vdots & & & \\ x_{N1} & x_{N2} & \cdots & x_{N,j-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \\ 1 \end{bmatrix} \geq \begin{bmatrix} \delta_{1j} \\ \delta_{2j} \\ \\ \delta_{Nj} \end{bmatrix}$$

b) $$x_{ij} \leq \delta_{i,j} \qquad i \leq I(i)\ ,\ \forall i, j$$

$$x_{i1} \leq \delta_{i'1}$$

$$x_{i2} \leq \delta_{i'2}$$

$$\cdots$$

$$x_{iN} \leq \delta_{i'N}$$

Recursos Restricción \ X_{ij}	X_{11}	X_{12}		X_{1N}	α_{k1}	X_{21}	X_{22}		X_{2N}	α_{k2}		X_{I1}	X_{I2}	X_{IN}	α_{kI}
1					α_{11}					α_{12}					α_{1I}
2					α_{21}					α_{22}					α_{2I}
3					α_{31}					α_{32}					
R ó k					α_{k1}					α_{k2}					α_{kI}

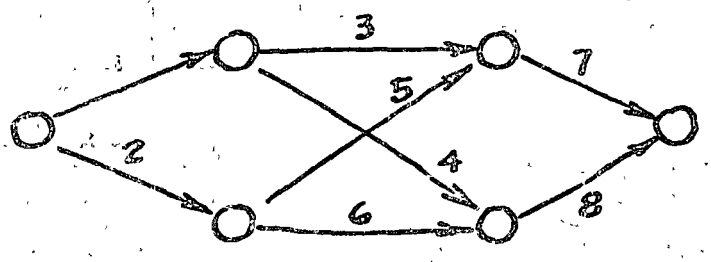
TABLA 1

Días \ Recursos	1	2		N
1	a_{11}/c_{11}	a_{12}/c_{12}		a_{1N}/c_{1N}
2				
k	a_{k1}/c_{k1}	a_{k2}/c_{k2}		a_{kN}/c_{kN}

TABLA 2

PLANTEAR FUNCION OBJETIVO Y RESTRICCIONES

8 actividades (i)
3 días (j)
3 recursos (k)



$$a_{kj} = \begin{vmatrix} 6 & 7 & 9 \\ 4 & 6 & 5 \\ 3 & 5 & 4 \end{vmatrix}$$

cantidad de recursos k disponibles el día j

$$\alpha_{ki} = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 2 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 2 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 2 & 0 \end{vmatrix}$$

coeficientes de participación del recurso k en la actividad i

$$c_{jk} = \begin{vmatrix} 0.3 & 0.4 & 0.5 \\ 0.15 & 0.25 & 0.3 \\ 1.2 & 1.4 & 1.6 \end{vmatrix}$$

costo del recurso k el día j

Función Objetivo

$$\text{Min } Z = \sum_i \sum_j \sum_k c_{kj}\, \alpha_{ki}\, x_{ij}$$

$$c_{jk}\, \alpha_{ki} = \begin{bmatrix} 1.3 & 0.8 & 0.7 & 0 & 0 & 0.9 & 1.3 & 1.1 \\ 0.8 & 0.45 & 0.4 & 0 & 0 & 0.55 & 0.75 & 0.65 \\ 4.4 & 2.8 & 2.6 & 0 & 0 & 3.0 & 4.4 & 4 \end{bmatrix}$$

$$x_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} \\ x_{21} & & \\ \dots & & \\ \dots & & \\ x_{81} & x_{82} & x_{83} \end{bmatrix}$$

De donde la función objetivo es:

$$\text{Min } Z = 1.3 x_{11} + 0.8 x_{21} + \dots\dots + 1.1 x_{81} + 0.8 x_{12} + \dots\dots$$
$$+ 0.65 x_{82} + 4.4 x_{13} + \dots\dots 4 x_{83}$$

Restriccion de Recursos

$$\boxed{\sum_i \alpha_{ki}\, x_{ij} \leq a_{kj}}$$

$$\alpha_{ki}\, x_{ij} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 2 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 2 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 2 & 0 \end{bmatrix} \begin{array}{c} \text{días} \\ \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} \\ \cdots & & \\ \cdots & & \\ x_{81} & x_{82} & x_{83} \end{bmatrix} \end{array} \leq \begin{array}{c} \text{días} \\ j \\ \begin{bmatrix} 6 & 7 & 9 \\ 4 & 6 & 5 \\ 3 & 5 & 4 \end{bmatrix} \end{array}$$

día 1

$$0x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{71} + x_{81} \leq 6$$
$$2x_{11} + x_{31} + x_{61} + 2x_{81} \leq 4$$
$$x_{11} + x_{21} + x_{61} + 2x_{71} \leq 3$$

día 2

$$x_{22} + x_{32} + x_{72} + x_{82} \leq 7$$
$$2x_{12} + x_{32} + x_{62} + 2x_{82} \leq 6$$
$$x_{12} + x_{22} + x_{62} + 2x_{72} \leq 5$$

día 3

$$x_{23} + x_{33} + x_{73} + x_{83} \leq 9$$
$$2x_{13} + x_{33} + x_{63} + 2x_{83} \leq 5$$
$$x_{13} + x_{23} + x_{63} + 2x_{73} \leq 4$$

RESTRICCION DE CONDICION

$$\sum_{j=1}^{3} x_{ij} = 1 \qquad i = 1, 2, \ldots, 8$$

$$[x_{ij}]\,\vec{e} = \vec{e}$$

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} = 1$$
$$x_{21} + x_{22} + x_{23} = 1$$
$$x_{31} + x_{32} + x_{33} = 1$$
$$\ldots\ldots$$
$$\ldots\ldots$$
$$\ldots\ldots$$
$$\ldots\ldots$$
$$x_{81} + x_{82} + x_{83} = 1$$

$$\Sigma = 8$$

Restricciones de Forma

$\boxed{x_{ij} \le \delta_{ij}}$ $\forall\, i, j$ $\boxed{\sum_{u=1} x_{iu} \ge \delta_{ij}}$

i: actividad $(1, 2, \dots 8)$

j: días $(1, 2, 3)$

Act 1

$x_{11} \le \delta_{01}$

$x_{12} \le \delta_{02}$

$x_{13} \le \delta_{03}$

Act 2

$x_{21} \le \delta_{01}$

$x_{22} \le \delta_{02}$

$x_{23} \le \delta_{03}$

Act. 3

$x_{31} \le \delta_{11}$

$x_{32} \le \delta_{12}$

$x_{33} \le \delta_{13}$

.....

.....

.....

Act. 7

$x_{71} \le \delta_{31}$

$x_{72} \le \delta_{32}$

$x_{73} \le \delta_{33}$

$x_{71} \le \delta_{51}$

$x_{72} \le \delta_{52}$

$x_{73} \le \delta_{53}$

Act. 8

$\Sigma = 30$

$j = 1$

$x_{10} \ge \delta_{11}$, $0 \ge \delta_{11}$

$x_{20} \ge \delta_{21}$, $0 \ge \delta_{21}$

$x_{30} \ge \delta_{31}$,

...

$x_{60} \ge \delta_{61}$, $0 \ge \delta_{61}$

$j = 2$

$x_{11} \ge \delta_{12}$

$x_{21} \ge \delta_{22}$

$x_{31} \ge \delta_{32}$

$x_{61} \ge \delta_{62}$

$j = 3$

$x_{11} + x_{12} \ge \delta_{13}$

$x_{21} + x_{22} \ge \delta_{23}$

....

$x_{62} + x_{62} \ge \delta_{63}$

$\Sigma = 18$

total $9 + 8 + 30 + 18 = 65$ restricciones

VI MODELO PRITSKER, WATTERS Y WOLFE

O B J E T I V O S :

1.- Minimizar la duración total de los proyectos.

2.- Minimizar el retraso total o multas por retrasos para todos los proyectos.

RESTRICCIONES:

1.- Recursos limitados.

2.- Relaciones de precedencia entre actividades.

3.- Posibilidad de fraccionar actividades.

4.- Fechas obligadas de actividades y proyectos.

5.- Sustitución de recursos en la realización de las actividades.

6.- Requerimientos de ejecución de actividades concurrentes y no concurrentes.

Se utilizará la siguiente notación:

i = Número de proyecto, $i = 1, 2, \ldots, I$; I = Número de proyectos.

j = Número de la actividad, $j = 1, 2, \ldots, N_i$; N_i = Número de actividades en el proyecto i.

t = Período de tiempo, $t = 1, 2, \ldots, \max G_i$; G_i = Fecha obligada de terminación. El proyecto i debe terminarse en ó antes del período G_i. Si no se especifica una fecha obligada entonces G_i es el último período en el horizonte de planeación.

g_i = Fecha deseada de terminación. El proyecto i no se atrasa si se termina en ó antes del período g_i.

e_i = Período más próximo de terminación del proyecto i.

a_{ij} = Período de iniciación de la actividad j del proyecto i. Se considera que la iniciación ocurre al principio de los períodos correspondientes.

d_{ij} = Número de períodos necesarios para realizar la actividad j del proyecto i. Se supone conocido.

l_{ij} = Período más próximo de terminación de la actividad j.

u_{ij} = Período más lejano de terminación de la actividad j; ó bien, una fecha obligada de terminación para dicha actividad.

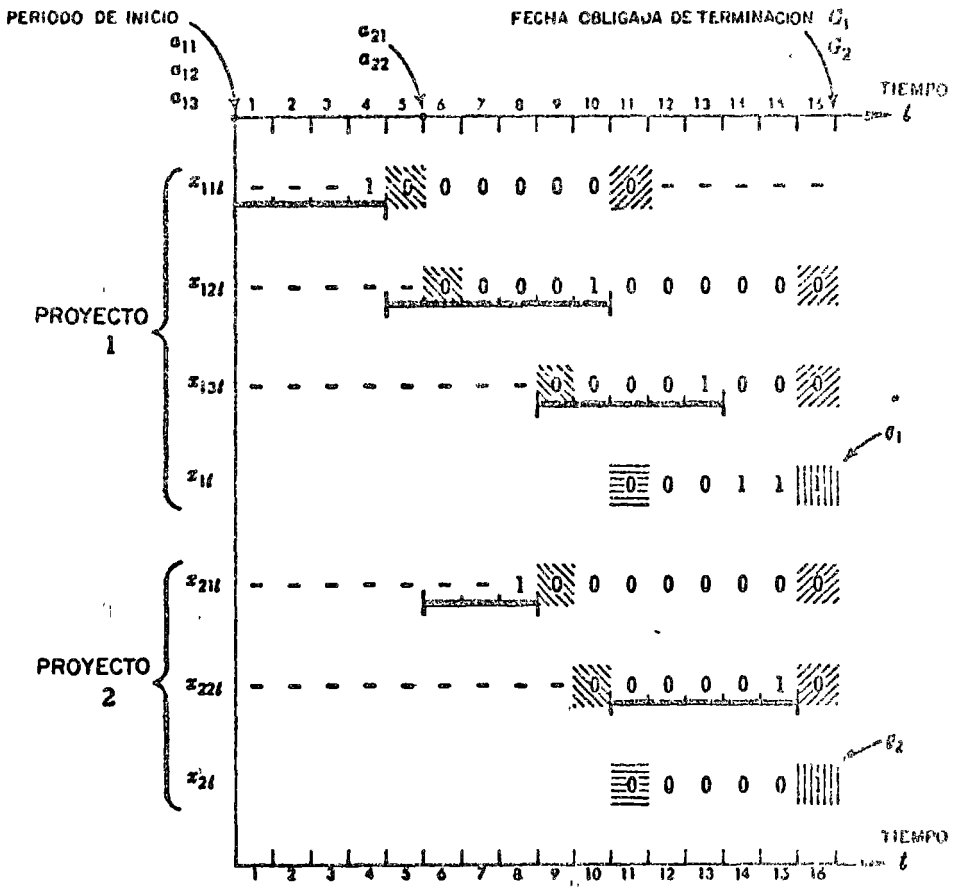
k = Identificación del recurso, $k = 1, 2, \ldots, K$; K = Número de recursos distintos requeridos por los proyectos.

r_{ijk} = Cantidad del recurso k requerido por la actividad j del proyecto i.

R_{kt} = Cantidad disponible del recurso k en el período t.

x_{ijt} = Variable que vale 1 si la actividad j del proyecto i se termina en el período t, y 0 en caso contrario. x_{ijt} no debe tratarse necesariamente como una variable en todos los períodos puesto que vale 0 para $t < l_{ij}$ y para $t > u_{ij}$.

x_{it} = Variable que vale 1 si todas las actividades del proyecto i se han terminado en el período t, y 0 en caso contrario. x_{it} no debe tratarse necesariamente como una variable en todos los períodos puesto que es igual a 0 para $t < e$ y 1 para $t > G_i$.



SITUACION HIPOTETICA DE DOS PROYECTOS

FUNCION OBJETIVO.

Si el período de iniciación del i-ésimo proyecto es a_i entonces su duración está dada por:

$$G_i - \sum_{t=e_i}^{G_i} x_{it} + 1 - a_i$$

Minimizar la duración de un solo proyecto es equivalente a maximizar el número de períodos restantes después de que el proyecto sea terminado en donde éste número de períodos es igual a : $\sum_{t=e_i}^{G_i} x_{it}$. Consecuentemente, la función objetivo por minimizar es la suma de las duraciones de todos los proyectos, esto es:

$$\max \quad Z = \sum_{i=1}^{I} \sum_{t=e_i}^{G_i} x_{it}$$

Generalmente las actividades se inician lo más pronto posible; para tomar esto en cuenta basta escribir:

$$Z = \sum_{i=1}^{I} \sum_{t=e_i}^{G_i} x_{it} - \frac{1}{M} \sum_{i=1}^{I} \sum_{j=1}^{N_i} \sum_{t=l_{ij}}^{u_{ij}} t\, x_{ijt}$$

en donde M es un número positivo suficientemente grande - para asegurar que la contribución del término adicional - es menor que cualquier x_{it} . Una elección conveniente para M es:

$$M > \sum_{i=1}^{I} \sum_{j=1}^{N_i} u_{ij}$$

RESTRICCIONES.

Cada una de las actividades deben terminarse; consecuentemente las variables x_{it} para cada proyecto deben valer 0 hasta que hayan sido terminadas. Esto es, el proyecto i se habrá terminado en el periodo t cuando se tenga

$\sum_{q=l_{ij}}^{t-1} x_{ijq} = 1$ para todas las N actividades del proyecto i. Este requerimiento puede anotarse:

$$x_{it} \leq \frac{1}{N_i} \sum_{j=1}^{N_i} \sum_{q=l_{ij}}^{t-1} x_{ijq} \qquad \begin{array}{l} i = 1, 2, \ldots, I \\ t = e_i, e_{i+1}, \ldots G \end{array}$$

Se requiere además una restricción cuando una actividad no puede iniciarse hasta que otra ó más de las restantes hayan sido terminadas.

Por ejemplo si en el proyecto i la actividad m debe preceder a la n y t_{im} y t_{in} son los períodos de terminación de las actividades m y n respectivamente deberá tenerse:

$$t_{im} + d_{in} \leq t_{in}$$

Nótese que

$$t_{im} = \sum_{t=1_{im}}^{u_{im}} t\, x_{imt}, \quad y \quad t_{in} = \sum_{t=1_{in}}^{u_{in}} t\, x_{int}$$

Consecuentemente las restricciones de forma apropiadas son:

$$\sum_{t=1_{im}}^{u_{im}} t\, x_{imt} + d_{in} \leq \sum_{t=1_{in}}^{u_{in}} t\, x_{int}$$

Por otra parte los valores r_{ijk} designan al número de unidades de recurso tipo k que se necesitan para llevar a cabo la actividad j del proyecto i. Se supone que los recursos requeridos por una actividad se usan hasta que ella se termina. Si esta hipótesis no se verifica entonces son necesarias algunas modificaciones. Por ejemplo si un cierto recurso solo se usa en los primeros p períodos de la actividad con $p \leq d_{ij}$ entonces esa actividad se trata como 2 actividades secuenciales con diferentes requerimientos y con duraciones p y $d_{ij} - p$. De esta manera las restricciones de recursos podrán aplicarse a cualquier división de una actividad en 2 ó más sub-actividades.

En cualquier período dado, la cantidad del recurso k utilizada no puede exceder a la cantidad disponible de dicho recurso. Un trabajo estará siendo procesado en el período t y terminado en el período q si $t \leq q \leq t + d_{ij} - 1$. Consecuentemente las restricciones de tamaño pueden escribirse:

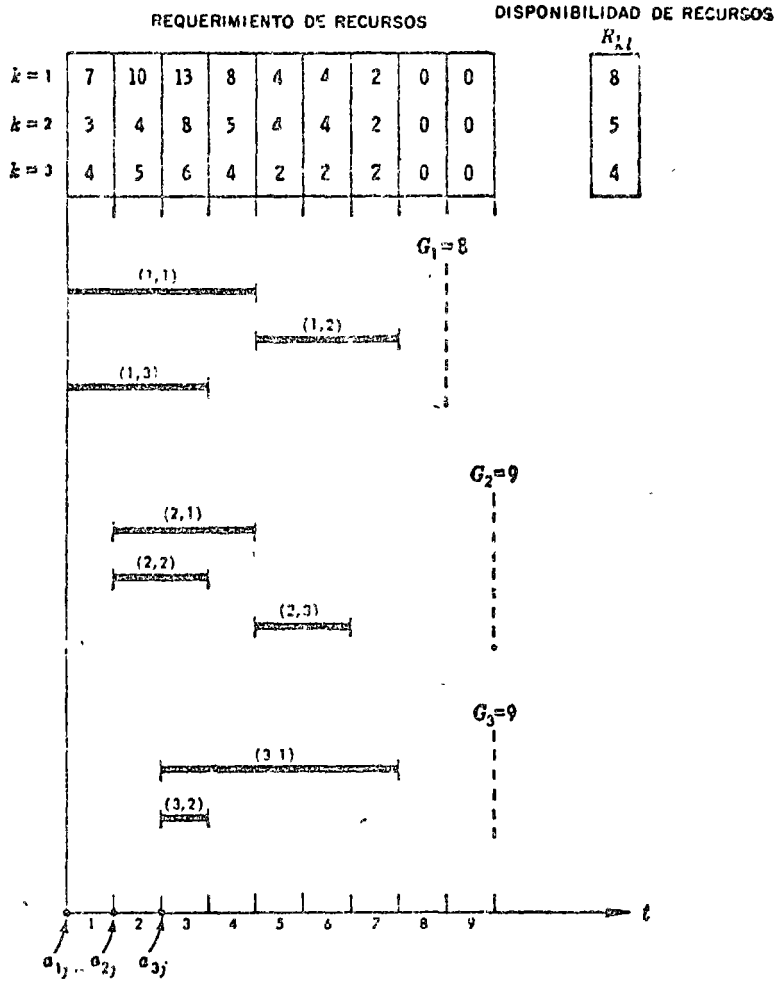
$$\sum_{i=1}^{I} \sum_{j=1}^{N_i} \sum_{q=t}^{t+d_{ij}-1} r_{ijk} \; x_{ijq} \leq R_{kt}; \quad \begin{array}{l} t = \min a_{ij}, \ldots, \max G_i \\ k = 1, 2, \ldots, K \end{array}$$

Proyecto (i)	Actividad (j)	Relación de Precedencia (i, j)	Período del Inicio (a_{ij})	Duración (d_{ij})	Fecha Objetivo (G_i)	Ganancia Terminación	Requerimiento Recursos K=1	K=2	K=3
1	1		1	4	8		5	3	2
1	2	(1,1)	1	3	8		0	1	1
1	3		1	3	8		2	0	2
2	1		2	3	9		1	1	1
2	2		2	2	9		2	0	0
2	3	(2,1)	2	2	9		2	2	0
3	1		3	5	9		2	1	1
3	2		3	1	9		1	3	0
Cantidad de recurso k disponible en cada periódo R_{kt} :									
							8	5	4

Datos de Proyectos, Actividades y Recursos.

Las Variables requeridas están numeradas como sigue:

Variable No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Variable	x_{114}	x_{127}	x_{133}	x_{134}	x_{135}	x_{136}	x_{137}	x_{214}	x_{215}	x_{216}
Variable No.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Variable	x_{223}	x_{224}	x_{225}	x_{226}	x_{227}	x_{228}	x_{236}	x_{237}	x_{238}	x_{317}
Variable No.	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Variable	x_{318}	x_{323}	x_{324}	x_{325}	x_{326}	x_{327}	x_{328}	x_{18}	x_{27}	x_{28}
Variable No.	31	32	33							
Variable	x_{29}	x_{38}	x_{39}							



INICIOS MAS PROXIMOS CON RECURSOS ILIMITADOS

No. de Restricción		Número de Variable																																		Restricción
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33		
		Coeficiente de Función-Objetivo																																		
		−4	−7	−3	−4	−5	−6	−7	−4	−5	−6	−3	−4	−5	−6	−7	−8	−6	−7	−8	−7	−8	−3	−4	−5	−6	−7	−8	65	65	65	65	65	65		
Terminación de Actividades	1	1																																		
	2		1																																	
	3			1	1	1	1	1																												
	4								1	1	1																									
	5											1	1	1	1	1	1																			
	6																	1	1	1																
	7																				1	1														
	8																						1	1	1	1	1	1								
Terminación de Proyectos	9		−1	−1	−1	−1	−1	−1																					3							
	10								−1	−1	−1	−1	−1	−1	−1			−1												3						
	11											−1	−1	−1	−1	−1		−1	−1												3					
	12											−1	−1	−1	−1	−1	−1	−1	−1	−1												3				
	13																				−1		−1	−1	−1	−1	−1						3			
	14																				−1	−1	−1	−1	−1	−1	−1	−1							2	
Secuencia	15	−1	1																																	
	16								−3	−2	−1							3	2	1																
Recursos por Período	17			2	2	2			1	1		2	2								2		1													
	18								1	1											1		3													
	19			2	2	2			1	1											1															
	20				2	2	2		1	1	1		2	2							2	2		1												
	21								1	1	1										1	1		3												
	22				2	2	2		1	1	1										1	1														
	23	−5				2	2	2	−1					2	2			2							1											
	24	−3	1						−1									2							3											
	25	−2	1			2	2	2	−1																											
	26			−2	−2	−2			−1	−1					2	2		2	2							1										
	27								−1	−1								2	2							3										
	28			−2	−2	−2			−1	−1																										
	29			−2	−2	−2	−2		−1	−1	−1					2	2		2	2							1									
	30								−1	−1	−1								2	2							2									
	31			−2	−2	−2	−2		−1	−1	−1																									
	32			−2	−2	−2	−2	−2				−2	−2	−2	−2	−2		−2	−2		−2							1								
	33		−1															−2	−2		−1							3								
	34		−1	−2	−2	−2	−2	−2													−1															
	35											−2	−2	−2	−2	−2	−2	−2	−2	−2	−2	−2	−1	−1	−1	−1	−1	−1								
	36																	−2	−2	−2	−1	−1	−3	−3	−3	−3	−3	−3								
	37																				−1	−1														

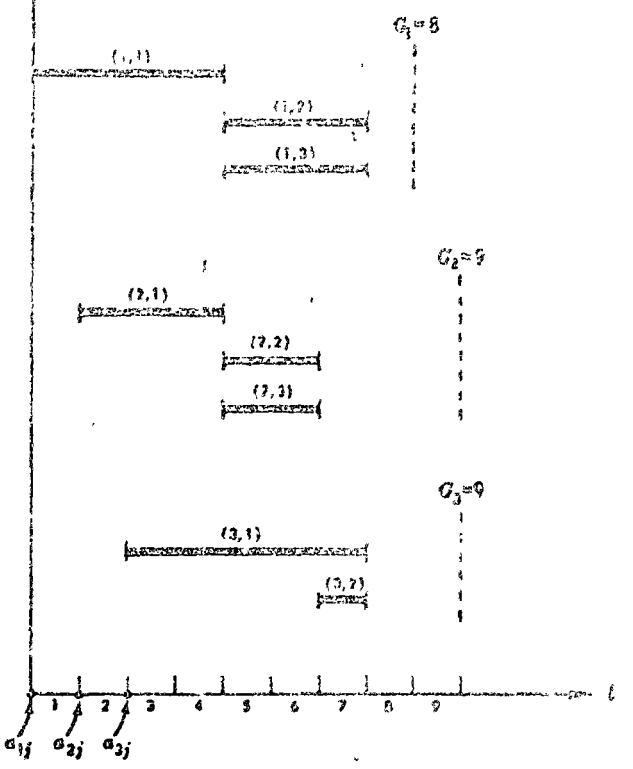
COEFICIENTES DE FUNCION OBJETIVO Y RESTRICCIONES

SOLUCION

Variable	t								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
x_{11t}	-	-	-	1	0	-	-	-	
x_{12t}	-	-	-	-	-	-	1	0	
x_{13t}	-	-	0	0	0	0	1	0	
x_{1t}	-	-	-	-	-	-	-	1	
x_{21t}	-	-	-	1	0	0	0	1	1
x_{22t}	-	-	0	0	0	1	0	0	0
x_{23t}	-	-	-	-	-	1	0	0	0
x_{2t}	-	-	-	-	-	-	1	1	1
x_{31t}	-	-	-	-	-	-	1	0	0
x_{32t}	-	-	0	0	0	0	1	0	0
x_{3t}	-	-	-	-	-	-	-	1	1

REQUERIMIENTÓ DE RECURSOS — DISPONIBILIDAD DE RECURSOS

										R_{kt}
k=1	5	6	8	8	8	8	5	0	0	8
k=2	3	4	5	5	4	4	5	0	0	5
k=3	2	3	4	4	4	4	4	0	0	4



SOLUCION OPTIMA

REFERENCIAS:

1) AGUIRRE
"Ruta Crítica. Modalidades y Extensiones"
Tesis Profesional, Universidad de Guanajuato. 1967

2) BERGE
"The Theory of Graphs"
Wiley. 1962

3) HADLEY
"Linear Programming"
Addison-Wesley. 1965

4) JAUFFRED, MORENO Y ACOSTA
"Métodos de Optimización, Programación Lineal-Gráficas"
Representaciones y Servicios de Ingeniería. 1971

5) MODER AND PHILLIPS
"Project Management with CPM and PERT"
Reinhold. 1966.

6) PRITSKER, WATTERS AND WOLFE
"Multiproject Scheduling with Limited Resources:
A zero-one Programming Approach".
Management Science; Vol. 16, No. 1, Sept. 1969

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

APLICACIONES DE LA INGENIERIA DE SISTEMAS A LA GESTION DE EMPRESAS

M. en C. Pedro Pablo Puig Llano

octubre de 1976

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5, primer piso. México 1, D F. Tels: 521-40-23 521-73-35 5123-123

METODOS INCORRECTOS

Considere las siguientes cuatro alternativas de inversión:

ALTERNATIVA	INVERSION INICIAL	BENEFICIOS NETOS POR AÑO AÑO 1	AÑO 2
A	10 000	10 000	—
B	10 000	10 000	1100
C	10 000	3 762	7762
D	10 000	6 762	5 762

Jerarquización por inspección:

B > A Costos y beneficios netos iguales excepto que B produce beneficios después de que A ha cesado de producirlos.

D > C Igual inversión, la suma de los beneficios netos que producen a lo largo de su vida útil es la misma (11524), pero como el dinero (o los beneficios) tienen un valor en el tiempo se prefiere la alternativa que proporciona mayores beneficios en fechas más próximas.

¿Se puede decir algo de B y D?

Rentabilidad de una inversión:

Como medida de eficiencia, se emplea el cociente de ingresos de una empresa entre el valor en libros de las inversiones. El emplear este indice para selección de inversiones conduce a errores.

El ingreso promedio de la empresa se calcula quitando la depreciación, si se emplea el valor en libros como denominador entonces el numerador y el denominador dependen del método empleado para calcular la depreciación de las inversiones

ALTERNATIVA	BENEFICIOS NETOS PROMEDIO	DEPRECIACION PROMEDIO	INGRESO PROMEDIO	VALOR EN LIBROS PROMEDIO	CORRIENTE (%)	JERARQUIA
A	10 000	10 000	0	5000	0	4
B	5550	5 000	550	5000	11	3
C	5762	5 000	762	5000	15	1
D	5762	5000	762	5000	15	1

NOTA.- Suponiendo depreciación lineal

Una variante de este método consiste en dividir el ingreso promedio entre el costo de la inversión (sin restarle ninguna depreciación)

ALTERNATIVA	COSTO	INGRESO PROMEDIO	COCIENTE (%)	JERARQUIA
A	10 000	0	0	4
B	10 000	550	5.5	3
C	10 000	762	7.6	1
D	10 000	762	7.6	1

El inconveniente principal de estos dos métodos es el no tener en cuenta el punto en el tiempo en que ocurren los flujos de costos y beneficios (emplean una tasa de interés del 0%).

Período de recuperación (PR):

I) Cálculo del número de períodos necesarios para recuperar el costo de la inversión inicial

II) Jerarquizar alternativas de acuerdo con sus períodos de recuperación respectivos. (tal vez se fije un PR máximo y no se acepten inversiones que lo excedan).

INVERSION	₡ 10 000	₡ 9 000
BENEFICIOS NETOS POR AÑO	₡ 2 000 /por año	₡ 1500/año
VIDA UTIL	10 años	7 años
	$PR = \frac{10\,000}{2\,000} = 5$ años	$PR = \frac{9000}{1500} = 6$ años

¿esta es la buena!

ALTERNATIVA	P. R.	JERARQUIA
A	1	1
B	1	1
C	1.8	4
D	1.7	3

FINAL DEL PERIODO	FACTOR DE DESCUENTO (i=15%)	ALTERNATIVA P: FLUJO MONETARIO	ALTERNATIVA P: VALOR PRESENTE	ALTERNATIVA Q: FLUJO MONETARIO	ALTERNATIVA Q: VALOR PRESENTE
0	1.0	- 1000	- 1000	- 1000	- 1000
1	0.8696	100	86.96	600	521.76
2	0.7561	200	151.32	100	75.61
3	0.6575	300	197.25	100	65.75
4	0.5718	400	228.72	100	57.18
5	0.4972	500	248.60	600	298.32
VALOR PRESENTE	i = 15%		- 87.15		18.63
	P. R.	4.00		4.14	

	ALTERNATIVA S	ALTERNATIVA T
INVERSION	- $ 8000	- $ 9000
BENEFICIOS NETOS ANUALES	+ $ 4000 / por año	+ $ 3000 / por año
VIDA UTIL	5 Años	5 Años
VALOR DE RESCATE	0	+ $ 8000
Tasa de interés mínima aceptable	10 %	10 %
Periodo de Recuperación	2 años	8 años
Valor presente	$ 7164	$ 7337

El valor de rescate es que inclina la balanza a favor de T

Inconvenientes del método del periodo de recuperación:

1) No considera los beneficios (ingresos) que ocurren después del periodo de recuperación
2) No considera el momento en el tiempo en que aparecen los flujos monetarios durante el periodo de recuperación (tasa de interes 0 %)

Posible utilidad:

Cuando la vida útil de las alternativas es la misma y fuera de la inversión inicial hay patrones uniformes en los flujos monetarios (esto con grandes recelos)

	ALTERNATIVA U	ALTERNATIVA V
INVERSION	$ 100	$ 80
BENEFICIOS NETOS ANUALES	$ 20 / por año	$ 10 / por año
VIDA UTIL	10 años	10 Años
P. R.	5 años	8 años
Tasa Interna de retorno	16 %	4 %

I) Si la tasa de interés mínima aceptable es > 16 % ninguna alternativa es aceptable
II) Si esa tasa esta entre 4% y 16 % se acepta la alternativa U
III) Si esa tasa es < 4 % ambas son aceptables y se prefiere U

Solo para II y III el metodo del P.R. nos es útil

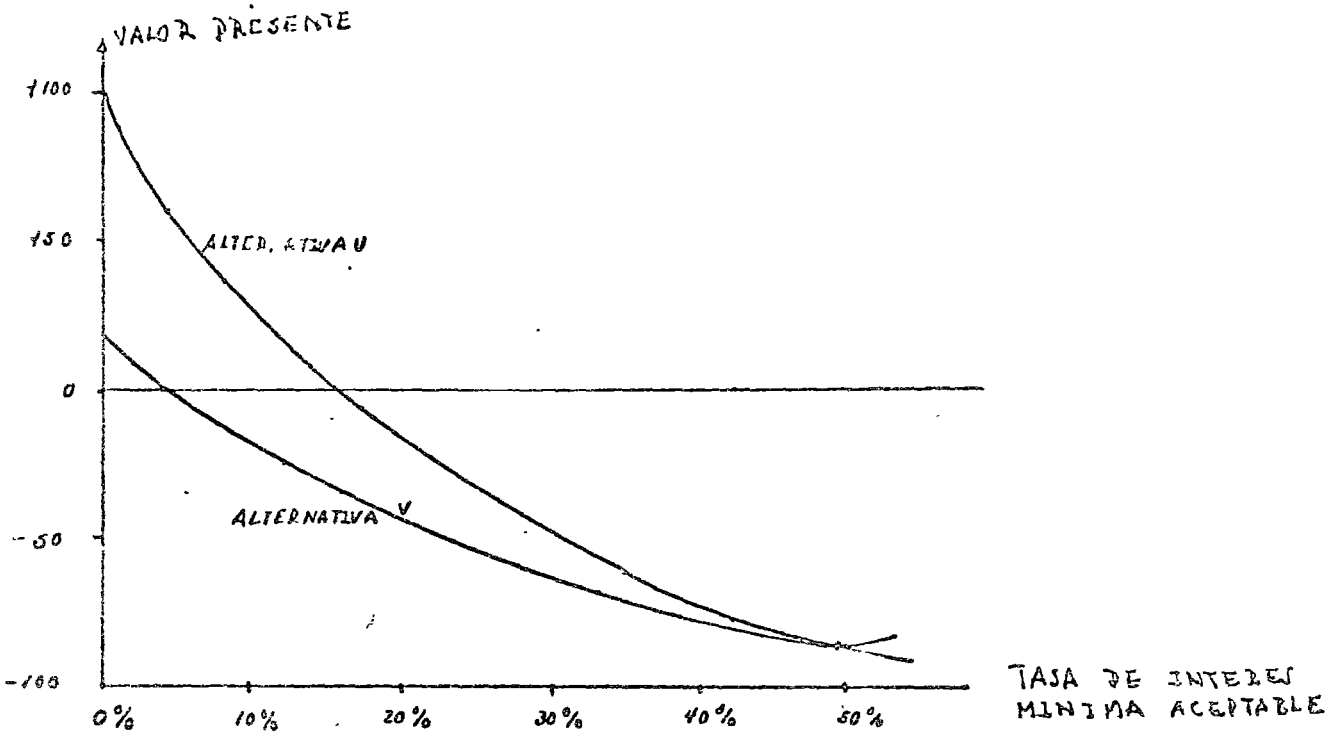
Supongas que una de las dos alternativas es la que se realizará solamente. ¿la inversión adicional de la alternativa U vale la pena?

FIN DEL PERIODO	ALTERNATIVA U	ALTERNATIVA V	DIFERENCIA
0	- 100	- 80	- 20
1 a 10	+ 20	+ 10	+ 10

P.R. de la diferencia 20/10 = 2 años

Tasa interna de retorno de la diferencia = 49 %

Seleccionar U para tasas de interés < 49 % de otra manera seleccionar V



El metodo del periodo de recuperación mide la rapidez con que las inversiones iniciales se recuperan

Cuando se emplearía

I) cuando las consecuencias futuras de una inversión son muy inciertas, se puede buscar recuperar inversiones lo más pronto posible

II) cuando el capital de una empresa es limitado y se espera que no aumentará mucho en los periodos siguientes

III) Si se esperan buenas oportunidades de inversion en el futuro, entonces se buscaran contar con capital para ello en ese momento

SELECCION DE ENTRE ALTERNATIVAS MULTIPLES

Métodos:
- Costo Anual
- Valor Presente
- Tasas Internas de Retorno
- Beneficio - Costo (o Costo - Beneficio)

Alternativas mutuamente excluyentes

- Técnicamente: Solo una alternativa es necesaria para cumplir con el objetivo o función.
- Financieramente: Una o mas alternativas se aceptarán, la restricción es impuesta por el capital con que se cuente (Análisis de tipo marginal).

Los métodos del costo anual y del valor presente son especialmente útiles al comparar varias alternativas, ya que a diferencia de los métodos de Beneficio - costo y de la tasa interna de retorno, proporcionan una jerarquización de las alternativas atendiendo a la magnitud de las cantidades que con ellos se obtenga.

Método del costo anual (o del beneficio anual equivalente):

	Tipo de sistema de calderas		
	Alfa	Beta	Chi
Inversión	50 000	70 000	100 000
Costo anual de operación	7 000	3 500	2 000
Costo anual de mantenimiento	2 000	1500	1 000
Valor de rescate	0	10 000	30 000
Vida útil (años)	20	20	20
Tasa de interés mínima aceptable	10 %	10 %	10 %
Costo Anual	14873	13 048	14 222

Estas alternativas son mutuamente exclusivas en el sentido técnico y uno de los sistemas propuestos debe ser elegido (Beta)

Método del valor presente:

Para disminuir costos en una planta se presentan dos planes, uno un sistema de bandas transportadoras y otro renovación de equipo en una de las líneas de producción. Se cuenta solo con $50000.00 para invertir, y la tasa de interés mínima aceptable es del 20 %

	bandas	equipo
Costo Inicial	50 000	50 000
Reducción de gastos anuales	20 000	15 000
Valor de rescate	10 000	20 000
vida útil	10	10
Valor Presente:	35 455	36 110

Las dos alternativas son mejores a la de no hacer nada, esto es, invertir $50 000 en algo obteniendo intereses del 20 % (valor presente = 0)

De las dos la renovación de equipo es mejor y se deben invertir $30 000 en ello y los restantes $20 000 en lo que produzca intereses del 20 %

Soluciones que requieren del análisis de incrementos.

Dos alternativas que financieramente son mutuamente excluyentes

Hipótesis del ejemplo: vida útil de cada alternativa 10 años
valor de rescate para cada una 0
tasa de interés mínima aceptable 6 %
capital total con que se cuenta $25000

Alternativa	Inversión	Beneficios netos anuales	tasa interna de retorno	valor presente de los beneficios	valor presente neto
A	10 000	1628	10 %	11 982	1982
B	20 000	3 116	9 %	22934	2934

Las tasas internas de retorno no indican "necesariamente" que la alternativa A es mejor que la B. Solo indican que desde el punto de vista de la tasa de interés mínima aceptable ambas son aceptables

Para saber si B es superior a A es necesario calcular la tasa interna de retorno de los incrementos (de la inversión adicional que B requiere)

	Δ Inversión	Δ Beneficios	tasa interna de retorno
B-A	10 000	1488	8 %

$\gtrsim$ mayor que 6 %
por lo tanto B $\succ$ A
(Resultado proporcionado por el método del valor presente)

Observación: se comparó B con A ya que se encontró que ambas son mejores que la alternativa de no hacer nada; si la tasa interna de retorno de A hubiera sido 4 % < 6 %, entonces B se hubiera comparado con la alternativa de no hacer nada exclusivamente.

ALTERNATIVA	INVERSION	BENEFICIOS ANUALES NETOS	TASA INTERNA DE RETORNO	VALOR PRESENTE NETO
A	10 000	1628	10 %	1982
B	20 000	3116	9 %	2934
C	50 000	7450	8 %	4832

Vidas útiles 10 años
Valores de rescate 0
T. de Interés mínima aceptable 6 %
capital total con que se cuenta 75000 ←

Suponiendo que las tres alternativas son técnicamente mutuamente exclusivas (solo una se llevará a cabo).

Las tres son aceptadas al compararlas con la alternativa de no hacer nada; las tasas internas de retorno son > 6%

la Alternativa B > A

	Δ Inversión	Δ Beneficios	Tasa interna de retorno
C - B	30 000	4334	7.3% > 6%

∴ C es la mejor alternativa

Suponiendo ahora que las alternativas son financieramente mutuamente exclusivas (mas de una de ellas puede llevarse a cabo).

POSIBLES PLANES		INVERSION INICIAL
I	NO HACER NADA	
II	SOLO A	
III	SOLO B	10 000
IV	SOLO C	20 000
V	A y B	50 000
VI	A y C	30 000
VII	B y C	60 000
VIII	A, B y C	70 000
		80 000 ← NO FACTIBLE

PLAN		INVERSION	BENEFICIOS NETOS ANUALES	VALOR PRESENTE NETO
V	A y B	30 000	4744	4 916
VI	A y C	60 000	9078	6 814
VII	B y C	70 000	10 566	7 766 ← ¡La buena!

¿cual sería la elección si se jerarquizara en base a la T.I.R.?

	Δ Inversion	Δ Beneficios	T. I. R.	ACEPTAR
II - I	10 000	1628	10 %	II
III - II	10 000	1468	8 %	III
IV - III	30 000	4334	7.3 %	IV
V - IV	0	410	∞	V
VI - V	30 000	4324	7.3 %	VI
VII - VI	10 000	1488	8.0 %	VII

Metodo del Beneficio - Costo :

Para un proyecto se obtiene el cociente

$$\frac{\text{Valor Presente de los Beneficios}}{\text{Valor Presente de los Costos}}$$ empleando una

tasa de interés mínima aceptable.

Si el cociente $B/C > 1$ el proyecto en cuestión es preferible a la alternativa de no hacer nada (que consistiría en invertir la cantidad disponible obteniendo réditos a la tasa de interés mínima aceptable).

El método requiere del análisis de incrementos y se cometen los mismos errores que con el de la TIR al jerarquizar inversiones de acuerdo al valor del cociente B/C.

Ejemplo: Una empresa tiene que decidir si expande sus instalaciones o si se cambia de ubicación para poder satisfacer la demanda de sus productos. Hay 4 posibilidades para expansión en el local donde se encuentra y para los dos posibles sitios a donde cambiarse también hay varias alternativas. La tasa de interés mínima aceptable es del 7%, la vida útil del proyecto es de 30 años

	ALTERNATIVA	INVERSION	COSTO ANUAL EQUIVALENTE A LA INVERSION		COSTO ANUAL MANTENIMIENTO	COSTO ANUAL OPERACION	COSTO TOTAL ANUAL
NO HACER NADA	A-1	0	0	+	60 = 60	2200	2260
	A-2	1500	121	+	35 = 156	1920	2076
	A-3	2000	161	+	30 = 191	1860	2051
	A-4	3500	282	+	40 = 322	1810	2132
	B-1	3000	242	+	30 = 272	1790	2062
	B-2	4000	322	+	20 = 342	1690	2032
	B-3	5000	403	+	30 = 433	1580	2013
	B-4	6000	484	+	40 = 524	1510	2034
	B-6	7000	564	+	45 = 609	1480	2089
	C-1	5500	443	+	40 = 483	1620	2103
	C-2	8000	645	+	30 = 675	1470	2145
	C-3	9000	725	+	40 = 765	1400	2165
	C-4	11000	886	+	50 = 936	1340	2276

Beneficios = Ahorro en costo de operación respecto a la alternativa de no hacer nada.

Costos = Incremento en los costos de inversión y mantenimiento respecto a la alternativa de no hacer nada.

	A-2	A-3	B-1	A-4	B-2	B-3	C-1	B-4	B-5	C-2	C-3	C-4
BENEFICIOS (Respecto a A-1)	280	340	410	390	510	620	580	690	720	730	800	840
COSTOS (Respecto a A-1)	96	131	212	262	282	373	423	464	549	615	705	876
B/C (Respecto a A-1)	2.92	2.60	1.93	1.49	1.81	1.66	1.37	1.49	1.31	1.19	1.13	0.98

ALTERNATIVA DEFENSORA	A-1	A-2	A-3	A-3	A-3	B-2	B-3	B-3	B-3	B-3	B-3	B-3
Δ B	280	60	90	50	170	110	-90	70	100	110	180	240
Δ C	96	35	81	131	131	91	50	91	176	242	332	503
Δ B/C	2.92	1.71	0.96	0.38	1.13	1.21	.40	.37	.57	0.45	0.54	0.48
DECISION A FAVOR DE	A-2	A-3	A-3	A-3	B-2	B-3	B3	B-3	B-3	B-3	B-3	B-3

La alternativa mejor es la B-3

OBJETIVOS MULTIPLES:

X = Ganancias
Y = Penetración en el mercado
Z = Calidad del producto

Beneficio = $0.8X + 0.2Y + 0.1Z$

Cuidando la rentabilidad de la inversión.

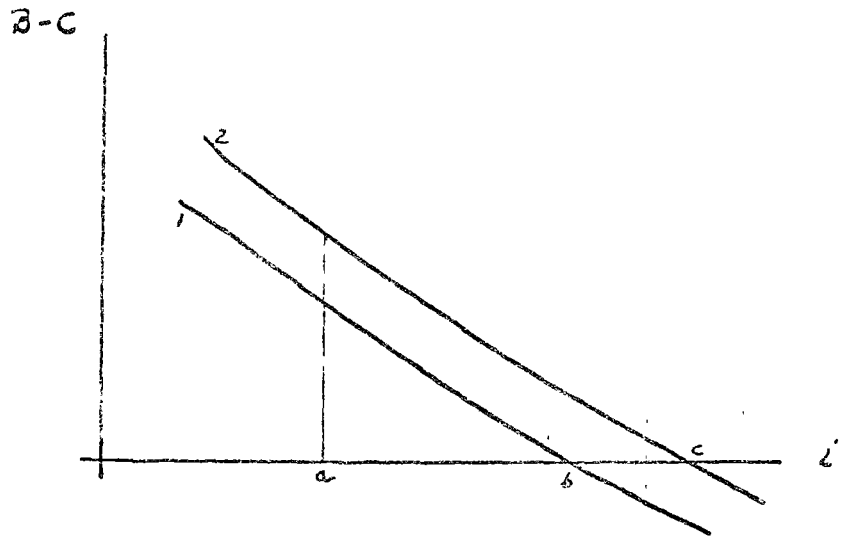
SELECCION DE LA TASA DE INTERES:

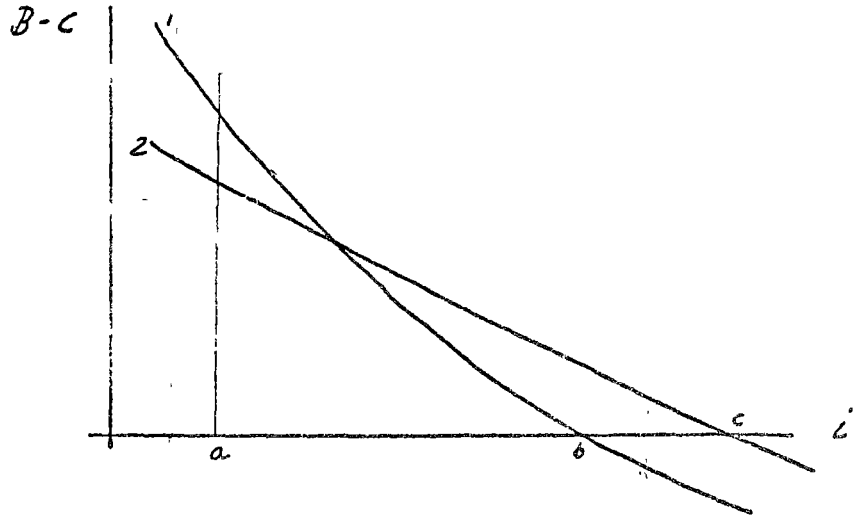
De una forma u otra en todos los métodos interviene una tasa de interes mínima aceptable. La determinación de esta tasa de interés involucra, principalmente, la consideración del costo de capital en el mercado y el nivel de ganancias que se desea obtener.

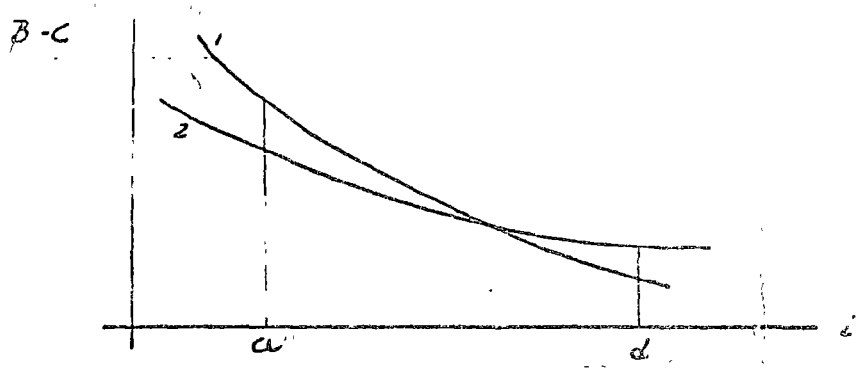
¿QUE METODO USAR?

Excepto para la tasa interna de retorno los demas metodos dependen de la tasa de interes minima aceptable de manera directa.

La consistencia de jerarquizaciones requiere se realicen análisis de sensibilidad de las soluciones obtenidas haciendo variar las tasas de interés, esto es obtener curvas como las siguientes







INCERTIDUMBRE Y RIESGO

- Los pronósticos de flujos de costos y beneficios no son seguros, luego es necesario contar con una técnica que tenga en cuenta la variabilidad de estos flujos.

Riesgo → se puede asignar una probabilidad a la ocurrencia de los flujos

Incertidumbre → no se puede asignar dicha probabilidad

Suponiendo independencia de las probabilidades, entonces se puede hablar de valores esperados de los flujos

$$E(X) = \sum_{J=1}^{M} X_J \, P(X_J)$$

y del valor presente esperado

$$E(V_0) = \sum_{J=1}^{n} E(r_J) \, (1+i)^{-J}$$

Ejemplo.-

Año			
0	Compra de planta	100 000	Ingresos seguros
1	Ventas de productos	10 000	
2	" " "	10 000	
3	" " "	10 000	
3	Venta de planta		

Precio	Probabilidad	Valor esperado
70000	0.2	14 000
90 000	0.4	36 000
110 000	0.4	44 000
		94 000

cálculo de la tasa interna de retorno esperada

$$100\,000 = 10\,000\,(1+i)^{-1} + 10\,000\,(1+i)^{-2} + 104\,000\,(1+i)^{-3}$$

$$i = 0.081 \quad \text{o} \quad i = 8.1\,\%$$

Esta tasa interna de retorno esperada debe acompañarse de alguna medida que indique su variabilidad, una de estas medidas sería la desviación estándar de la tasa interna de retorno

$$\sigma_i = \left[\sum_{J=1}^{n} (i_J - \bar{i})^2 \, P(i_J) \right]^{1/2}$$

donde i_j son las posibles tasas internas de retorno que ocurren con probabilidad $P(i_j)$

Posibles patrones de flujo monetario

Año		
1	10 000	$i_1 = 0$
2	10 000	$P(i_1) = 0.20$
3	80 000	

Año		
1	10 000	$i_2 = 0.069$
2	10 000	$P(i_2) = 0.40$
3	100 000	

Año		
1	10 000	$i_3 = 0.129$
2	10 000	
3	120 000	$P(i_3) = 0.40$

$$\sigma_i = \left[(0-0.081)^2(0.2) + (0.69-0.081)^2(0.4) + (0.129-0.081)^2(0.4) \right]^{1/2} = 0.048$$

el coeficiente de variación de esta tasa interna de retorno es $C(i) = \dfrac{\sigma_i}{\bar{i}} = \dfrac{0.048}{0.081} = 0.593$

Dimensionalidad de estos problemas:

Suponga que se tiene un proyecto de 4 años de duración, y en cada año se tienen 5 posibles flujos de capital, el numero de posibles flujos de capital es de $5^4 = 625$, esto es, hay necesidad de calcular 626 tasas internas de retorno.

PROBABILISTIC BENEFIT-COST CALCULATIONS

by

Gary S. Stacey and Richard W. Buxbaum

Battelle
Columbus Laboratories
505 King Avenue
Columbus, Ohio 43201

Paper presented at ORSA/TIMS National Meeting,
Las Vegas, Nevada, November 19, 1975

PROBABILISTIC BENEFIT-COST CALCULATIONS

by

Gary S. Stacey and Richard W. Buxbaum

INTRODUCTION AND SUMMARY

One of the major shortcomings of traditional benefit-cost analysis is the fact that a variety of data that reflect projections of future events underlie the derivation of the ratio. Such future events are usually given careful consideration in that the "best possible" estimate of the event is developed and used in the analysis. That is, estimates of benefit and cost streams are projected for each year of the project life and discounted, using present value techniques, to yield a benefit-cost ratio. In this paper, we suggest utilizing an analytic procedure where benefit and cost streams are expressed in probabilistic dimensions, thus permitting the generation of a series of multiple benefit-cost ratios, all of which are derived from the same data set. The model proposed* permits varying cost and benefit elements according to user specified probabilities. The key advantage to our approach is that benefit-cost estimates are presented as ranges, where the ranges are a function of the uncertainty ascribed to cost or benefit elements that cannot (or should not) be estimated exactly. Output is generated in the form of multiple solutions to the same problem which, in total, yield a profile of all possible combinations.**

It is suggested that a probabilistic approach to benefit-cost analysis has the following advantages:

- By incorporating a "built-in" sensitivity analysis, it effectively makes explicit the uncertainty involved in projecting future conditions.
- It permits estimators much greater flexibility in reporting their results.
- It forces the estimator to improve his data base, i.e., by conditioning his complete data set according to the confidence he has in each subset.
- It improves the opportunity for incorporating heretofore nonquantifiable factors into benefit-cost analysis.

*The probabilistic benefit-cost model is a specific refinement of a probabilistic cash-flow model also developed by the authors. Copies of the cash-flow paper, which includes an application, are available on request.

**To see the effects of value changes for particular parameters, the user need only select the solution which was derived from that particular combination of values.

THE PROBABILISTIC FRAMEWORK

Consider the estimation of a 10-year benefit stream from a given project. In the short run, estimates of use rates of facilities or benefits from injuries averted or lives saved might be estimated quite accurately. The expected variance about each mean might be reasonably low for the first several years. However, for the later years in the project time horizon, much more uncertainty may be associated with the estimates as, for example, opportunities for population shifts and changes in tastes occur. Deterministic estimates of such benefits simply cannot capture the uncertainty that may be associated with the estimates. Expressing the estimates of benefits in probabilistic terms, however, permits one to be more confident that the numbers offered reflect the full character of the input information. Instead of a benefit stream such as $\overline{B_1} = B_1, B_2, B_3, \ldots B_{10}$, the stream might be $\overline{P_1B_1} = P_1B_1, P_2B_2, P_3B_3, \ldots P_{10}B_{10}$, where B_i = project benefits for the ith year and P_i is the probability distribution associated with the annual estimate. This relationship is shown graphically in Figure 1.

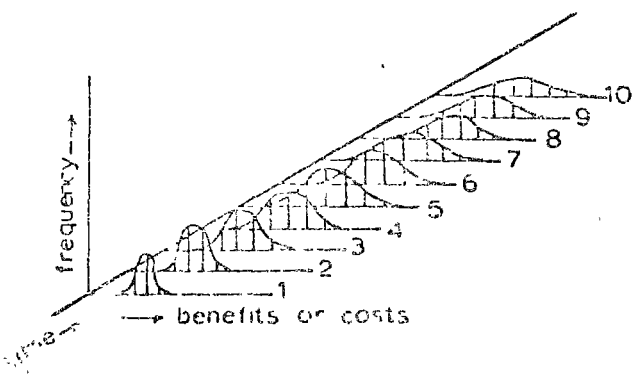


FIGURE 1. PROBABILITY DISTRIBUTIONS FOR BENEFITS OR COSTS OVER TIME

Estimation of cost elements over time can be developed probabilistically in the same manner as benefits. For many projects, such as public works projects, costs may be incurred primarily (or completely) in the first several time periods. However, for some projects, operating costs or costs of safety features, e.g., for automobiles or other products, may be incurred over a longer time period. In these latter cases, cost estimates may be conveniently expressed probabilistically:

$$\overline{P_iC_i} = P_1C_1,\ P_2C_2,\ P_3C_3,\ \ldots\ P_{10}C_{10}$$

C_i = project costs for the ith year.

Discounting these benefit and cost streams to the current time period and calculating a ratio results in a new probability distribution for each P*C and P*B, where the ratio is also expressed in probabilistic terms:

$$P*\left[\frac{B}{C}\right] = \frac{P*B}{P*C}.$$

Graphically, we have a relationship as shown in Figure 2 where benefit-cost (B-C) ratios are associated with a frequency distribution. Clearly, this distribution has a mean and variance reflecting the likelihood of achieving a particular B-C ratio for a given project. Thus, instead of one deterministic B-C ratio, we have a B-C ratio frequency distribution. Generally, a narrow, peaked distribution would reflect relatively less uncertainty regarding the outcome of the investment than would a broad, less peaked distribution.

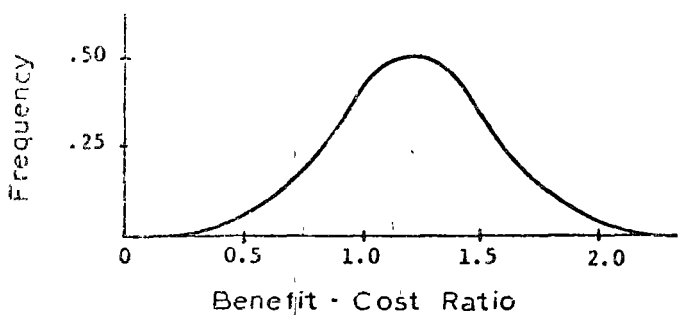


FIGURE 2. FREQUENCY DISTRIBUTION OF B-C RATIOS

THE PROBABILISTIC MODEL

The above considerations were incorporated into a computer program that accepts costs and benefits in a probabilistic format. The user selects the relevant time period and provides his best estimate of the streams of costs and benefits and their associated frequency distributions. It is not necessary to specify a particular distribution (i.e., normal, Poisson, chi-square, etc.); instead, the user may supply a point estimate or the likelihood of the parameter taking on any particular value. For example, he may state that the value will "probably" be x but there is a 20 percent chance that it will be x-y and perhaps a 30 percent chance that it will be x+z. This information is converted into a distribution as shown in Figure 3. While this is a simplified example, more probing may uncover that there is "some" chance of the parameter taking on a value smaller or larger than x-y or x+z respectively. This information may then be used to extend the distribution.

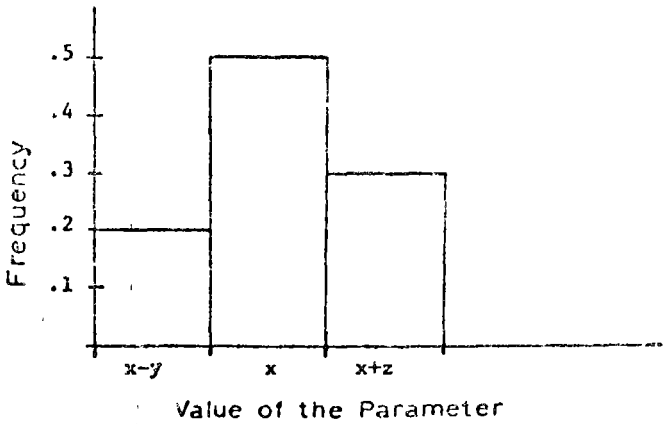


FIGURE 3. CONVERTING ESTIMATES INTO PROBAPILITY DISTRIBUTIONS

Total annual costs and total annual benefits may comprise many components. Thus, the program is written so as to be able to handle a large number of costs and benefits separately, where each one may be entered with different probability distributions and/or deterministically, as confidence in the parameter dictates. Additional flexibility in the program is provided for the user who has financial management responsibilities for invested funds, in that varying debt-equity ratios, external borrowing rates, and repayment schedules may be developed as required. Similarly, where appropriate, alternative tax and depreciation schedules are programmed as options.

Once the requisite input data and probability distributions have been specified and stored, the program, using a Monte Carlo selection process, selects a stream for each cost and each benefit, adds the annual totals, and discounts, using a predetermined rate, to the present. Thus a series of simulations are performed, the product of each one being a benefit-cost ratio estimate. All of the resulting estimates are stored and read out in the form of a frequency distribution similar to the one shown in Figure 2.

In comparing alternative projects, the decision maker may find the format in Figure 2 difficult to utilize. A more convenient way to compare two projects is shown in Figure 4. This

involves converting the frequency distributions into cumulative probability distributions (which can be individually printed by the computer). The resulting curve, f(A), indicates that the likelihood of project A achieving a B-C ratio of 0.5 or greater is 100 percent, and that the likelihood of achieving a B-C ratio of 1.0 or greater is 50 percent.

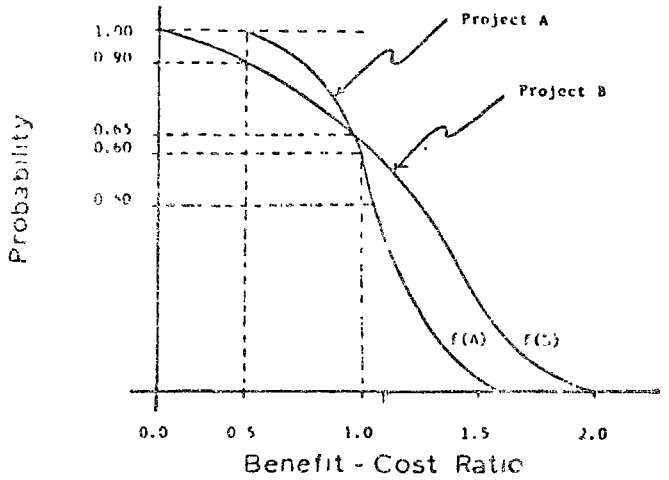


FIGURE 4. CUMULATIVE PROBABILITY DISTRIBUTIONS FOR TWO PROJECTS

Project B in Figure 4 has only a 90 percent chance of achieving a B-C ratio exceeding 0.5, with a 10 percent chance that the ratio will be between 0.0 and 0.5. However, there is also a 60 percent chance of the ratio exceeding 1.0 and about a 65 percent chance of the ratio exceeding the ratio for project A. Unquestionably, this type of comparison has much greater information content than if only the two "most likely" ratios had been calculated. As such, the project evaluation/investment decision is open to the application of a wider variety of decision techniques. It also places on the decision maker the burden of evaluating risk and making choices that implicitly (or explicitly) account for his risk averseness or risk acceptance. From these data he may wish to know:

- The median or mode of the frequency distribution
- The variance statistics for the frequency distribution
- Which project has the greater B-C ratio at the 50 percent probability level
- Where the curves of the cumulative distributions are given by f(A) for project A and f(B) for project B, calculate $D = \int_0^m f(B) - \int_0^m f(A)$, and if

  D > 0 choose project B
  or D ≤ 0 choose project A.

Clearly, there are many decision rules that may be developed and applied to this type of information. The computer program developed provides these distributions for the user to evaluate as he wishes. Also, alternative forms for the decision variable may be calculated and employed. These include present value of excess benefit, the ratio of excess benefits to costs, and the internal rate of return. The latter is calculated using a prepackaged algorithm for the solution of roots of a polynomial. Essentially, the stream of net benefits has alternative interest rates applied to it until the rate that establishes a zero present value for the stream of benefits and costs is identified.*

An Example

The following tables show an example of input data prepared and run for a regulatory policy action. The example is highly simplified for presentation here. Tables 1 and 2 show the costs and benefits associated with implementing two alternative regulatory policies. The annualized costs associated with Alternative A (Table 1) are lower than those for Alternative B. In addition, the probabilities associated with selecting costs at the lower limit of the range for each year are higher for Alternative A than those for Alternative B. Thus, when compared against the same estimates of benefits (Table 2), it is not surprising that the range of benefit-cost ratios generated for Alternative B are consistently higher than those for Alternative A. The resultant benefit-cost profiles (Figures 5a and 5b) indicate that the ranges generated are 3.2 to 5.1 and 1.8 to 3.1 for A and B, respectively. For the example presented, no overlap of the profile curves occurs (as in Figure 4). Table 3 presents two output iterations for Alternative A, one at the low end and one at the high end of the profile range. From Figure 5a it is noted that the 3.77 B-C ratio will be equalled or exceeded about 80 percent of the time, while the probability of equalling or exceeding the 4.83 B-C ratio is only 10 percent. Table 4 presents two output iterations for Alternative B. For the example data presented, Policy A is clearly superior to Policy B.

*The shortcomings of this and other decision variables for benefit-cost analysis are discussed very thoroughly in Cost-Benefit Analysis, An Introduction, by E. J. Mishan, Praeger, 1973, Part IV.

TABLE 1. COSTS OF IMPLEMENTING POLICY A VERSUS POLICY B

Year	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
	Mil. $	Prob. %	Mil. $	Prob. %	Mil. $	Prob. %	Mil. $	Prob. %	Mil. $	Prob. %	Mil. $	Prob. %	Mil. $	Prob. %	Mil. $	Prob. %	Mil. $	Prob. %	Mil. $	Prob. %
Alternative A Costs	57.6	.25	62.4	.25	72.0	.35	76.8	.35	86.4	.40	91.2	.40	96.0	.45	105.6	.45	115.2	.55	120.0	.55
	121.0	.50	131.0	.50	151.2	.40	161.3	.40	181.4	.40	191.5	.40	201.6	.45	221.8	.45	241.9	.35	252.0	.35
	147.8	.25	160.2	.25	184.8	.25	197.1	.25	221.8	.20	234.1	.20	246.4	.10	271.0	.10	295.7	.10	308.0	.10
	237.6		257.4		297.0		316.8		356.4		379.2		396.0		435.6		475.2		495.0	
Alternative B Costs	158.4	.15	171.6	.15	198.0	.25	211.2	.25	237.6	.30	250.8	.30	264.0	.35	290.4	.35	316.8	.40	330.0	.40
	185.8	.60	201.2	.60	232.2	.50	247.7	.50	278.6	.50	293.9	.50	309.6	.50	340.6	.50	371.5	.45	387.0	.45
	227.0	.25	246.0	.25	246.0	.25	302.7	.25	340.6	.20	359.7	.20	378.4	.15	416.2	.15	454.1	.15	473.0	.15
	363.6		393.9		454.5		484.8		545.4		575.7		606.0		666.6		727.2		757.5	

TABLE 2. BENEFITS ASSOCIATED WITH ALTERNATIVES A AND B

Year	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
	Mil. $	Prob. %	Mil. $	Prob. %	Mil. $	Prob. %	Mil. $	Prob. %	Mil. $	Prob. %	Mil. $	Prob. %	Mil. $	Prob. %	Mil. $	Prob. %	Mil. $	Prob. %	Mil. $	Prob. %
Benefits	76	.10	128	.10	158	.10	195	.10	200	.10	212	.10	205	.20	203	.20	199	.25	191	.25
	227	.50	384	.50	471	.45	584	.45	597	.40	635	.40	614	.30	606	.30	595	.30	572	.30
	379	.40	640	.40	785	.45	973	.45	995	.50	1058	.50	1023	.50	1010	.50	991	.45	954	.45
	531		896		1099		1362		1393		1481		1432		1414		1388		1335	

TABLE 3. SAMPLED COSTS, REVENUES, BENEFIT/COST RATIOS FOR ALTERNATIVE A
($ millions)

Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costs	145.4	153.1	250.4	117.7	308.9	172.3	98.9	237.1	164.9	270.3
Revenues	260.7	523.6	942.8	1284.0	1342.4	689.8	977.8	1141.6	1277.4	1329.9
B/C Ratio = 4.85										
Costs	177.6	147.5	162.5	259.2	196.7	202.5	116.9	270.2	119.3	178.3
Revenues	323.6	659.9	565.4	898.5	797.1	700.5	670.2	962.8	624.8	1069.4
B/C Ratio = 3.77										

TABLE 4. SAMPLED COSTS, REVENUES, BENEFIT/COST RATIOS FOR ALTERNATIVE B
($ millions)

Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costs	223.3	235.2	367.9	228.9	473.1	285.6	311.5	364.2	403.9	565.5
Revenues	260.7	523.6	942.8	1284.0	1342.4	689.8	977.8	1141.6	1277.4	1329.9
B/C Ratio = 2.78										
Costs	272.3	226.5	236.8	397.2	302.1	310.9	272.0	415.0	374.2	355.2
Revenues	323.6	659.9	565.4	898.5	797.1	700.5	670.2	962.8	624.8	1069.4
B/C Ratio = 2.24										

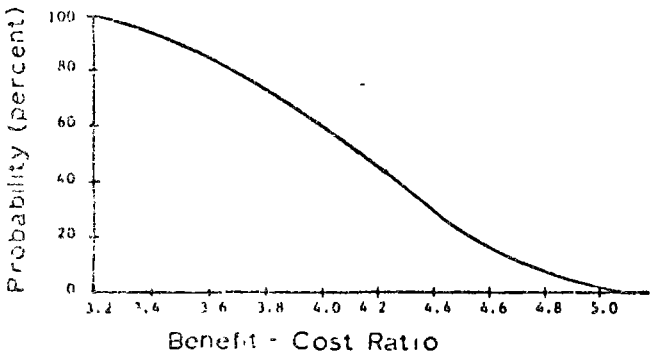


FIGURE 5A. BENEFIT-COST PROFILE FOR ALTERNATIVE A

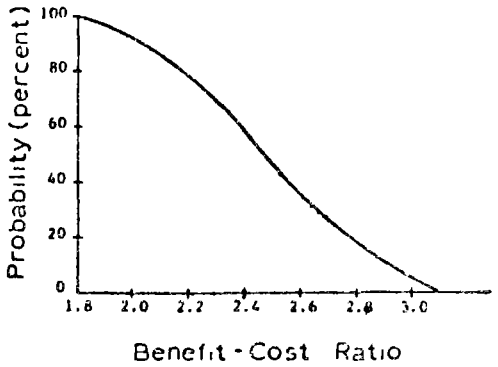


FIGURE 5B. BENEFIT-COST PROFILE FOR ALTERNATIVE B

Conclusions

The probabilistic approach discussed above has both advantages and disadvantages. The key feature of our method is that it substantially increases the information content to the user and gives him the opportunity to examine the decision he is making with respect to the likelihood of achieving a particular rate of return or ratio of benefits to costs. Additionally:

- The user of the method should have greater confidence in the numbers with which he is dealing. Albeit the numbers are not as definitive as a single deterministic estimate, the uncertainty underlying the data should be clearer.
- The decision maker may begin to deal with his propensity to accept risk. Two distributions with the same end points and means might be compared. The risk acceptor would choose the broad distribution.... a greater chance of higher return and a greater chance of failure. The risk averter would choose the peaked distribution reflecting the greater likelihood of achieving the median return but less chance of greater success or failure.
- Another feature of our method is that it permits those estimating benefits and costs much greater flexibility in reporting their results. The estimator can condition his estimates according to the confidence that he has in the underlying data.
- The opportunity for improving benefit and cost estimates by incorporating heretofore nonquantifiable factors should be improved when using this method. By attaching probability distributions to the data and incorporating them in the analysis may permit such factors as the value of human life, pain and suffering from injuries, and value of environmental amenities to be included in the analysis. The extent to which these difficult-to-quantify factors are included in the analysis will determine the characteristics of the frequency and cumulative probability distributions.
- A major disadvantage of our approach is that it may be a difficult mode for the unsophisticated decision maker to use. However, it is suggested that those who are deciding how to spend substantial amounts of money should not be unsophisticated.... they have an obligation to know the full implications of their decision. Nevertheless, the fact that use of this information requires new thought processes must be regarded as a drawback in achieving acceptability.
- The informational requirements may appear (to the cost and benefit estimators) to be much greater than those necessary to make a point estimate. While this is not necessarily true, the estimator must learn to translate his uncertainty into usable data. This, for some, will be a very difficult task.

INTRODUCTION

A civil engineering firm in a developing country uses large quantities of cement, much of which it has to import since indigenous supplies are insufficient. To eliminate, or at least reduce, its dependence on imports it is considering building one or more cement works for itself.

The firm, which we shall call Company S, has been prospecting for two years and has located two limestone deposits with what are estimated to be very considerable reserves. There are clay seams in the vicinity of both of these sites, so that it is technically possible to exploit them with a view to cement production.

To find out whether the project was worth considering, Company S began by bringing together certain statistical information about the local cement market, which enabled it to make a survey of that market, forecast its future trend and there by fix its own production targets. Taking these targets as a basis, Company S worked out a certain number of possible technical alternatives for the purposes of comparison.

The present case study follows the procedure adopted by Company S, and is, therefore, divided into three parts :

— The first part gives the information collected by Company S about the local cement market, which will enable the reader to analyse the existing market and forecast the future demand for cement in the country concerned.

— The second part sets out the findings of the market survey carried out by Company S, and describes the technical alternatives envisaged by the latter in the light of the production targets envisaged after the survey.

— The third part compares these alternatives from Company S's point of view. We shall also consider the possible effects these alternatives could have on the economy as a whole, and, more particularly, on public finance and the balance of payments, with a view to justifying the Company's projected request for finance from a foreign development assistance body.

This case study can therefore be used for training purposes in three stages : the first part can be given to the students to study ; a first discussion period is held on the market survey findings, and the technical information (second part) is handed out to the students to study ; a second discussion period is held covering the material given in the third part.

DEVELOPMENT CENTRE STUDIES

MANUAL OF INDUSTRIAL PROJECT ANALYSIS IN DEVELOPING COUNTRIES

VOLUME I

METHODOLOGY AND CASE STUDIES

Revised Edition

DEVELOPMENT CENTRE
OF THE ORGANISATION
FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT

1. INFORMATION ABOUT THE LOCAL CEMENT MARKET

1.1. General economic position

The country in question has an area of some 100,000 square kilometres. (A sketch map is provided at the end of Chapter 1.) It is administratively divided into nine provinces (numbered from 1 to 9) of varying economic importance.

The population is increasing steadily at something like 2.5 per cent per annum. Its trend over the last few years is shown in Table 2.1 :

Table 2.1. POPULATION (THOUSANDS)

At 1st January

YEAR	POPULATION	YEAR	POPULATION
1959	16,400	1962	17,600
1960	16,800	1963	18,000
1961	17,150	1964	18,500

Assuming that the population increases at the same rate (3 %) over subsequent years, it should number 20,000,000 by the beginning of 1967.

The country's economic growth rate is about 4.5 per cent per annum. During the period 1959-1964, the trend of gross domestic product (GDP), expressed in constant 1962 prices, was as shown in Table 2.2 below.

Table 2.2. GDP (MILLION 1962 DOLLARS)

YEAR	GDP	YEAR	GDP
1959	2,040	1962	2,280
1960	2,120	1963	2,410
1961	2,180	1964	2,510

For 1967 (final figures not yet published), GDP should be about $2,580 million in 1962 prices.

It is thought that, allowing for the projected development plans, the economic growth rate observed over the last few years should be maintained at more or less the same level during the years to come.

1.2. Information about the cement market

1.2.1. *Demand conditions*

In 1965, total consumption of cement was in the region of 660,000 tons, or 35 kg per capita, which is very much below the figures for developed countries.

Table 2.3 below shows the trend of total cement consumption during the period 1959-1964. The rate of growth during the period was 25 per cent per annum.

Table 2.3. CEMENT CONSUMPTION (THOUSAND TONS)

YEAR	CONSUMPTION	YEAR	CONSUMPTION
1959	200	1962	354
1960	229	1963	571
1961	320	1964	602

It should be noted that these statistics are based on two different sources : a breakdown of consumption by sector (the main headings being the private sector, the public sector and usage for military purposes) and statistics of local production and imports.

Finally, there is an interesting series of annual figures on housebuilding (published in a recent Ministry of Construction report), as shown in Table 2.4 below :

Table 2.4. NUMBER OF DWELLINGS BUILT PER ANNUM

YEAR	NUMBER OF DWELLINGS	YEAR	NUMBER OF DWELLINGS
1959	21,000	1962	70,000
1960	26,000	1963	86,000
1961	56,000	1964	85,000

In spite of the progress made since 1961, there are still on average 8 people per dwelling. The Development Plan coming into operation in 1966 therefore provides for a special housing drive, the target for 1968 being 160,000 houses.

1.2.2. *Supply conditions*

In 1964, there was only one cement works in operation in the country. It belongs to Company A, is located in province 9 (site a' on the attached map) and in 1964 produced 91,000 tons of cement.

In 1965, Company B opened a cement works in province 4 (site b' on the attached map) with a production capacity in the neighbourhood of 200,000 tons of cement per annum.

It is intended to enlarge these two works during 1966 and 1967, which will raise local production capacity to 650,000 tons of cement per annum from 1968, 290,000 tons for Works a' and 360,000 tons for Works b'.

The gap between local production and consumption is filled by imports. The price of imported cement is relatively steady at around $23 per ton CIF, on which the central Government levies 15 per cent import duty.

For local production, the selling price to consumers is fixed by the public authorities at $23 per ton, the cost of transport being paid by the producer.

Company S intends to forecast the future demand for cement on the basis of the above data and, by comparing it with local supply, work out its own production target for 1968.

Total cement consumption in 1968 may be forecast by proceeding as follows :

— Estimate GDP in 1968 based on the trend as shown by available data for the period 1959-1964.
— Establish a correlation between cement consumption and GDP. On the basis of this correlation and the projected value of GDP in 1968, estimate provisionally cement consumption in 1968.
— Find a correlation between cement consumption and the number of dwellings built during the year, and use it to make a second estimate of cement consumption in 1968 for comparison with the one obtained above.
— Look for supporting information by making comparisons with per capita cement consumption in other low-income countries.

2. RESULTS OF THE MARKET SURVEY AND DESCRIPTION OF THE TECHNICAL ALTERNATIVES CHOSEN FOR CONSIDERATION

2.1. RESULTS OF THE MARKET SURVEY

2.1.1. *Forecast of total cement consumption in 1968*

2.1.1.1. *Estimate of GDP in 1968*

Plotted on a graph over time (Graph 2.1), the values of the GDP show a rising, substantially linear trend for the period 1959-1964.

The following regression equation is obtained by the least squares method :

$$P = 94.86\,t + 1{,}924.66$$

P being the GDP expressed in $ million at 1962 prices and t the number of the year (taking t = 1 for 1959).

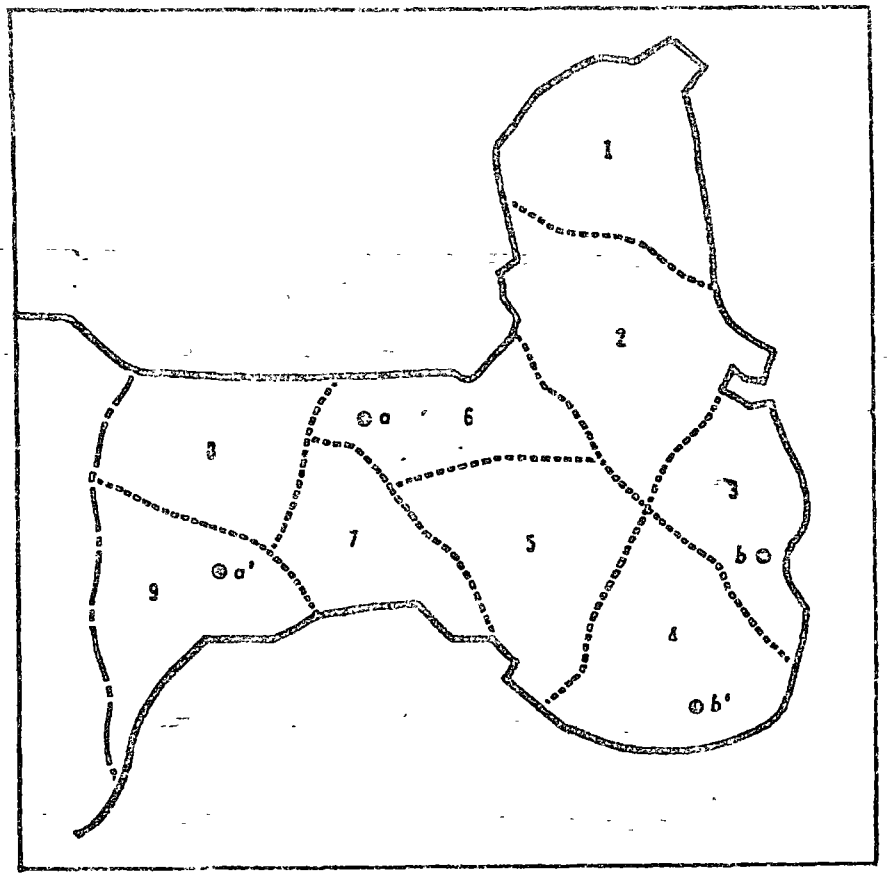
The corresponding coefficient of correlation is 0.994, which shows that the degree of correlation is very high[1].

In 1968 (i.e. for t = 10), GDP would therefore amount to $2,873 million (at 1962 prices).

2.1.1.2. *Estimate of cement consumption on the basis of GDP*

Graph 2.2 compares cement consumption each year with the corresponding GDP. The graph shows that the trend of the annual consumption of cement as a function of the corresponding GDP is substantially linear.

1. The method used here is a first approximation. It should be remembered that the association of an economic phenomenon (in this case the GDP) with time implies the basic assumption that all the factors which have contributed towards the past evolution of the GDP will continue to do so in future. This must be a simplification of reality.



KEY :

a, b } Sites of the limestone deposits located by Company S

a' Site of Company A's cement works

b' Site of Company B's cement works

The corresponding regression equation is :

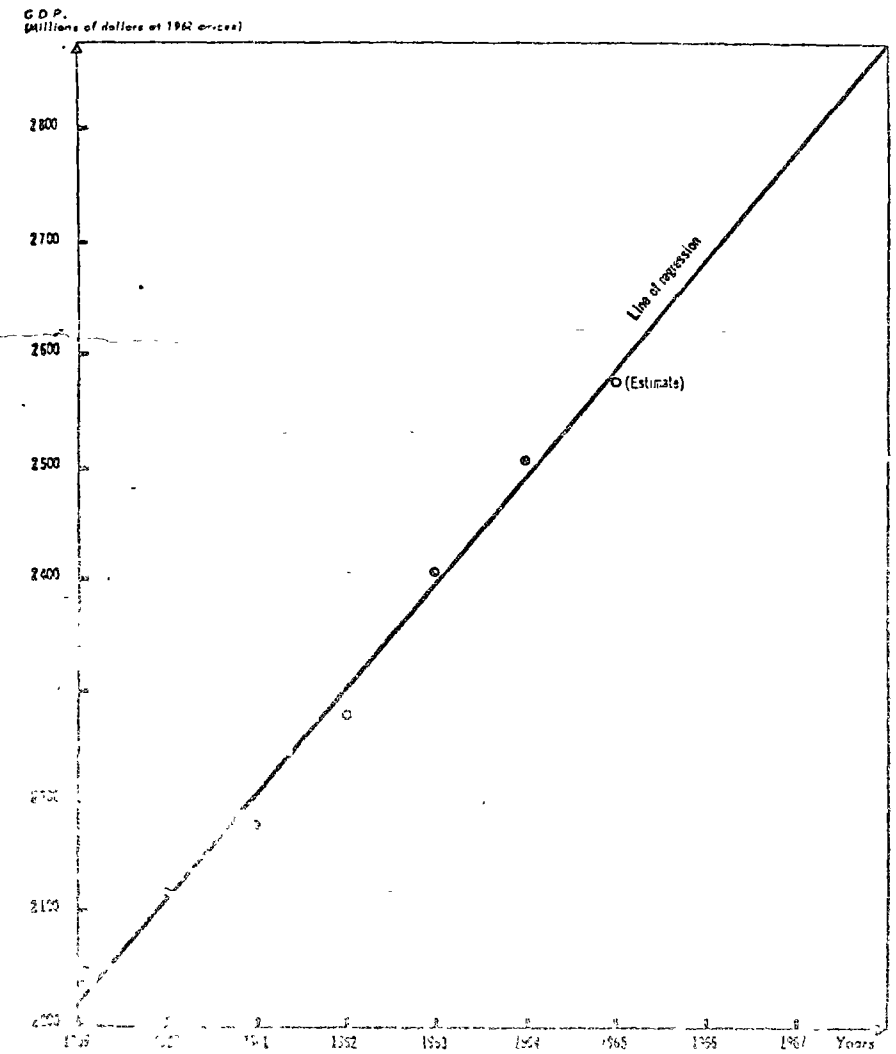
$$C = 0.934\,P - 1{,}728.4$$

C being cement consumption in thousand tons and P being GDP in millions of dollars at 1962 prices.

The coefficient of correlation is 0.979, which means that the correlation is significant.

Using the figure of $2,873 million for the GDP in 1968, we arrive at a total of 954,982 tons as a preliminary estimate of cement consumption in 1968.

Graph 2.1. TREND OF GDP



2.1.1.3. *Estimate of cement consumption on the basis of the number of dwellings to be built in the year*

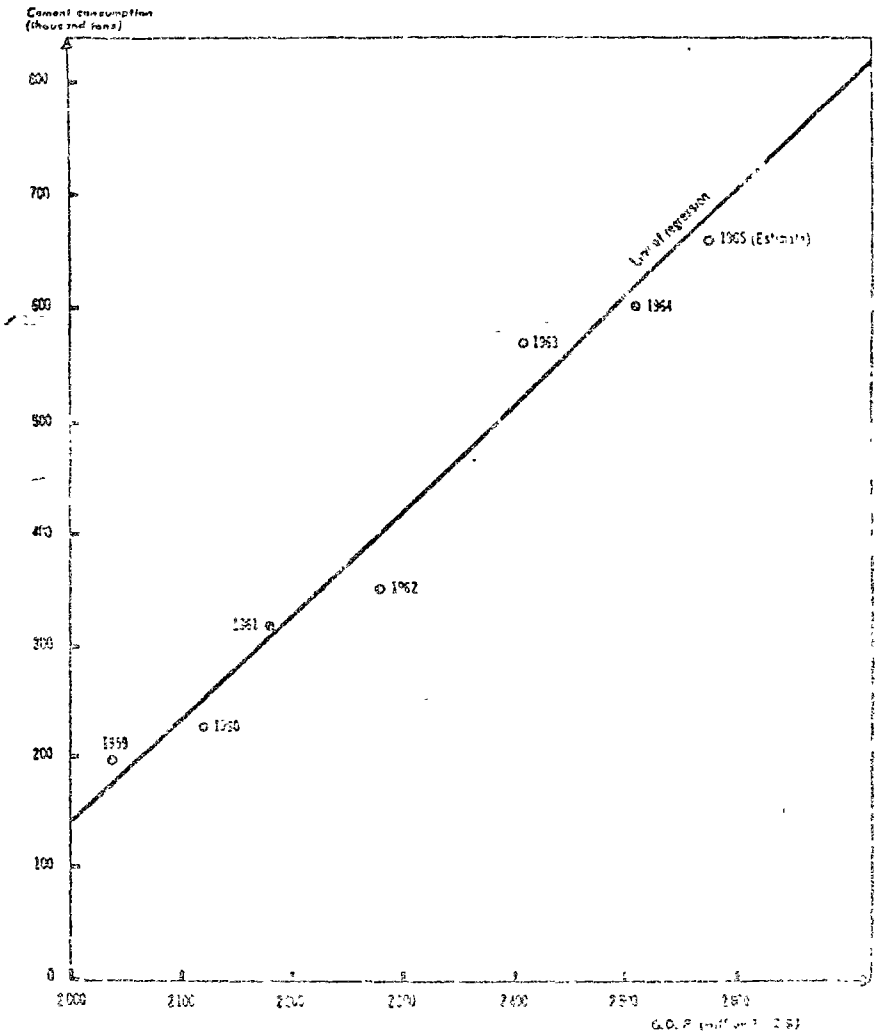
The linear correlation of cement consumption with the number of dwellings built each year (see Graph 2.3) is indicated by a regression line giving the following equation :

$$C = 5.304.x + 67.04$$

C being cement consumption in thousand tons and x the thousands of dwellings built in the year. The coefficient of correlation is 0.953.

On the basis of a programme for 160,000 dwellings to be built in 1968, we arrive at a second estimate of cement consumption in 1968, i.e. 915,037 tons.

Graph 2.2. CEMENT CONSUMPTION AS A FUNCTION OF GDP



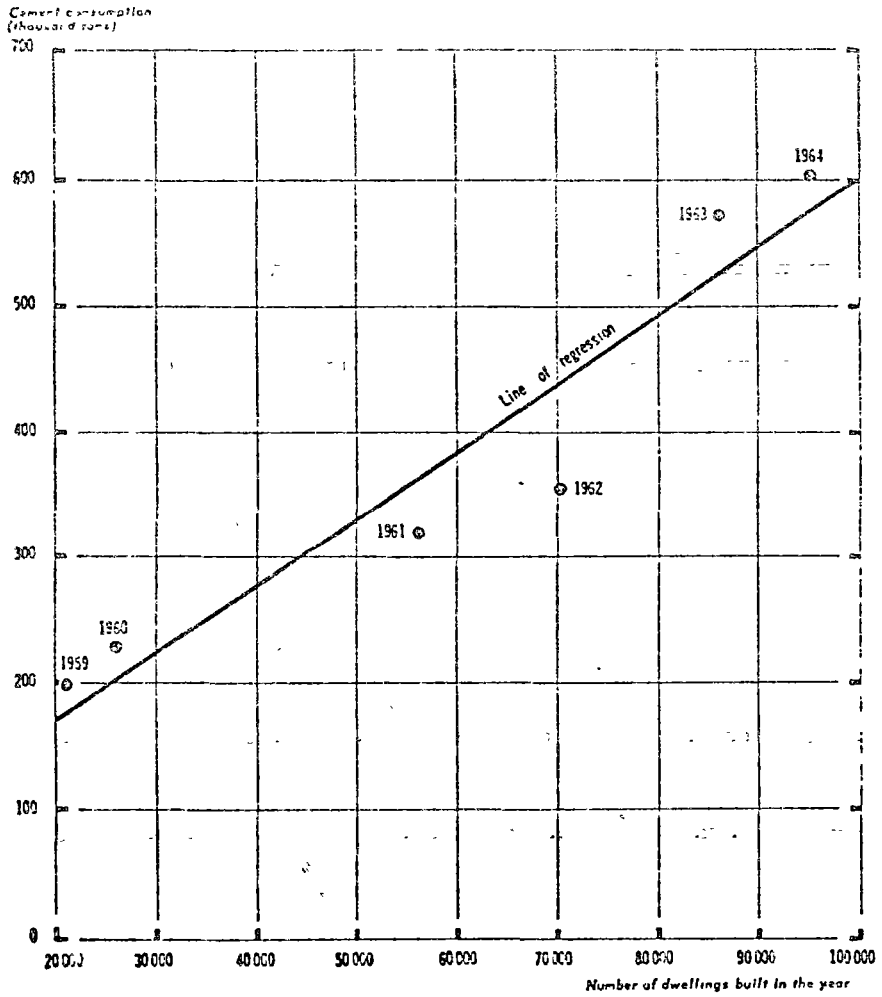
2.1.1.4. *Conclusion*

The two estimates of cement consumption in 1968 obtained above are fairly consistent, since they only differ by 4.18 % (if the calculation is made for 954,982 tons), or by 4.36 % (if the ratio is established with 915,037 tons). The estimate obtained on the basis of GDP is no doubt optimistic as it implicitly supposes that GDP will continue to grow during the next few years at the same rate as in the last few years, itself an optimistic assumption.

In short, it may very reasonably be estimated that *cement consumption will be at least 900,000 tons in 1968*, and this is the figure which will be used in what follows. Other methods could be used to project the future consumption of cement.

For example, one could try to establish correlations by using exponential formulae that relate consumption of cement to the national product, that

Graph CEMENT CONSUMPTION AS A FUNCTION OF THE NUMBER OF DWELLINGS BUILT



is to say formulae which assume that the growth of the national product is not a linear but an exponential function of time. If the use of exponential formulae can be justified as a result of an inspection of the correlation coefficients which they give between the dependent and independent variables, it will result in more optimistic estimates of the consumption of cement. Thus, since we have decided to be cautious, we have used linear formulae.

The likelihood of achieving this figure can be checked by comparing it performance in other countries. Graph 2.4 shows per capita cement consumption in the light of per capita GDP for a number of countries. The figures used in Table 2.5 below refer unless otherwise stated to 1962 and are taken from the 1963 Statistical Year Book and the 1965 Yearbook of National Accounts Statistics published by the Statistical Office of the United Nations Organisation. In the case of the country examined here, the figures refer to 1968 and result from the above estimates i.e. per capita GDP of $138.5 at 1962 prices and per capita cement consumption of 43.5 kg.

Graph 2.4 confirms that the consumption envisaged is comparable with that recorded in countries with an equivalent standard of living.

TABLE 2.5. PER CAPITA CEMENT CONSUMPTION AND INCOME FOR VARIOUS COUNTRIES IN 1962

COUNTRY	PER CAPITA G.D.P. (DOLLARS)	PER CAPITA CEMENT CONSUMPTION (KG)
Argentina	462	137.5
Brazil	179[1]	67
Gabon	203[1]	79.5
India	73	19
Indonesia	73[1]	6.5
Mexico	361	90
Paraguay	86[1]	29
Portugal	352	126.5
South Korea	110	37
South Vietnam	95	27
Turkey	272	80
UAR	156[1]	65.5
Upper Volta	43[1]	6

1. Estimate for 1961.

2.1.2. – *Breakdown of total demand by sector and by province*

a) *For 1968*

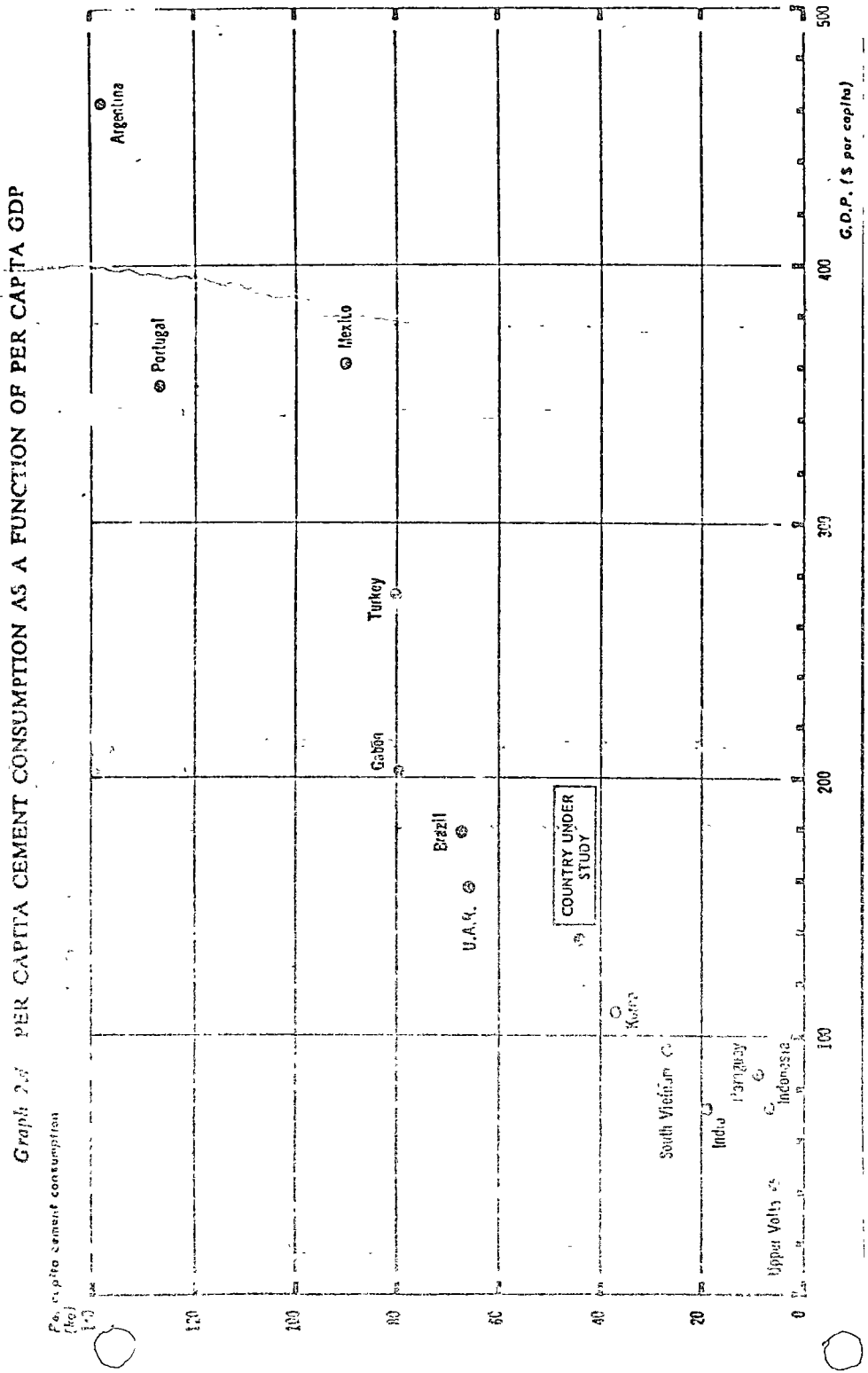
The breakdown of total demand for cement in 1968 by sector and by province can be forecast on the basis of the national and provincial development plans, and on the actual figures achieved in recent years.

The irrigation, housebuilding and road-building programmes give the following breakdown of total demand :

— Housebuilding	215,000 tons
— Irrigation	45,000 tons
— Dams	100,000 tons
— Roads	20,000 tons
— Military purposes	200,000 tons
— Other uses[1]	320,000 tons
Total	900,000 tons

Consumption under the first four headings may be broken down by province on the basis of the regional plans, but consumption for military purposes, which is secret, cannot be broken down in this way. This item can therefore only be added to « Other uses » and the corresponding consumption by province broken down on the basis of consumption observed in 1964. Table 2.6 below shows the final breakdown.

1. This is a residual figure.



Graph 2.6 PER CAPITA CEMENT CONSUMPTION AS A FUNCTION OF PER CAPITA GDP

TABLE 2.6. CEMENT CONSUMPTION IN 1968 BY PROVINCE ACCORDING TO END-USE

Tons

PROVINCE \ USE	HOUSE BUILDING	IRRIGATION	DAMS	ROADS	OTHER	TOTAL
1	31,000	—	—	—	142,000	173,000
2	23,000	3,000	—	—	40,000	66,000
3	16,000	2,000	100,000	1,000	46,000	165,000
4	28,000	4,000	—	—	53,000	85,000
5	31,000	3,000	—	10,000	47,000	91,000
6	30,000	24,000	—	—	33,000	87,000
7	25,000	3,500	—	—	44,000	72,500
8	15,000	1,000	—	—	82,000	98,000
9	16,000	4,500	—	9,000	33,000	62,500
Total	215,000	45,000	100,000	20,000	520,000	900,000

b) *After 1968*

The building of the dam in province 3 is due to begin in 1968 and will be spread over three years. The corresponding consumption of cement is again estimated to be 100,000 tons in 1969 and 1970.

For all other uses combined, it is estimated that demand for cement will rise after 1968 at appreciably the same rate in each province, 10,000 tons per annum per province.

2.1.3. *Choice of targets by Company S*

Company S believes that total demand for cement in 1968 will very probably be at least 900,000 tons. Since local productive capacity will then be 650,000 tons per annum, there will be a gap of 250,000 tons between local production and consumption.

To be on the safe side, *Company S selects a target for its own production of 200,000 tons in 1968.*

The composition of supply in 1968 would then be as follows :

— Works a'	290,000 tons
— Works b'	360,000 tons
— Company S	200,000 tons
— Imports	50,000 tons
Total	900,000 tons

2.2. DESCRIPTION OF ALTERNATIVES

There are five alternatives which differ the ones from the others either by the technique of cement production or by the location of the works.

2.2.1. *Technical alternatives*

Without going into a detailed description of the various methods of making cement, the general process is briefly as follows :

— quarrying and grinding the raw materials in order to obtain the raw mix ;

— burning » the raw mix in the kiln at 1,450°C in order to obtain the « clinker » ;
— grinding the clinker mixed with gypsum or other materials (e.g. blast furnace slag) ;
— bagging and distribution.

Two types of kiln are at present in use :

— the vertical kiln, and
— the horizontal (rotary) kiln.

The advantages of the vertical kiln are its lower investment cost and lower fuel consumption. On the other hand, the raw materials used must meet very precise specifications. Rotary kilns, however, have a larger, more regular output.

In the particular case we are studying, technical studies indicated that the characteristics of the raw materials available locally were such that either type of kiln could be used.

Chemical engineering studies showed that the optimum capacity of a vertical kiln would be such as to produce about 50,000 tons per annum.

Company S finally decided to consider three technical alternatives for producing the desired output of 200,000 tons per annum.

Alternative 1 : a 200,000-ton works equipped with one rotary kiln ;
Alternative 2 : a 200,000-ton works equipped with four vertical kilns each producing 50,000 tons a year ;
Alternative 3 : two 100,000-ton works, each equipped with two vertical kilns producing annually 50,000 tons a piece.

The following paragraphs set out the cost data for each of these alternatives.

2.2.2. *Choice of location*

As mentioned in the Introduction, Company S has found two limestone deposits at a in province 6 and b in province 3 (see map annexed to Chapter 1). It is possible to build a cement works with a production capacity of 200,000 tons of cement per annum on each of these sites.

2.2.3. *Alternatives to be compared*

By combining technical alternatives with those resulting from location, Company S has *five possible alternatives for comparison*, i.e. :

Alternative I : a 200,000-ton works equipped with rotary kiln at a ;
Alternative II : a 200,000-ton works equipped with rotary kiln at b ;
Alternative III : a 200,000-ton works equipped with four vertical kilns producing 50,000 tons at a ;
Alternative IV : a 200,000-ton works equipped with four vertical kilns producing 50,000 tons at b ;
Alternative V : two 100,000-ton works equipped with two vertical kilns producing 50,000 tons, one at a and one at b.

In order to compare these alternatives, Company S will calculate for each of them the present (discounted) value of the prospective yield for the period of operation envisaged (20 years).

Company S has chosen to discount profits at 8 per cent per annum, but an additional calculation will be made at 10 per cent per annum in order to see how this factor affects the results.

2.3. Investment costs

In all three cases, the period of construction will extend over the two years 1966 and 1967, production beginning early in 1968.

Table 2.7 below shows the total investment costs for each of the three technical alternatives. It is assumed that this expenditure will be divided equally between the two years 1966 and 1967.

Table 2.7. INVESTMENT COSTS

Millions of dollars.

	ALTERNATIVE I & II	ALTERNATIVE III & IV	ALTERNATIVE V[1]
Purchase of equipment and technical services	4.35	3.40	3.80
Infrastructure and installation work	2.10	1.80	2.00
Total	6.45	5.20	5.80

1. In this case, the corresponding expenditure has also to be divided between the two works.

Investment expenditure must also include the following estimates of requirements for working capital :

$300,000 for alternative I and II
$200,000 for alternative III and IV
$300,000 for alternative V

Half of this working capital will be employed in 1967 and the other half in 1968.

Some of these costs must be paid in dollars, the rest in local currency.

2.3.1. *Investment costs to be paid in dollars*

This type of expenditure corresponds to the first item in Table 2.7 above, i.e. purchase of equipment and foreign technical assistance. Dates for the renewal of equipment are known approximately.

Table 2.8 gives a breakdown of costs to be paid in dollars.

Table 2.8. INVESTMENT COSTS TO BE PAID IN DOLLARS

Millions of dollars.

	ALTERNATIVE I & II	ALTERNATIVE III & IV	ALTERNATIVE V
Renewable equipment :			
— every 20 years	1.35	0.90	1.00
— every 10 years	2.00	1.40	1.60
— every 5 years	0.50	0.60	0.70
Technical assistance (not renewable but repayable in 5 years)	0.50	0.50	0.50
Total	4.35	3.40	3.80

For tax purposes, depreciation on expensive equipment is calculated according to the life of such equipment.

2.3.2. *Investment costs to be paid in local currency*

This type of expenditure corresponds to the second heading in Table 2.7 above, i.e. infrastructure and installation costs, to which the working capital is added, as it is also disbursed in local currency.

Infrastructure and installation costs include:

— the purchase of land (no allowance for depreciation);
— the construction of buildings (to be depreciated for tax purposes over 20 years);
— civil engineering works (to be depreciated for tax purposes over 10 years);
— expenditure on technical research and training for supervisory staff and specialised workers (to be depreciated for tax purposes over five years);
— working capital (no allowance for depreciation), which is recovered when the factory is finally closed down.

None of these costs are renewable during the period concerned. The figures are given in Table 2.9.

TABLE 2.9. INVESTMENT COSTS TO BE PAID IN LOCAL CURRENCY

Millions of dollars.

	ALTERNATIVE I & II	ALTERNATIVE III & IV	ALTERNATIVE V
Land	0.25	0.25	0.25
Buildings	0.50	0.50	0.60
Civil engineering	1.20	0.90	1.00
Technical research and training	0.15	0.15	0.15
Total	2.10	1.80	2.00

2.4. OPERATING COSTS

Operating costs may be divided into fixed and variable costs.

2.4.1. *Fixed costs*

These costs are mainly overheads, and are estimated as follows:

— $300,000 per annum for Alternative I and II;
— $350,000 per annum for Alternative III and IV;
— $400,000 per annum for Alternative V.

2.4.2. *Variable costs*

Variable costs may be classified under six main headings: raw materials, power, productive manpower, maintenance, bagging and transport.

a) *Raw materials*

Extraction of the clay and limestone costs $1.38 per ton of cement produced (mainly for manpower).

Gypsum is imported at the CIF price of $10 per ton, to which must be added 15 per cent State import duty, and about 5 per cent for the cost of transport, the production of 1 ton of cement requiring about 30 kg of gypsum.

The above figures are the same for all the technical alternatives.

b) *Power*

The cost of electric power is $1.2 per ton of cement produced in all cases. This corresponds to a consumption of about 110 kWh per ton of cement.

The kilns burn anthracite mined locally. In the case of a vertical kiln producing 50,000 tons a year, the consumption of anthracite is 209 kg per ton of cement produced[1]. In the case of a rotary kiln, the anthracite has to be mixed with bituminous coal and 80 kg of this coal and 120 kg of anthracite are then needed per ton of cement produced.

Bituminous coal is imported at the CIF price of $20 per ton, to which must be added 15 per cent State import duty and about 5 per cent for the cost of transport.

The anthracite comes from a mine situated in province 3 near one of the two limestone deposits found by Company S. This deposit is located at *b*, the other being at *a* on the map at the end of Chapter 1), so that the anthracite costs $7 per ton delivered to *b* and $11 per ton delivered to *a*.

c) *Production workers*

The cost of production manpower is $0.8 per ton of cement produced in the case of Alternative 1 and $1.2 per ton of cement produced in the case of Alternative 2.

d) *Maintenance*

The cost of maintenance is $0.6 per ton of cement produced in the case of Alternative 1 and $0.5 per ton of cement produced in the case of Alternatives 2 or 3. The cost of major maintenance, which can be estimated at $150,000 in the case of Alternative 1 and $100,000 in the case of Alternatives 2 or 3, should be added.

e) *Bagging*

The cost of bagging is $1.4 per ton of cement produced, whatever alternative is chosen.

f) *Transport*

Transport costs depend on the site selected (see paragraph 2.2.2). Company S has concluded agreements with Companies A and B, which own cement works a' and b'. Under these agreements orders for cement will be divided between the various producing works so as to reduce total transport costs to a minimum, any import being in any case consumed in province 1 (it is in this province, which is a heavy consumer of cement and also the furthest from the production centres, that the delivery port for cement is situated).

1. The high consumption of anthracite is explained by the high ash content of the coal used.

Company S has made estimates (Table 2.10 below) of the cost of rail transport in 1968 for the cement produced. It is assumed that these estimates will still apply after 1968.

TABLE 2.10. COST OF CEMENT TRANSPORT

$ per ton.

FROM WORKS \ TO PROVINCE	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a	7.0	6.4	5.6	6.8	5.1	3.0	5.2	5.3	6.6
b	6.2	6.0	4.0	6.1	6.1	6.3	6.5	6.8	6.9
a'	7.2	7.0	6.9	6.8	6.7	6.6	5.8	5.7	5.5
b'	6.9	6.5	5.6	5.4	5.6	6.5	6.5	6.6	6.8

2.5. TAXATION OF PROFITS

Company S will be setting up a subsidiary company to operate the cement works, which will qualify for a reduced rate of taxation, i.e. 20 per cent of net profits (after provision for depreciation).

Any losses during one financial year can be carried forward to succeeding years.

3. COMPARISON OF POSSIBLE ALTERNATIVES

3.1. COMPARISON FROM THE POINT OF VIEW OF COMPANY S

The main criterion behind Company S's choice is maximum present value of prospective yield.

The prospective yield for a period of T years discounted at i per cent per annum is given by the equation:

$$B_a = -(I_a + R_a) + \sum_{p=1}^{T} \frac{R_p - D_p}{(1+i)^p}$$

I_a is the present (discounted) cost of initial investment, R_a the present (discounted) cost of renewals, R_p earnings in the year p, and D_p the operating expenditure for year P (including taxation of profits, excluding depreciation).

In the present case, the operational life to be discounted is 20 years, assuming that the residual value of the works at the end of those 20 years is nil. The calculations are made using two different discount rates. 8 per cent and 10 per cent.

In the following paragraphs we examine each of the factors involved in the calculation of the present (discounted) value of the prospective yield, i.e.:

- initial investment and renewals
- operating expenditure (other than cement transport costs)
- cement transport costs
- taxation of profits
- earnings.

3.1.1. *Schedule of investment and renewal expenditure*

Table 2.11 is based on the figures in section 2.3, and shows the schedule of investment and renewal expenditure for the period concerned for each of the alternatives considered.

TABLE 2.11. SCHEDULE OF INVESTMENT AND RENEWAL EXPENDITURE

Millions of dollars.

YEAR	ALTERNATIVE I OR II	ALTERNATIVE III OR IV	ALTERNATIVE V
1966	3.25	2.60	2.90
1967	3.35	2.70	3.05
1968	0.15	0.10	0.15
1973	0.50	0.60	0.70
1978	2.50	2.00	2.30
1983	0.50	0.60	0.70

3.1.2. *Operating expenditure (excluding cement transport)*

Table 2.12 is based on the figures in section 2.4 and shows the annual operating expenditure (other than cement transport) for a 200,000-ton output for each of the alternatives considered.

TABLE 2.12. ANNUAL OPERATING EXPENDITURE (OTHER THAN TRANSPORT)

Thousands of dollars.

	ALTERNATIVE I	ALTERNATIVE II	ALTERNATIVE III	ALTERNATIVE IV	ALTERNATIVE V
Overheads	300	300	350	350	400
Clay and limestone	276	276	276	276	276
Gypsum	72	72	72	72	72
Electric power	240	240	240	240	240
Anthracite	264	168	460	293	376
Bituminous coal	384	384	—	—	—
Production manpower	160	160	240	240	240
Maintenance	120	120	100	100	100
Bagging	280	280	280	280	280
Major maintenance	150	150	100	100	100
Total	2,246	2,150	2,118	1,951	2,084

3.1.3. *Schedule of cement transport costs*

In order to work out these schedules, optimum distribution of local cement production has to be calculated for each year and each alternative, i.e. the distribution whereby total transport costs are lowest (see section 2.4.2, sub-section f). As an example, Table 2.13 shows the optimum distribution of cement availabilities in 1968 for Alternatives I or III (a 200,000-ton cement works at a).

TABLE 2.13. BREAKDOWN OF CEMENT SUPPLIES IN 1968 FOR ALTERNATIVES I OR III

Thousands of tons.

FROM \ TO	IMPORTS	WORKS a	WORKS a'	WORKS b'	TOTAL
1	50		79	44	173
2				66	66
3				165	165
4				85	85
5		91			91
6		87			87
7		22	50.5		72.5
8			98		98
9			62.5		62.5
Total	50	200	290	360	900

Using the cost data set out in Table 2.10, this breakdown gives a total transport cost for Works a of:

$$(91 \times 5.1) + (87 \times 3.0) + (22 \times 5.2) = \$839{,}500.$$

Table 2.14 on the following page shows for all the alternatives considered the schedules of cement transport costs over the period concerned. Transport costs given in this table have been calculated by supposing that the 1968 tariff of Table 2.10, will remain valid for the following years, and on the basis of demand estimates from each of the Provinces (see paragraph 2.1.2).

3.1.4. *Schedule of depreciation*

Table 2.15 below is based on the figures in section 2.3 and shows the schedule of depreciation for all the alternatives considered.

It should be noted that the calculation of depreciation is necessary solely for taxation purposes. Strictly speaking, it is not required when calculating the present value of the prospective yield.

3.1.5. *Earnings*

The selling price fixed by the public authorities (see section 1.2.2) is $23 per ton, so that annual earnings in each case are $4.6 million.

3.1.6. *Operating accounts*

Tables 2.16, 2.17, 2.18, 2.19 and 2.20 show for each alternative the annual operating accounts of the Company running the cement works. The following terms are used in the tables:

— Gross trading profit, for the difference between earnings and operating costs (operating expenditure other than transport and transport costs).

— Net trading profit, for the gross trading profit less depreciation.

— Profit after tax, for the gross trading profit less tax.

Liquidity problems have not been analysed here. A quick check will show that there should not be any.

TABLE 2.14. SCHEDULE OF CEMENT TRANSPORT COSTS[1]

Thousands of dollars.

YEAR	ALTERNATIVE I OR III	ALTERNATIVE II OR IV	ALTERNATIVE V
1968	839.5	870	727.3
1969	816.5	850	706.3
1970	795.3	830	700
1971	774.3	1,011.8[2]	710
1972	753.3	990	700
1973	732.3	970	700
1974	711.3	950	700
1975	690.3	930	700
1976	669.3	910	700
1977	648.3	890	700
1978	627.3	870	700
1979	606.3	850	700
1980	600	830	700
1981	600	810	700
1982 and beyond	600	800	700

1. No allowance is made for the building of new factories which might alter the distribution of deliveries and consequently transport costs. The effects of such new buildings would be small as new cement works undoubtedly be built in provinces that so far do not have any. In any case, changes in supply areas will only take place in the distant future, and the discounting process used minimises the increase in costs that they might entail.

2. This rise in transport costs is due to the fall in demand in province 3 (end of dam-building work), where Works b is located.

TABLE 2.15. SCHEDULE OF DEPRECIATION

Thousands of dollars.

YEAR	ALTERNATIVE I OR II	ALTERNATIVE III OR IV	ALTERNATIVE V
1968 - 1972	642.5	550	610
1973 - 1977	512.5	420	480
1978 - 1987	392.5	330	380

3.1.7. *Calculation of present (discounted) value of prospective yield. Effect of forecasting errors and conclusions*

By discounting back to 1966 the schedule of investment and renewal expenditure (Table 2.11) and the schedule of operating profits (Tables 2.16, 2.17, 2.18, 2.19 and 2.20), the difference between the two gives the value in 1966 of the prospective yield for each of the alternatives considered. Table 2.21 shows the results discounted respectively at 8 per cent and 10 per cent.

This table shows that, whether the discount rate is 8 or 10 per cent, the alternatives can be classified in decreasing order of present value of prospective yield as follows: III, IV, V, I, II.

In theory, *Company S should therefore choose Alternative III*, i.e. build a 200,000-ton cement works equipped with four vertical kilns on the deposit found in province 6 (site a). However, it will be noted that the margin is relatively small between this alternative and Alternative IV, which only differs from the former in the choice of site for the cement works

TABLE 2.16. ANNUAL OPERATING ACCOUNTS FOR ALTERNATIVE I

Thousands of dollars.

YEAR	EARNINGS	OPERATING EXPENDITURE*	TRANSPORT	1 GROSS TRADING PROFIT	DEPRECIATION	2 NET TRADING PROFIT	3 TAX	4 PROFIT AFTER TAX
	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*
1968	4,600	2,246	839.5	1,514.5	642.5	872	174.4	1,340.1
1969	4,600	2,246	816.5	1,537.5	642.5	895	179	1,358.5
1970	4,600	2,246	795.3	1,558.7	642.5	916.2	183.2	1,375.5
1971	4,600	2,246	774.3	1,579.7	642.5	937.2	187.4	1,392.3
1972	4,600	2,246	753.3	1,600.7	642.5	958.2	191.6	1,409.1
1973	4,600	2,246	732.3	1,621.7	512.5	1,109.2	221.8	1,399.9
1974	4,600	2,246	711.3	1,642.7	512.5	1,130.2	226	1,416.7
1975	4,600	2,246	690.3	1,663.7	512.5	1,151.2	230.2	1,433.5
1976	4,600	2,246	669.3	1,684.7	512.5	1,172.2	234.4	1,450.3
1977	4,600	2,246	648.3	1,705.7	512.5	1,193.2	238.6	1,467.1
1978	4,600	2,246	627.3	1,726.7	392.5	1,334.2	266.8	1,459.9
1979	4,600	2,246	606.3	1,747.7	392.5	1,355.2	271	1,476.7
1980 to 1987	4,600	2,246	600	1,754.0	392.5	1,361.5	272.3	1,481.7

* Other than cement transport.
1. $d = a - (b + c)$
2. $f = d - e$
3. $g = 20/100\, f$
4. $h = d - g$

TABLE 2.17. ANNUAL OPERATING ACCOUNTS FOR ALTERNATIVE II

Thousands of dollars.

YEAR	EARNINGS	OPERATING EXPENDITURE*	TRANSPORT	1 GROSS TRADING PROFIT	DEPRECIATION	2 NET TRADING PROFIT	3 TAX	4 PROFIT AFTER TAX
	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*
1968	4,600	2,150	870	1,580	642.5	937.5	187.5	1,392.5
1969	4,600	2,150	850	1,600	642.5	957.5	191.5	1,408.5
1970	4,600	2,150	830	1,620	642.5	977.5	195.5	1,424.5
1971	4,600	2,150	1,011.8	1,438.2	642.5	795.7	159.1	1,279.1
1972	4,600	2,150	990	1,460	642.5	817.5	163.5	1,296.5
1973	4,600	2,150	970	1,480	512.5	967.5	193.5	1,286.5
1974	4,600	2,150	950	1,500	512.5	987.5	197.5	1,302.5
1975	4,600	2,150	930	1,520	512.5	1,007.5	201.5	1,318.5
1976	4,600	2,150	910	1,540	512.5	1,027.5	205.5	1,334.5
1977	4,600	2,150	890	1,560	512.5	1,047.5	209.5	1,350.5
1978	4,600	2,150	870	1,580	392.5	1,187.5	237.5	1,342.5
1979	4,600	2,150	850	1,600	392.5	1,207.5	241.5	1,358.5
1980	4,600	2,150	830	1,620	392.5	1,227.5	245.5	1,374.5
1981	4,600	2,150	810	1,640	392.5	1,247.5	249.5	1,390.5
1982 to 1987	4,600	2,150	800	1,650	392.5	1,257.5	251.5	1,398.5

* Other than cement transport.
1. $d = a - (b + c)$
2. $f = d - e$
3. $g = 20/100\, f$
4. $h = d - g$

Table 2.18. ANNUAL OPERATING ACCOUNTS FOR ALTERNATIVE III

Thousands of dollars

YEAR	EARNINGS	OPERATING EXPENDITURE*	TRANSPORT	1 GROSS TRADING PROFIT	DEPRECIATION	2 NET TRADING PROFIT	3 TAX	4 PROFIT AFTER TAX
	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*
1968	4,600	2.118	839.5	1,642.5	550	1,092.5	218.5	1,424.0
1969	4,600	2.118	816.5	1,665.5	550	1,115.5	223.1	1,442.4
1970	4,600	[illegible]	795.3	1,686.7	550	1,136.7	227.3	1,459.4
1971	4,600	[illegible]	774.3	1,707.7	550	1,157.7	231.5	1,476.2
1972	4,600	[illegible]	753.3	1,728.7	550	1,178.7	235.7	1,493.0
1973	4,600	2.118	732.3	1,749.7	420	1,329.7	265.9	1,483.8
1974	4,600	2.118	711.3	1,770.7	420	1,350.7	270.1	1,500.6
1975	4,600	2.118	690.3	1,791.7	420	1,371.7	274.3	1,517.4
1976	4,600	2.118	669.3	1,812.7	420	1,392.7	278.5	1,534.2
1977	4,600	2.118	648.3	1,833.7	420	1,413.7	282.7	1,551.0
1978	4,600	2.118	627.3	1,854.7	330	1,524.7	304.9	1,549.8
1979	4,600	2.118	606.3	1,875	330	1,545.7	309.1	1,566.6
1980 to 1987	4,600	2.118	600	1,882.0	330	1,552	310.4	1,571.6

* Other than cement transport.
1. $d = a - (b + c)$
2. $f = d - e$
3. $g = 20/100\ f$
4. $h = d - g$

Table 2.19. ANNUAL OPERATING ACCOUNTS FOR ALTERNATIVE IV

Thousands of dollars

YEAR	EARNINGS	OPERATING EXPENDITURE*	TRANSPORT	1 GROSS TRADING PROFIT	DEPRECIATION	2 NET TRADING PROFIT	3 TAX	4 PROFIT AFTER TAX
	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*
1968	4,600	1,951	870	1,779	550	1,229	245.8	1,533.2
1969	4,600	1,951	850	1,799	550	1,249	249.8	1,549.2
1970	4,600	1,951	830	1,819	550	1,269	253.8	1,565.2
1971	4,600	1,951	1,011.8	1,637.2	550	1,087.2	217.4	1,419.8
1972	4,600	1,951	990	1,659	550	1,109	221.8	1,437.2
1973	4,600	1,951	970	1,679	420	1,259	251.8	1,427.2
1974	4,600	1,951	950	1,699	420	1,279	255.8	1,443.2
1975	4,600	1,951	930	1,719	420	1,299	259.8	1,459.2
1976	4,600	1,951	910	1,739	420	1,319	263.8	1,475.2
1977	4,600	1,951	890	1,759	420	1,339	267.8	1,491.2
1978	4,600	1,951	870	1,779	330	1,449	289.8	1,489.2
1979	4,600	1,951	850	1,799	330	1,469	293.8	1,505.2
1980	4,600	1,951	830	1,819	330	1,489	297.8	1,521.2
1981	4,600	1,951	810	1,839	330	1,509	301.8	1,537.2
1982 to 1987	4,600	1,951	800	1,849	330	1,519	303.8	1,545.2

* Other than cement transport.
1. $d = a - (b + c)$
2. $f = d - e$
3. $g = 20/100\ f$
4. $h = d - g$

TABLE 2.20. ANNUAL OPERATING ACCOUNTS FOR ALTERNATIVE V

Thousands of dollars.

YEAR	EARNINGS	OPERATING EXPENDITURE*	TRANSPORT	1 GROSS TRADING PROFIT	DEPRECIATION	2 NET TRADING PROFIT	3 TAX	4 PROFIT AFTER TAX
	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*
1968	4,600	2,084	727.3	1,783.7	610	1,178.7	235.7	1,553.0
1969	4,600	2,084	706.3	1,809.7	610	1,199.7	239.9	1,569.8
1970	4,600	2,084	700	1,816.0	610	1,206	241.2	1,574.8
1971	4,600	2,084	710	1,806.0	610	1,196	239.2	1,566.8
1972	4,600	2,084	700	1,816.0	610	1,206	241.2	1,574.8
1973	4,600	2,084	700	1,816.0	480	1,336	267.2	1,548.8
1974	4,600	2,034	700	1,816.0	480	1,336	267.2	1,548.8
1975	4,600	2,084	700	1,816.0	480	1,336	267.2	1,548.8
1976	4,600	2,084	700	1,816.0	480	1,336	267.2	1,548.8
1977	4,600	2,084	700	1,816.0	480	1,336	267.2	1,548.8
1978 to 1987	4,600	2,084	700	1,816.0	380	1,436	287.2	[illegible]

* Other than cement transport.

1. $d = a - (b + c)$
2. $f = d - e$
3. $g = 20/100\, f$
4. $h = d - g$

TABLE 2.21. PRESENT (DISCOUNTED) VALUES OF PROSPECTIVE YIELDS FOR THE ALTERNATIVES CONSIDERED

Thousands of dollars.

	ALTERNATIVE I	ALTERNATIVE II	ALTERNATIVE III	ALTERNATIVE IV	ALTERNATIVE V
At 3 %					
Discounted investment and renewal expenditure	7,900	7,900	6,492	6,492	7,364
Discounted operating profits	12,928	12,334	13,710	13,631	14,039
Present value of prospective yield	5,028	4,434	7,218	7,139	6,725
At 10 %					
Discounted investment and renewal expenditure	7,572	7,572	6,201	6,201	7,027
Discounted operating profits	10,971	10,496	11,634	11,598	12,006
Present value of prospective yield	3,399	2,924	5,433	5,397	4,979

(site b in province 3 instead of site a). This margin is due almost entirely to cement transport costs and is only $79,000 at 8 per cent and $36,000 at 10 per cent, i.e. 1.1 per cent and 0.7 per cent respectively less in present value than the prospective yield on Alternative III.

On the other hand, the differences between the yields on Alternative III (or Alternative IV) and those of Alternative I and II are such that the ordering of these alternatives could not possibly be changed when errors in calculation are taken into account. Thus for Alternative I (200,000-ton cement works with one rotary kiln sited at a) to have a higher prospective yield than Alternative III (200,000-ton cement works with vertical kilns sited at "a"), investment and renewal expenditure for Alternative III would have had to be underestimated by 28 per cent, or its operating expenditure would have had to be underestimated by 15 per cent. It seems unlikely that such errors could have been made on well specified technical projects in an industry with which experts are very familiar.

It will be noted that Alternative V, like Alternatives III and IV, assumes the use of vertical kilns capable of producing 50,000 tons a year, the only notable difference being that production in the former case is divided between two works. It is thus probable that if an error has been made in estimating cost items for Alternative V, a similar error has also been made in estimating cost items for Alternatives III and IV.

At the discount rate of 8 per cent, the (discounted) prospective yield on Alternative V is at least 7 per cent less than those on Alternatives III and IV. Although the prospective yield on it is slightly lower than on the other two, there might be certain advantages in adopting Alternative V. For this Alternative, the profit is not distributed equally between the two works a and b. The overall advantage is in favour of b, since even though a has lower transport costs, b has even lower anthracite costs.

In the first stage, the construction of a 100,000-ton works might be envisaged at b. The demand for cement for the dam being built in province 3 would minimise the significance of not having a sales network in the first few years.

A few years later, the second works might be erected at a, if the demand forecast for province 6 comes up to expectations.

Finally, a calculation covering an Alternative V' that differs from V by the timing of investments will reveal a slightly lower prospective yield than Alternatives III and IV. But this is more or less offset by other advantages, not all of which are quantifiable :

— flexibility of operation due to production by two works ;
— limitation of risks caused by fluctuations in demand ;
— step-by-step establishment of the sales network ;
— lower transport costs ;
— position as an established supplier of the cement market will make it easier to deal with potential competitors who may set up later on.

Although there is no doubt as to which is the best technical solution (Alternative 2 — four vertical kilns each with a capacity of 50,000 tons), it is much harder to decide which is the best site, in view of the inevitable unreliability of forecasts of demand for cement in each of the provinces beyond 1968. We assumed (see section 2.1.3) that after 1968 the demand for cement would increase at the same rate in each province by 10,000 tons a year. At this stage in the study we must take a closer look at this assumption. It is possible, for example, that the construction of a dam in province 3 will induce some businessmen to settle in that province. If this happened, the demand for cement in province 3 would be greater than what was forecast, which would favour the adoption of Alternative IV.

Furthermore, to be scrupulously fair in comparing Alternatives III and IV, other factors such as the availability of labour would have to be considered.

Finally, it should be noted that the profitability of the enterprise is more or less assured, irrespective of whether Alternative III or Alternative IV is chosen, and notwithstanding possible errors in forecasting prices and costs. A reduction in net earnings of $1 per ton due to unfavourable selling conditions or increased operating costs would lead, after payment of taxes, to a fall of $160,000 in profits. And then the present value of the prospective yield would be $1,347,000 when discounted at a rate of 10 per cent, whatever alternative is considered.

On the assumption that Alternative III, which seems the best one, is adopted, the cement works will still be profitable if the selling price does not fall below $17.80 per ton at a discount rate of 8 per cent, and $19.10 per ton at a discount rate of 10 per cent.

At the same time, this reasoning shows that an average error of $5.20 or $3.90 per ton (depending on the discount rate used) on operating and transport costs would be necessary before the profitability of the investment becomes doubtful. This would be a high percentage of error in the costs forecast, which proves that the risks of the operation envisaged are limited.

In short, *Company S can be practically certain that the present value of the prospective yield on the project will be positive. The final choice between Alternatives III and IV involves :*

— *a more detailed study of the regional cement market :*
— *a more precise study of conditions for working* the two deposits and *locating* the two works, so that cost estimates may be made making better allowance for the local characteristics of the two sites.

It should further be noted that Alternatives III and IV are those which require least capital.

CONCLUSION

The market analysis showed that a works producing 200,000 tons of cement per annum has every chance of being able to sell its production over the coming years, since according to the forecasts made at least 50,000 tons of cement would still have to be imported, probably at a higher price after the new works is built and the extensions at present planned by competing firms are carried out.

The plan to build a dam in province 3 would moreover help the new works to get started, and would tide it over the first few years when the new works' distribution network might be defective.

The technical survey showed that the two deposits under consideration could be used for cement production by two possible methods : vertical kiln or rotary kiln using the dry process. The necessary clay, water, electric power and fuel could be provided at both sites on satisfactory terms. The unskilled manpower needed could be recruited easily in both cases.

The economic survey showed that :

— A rotary kiln would be more expensive to use than vertical kilns.
— The simultaneous construction and operation of two works with a production capacity of 100,000 tons per annum would be more expensive than the construction and operation of a single works, in spite of the saving in transport costs.
— The present value of the prospective yield from a works comprising four vertical kilns each with a production capacity of 50,000 tons per annum would be practically independent of location under the assumptions made of the overall and regional trend of the market.
— The margin available would be sufficient to absorb any reasonable errors regarding investment or operating costs and prices or total demand. (Discounted at 10 per cent, the reduction in the average annual gross profit after tax would have to be $685,000 — for the project to result in a prospective yield with a present value of zero — or, for example, a fall in the selling price of about 15 per cent over the whole life of the works).

Of the various solutions considered the choice should be a single works with vertical kilns, whose location would have to be examined in greater detail :

— if possible, by improving regional forecasts of demand ;
— by more precise study of the costs of installation and of operating the two deposits concerned.

The vertical kiln solution is moreover better than the rotary kiln solution in that it provides a certain flexibility :

— in the early stage of operations, by allowing the construction of the four kilns to be spread out over a period of time ;
— in later operations, by making it possible to avoid sudden stoppages in the whole production process at certain times for commercial

reasons (e.g. seasonal drop in demand) or technical reasons (kiln maintenance).

There are confirmed reserves for a period of 20 years at the two deposits, assuming a production level of 200,000 tons of cement per annum. In fact, there is a good chance that the reserves are higher, and will permit exploitation over a longer period or at a faster pace.

Taking all this into account, Company S decides to build the cement works and therefore :

— Commissions a firm of specialists to carry out an additional survey of the two deposits, and asks for a contract to be drawn up for the design work in respect of the future plant.
— Undertakes an additional survey of the regional market and the commercial network to be set up in order to dispose of any quantities not absorbed by Company S itself, which is a public works enterprise.
— Makes plans for the recruitment and possible training abroad of future supervisory staff for the works.
— Applies to the Government for approval and tax exemption.
— Contacts its bank to discuss means of financing the works, and particularly regarding payments in foreign exchange. Foreign assistance is envisaged, and the examination of the estimated operating accounts (see Tables 2.16 to 2.20) together with the tables of cash reserves deduced from them shows that amortization of a foreign loan could easily be provided for.

DEVELOPMENT CENTRE STUDIES

MANUAL OF INDUSTRIAL PROJECT ANALYSIS IN DEVELOPING COUNTRIES

VOLUME II

SOCIAL COST-BENEFIT ANALYSIS

by

IAN M.D. LITTLE
JAMES A. MIRRLEES

DEVELOPMENT CENTRE
OF THE ORGANISATION
FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT

Therefore the value of the different types of capital stock in Pakistan electric power industry are estimated as:[1]

	Million Rupees.
Equipment	1,191.68
Construction	1,191.68
Stocks	—

As to the annual cost of utilizing this capital stock, for equipment 5 per cent depreciation and 10 per cent interest, and for construction 2 per cent depreciation and 10 per cent interest, are assumed. For equipment, the average domestic value is taken to be 1.1 times the c.i.f. value. This is a relatively small 'up-lift', since it is assumed that the imported equipment comes in duty-free, and accounts for a large proportion of total equipment. For construction, use is made of the Note on Civil Engineering, which allocates 40 per cent to tradables, 22 per cent to labour, and 38 per cent to the rest.

The above yields the following approximate breakdown:

ANNUAL DEPRECIATION AND INTEREST COST ON CAPITAL IN THE ELECTRICITY INDUSTRY

Million Rupees.

ITEM	TOTAL	*of which:* ACCOUNTING VALUES	LABOUR	THE REST
Equipment	178.75	162.50	—	16.25
Construction	143.00	57.20	31.46	54.34
Total	321.75	219.70	31.46	70.59

The sum of tradable values and labour, together with the direct labour estimated earlier, accounts for Rs. 296.68 millions (= 219.70 + 31.46 + 2.52 + 43.00), more than the total of Rs. 239.38 million of value added. The implication is that electric power does not earn 10 per cent interest, which seems not implausible. Hence there is a subsidy to electric power, or a negative transfer so far as the value added element is concerned, of − Rs. 57.30 millions (at current market prices the subsidy implied by these calculations is even larger, namely the difference between Rs. 239.38 millions and Rs. 367.27 millions (= 321.75 + 2.52 + 43.00) L.E./Rs. 127.89 millions).

The complete breakdown therefore of the industry's total sales receipts becomes the following:

ITEM FROM INPUT/OUTPUT TABLE	ACCOUNTING VALUE 1	LABOUR 2	THE REST 3	TOTAL
1	26.92	—	—	26.92
2	—	—	9.46	9.46
3	30.26	—	24.20	54.46
4	18.75	14.06	9.37	42.18
5. A. Skilled labour	2.52	—	—	239.38
B. Unskilled labour	—	43.00	—	
C. Interest & Depreciation	219.70	31.46	70.59	
D. Profits & Rent	—	—	- 127.89	
Total	298.15	88.52	— 14.27	372.40
Rounded per cent	80	24	— 4	100

This breakdown was used for Item 12 in Table A2.

1. The capital-to-gross-output ratios are applied by total sales of Rs. 372.4 millions, even though the latter includes sales of gas and water.

No. 2. CASE STUDY OF A MACHINE-TOOL PLANT FOR MEXICO

1. Summary of the Project Analysis

This case study is based on a project analysis carried out between November 1966 and March 1968 in the 'Gerencia de Programación Industrial' of Nacional Financiera, S.A., in Mexico City. Technical assistance for this study was provided under a programme of the Federal Republic of Germany.

Primary investigations showed that there were thirteen firms producing machine tools of more than local or regional importance. Only two of them could be called 'machine-tool factories', the others producing machine tools either as a by-product or on a workshop scale. Although both the quantity and value of machine-tool production rose considerably between 1962 and 1966, it was unlikely that existing production facilities would expand sufficiently to be able to meet Mexican demand. This was due to lack of know-how and experience, the difficulties involved in raising finance, deficiencies on the part of management, and the poor quality of the machine tools produced.

Using Mexican imports as a guide to the potential demand was not easy. In part this was because machine-tool imports were not separately classified in Mexican import statistics until 1961. Moreover, since then, figures were available only for weight and value, and there was no breakdown into the number of different kinds of machine tools imported. A further difficulty was that the recent trend had been distorted by the once-for-all [illegible] and resulting from the build-up of the Mexican automobile industry.

To clear up the problems arising out of these difficulties, primary investigations were carried out amongst the importers of machine tools, the Mexican automobile producers, and their component suppliers. The results of these investigations were taken into account in Table B1 in which column (1) gives total imports, column (2) imports of the automobile industry, and column (3) the 'normal' trend of the imports, as it would have been without the build-up of the automobile industry [i.e. (1) — (2)] for the years 1961-1965.

Since the data on Mexican production of machine tools were not all available until the end of the project study, the calculation of future demand had to be based on the import data alone. This seemed reasonable in that Mexican production represented only 2.5 per cent in 1962, and 7.2 per cent in 1966, of Mexican imports of machine tools, excluding those of the automobile industry.

On the basis of a projection of the import figures in columns (3) of Table B1, the future demand for machine tools was estimated as 578 m. pesos in 1970, 646 m. in 1975 and 1,000 m. in 1980. Column (3) excludes the imports of the automobile industry. However, since this sector had no plans for major new investments, and would not have to start replacing obsolete machinery until 1973-74, this was not thought to be an important omission.

Table B2 gives the breakdown of the demand for machine tools into units of the different types for the years 1965, 1970-75, and 1980. The figures for 1965 came from primary investigations. The predictions for the other years tried to take account of the likely effect of technical change on the composition of demand, and also included information based on primary investigations.

An investigation into the technical problems involved in the production of the different types of machine tools formed the basis for the determination of the production programme of the project. The following approach to full-capacity operation was envisaged: in the first year only the prototypes of the different types of machine tools would be built; in the second year 15 to 20 per cent; in the third year 60 per cent; in the fourth year 100 per cent. Table B3 gives the production programme for the period 1969-1975. The firm's anticipated share of the market differs for the different products mentioned in Table B3.

The plant is to be located at Guadalajara. This site was chosen in preference to two other possibilities, Mexico City and Monterrey, after an investigation covering such matters as the availability of skilled labour and transport facilities, and the proximity of producers and distributors of components, such as castings, bearings, electric motors, etc.

The plant is to concentrate on the machining of the raw materials and semi-finished parts, and the assembly of the machine tools. Thus it will buy from outside not only the special and small parts, like electric motors, equipment, pumps for the coolant, bearings, screws, etc., but also iron and steel castings. This is justified by the fact that the prices for castings are relatively low in Guadalajara (compared to Mexico City and Monterrey), and their quality sufficiently high. This makes possible a saving on capital costs and the costs of the start-up of the foundry, such as labour training.

2. Cost-Benefit Analysis

The layout follows closely that of the previous case study. Capital expenditures, and operating costs and receipts, are given in separate tables (B5 and B6), both phased over time. These are each divided into [illegible] columns: (1) actual estimated expenditures at Mexican prices, [illegible] the accounting value component of (1); (3) wage payments; and (4), which is the difference between column (1) and the sum of columns (2) and (3). Notes to these tables give the assumptions on which the figures in column (1) are allocated between columns (2), (3), and (4).

In this project, the imported production machinery and auxiliary installations are financed by used supplier credits not available for any other purpose. The foreign exchange cost of this part of the investment is thus measured by the actual down-payments on purchase (15 per cent), and then by the interest and repayments on the three separate credits granted[1]

1. The terms are as follows: 15 per cent downpayment, 85 per cent to be repaid in 4 instalments over a period of 5 years (no repayment in the first year), interest of 8 1/2 per cent per annum being paid on the outstanding amount of the loan.

(see 9.4). The feature of the capital cost is shown in Table B4, the last row of which is then carried forward to Table B5, Row 5.1.

There follows a Summary Table B7, where the receipts and an accounting wage rate (equal to 75 per cent of the actual wage) are introduced, whence present values and the internal rate of return can be calculated. The discussion of Chapter XIII suggests that a shadow wage rate rather close to the level of consumption at world prices should be chosen. If workers do not save, this latter would be about 85 per cent of the wage (see Table B5, Note 1). The actual wage bill is also given so that anyone can apply a different shadow wage easily.

The upshot is that this project shows a large social present value when discounted at 10 per cent. The internal social rate of return is spectacularly high, at 44-45 per cent. The private internal rate of return, 18-19 per cent, would also seem to be high enough to make this an acceptable investment for most private entrepreneurs. Both of these rates are, of course, raised as a result of the 'gearing' introduced by the tied loan at 8 ½ per cent.

Even if no shadow wage rate was introduced, the estimated social rate of return would be 36 per cent, still much higher than the private rate. This divergence is not due to any external economies, for nothing has been allowed for them. The fact is that the Mexican price system is such as to introduce a strong bias against this project — but, fortunately, not so strong as to make it unviable from a private point of view. In other words, the price system operates to give *negative* protection to this industry.

How does this arise? First of all, the final product is not protected at all. Imports of machine tools came in without duty. Thus negative protection was inevitable, since the general protective system raises the prices of the inputs above their world levels. The relative contribution of the various divergencies of private and social costs to the result can be assessed by looking at the size of the items in the residual column in the tables. It is clear that the largest divergencies lie with steel and steel castings, where the residual figure rises in 1975 to about 7 ½ per cent of total operating costs, and to 60 per cent of the total residual. In other words, the project has to buy these inputs at well above world prices while it sells its output at world prices: this constitutes negative protection. The same is true of iron castings, electrical equipment, and other parts, though these are much less important. Foreign personnel cost the project considerably more than the economy insofar as they spend part of their income in the country on services and on goods whose prices are much higher than their c.i.f. prices, because of high taxation and for other reasons. On the capital side, construction costs are reckoned to be higher for the project than their real cost to the economy. Other divergencies are relatively small.

Although some of our estimates of social costs have been made in a rough and ready manner, there seems to be no doubt that the social returns of this project are very considerably higher than the private returns: and that there is a large margin before any failure in the performance of the project, as compared with the engineers' supposedly conservative projections, could make it a disappointment. It should clearly be accepted, and it is in fact understood that it is to be undertaken.

TABLE B1. MEXICO IMPORTS

	1961			1962		
	1	2	3	1	2	3
Total	64.0	(—)[1]	64.0	98.8	(—)	98.8
Subtotal: Metal-cutting Machine Tools	46.3	(—)	46.3	73.9	(—)	73.9
Lathes	22.9	(—)	22.9	34.7	(—)	34.7
Milling Machines	5.8	(—)	5.8	9.0	(—)	9.0
Shaping, Slotting and Broaching Machines	2.1	(—)	2.1	4.2	(—)	4.2
Grinding Machines	7.6	(—)	7.6	11.7	(—)	11.7
Sawing Machines	1.8	(—)	1.8	3.2	(—)	3.2
Drilling Machines and Boring Mills	2.1	(—)	2.1	9.0	(—)	9.0
Threading Machines	4.0	(—)	4.0	2.1	(—)	2.1
Subtotal: Metal-Forming Machine Tools	17.7	(—)	17.7	24.9	(—)	24.9
Group I[2]	4.6	(—)	4.6	11.3	(—)	11.3
Group II[3]	11.4	(—)	11.4	9.4	(—)	9.4
Group III[4]	1.7	(—)	1.7	4.2	(—)	4.2

Source: Anuario Estadístico del Comercio de las Estados Unidos Mexicanos and Gerencia de Programación Industrial of Nacional Financiera, S.A., Mexico-City.

Columns 1, 2 and 3 are explained in the text

1. The marks (—) mean that the imports of the automobile industry were negligible (i.e. less than 0.1 m. Pesos).

TABLE B2. FUTURE MEXICAN DEMAND FOR MACHINE TOOLS

Units.

TYPE OF MACHINE	1955	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1980
Lathes	650	1,000	1,063	1,126	1,189	1,252	1,315	1,525
Turret Lathes	110	195	210	225	240	255	270	350
Automatic Lathes	120	210	226	246	258	274	290	380
Vertical Boring and Turning mills	15	25	27	29	31	33	35	45
Vertical Milling Machines	140	245	266	287	308	329	350	440
Universal Milling Machines	90	165	179	193	207	221	235	305
Horizontal Milling Machines	30	50	54	58	62	66	70	90
Shaping Machines	170	230	241	252	263	274	285	335
Planing Machines	20	30	32	34	36	38	40	50
Surface-grinding Machines	65	125	136	147	158	169	180	230
Exterior- and Interior-Grinding Machines	40	60	63	66	69	72	75	90
Centerless Grinding Machines	10	20	22	24	26	28	30	40
Tool-Grinding Machines	55	125	137	149	161	173	185	240
Belt-Sawing Machines	90	150	161	172	183	194	205	255
Circular-Sawing Machines	45	70	77	84	91	98	105	130
Power Hacksaws	55	60	61	62	63	64	65	65
Drilling Machines with Reduction Gear	230	400	432	464	496	528	560	720
Radial Drilling Machines	50	90	98	106	114	122	130	170
Hydraulic Presses	75	125	136	147	158	169	180	235

Source: Gerencia de Programación Industrial of Nacional Financiera, S.A., Mexico-City.

OF MACHINE TOOLS, 1961-1966

Million Pesos

1963			1964			1965			1966		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
145.0	12.0	133.0	347.9	174.9	173.0	412.9	215.0	197.9	307.9	76.0	231.9
109.7	11.0	98.7	290.1	161.9	128.2	314.4	169.0	145.4	229.5	58.0	171.5
51.8	6.5	45.3	86.6	30.5	56.1	117.2	54.5	62.7	80.1	6.5	73.6
16.6	3.0	13.6	58.9	39.5	19.4	52.5	28.3	24.2	43.3	14.6	28.7
6.1	0.9	5.2	13.7	7.6	6.1	12.0	5.4	6.6	9.2	2.3	6.9
15.9	(—)	15.9	50.8	27.6	23.2	52.6	26.5	26.1	49.4	15.6	33.8
4.4	0.6	3.8	6.8	1.7	5.1	7.8	3.1	4.7	6.5	1.7	4.8
11.9	(—)	11.9	62.2	47.5	14.7	61.8	44.5	17.3	33.3	13.5	19.8
3.0	(—)	3.0	11.1	7.5	3.6	10.5	6.7	3.8	7.7	3.8	3.9
35.3	1.0	34.3	57.8	13.0	44.8	98.5	46.0	52.5	78.4	18.0	60.4
21.2	1.0	20.2	36.4	9.0	27.4	56.2	26.0	30.2	41.0	13.0	28.0
10.6	(—)	10.6	(—)	(—)	7.2	20.1	8.0	12.1	28.8	5.0	23.8
3.5	(—)	3.5	14.2	4.0	10.2	22.2	12.0	10.2	8.6	(—)	8.6

2. Group I of the metal-forming machine tools includes hammers, eccentric presses, punch presses, and other kinds of presses
3. Group II includes bending machines, press breaks, and shearing and cutting machines.
4. Group III includes riveting machines, wire-drawing machines, wire-straightening and wire-cutting machines, and machines for making screws, nails, pins, clamps, and supporting disks.

TABLE B3. PRODUCTION PROGRAMME, 1969-1975

Units

	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
Drilling Machines (3 types) . . .	2	39	130	232	248	264	280
Radial Drilling Machines (2 types)	2	13	37	85	91	95	106
Lathes (4 types)	4	60	256	450	476	502	528
Shaping Machines (2 types) . . .	2	27	116	203	210	219	228
Band-Sawing Machines (2 types) . .	1	27	87	155	165	175	185
Hydraulic Presses (2 types)	2	19	64	118	126	135	144

TABLE B4. OUTSIDE FINANCING

Thousand Pesos

	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
Imports of Capital Equipment . . .		6,800.0	2,000.0	7,550.6										
Down Payment (15% of above)		2,320.0	300.0	1,132.5	—	—	—	—	—					
Annual Payments (Interest included) on														
1969 Loan . . .		—	491.2	1,936.3	1,811.5	1,690.7	1,567.8	—	—					
1970 Loan . . .		—	300.0	144.5	360.5	533.4	497.3	461.1	—					
1971 Loan . . .		—	—	1,132.5	1,[illegible]	2,149.9	2,013.5	1,877.1	1,740.7					
Total Payment . . .	—	2,820.0	791.3	3,213.8	1,938.5	4,374.0	4,078.6	2,338.2	1,740.7					

Table B5. CAPITAL COSTS

P = Value at Market Prices; T = Tradable Value; L = Labour; R = Residual.

Thousand Pesos.

Item / Year Breakdown	1968 P	1968 T	1968 L	1968 R	1969 P	1969 T	1969 L	1969 R	1970 P	1970 T	1970 L	1970 R	1971 P	1971 T	1971 L	1971 R
Fixed Capital Costs																
1. Land:	1,000.0	609.9	175.0	215.1												
2. Planning	250.0	230.0	—	20.0									150.0	138.0		12.0
3. Buildings					1,625.0	812.5	406.3	406.3	350.0	175.0	87.5	87.5	625.0	312.5	156.3	156.3
4. Indigenously Produced Auxiliary Equipment					239.0	181.9	—	57.1	379.7	289.0	—	90.7	196.0	149.2	—	46.8
5. Imported Production & other Equipment:																
I. Production and Auxiliary Machinery					1,020.0	1,020.0	—	—	791.3	791.3	—	—	3,213.3	3,213.3	—	—
II. Tools					280.9	280.9	—	—	85.9	85.9	—	—	371.8	371.8	—	—
III. Spare Parts					112.4	112.4	—	—	34.4	34.4	—	—	148.7	148.7	—	—
6. Office and Design-Development Equipment					270.0	222.2	—	47.8	120.0	96.1	—	23.9	110.0	88.5	—	21.5
7. Other Installations					630.0	518.1	—	111.9	300.0	246.7	—	53.3	290.0	238.5	—	51.5
8. Contingencies					200.0	135.4	19.4	45.2	400.0	292.0	16.0	92.0	500.0	365.0	20.0	115.0
Building of Working Capital																
9. Raw Materials & Semi-finished Products					23.8	18.3	—	5.5	247.4	199.2	—	48.2	636.7	516.1	—	120.6
10. Parts					4.9	4.4	—	0.5	51.1	45.5	—	5.6	127.9	113.3	—	14.5
11. Auxiliary Materials					1.2	1.0	0.1	0.1	8.2	6.7	0.5	1.0	22.1	19.0	1.2	2.8
12. Finished Parts and Machine Tools					231.0	231.0	—	—	623.4	623.4	—	—	1,152.3	1,152.3	—	—
13. Training Costs					120.0	—	120.0	—	400.0	—	400.0	—	500.0	—	500.0	—
14. Total	1,250.0	839.9	175.0	235.1	4,758.2	3,538.1	545.8	674.4	3,791.4	2,885.2	504.0	402.2	8,048.8	6,825.2	677.5	541.1

Item / Year Breakdown	1972 P	1972 T	1972 L	1972 R	1973 P	1973 T	1973 L	1973 R	1974 P	1974 T	1974 L	1974 R	1975 P	1975 T	1975 L	1975 R	1976 P	1976 T	1976 L	1976 R
Fixed Capital Costs																				
1. Land:																				
2. Planning																				
3. Buildings																				
4. Indigenously Produced Auxiliary Equipment																				
5. Imported Production & other Equipment:																				
I. Production and Auxiliary Machinery																				
II. Tools																				
III. Spare Parts																				
6. Office and Design-Development Equipment																				
7. Other Installations																				
8. Contingencies																				
Building of Working Capital																				
9. Raw Materials & Semi-finished Products																				
10. Parts																				
11. Auxiliary Materials																				
12. Finished Parts and Machine Tools																				
13. Training Costs																				
14. Total	90.0	68.5	—	21.5	4,374.0	4,374.0	—	—	4,078.6	4,078.6	—	—	2,338.2	2,338.2	—	—	1,740.7	1,740.7	—	—
I.	2,928.5	2,928.5	—	—	159.6	132.0	—	27.6	106.1	84.4	—	21.7	174.5	137.7	—	36.8				
II.	70.0	55.7	—	14.3	28.3	25.4	—	2.9	4.3	3.8	0.5	0.6	46.0	41.7	0.1	4.3				
III.	80.0	65.8	—	14.2	2.6	2.1	0.1	0.4	4.5	3.7	0.2	0.6	2.6	2.1	—	0.3				
6.	400.0	304.0	—	96.0	339.7	339.7	—	—	60.4	60.4	—	—	480.2	480.2	—	—				
7.	734.6	591.2	—	143.4																
8.	159.9	143.1	—	15.8																
9.	27.2	22.0	1.4	3.8																
10.	1,203.8	1,203.8	—	—																
11.																				
12.																				
13.																				
14.	5,693.0	5,382.6	1.4	309.0	4,904.2	4,873.2	0.1	30.9	4,253.9	4,230.9	0.2	22.8	3,041.5	2,999.9	0.1	41.4	1,740.7	1,740.7	—	—

NOTES

FIXED CAPITAL COSTS

1. Land

The site of the plant lies in the Industrial Zone of Guadalajara, where land, already developed by the Government costs 40 - 60 Pesos per square metre. Assuming a mean price of 50 Pesos, the cost of the 20,000 square metres needed will be 1 million Pesos. Of the 50 Pesos, about 15 represent the value of the land, and 35 that of its development.

We have assumed that the market price of land represents the capitalized value of its marginal product at domestic prices, and have divided this by 1 plus the weighted average of the difference between the Mexican and US prices of tradable goods (1.154) to obtain its accounting price. Since land is only a small fraction of the project's total costs, we have ignored the complications arising from the fact that it would have produced non-tradable as well as tradable goods. The comparison is made with US prices, since the US is Mexico's principal supplier. (15.4 per cent is the weighted average of the difference between US and Mexican prices for the first 35 sectors of the Mexican input-output table in 1960, the weights used being the values of total sales. This estimate was calculated for an IBRD study of the structure of protection in Mexico by Gerardo Bueno.)

The development costs we have broken down into tradable value, labour, and residual components, in the proportions 50, 25, and 25 per cent, derived for civil engineering on the basis of an analysis similar to that carried out in the previous case study.

2. Planning

This consists of the expenditure on the planning and co-ordination normally incurred in the establishment or enlargement of a production unit. In this case it is estimated that (*a*) 60 per cent of the expenditures will be due to preparation of the project, consultants' fees, and planning at the factory itself, (*b*) 20 per cent to travelling abroad; and (*c*) 20 per cent to travelling in the country and miscellaneous items.

Item (*b*) clearly consists entirely of tradable value. We have broken down (*c*) in the proportions 60 per cent tradable value and 40 per cent labour, derived for Mexican rail and motor transport in an analysis similar to those of civil engineering and electricity in the previous case study. Item (*a*) probably consists of expenditures partly on foreign consultants and partly on Mexican managerial staff. However, since these proportions are not known and the item in question is an insignificant fraction of the project's total costs, we have taken the value of this item at domestic prices as representing its value at accounting prices.

3. Buildings

The cost of buildings has been estimated on the basis of the average prices of different kinds of construction in Guadalajara, which are approximately 500 Pesos per square metre for office buildings and approximately 400 Pesos per square metre for factory buildings. (The cost of painting, electrical appliances, basements for machines, etc., are included in these figures.) Given an area of 1,000 square metres for the plant's offices and 5,000 square metres for its production facilities the total construction costs amount to 2.5 million Pesos. They have been broken down into 50 per cent tradable value, 25 per cent labour, and 25 per cent residual. These proportions were derived in the analysis of civil engineering referred to in Note 1.

4. Indigenously Produced Equipment

This item consists of auxiliary equipment, namely those installations which are necessary for the fabrication of machine tools but do not enter directly into the production process, such as those for hardening, tool-making, painting, oiling, quality control, storing, and repairing. Some of these installations will be imported (see Note 5 below), but indigenous products worth 904,700 Pesos will also be purchased. This item has been divided by 1.314 to obtain its value at accounting prices. 31.4 per cent is the weighted average of the differences between US and Mexican prices (expressed as a percentage of the former) of non-electrical and electrical machinery in 1960 given in the IBRD study referred to in Note 1. (The weights used are the values of total sales.)

5. Imported Production and Auxiliary Equipment

Row I does not consist of actual investment expenditures but of the cash outflow due to imported capital equipment given in Table B4. For reasons explained in Section 3 of the Introduction, it is this outflow which is used in the calculation of the social internal rate of return. Rows II and III give actual expenditures out of the firm's own resources. Rows I, II, and III are all imported duty-free and thus consist entirely of tradable value. (For the meaning of 'auxiliary equipment' see Note 4 above.)

6. Office and Design Department Equipment

120,000 Pesos of this expenditure will be on imported goods (70,000 Pesos in 1969, 20,000 Pesos in 1970, 20,000 Pesos in 1971, and 10,000 Pesos in 1972), and 450,000 Pesos on domestic products (200,000 Pesos in 1969, 100,000 Pesos in 1970, 90,000 Pesos in 1971, and 60,000 Pesos in 1972). The imported goods enter Mexico duty-free and thus consist entirely of tradable value. The domestic products have been divided by 1.314 to obtain their tradable value (see Note 4 above).

7. Other Installations

This item consists of such installations as a transformer station, a gas tank, means of transport, the equipment of working places, canteen, etc. Almost all these products can be purchased from domestic producers. They consist mainly of metal products and have been divided by 1.216 to obtain their tradable value (21.6 per cent is the difference between Mexican and US prices of metal manufactures derived in the IBRD study referred to in Note 4 above).

8. Contingencies

Thus it is broken down in the same proportions as items 1 to 7 combined, namely 67.7 per cent, 9.7 per cent, and 22.6 per cent, in 1969; 73 per cent, 4 per cent, and 23 per cent, in 1970; 74 per cent, 3 per cent, and 23 per cent, in 1971; and 76 per cent, 0 per cent, and 24 per cent, in 1972.

THE BUILD-UP OF WORKING CAPITAL

The figures represent annual increases. The circulating capital necessary for the different items (except items 12 and 13) is broken down the same way as the corresponding items in Table B6. Finished parts and machine tools (12) are treated like receipts, and the treatment of training costs (13) is explained in the notes below.

9. Raw Materials and Semi-Finished Products

The stocks of the different kinds of raw materials and semi-finished products are as follows:

iron castings sufficient for	:	1	month's production[1];
steel castings sufficient for	:	1½	months' production;
steel sufficient for	:	1	month's production;
other metals sufficient for	:	2	months' production.

The resulting values are given in the following table:

INCREASES IN CIRCULATING CAPITAL OF RAW MATERIALS AND SEMI-FINISHED PARTS

Thousands of Pesos.

	IRON CASTINGS			STEEL CASTINGS			STEEL			OTHER METALS			TOTAL		
	P	T	R	P	T	R	P	T	R	P	T	R	P	T	R
1969 ...	5.6	5.6	—	7.0	3.9	3.1	9.0	7.0	2.0	2.2	1.8	0.4	23.8	18.3	5.5
1970 ...	64.7	64.7	—	45.5	25.7	19.8	88.0	68.3	19.7	49.2	40.5	8.7	247.4	199.2	48.2
1971 ...	214.5	214.5	—	135.8	76.6	59.2	230.6	179.0	51.6	55.8	46.0	9.8	636.7	516.1	120.6
1972 ...	218.8	218.8	—	150.9	85.1	65.8	281.9	218.9	63.0	83.0	68.4	14.6	734.6	591.2	143.4
1973 ...	68.5	68.5	—	34.7	18.8	15.9	38.1	29.6	8.5	18.3	15.1	3.2	159.6	132.0	27.6
1974 ...	32.0	32.0	—	23.3	12.6	10.7	41.4	32.1	9.3	9.4	7.7	1.7	106.1	84.4	21.7
1975 ...	77.7	73.6	4.1	46.7	24.3	22.4	31.9	24.8	7.1	18.2	15.0	3.2	174.5	137.7	36.8

10. Parts

The stocks are as follows:

Electrical motors and equipment sufficient for	:	½	month's production;
Special tools and equipment sufficient for	:	2	months' production;
Others sufficient for	:	2	months' production.

The resulting values are given in the following table:

INCREASES IN CIRCULATING CAPITAL OF PARTS

Thousands of Pesos.

	ELECTRICAL EQUIPMENT AND MOTORS			SPECIAL TOOLS & EQUIPMENT			OTHER (SCREWS, BEARINGS, NUTS, ETC)			TOTAL		
	P	T	R	P	T	R	P	T	R	P	T	R
1969 ...	1.3	1.1	0.2	2.3	2.3	—	1.2	1.0	0.3	4.9	4.4	0.5
1970 ...	15.6	13.0	2.6	21.9	21.9	—	13.6	10.6	3.0	51.1	45.5	5.6
1971 ...	37.2	31.0	6.2	54.0	54.0	—	36.5	28.3	8.2	127.7	113.3	14.4
1972 ...	37.8	31.5	6.3	78.8	78.8	—	42.3	32.8	9.5	158.9	143.1	15.8
1973 ...	5.7	4.7	1.0	14.0	14.0	—	8.6	6.7	1.9	28.3	25.4	2.9
1974 ...	1.7	1.4	0.3	1.5	1.5	—	1.1	0.9	0.2	4.3	3.8	0.5
1975 ...	6.0	5.0	1.0	25.3	25.3	—	14.7	11.4	3.3	46.0	41.7	4.3

11. Raw Materials

[illegible] amounting to two months' consumption

12. Finished Parts and Machine Tools

Stocks are carried amounting to one month's output.

13. Training Costs

The semi-skilled and skilled workers employed by the project have to be trained for about 6 months. Since the equipment used for training purposes has already been included under item 4, in the calculation of other machinery, it is assumed that these costs consist entirely of labour.

1 We are assuming that the casted parts will be aged artificially. Otherwise, they should be stored for six months, so that they are freed from the internal stresses that result from founding.

TABLE B6. OPERATING COSTS

Thousand Pesos.

YEAR BREAKDOWN / ITEM	1969			1970			1971		
	P	T	L	R	P	T	L	R	P	T	L	R
1. Labour Cost:												
(a) Foreign Personnel	1,015.0	820.6	20.8	173.6	1,405.9	1,017.2	41.6	347.8	1,637.2	1,323.7	33.6	279.9
(b) Advisory Adviser & unskilled Labour	697.2	604.2	—	93.0	1,800.0	1,559.8	—	240.2	2,165.7	2,136.7	—	32.0
(c) Advisory Skilled & unskilled Labour	504.2	—	504.2	—	1,774.0	—	1,774.0	—	5,088.7	—	5,088.7	—
2. Raw Materials & Semi-Finished Products:												
(a) Iron Castings	67.0	67.0	—	—	843.1	843.1	—	—	3,418.3	3,418.3	—	—
(b) Steel Castings	56.5	31.9	—	24.6	420.5	237.2	—	183.3	849.5	849.5	—	—
(c) Steel	108.0	83.9	—	24.1	1,164.3	904.0	—	260.3	3,051.9	3,051.9	—	—
(d) Other Metals	13.2	10.9	—	2.3	308.3	254.0	—	54.3	529.9	529.9	—	—
3. Parts:												
(a) Electrical Equipment Including Motors	31.5	26.3	—	5.2	404.5	337.1	—	67.4	1,208.7	1,087.3	—	216.4
(b) Special Tools	13.5	13.5	—	—	145.0	145.0	—	—	469.0	469.0	—	—
(c) Other (Screws, etc)	7.9	6.1	—	1.8	89.6	69.6	—	20.0	209.5	209.3	—	—
4. Auxiliary Machinery & Utilities	13.4	10.8	1.6	1.0	77.2	67.5	5.0	9.2	214.5	185.5	13.7	29.0
5. Maintenance & Replacement					699.1	630.0	8.1	25.4	999.7	855.7	9.9	134.0
6. Administration & Office	85.0	66.5	5.0	18.5	240.0	189.0	13.3	37.6	255.0	[illegible]	15.3	38.9
7. Licences	—	—	—	—	195.8	195.8	—	—	202.2	[illegible]	—	—
8. Others	28.7	19.2	5.7	3.7	113.0	76.8	21.5	14.7	253.4	166.7	57.3	29.4
9. Production of Parts	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
TOTAL	2,641.1	1,760.9	537.3	343.7	9,680.3	6,557.2	1,863.5	1,259.4	23,132.2	15,226.9	5,276.5	2,628.7

YEAR BREAKDOWN / ITEM	1972				1973				1974				1975			
	P	T	L	R	P	T	L	R	P	T	L	R	P	T	L	R
1. Labour Cost:																
(a) Foreign Personnel	860.5	622.2	25.5	212.8	785.4	635.0	16.1	134.3	230.3	167.8	6.7	55.8	163.1	131.9	3.3	27.9
(b) Advisory Adviser & unskilled Labour	2,913.8	2,429.7	—	384.2	3,145.4	2,723.7	—	419.7	3,185.4	2,760.3	—	425.1	3,113.3	2,957.8	—	155.5
(c) Advisory Skilled & unskilled Labour	7,879.9	—	7,879.9	—	9,055.9	—	9,055.9	—	9,460.2	—	9,460.2	—	10,836.1	—	10,836.1	—
2. Raw Materials & Semi-Finished Products:																
(a) Iron Castings	6,013.4	6,013.4	—	—	6,865.5	6,865.5	—	—	7,250.2	7,250.2	—	—	8,142.2	7,754.7	—	387.5
(b) Steel Castings	1,530.6	1,530.6	—	—	2,091.4	2,091.4	—	—	3,177.7	3,177.7	—	—	3,916.6	3,849.8	—	66.8
(c) Steel	5,673.2	5,673.2	—	—	7,771.5	7,771.5	—	—	8,268.0	8,268.0	—	—	9,111.1	6,716.7	—	2,394.4
(d) Other Metals	1,160.1	1,160.1	—	—	1,250.7	1,250.7	—	—	1,307.0	1,307.0	—	—	1,395.5	1,158.6	—	236.9
3. Parts:																
(a) Electrical Equipment Including Motors	9,420.8	4,472.2	—	4,948.6	2,311.7	1,951.4	—	360.3	2,383.0	1,995.5	—	387.5	2,561.1	2,101.1	—	460.0
(b) Special Tools	963.1	963.1	—	—	1,026.0	1,026.0	—	—	1,035.0	1,035.0	—	—	1,157.0	1,157.0	—	—
(c) Other (Screws, etc)	439.4	319.5	119.9	120.9	161.7	375.9	22.8	137.6	621.5	484.9	24.8	136.6	509.6	450.1	—	59.5
4. Auxiliary Machinery & Utilities	5,615.5	3,367.7	1,370.0	878.0	1,001.7	521.3	130.0	480.4	1,664.7	1,594.5	130.0	70.2	1,664.7	1,594.5	130.0	70.2
5. Maintenance & Replacement	270.0	195.0	25.5	49.5	280.0	207.2	23.3	49.8	290.0	216.6	—	73.4	305.0	299.8	23.3	5.8
6. Administration & Office	1,257.6	1,257.6	—	—	1,400.1	1,400.1	—	—	1,486.5	1,486.5	—	—	1,523.4	1,523.4	—	—
7. Licences	547.3	547.4	115.8	115.8	637.3	532.7	121.3	63.3	510.1	396.6	117.3	61.2	522.2	522.7	125.0	63.5
8. Others	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	234.5	151.8	1,875.5	1,219.1	331.4	2.5.1	2,818.8	1,781.5	687.8	349.5
9. Production of Parts	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
TOTAL	37,076.0	24,505.8	8,179.8	4,325.5	41,239.0	27,005.7	9,506.9	4,726.4	43,229.5	28,141.5	10,076.7	5,011.3	48,017.3	30,328.8	11,715.2	5,973.2

The operating costs in 1975 are assumed to have [illegible] expected in reality

NOTES TO TABLE B5

1. Labour costs (compare Section 12.6)

a) *Foreign Personnel* The expenses for the foreign personnel were calculated on the assumption that from mid-1969 until mid-1971 five engineers, three technicians, and five foremen, from mid-1971 until mid 1973 three engineers, two technicians, and three foremen, and from mid-1973 until mid-1975 one engineer and one foreman would be employed under two-year contracts. The expenditure shown in Table B6 is divided into three parts: travelling expenses, salaries, and pay-roll tax.

The travelling expenses occur at the beginning and at the end of the two-year contract. They have been calculated for voyages from Europe to Mexico on the assumption that the average family of the foreign employee consists of three persons. The amount provided for travelling is 24,000 Pesos at the beginning and 24,000 Pesos at the end of the contract per family. Thus the total expenses on this account are 312,000 Pesos in 1969, 504,000 Pesos in 1971, 240,000 Pesos in 1973, and 48,000 Pesos in 1975. As travelling expenses within the country are negligible, these amounts are taken as consisting entirely of tradable value.

As for salaries, it is assumed that the foreign personnel will spend as much in the country for their living expenses as the Mexican personnel of the same grade, and that the rest of their salaries will be remitted abroad. Therefore, the foreign engineer receiving 12,000 Pesos per month will remit 45 per cent of his salary, and the foreign technician or foreman earning 7,000 Pesos per month will remit 35 per cent. This is an expenditure of foreign exchange, and thus can be treated as consisting entirely of tradable value. The total amounts involved are 279,600 Pesos in 1969, 559,200 Pesos in 1970, 450,300 Pesos in 1971, 341,400 Pesos in 1972, 217,800 Pesos in 1973, 94,200 Pesos in 1974, and 47,100 Pesos in 1975.

The pay-roll tax on the salaries of the foreign personnel is 7,000 Pesos in 1969, 13,900 Pesos in 1970, 11,200 Pesos in 1971, 8,500 Pesos in 1972, 5,400 Pesos in 1973, 2,300 Pesos in 1974, and 1,100 Pesos in 1975. These figures are included in the residual.

The remainder of their salaries have been rather arbitrarily broken down in the proportions 55 per cent tradable value, 5 per cent labour, and 40 per cent residual. These proportions are designed to take account of the fact that part of the expenditure of foreign personnel will be on non-tradable goods, and a considerable part on highly taxed imported goods.

b) *Mexican Administrative Personnel*

In section 12.6 we have recommended that the value of administrative personnel at accounting prices should be greater than the value of their consumption at accounting prices. We have here taken the value of the salaries at accounting prices as an approximation (actual salaries divided by 1.154 — this deflation is explained in note 1 to Table B5). Since Mexican salaries for such people are rather high, savings can be expected to be significant, and this implies that our figure is significantly higher than the value of their consumption at accounting prices. Salaries are assumed to rise by 7 per cent every two years until 1975, when all prices are taken to remain constant.

c) *Mexican Skilled and Unskilled Labour*

These wages are all entered into the second column despite the fact that they include some skilled personnel. The wages or salaries of the latter could not be a large enough part to distort the result significantly. Wages are assumed to rise by 10 per cent every two years until 1975.

2. Raw Materials and Semi-Finished Products

The costs of the raw materials and semi-finished products used by the project were calculated by multiplying quantities by unit prices. These prices have not been constant in the recent past, and there is no reason to suppose that they will not continue to change. Thus we have assumed that they change discontinuously every two years.

a) *Iron Castings.* We have used average prices of 3.75 Pesos/kg. in 1969 and 1970, 4.00 Pesos/kg in 1971 and 1972, 4.30 Pesos in 1973 and 1974, and 4.60 Pesos/kg. in 1975. (The 1969-70 prices are based on primary investigations.) Differences in prices for pieces which are more or less difficult to found, and thus more or less expensive, have been taken into consideration.

Iron castings of normal dimensions are usually bought on the home market. Comparison with American domestic prices shows that the Mexican ones are lower. However, German prices plus transport costs give an average c.i.f. price of 4.15 Pesos/kg. which is below the average prices of the 1973/74 and 1975 periods. But this c.i.f. price takes no account of the inconvenience of buying castings abroad. This inconvenience results from the need to keep bigger stocks, payment of the transport costs for defective castings, and the lack of close contacts with suppliers. (The defection rate for castings is usually about 2 to 5 per cent, and is due to air bubbles, etc.) Calculating this cost with any precision is difficult, but it can be assumed that it is of the order of 5 per cent of the average c.i.f. price. (This illustrates the remarks about the advantages of having a close source of supply in section 16.2.) This raises the c.i.f. cost to 4.36 Pesos/kg. Thus in 1975 we should divide the value of iron castings by 1.055 to obtain its tradable value. In other years we have treated the item as consisting entirely of tradable value.

b) *Steel Castings.* The prices for steel castings are assumed to be 12.00 Pesos/kg in 1969/70 and in 1971/72, 12.50 Pesos/kg. in 1973/4, and 13.00 Pesos/kg in 1975. The plans for the production of steel castings in Guadalajara have not yet been realized. Therefore, it is assumed that in 1969 and 1970 the project will have to be supplied from Monterrey and that production in Guadalajara will only start in 1971. Thus the price for the first two-year period includes land transport from Monterrey to Guadalajara. Transport by train amounts to 183.60 Pesos per wagon, which has a load capacity of about 40 tonnes. Since only 4.7 tonnes are needed in 1969, and 56.5 tonnes in 1970, the transport costs are negligible.

The c.i.f. price of steel castings is 6.45 Pesos/kg., or, if the inconvenience of not buying from a local supplier is considered to be 5 per cent of this price, the c.i.f. cost is 6.77 Pesos/kg. On the assumption that this price does not change, the Mexican price is 1.773 of the c.i.f. price in 1969/70, and 1971/72, 1.846 of it in 1973/74, and 1.920 of it in 1975.

c) *Steel.* The costs of steel were calculated by multiplying the quantities of the different types required by their prices per kg. The average prices which we have used are 6.56 Pesos/kg in 1969/70, 6.54 Pesos/kg. in 1971/72, 6.53 Pesos/kg in 1973/4 and 1975. The average price is assumed to decrease because it is government policy that the price of normal steel should remain constant, whilst it is probable that the prices of the more expensive special steels will decline.

According to the IBRD study to which we have already had occasion to refer on page 242, the average difference between the domestic and US prices of iron and steel was 28.8 per cent of the latter in 1960. Since more recent data are not available, it is assumed that this differential also holds for the 1969/70 period. If world prices are assumed to remain constant, the fall in Mexican domestic prices is so small after 1969/70 that we have continued to use the 28.8 per cent differential thereafter.

d) *Other Metals* This has been divided by 1.214 to obtain its tradable value, 21.4 per cent being the unweighted average of the differences between US and Mexican prices of copper and aluminium (expressed as a percentage of the former) given by the IBRD study.

3. Parts

This represents the cost of the different parts of the machine tools which are not manufactured in the enterprise but bought outside.

a) This consists of electrical appliances and electrical motors. It has been divided by 1.2 to obtain its tradable value. 20 per cent is the arithmetic average of the differences between the US and Mexican prices of electrical machinery and appliances in 1960 (expressed as a percentage of the former) in the IBRD study mentioned in Note 2 (c) above.

b) Includes duty-free imported goods only, so that it consists entirely of tradable value.

c) This consists of products the main component of whose value is steel. Thus we have divided this by 1.288 to obtain its tradable value (see note 2 (c) above).

4. Auxiliary Materials and Utilities

The annual costs of auxiliary materials and utilities were estimated on the basis of the approximate value of these items needed per unit of output, multiplied by the total output per annum. They are given in the following table.

ANNUAL COSTS FOR AUXILIARY MATERIALS AND UTILITIES

1,000 Pesos.

	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
a) Lubricants, Gas	4.8	9.8	19.6	28.5	30.1	31.1	32.6
b) Coolants	1.0	2.5	4.0	5.0	5.2	5.4	5.6
c) Paints	2.0	29.0	105.0	200.0	210.0	220.0	230.0
d) Packing Materials	—	19.0	70.0	135.0	140.0	145.0	150.0
e) Electricity	3.2	14.5	43.5	67.5	74.0	80.5	87.0
f) Water	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
Total	13.4	77.2	244.5	438.4	461.7	484.4	507.6

a) Lubricants have been divided by 1.06 to obtain their tradable value. 6 per cent is the difference between US and Mexican prices of petroleum and coal products in 1960 (expressed as a percentage of the former) estimated in the IBRD study referred to above. In the absence of other information we have used the same deflation for gas.

b) In the absence of information on the proportions of the different kinds of chemicals of which the coolants consist, we have divided by 1.24 to obtain their tradable value. 24 per cent is the arithmetic average of the differences between US and Mexican prices of basic and other chemicals in 1960 obtained from the IBRD study.

c) Paints have been divided by 1.256 to obtain their tradable value. 25.6 per cent in the difference between US and Mexican prices of other chemicals in the IBRD study.

d) Packing materials have been divided by 1.25 to obtain their tradable value. 25 per cent is the arithmetic average of the difference between US and Mexican prices of other textiles and paper products, given in the IBRD study.

e) Electricity was broken down in the proportions 85 per cent, 30 per cent, and — 15 per cent, estimated in an analysis similar to that made in the Case Study of the Pakistan Rayon Plant above.

f) We have assumed that the project has been charged for its water supply at a rate which covers its marginal cost at market prices, and that this cost consists mainly of construction. Thus it has been broken down in the proportions, 50 per cent, 25 per cent, and 25 per cent (see note 1 to Table B5).

5. Maintenance and Replacement Expenditure

Thousand Pesos

YEAR	PRODUCTION EQUIPMENT		OFFICE EQUIPMENT		BUILDINGS		TOTAL	
	a	b	a	b	a	b	a	b
1969	—	—	—	—	—	—	—	—
1970	396.3	645.0	13.5	21.6	—	32.5	409.8	699.1
1971	523.6	869.0	19.5	31.2	10.0	39.5	553.1	939.7
1972	1,104.3	1,553.5	25.5	40.0	10.0	52.0	1,139.8	1,645.5
1973	1,121.5	1,567.1	28.5	45.6	10.0	52.0	1,160.0	1,664.7
1974	1,195.8	1,567.1	28.5	45.6	10.0	52.0	1,234.3	1,664.7
1975	1,252.0	1,567.1	28.5	45.6	10.0	52.0	1,290.5	1,664.7

(The figures in 1975 are assumed to remain constant in perpetuity).

The columns (a) in the above table given the project authority's estimates of maintenance and replacement expenditures. However, these take account of small-scale day-to-day expenditures only, and do not allow for the effects of technical change on the prices of its inputs and outputs. We have thus had recourse to the notion used in the Case Study of the Pakistan Rayon Plant above (Table A2, notes 1E and 1F), namely the annual rate of expenditure that would keep the plant indefinitely competitive. Actual rates of expenditure of 8 per cent of the value in the previous year for equipment, and 2 per cent for building, have been assumed to be sufficient for this purpose. The resulting figures are given in column (b) in the table above

6. ADMINISTRATION AND OFFICE

These costs consist of (a) administration and sales (excluding the wages and salaries of the personnel involved) and (b) stationery, pamphlets, etc. (a) amounts (in thousands of Pesos) to 15 in 1969, 40 in 1970, 60 in 1971, and 70 from 1972 onwards, and is broken down in the proportions 1/3, 1/3, and 1/3, derived for services (cinema and other entertainment, transport and communications, rents of houses, hotels and restaurants, credit, insurances and finance, and miscellaneous services) in an analysis similar to that carried out for civil engineering and electricity in the Case Study of the Pakistan Rayon plant. (b) has been divided by 1.13 to obtain its tradable value. 13 per cent is the difference between the prices of printing in the US and Mexico (expressed as a percentage of the former) derived in the IBRD study.

7. LICENCES [illegible]

This item represents the amount which has to be paid for the foreign licences. It is an expenditure of foreign exchange, and thus consists entirely of tradable value.

8. MISCELLANEOUS

This consists [illegible] of 'contingencies', namely an allowance for underestimates in the figures already given [illegible] on down in the same proportions as all the other items combined.

9. PRODUCTION OF SPARE PARTS

No allowance is made elsewhere in this table for the costs of producing spare parts for the firm's customers. [illegible] figures given in row 9 are the outcome of primary investigations pro Mexican industry [illegible] for spare parts. They have been broken down in the same proportions as items 1 to 8 combined.

TABLE B7. SUMMARY OF THE TIME PROFILE OF THE PROJECT

Thousand Pesos.

	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
1. Value of Sales										
a) Machine Tools	—	—	6,526.8	24,405.9	41,919.6	46,668.8	49,551.3	52,477.7	52,477.7	52,477.7
b) Spare Parts	—	—	—	130.5	598.7	1,437.1	2,4[illegible]	3,660.8	3,660.8	3,660.8
c) Total	—	—	6,526.8	24,436.4	42,518.3	48,105.9	51,987.0	56,138.5	56,138.5	56,138.5
2. Total Capital Costs at Market Prices including Labour	1,250.0	4,758.2	3,791.4	8,043.8	5,693.0	4,904.2	4,253.9	3,041.5	1,740.7	—
3. Accounting Value of Capital Costs excluding Labour	929.9	3,538.1	2,865.2	6,825.2	5,382.6	4,873.2	4,230.9	2,999.9	1,740.7	—
4. Total Operating Costs at Market Prices including Labour	—	2,641.1	9,680.3	23,132.2	37,076.0	41,289.0	43,229.5	48,017.3	48,017.3	48,017.3
5. Accounting Value of Operating Costs excluding Labour	—	1,760.9	6,557.2	15,226.9	24,505.8	27,005.7	28,141.5	30,328.8	30,328.8	30,328.8
6. Skilled & Unskilled Labour Cost	175.0	1,083.1	2,367.5	5,899.0	8,181.2	9,507.0	10,076.9	11,715.3	11,715.2	11,715.2
7. Skilled & Unskilled Labour Value at Shadow Wage Rate	131.3	812.3	1,775.6	4,424.3	6,135.9	7,130.3	7,557.7	8,786.5	8,786.4	8,786.4
8. Net Receipts at Market Prices	—1,250.0	—7,399.3	—6,944.9	—6,739.6	—250.7	+1,912.7	+4,503.6	+5,079.7	+6,380.5	+8,121.2
9. Net Social Profit	—971.2	—6,111.3	—4,691.2	—2,040.0	+6,494.0	+9,096.7	+12,056.9	+14,023.3	+15,282.6	+17,023.3

NOTES TO TABLE B7

1. Primary Investigations showed that the Mexican market prices of both imports and domestic production of machine tools included a wholesalers' margin. The estimate of receipts is made on the basis of these market prices less 27 per cent, this being about the average wholesalers' margin. If past experience is any guide, machine-tool prices will rise in the future. It was assumed that they would rise by 5 per cent in 1970, and another 5 per cent in 1973.

Other Latin American countries (especially Argentina and Brazil) produce most kinds of machine tools, and Mexican duties on imports from them are usually zero. The average domestic price was estimated in primary investigations to be 6 per cent higher than the c.i.f. price. However, it is probable that the production of this plant will be of a higher quality than that of most of its Latin American competitors. We have therefore made no deduction on this account.

It might be wondered whether in making purchases from Brazil and Argentina, Mexico has been buying on the cheapest market. It is true that some preference has been given to these countries under LAFTA. On the other hand, it is believed that USA prices for the kind of tools which will be produced are higher than these Latin American prices. Furthermore, it appears that these tools are competitively priced with, and recently of as good a quality as, comparable machine tools which have been imported from Europe.

2. and 3. See Table B5

4. and 5. See Table B6

6. The figures are the sum of the total labour components of capital costs (Table B5) and operating costs (Table B6)

7. This row gives the figures in row [illegible] at shadow wage rate.

8. This row = row 1 (c) + [illegible]

9. This row = row 1 (c) + [illegible] row 5 + [illegible] row 7.

The values in 1977 are assumed to [illegible] perpetuity.

REFERENCIAS

Sistemas y Análisis de Sistemas :

Walter BUCKLEY (editor) ; Modern Systems Research for the Behavioral Scientist ; Aldine Publishing Company, Chicago 1968.

Roland N. MCKEAN ; Efficiency in Government Through Systems Analysis ; John Wiley & Sons, Inc., Nueva York 1958.

Richard de NEUFVILLE y Joseph H. STAFFORD ; Systems Analysis for Engineers and Managers ; McGraw-Hill Book Company, Nueva York 1971.

Richard de NEUFVILLE y David MARKS (editores) ; Systems Planning and Design ; Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J. 1974.

C. West CHURCHMAN ; The Systems Approach ; Dell Publishing Company, Inc. ; Nueva York 1968.

C. West CHURCHMAN ; The Design of Inquiring Systems ; Basic Books, Inc., Nueva York 1971.

Ludwig VON BERTALANFFY ; General System Theory ; George Braziller, Inc. ; Nueva York 1968.

Stanford L. OPTNER (editor) ; Systems Analysis ; Penguin Books Ltd ; Harmondsworth 1973.

F. E. EMERY (editor) ; Systems Thinking ; Penguin Books Ltd. ; Harmondsworth 1969.

Víctor GEREZ y Manuel GRIJALVA ; El Enfoque de Sistemas ; Editorial Limusa, S.A. ; México D.F. 1976

Análisis de Inversiones :

William H. JEAN ; Capital Budgeting : The economic Evaluation of Investment Projects ; International Textbook Company ; Scranton 1969

Gerald A. FLEISCHER ; Capital Allocation Theory : The Study of Investment Decisions ; Appleton-Century-Crofts ; Nueva York 1969.

Harold BIERMAN, Jr. y Seymour SMIDT ; The Capital Budgeting Decision (4ª edición) ; Macmillan Publishing Co., Inc. ; Nueva York 1975

Donald E. FARRAR y John R. MEYER ; Managerial Economics ; Prentice-Hall, Inc. ; Englewood Cliffs, N.J. 1970.

Pierre MASSÉ ; Optimal Investment Decisions ; Prentice-Hall, Inc. ; Englewood Cliffs, N.J. 1962

Eugene L. GRANT y W. Grant IRESON ; Principles of Engineering Economy ; The Ronald Press Company ; Nueva York 1970 (5ª edición)

José I. LOPEZ LEAUTAUD ; Evaluación Económica ; Libros McGraw-Hill ; México, D.F., 1975

Manuales Sobre Evaluación de Proyectos :

Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social (ILPES) ; Guía para la Presentación de Proyectos (3ª edición) ; Siglo veintiuno editores S.A. ; México, D.F. 1975

John A. KING Jr. ; La evaluación de proyectos de desarrollo económico ; Publicado para el Banco Mundial por Editorial Tecnos ; Madrid 1970

Comisión Económica Para América Latina (CEPAL) ; Manual de Proyectos de Desarrollo Económico ; Publicación de las Naciones Unidas (# de venta 58. II. G. 5) ; México, D.F. 1958

Partha DASGUPTA, Amartya SEN y Stephen MARGLIN ; Guidelines for Project Evaluation ; Publicación de las Naciones Unidas (# de venta : E. 72. II. B. 11) ; Nueva York 1972.

Development Centre of the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) ; Manual of Industrial Project Analysis in Developing Countries, Volumen I Methodology and Case studies (edición revisada) ; OECD Publications ; Bélgica 1972.

Ian M.D. LITTLE y James A. MIRRLEES ; Manual of Industrial Project Analysis volumen II Social Cost Benefit Analysis, OECD Publications ; Bélgica 1968
[OECD Publications Center, Suite 1207, 1750 Pennsylvania Ave., N.W. Washington, D.C. 20006, EUA]

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

APLICACIONES DE LA INGENIERIA DE SISTEMAS A LA GESTION DE EMPRESAS.

TEORIA DE DECISIONES E INVERSIONES BAJO RIESGO.

M. en I. JESUS ACOSTA FLORES.

Octubre, 1976.

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5, primer piso. México 1, D F. Tels: 521-40-23 521-73-35 5123-123

COMPAÑIA DE DESARROLLO CAROLINA

El 4 de mayo de 1965, el Sr. Robert Barker presidente de la Compañía Carolina debía de tomar la decisión junto con los señores John Hubbell y el señor Cass, que eran el geólogo y tesorero respectivamente de la Compañía, acerca de si la compañía Carolina que estaba situada al este de Montana, debería de distraer fondos en la adquisición de pozos petroleros al sur de Louisiana. La Compañía Carolina se había asociado con un sindicato presidido por el Sr. More, siendo la aportación por parte de la Compañía Carolina de $ 500,000y de $ 2,500,000 por parte del sindicato.

CAMPO DE ELSEMORE

En marzo de 1965, la Compañía Carolina junto con el sindicato, había adquirido un paquete consistente en dos terrenos de 640 acres cada uno, en el cuan se incluían dos pozos petroleros ya probados; la adquisición de este paquete tenía un costo de $ 2,000,000.

En diciembre de 1965, se deberían de comenzar las explotaciones de dichos pozos instalándose un gaseoducto en junio de 1966. El precio de cada MCF, era de $ 0.15 y el precio del destilado era de $ 3.05 por barril.

La adquisición de esto paquete, indicaba dar 1/6 de regalías al propietario del terreno y 10% al rentista del terreno. Las reservas estimadas eran de 80,000,000 de MCF más 15 barriles de destilado por 1000 MCF, es decir 1,200,000 barriles.

La aportación para la compra de dicho campo fué de $ 1,500,000 para el sindicato, y $ 500,000 por parte de la Carolina. Existía el problema de que el sindicato quería usar su otro $ 1,000,000 en otras exploraciones, y que la Carolina ya no tenía dinero disponible para invertir; por tal situación, el sindicato le propuso a la Carolina que podía disponer de un máximo de $ 400,000 y un mínimo de $ 100,000, de lo que ya tenía invertido en el campo de Montana, con la condición de que el dinero que no fuera ocupado después de haber tomado esta de i ión, se reinvertiría en Montana, pagándose solamente el 90% de cada dólar invertido. Todo esto fué decidido en la junta de directores del 5 de abril.

PROPIEDAD BLACK STAR

El 27 de abril de 1965, le propusieron a la Compañía Carolina la adquisición de 3,840 acres, propiedad de la Black Star, al Sr. Hubbell que después de examinar dicho campo, encontró que era bastante probable que se encontraran reservas petroleras. La concesión expiraba el 30 de junio; si se fallaba en comenzar en esa fecha las perforaciones. Se debería de pagar $ 50 por acre por la concesión, dando un total de 192,000; se deberían además pagar 1/8 de regalías al rentista, y un 5% a la compañía Black Star; los $ 50 que se pagaban por acre a la concesión, incluían una serie de estudios, faltando solamente una investigación sísmica.

A 6 millas de esta propiedad, existían 3 pozos petroleros con reservas estimadas de 144,000,000 de MCF y 3,100,000 barriles de destilado, teniendo una profundidad de 13,000 pies aproximadamente.

En esta región se contaba con una serie de gaseoductos existentes para la transportación del gas natural. La Compañía Carolina pagó a la Black Star $ 10,000 por concepto de apartar los derechos hasta el 5 de mayo a las 10 Hs. A.M.

JUNTA DEL 3 DE MAYO DE 1965

En esta junta, se discutió que las perforaciones serían entre 11,000 y 13,000 pies aproximadamente; se habló también de los $ 192,000 que se deberían de pagar por derechos de investigación y que las perforaciones deberían quedar terminadas el 30 de junio.

El costo de la primera perforación era de $ 450.000 por estar bastante inaccesible el terreno, pudiéndose llevar la maquinaria en helicóptero solamente, en caso de que se encontrara un pozo seco se descontaría $ 50,000 Aquí debería de tomar la decisión de si hacer una investigación sísmica o no; esto tendría un costo de $ 20,000 También era necesario la perforación de 2 o más pozos para poder predecir la cantidad que había en existencia. Se podría hacer un contrato por cuota fija por un total de $ 350,000 por la perforación de ambos pozos, teniendo una probabilidad bastante buena con esas dos perforaciones. En esta decisión existía más incertidumbre que en la Compañía Prometeo (Era la compañía donde trabajaban los funcionarios de la Carolina), por ser antes decisiones de operación y ahora de perforación.

Se le preguntó al Sr. Hubbell cuál era el pronóstico, y cuál las probabilidades de encontrar petróleo; la respuesta del Sr. Hubbell fué la siguiente:

a).- 100,000,000 de MCF con probabilidades de 50 - 50.

b).- Si fuera superior a 300,000,000 de MCF por un factor de dos sería su pronóstico, es decir estaría en 150,000,000 y 600,000,000.

c).- Con un factor de 1.5 se tendría entre 200,000,000 y 450,000,000.

d).- Existía también la probabilidad de ser mayores de 300,000,000 y menores de 300,000,000.

Había una oportunidad en 100 que esto fuera muy rico realmente.

La evaluación final sería 4 veces el valor presente del pronóstico y hay una cantidad igual de probabilidad, de que aunque nosotros encontremos reservas, los pozos de desarrollo revelen que solamente, no mayor de 1/4 contengan petróleo del pronóstico.

Existía además el problema de que existiera una trampa para el gas, existiendo esta, todo indicaba que era una buena oportunidad. La relación histórica es que la oportunidad es de el doble en relación con todo el país, y que hay un éxito de 1 a 5 en cada pozo perforado. También había la oportunidad de 6 en 10 de encontrar gas. En esta región cerca del 35% son cerradas, y hay .06 de oportunidad de que se tenga estructura.

Si se toma una investigación sísmica, las oportunidades son:
Si hay estructura es 85% en 100, que es lo que puede confirmar el estudio sísmico. Aún si no hay estructura con capas intermedias con una confirmación negativa, las oportunidades son de 3 en 10.

Si se consiguiera una investigación sísmica, nuestros gastos serían de $100,000 a $400,000, reduciendo el capital de Elsemore proporcionalmente con respecto al sindicato, si no se decide el sindicato pierde solamente sus $ 10,000 por derecho de apartado de la concesión, mientras que la Carolina no pierde nada.

Distraer fondos de Elsemore a Black Star, puede dar algunas reservas o probablemente nada. Supóngase que se distráen $ 250,000 de Elsemore a Black Star, nosotros damos la mitad de nuestras participaciones en 1/8 de las reservas totales del campo, en un estimado de 10,000,000 de MCF, la distracción de fondos sería mejor o peor a la inversión de fondos.

El 73.3% se obtiene de Elsemore, mientras que de Black Star es de 82.5%.

La tasa en Louisiana es de $ 0.22, mientras que en Montana es de $ 0.15.

En el campo Black Star, se obtiene probablemente que contenga 30% más de destilado que Elsemore; el estimado de Elsemore es de 10,000,000; mientras que de Black Star es de 14,000,000. El pronóstico de Black Star es de 420,000,000 en reservas comparables a las de Elsemore.

JUNTA DE MAYO 4 DE 1965

En esta junta se habló que se le permitiera a la Carolina disponer de los $ 400,000 en la adquisición del campo Black Star, considerando un pronóstico de 300,000,000 de MCF a 400.

También se habló de las consecuencias de distraer $ 250,000 de Elsemore a Black Star.

TABLA RESUMEN COMPARATIVA DE PROPIEDADES

MONTANA	LOUISIANA
1. Ya se tienen intereses	1. No se tienen intereses
2. Reservas probadas de gas	2. Debe perforarse antes del 30 de junio
3. Cáda dólar invertido producirá reservas mercadeables que podrían pronosticarse ahora con exactitud	3. Las reservas son muy difícilos de pronosticar ahora, pero podrán ser mucho mayores que las de Montana
4. Ya se había invertido todo el capital de la Carolina	4. ¿Cuanto se debe de distraer?
5. Reservas de 80 X 10^6 de MCF más 15 barriles por cada 1000 MCF	5. Si se suspende la decisión, los fondos no usados podrán regresar a Montana pero con una prima.
6. Costo $ 2,000,000	6. Los pronósticos varían desde 100,000,000 hasta 600,000,000
7. Sindicato pagó $ 1,500,000 y la Carolina 500,000	7. Costo del primer pozo 450,000
8. La operación se firmó en marzo de 1966	8. Costo de otras perforaciones 350,000
9. Se empezará a trabajar hasta diciembre de 1965	9. $ 0.22 por MCF.
10. Se empezará a vender hasta junio de 1966	10. 20 barriles por cada 1000 MCF
11. $ 0.15 por cada MCF	
12. 15 barriles por cada 1000 MCF	

Tomado del Manual of Cases on Decision under Uncertainty de Robert Schlaifer. Mc. Graw Hill 1969.

INTERVALO VERTICAL	INTERVALO HORIZONTAL	PROBABILIDAD	MEDIANA DEL INTERVALO
.0 - .1	0 - .48	.1	.4
.1 - .2	.49 - .6	.1	.55
.2 - .3	.61 - .72	.1	.66
.3 - .4	.73 - .85	.1	.80
.4 - .5	.86 - .1	.1	.93
.5 - .6	1.01 - 1.15	.1	1.07
.6 - .7	1.16 - 1.35	.1	1.25
.7 - .8	1.36 - 1.68	.1	1.5
.8 - .9	1.69 - 2.25	.1	1.95
.9 - 1.	2.26 - 5.0	.1	2.8

PROBABILIDAD	MEDIANA DEL INTERVALO	A	A	A	A
.1	.4	290	300	500	40
.1	.55	116	120	200	16
.1	.66	159.5	165	275	22
.1	.80	191.4	198	330	26.4
.1	.93	232	240	400	32
.1	1.07	269.7	279	465	37.2
.1	1.25	310.3	321	535	42.8
.1	1.5	362.5	375	625	50
.1	1.95	435	450	750	60
.1	2.8	565.5	585	975	78
		812	840	1400	112
		351.39	357.3	577.5	47.64

VALOR REAL ESPERADO 333.45

VALORES	TERMINAL	PREFERENCIAS		PREFERENCIA DE JUEGO	PRONOSTICO EQUIVALENTE BAJO CERTEZA
150	600	.7	.93	.815	290
200	450	.75	.89	.82	300
300 o más		.82	1.0	.91	500
300 o menos		0	.82	.41	40

2.- DECISIONES DE INVERSIÓN BAJO CONDICIONES DE INCERTIDUMBRE.

Los métodos que se han visto anteriormente han supuesto que las decisiones de inversión son bajo certeza completa. Pero realísticamente el mundo en que vivimos es de cambio e incertidumbre.

Cuando un inversionista potencial calcula un rendimiento de X por ciento anual él está consciente que la ocurrencia de ciertos eventos pueden invalidar su estimación. Por ejemplo, la invención de nuevos y mejores métodos de producción, cambios en el costo de materias primas y en el precio de venta, etc.

Procedimientos Cuasdos.

Método del período de recuperación.

El período de recuperación de una inversión se define como el tiempo necesario para recobrar el costo de la inversión.

Si una inversión cuesta C pesos y genera un flujo neto de dinero anual de R pesos, el período de recuperación es C/R.

Al aplicar este método la gerencia clasifica las inversiones en conjuntos basándose en el riesgo y/o tamaño y estableciendo un período de recuperación máximo aceptable para cada conjunto. Una inversión particular es aceptable únicamente si su período de recuperación está abajo del crítico. Entre las inversiones aceptables en cada clase, una inversión con un período de recuperación menor se prefiere a otra con un período mayor.

Este método es criticable porque no considera el flujo de dinero fuera del período de recuperación. Tambien se supone certeza dentro del período y mucha incertidumbre fuera de él.

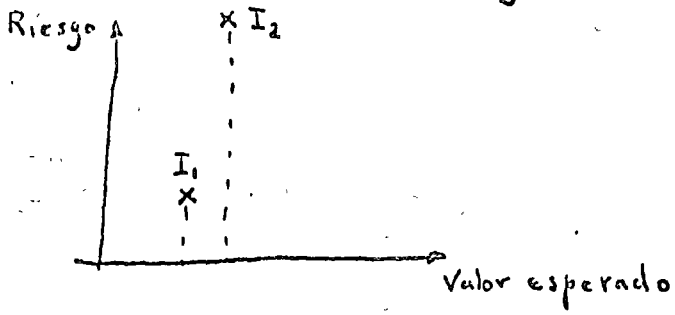
Método del valor monetario esperado.

La inversión se evalúa como si el valor esperado fuera a ocurrir bajo certeza.

Este método es fácil de comprender y simple para aplicar, pero tiene la desventaja que no utiliza completamente toda la información de riesgo disponible.

Los estudios de comportamiento han mostrado que cuando la suma de dinero es pequeña, la decisión óptima no es sensible a consideraciones de riesgo. En análisis de utilidad esto significa que puesto que cuando se tienen pequeñas cantidades de dinero la función utilidad del inversionista es aproximadamente lineal, una decisión que maximiza su valor monetario esperado también maximiza su valor de utilidad esperada.

Cuando la suma de dinero es grande



Se preferirá I_1 a I_2, en este caso el método del valor monetario esperado daría otro resultado.

<u>Procedimientos refinados para analizar inversiones con riesgo.</u>

Método del equivalente bajo certeza. $u(EC) = \int_{x=-\infty}^{\infty} u(x) f(x)\, dx$

si $u(x) = 1 - e^{-\frac{x}{c}}$ $f(x)$ normal $EC = \mu - \frac{\sigma^2}{2c}$

<u>Análisis de una inversión aislada.</u>

Considere una inversión cuyos flujos de dinero al final de los años $0, 1, \ldots, n$ son $A_0, A_1, \ldots, A_n$ respectivamente, donde cada uno de los A_i es una variable aleatoria con media μ_i y varianza σ_i.

El valor presente neto de la inversión está dado por la fórmula

$$W = A_0 + \frac{A_1}{1+k} + \frac{A_2}{(1+k)^2} + \cdots + \frac{A_n}{(1+k)^n}$$

donde k es la tasa de interés.

Tomando la esperanza $E(W) = \mu_0 + \frac{\mu_1}{1+k} + \cdots + \frac{\mu_n}{(1+k)^n}$

la <u>varianza</u> del valor presente neto.

Caso 1. Flujos de dinero independientes.

$$V(W) = \sigma_0^2 + \frac{\sigma_1^2}{(1+k)^2} + \cdots + \frac{\sigma_n^2}{(1+k)^{2n}}$$

Caso 2. Flujos de dinero perfectamente correlacionados.

$$\rho = \frac{Cov(A_i, A_j)}{\sigma_{A_i}\, \sigma_{A_j}} = 1$$

$$V(W) = \left[\sigma_0 + \frac{\sigma_1}{1+k} + \cdots + \frac{\sigma_n}{(1+k)^n}\right]^2$$

Caso 3. Mixto. A_i se divide en dos componentes A'_i que varía independientemente y A''_i que está perfectamente correlacionada con las demás A''.

$$W = A'_0 + \frac{A'_1}{1+k} + \dots + \frac{A'_n}{(1+k)^n} + A''_0 + \frac{A''_1}{1+k} + \dots + \frac{A''_n}{(1+k)^n}$$

$$V(W) = V(A'_0) + \frac{V(A'_1)}{(1+k)^2} + \dots + \frac{V(A'_n)}{(1+k)^{2n}} +$$

$$+ \left[\sqrt{V(A''_0)} + \frac{\sqrt{V(A''_1)}}{1+k} + \dots + \frac{\sqrt{V(A''_n)}}{(1+k)^n} \right]^2$$

Ejemplo 1. La Cía, XYZ debe decidir si expander o no su producción de estereofónicos invirtiendo 1800 unidades monetarias. Se pronostica que la nueva planta generará flujos de dinero netos de A_i donde cada A_i es una variable aleatoria normal independiente de media 500 y desviación estandar 100. $i=1,\dots,5$

$$E(W) = -1800 + \frac{500}{1+.08} + \frac{500}{(1+.08)^2} + \frac{500}{(1+.08)^3} + \frac{500}{(1+.08)^4} +$$

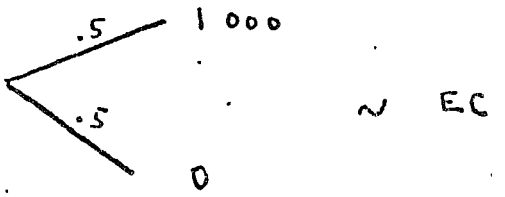
$$+ \frac{500}{(1+.08)^5} = 196.$$

$$V(W) = 0 + \frac{(100)^2}{(1+.08)^2} + \frac{(100)^2}{(1+.08)^4} + \frac{(100)^2}{(1+.08)^6} + \frac{(100)^2}{(1+.08)^8} +$$

$$+ \frac{(100)^2}{(1+.08)^{10}} = (179)^2 = 32\,041$$

Una variable aleatoria que es la suma de variables normales también será normal.

Suponiendo que el inversionista tenga aversión constante al riesgo, su función utilidad será $u(x) = 1 - e^{-x/c}$



EC	.69	1.39	2.77	5.55	11.09	22.18	44.36	88.67	172.35
c	1	2	4	8	16	32	64	128	256

EC	286.98	382.49	435.56	469.56	484.35	492.37	496.19
c	512	1024	2048	4096	8192	16384	32768

Ejemplo 2. Ahora el producto es nuevo, Televisiones de pulsera. los A_i están perfectamente correlacionados.

$$E(W) = 196$$

$$V(W) = \left[0 + \frac{100}{1+.08} + \frac{100}{(1+.08)^2} + \frac{100}{(1+.08)^3} + \frac{100}{(1+.08)^4} + \right.$$

$$\left. + \frac{100}{(1+.08)^5}\right]^2 = 399^2 = 159\,201$$

V(W) ahora es mayor que el anterior, esto es consistente con el hecho que introducir un nuevo producto tiene considerable riesgo en comparación a una expansión de los estereofónicos.

Ejemplo 3. La misma inversión pero ahora la compañía planea utilizar las nuevas instalaciones en la producción de estereofónicos y televisores de pulsera.

A_i' normales independientes con media 50 y varianza $(40)^2$

A_i'' normales perfectamente correlacionados con media 50 y varianza 80^2

$$E(W) = 196$$

$$V(W) = 0 + \frac{40^2}{(1+.08)^2} + \frac{40^2}{(1+.08)^4} + \frac{40^2}{(1+.08)^6} + \frac{40^2}{(1+.08)^8} +$$

$$+ \frac{40^2}{(1+.08)^{10}} + \left[0 + \frac{80}{1+.08} + \frac{80}{(1+.08)^2} + \frac{80}{(1+.08)^3} + \right.$$

$$\left. + \frac{80}{(1+.08)^4} + \frac{80}{(1+.08)^5}\right]^2 = (327)^2 = 106\,929$$

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

APLICACIONES DE LA INGENIERIA DE SISTEMAS EN LA GESTION DE EMPRESAS

INTRODUCCION A LOS FENOMENOS ALEATORIOS

M. en I. ANTONIO OLIVER SALAZAR
Noviembre de 1976.

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5, primer piso. México 1, D. F. Tels: 521-40-23 521-73-35 5123-123

INTRODUCCION A LOS FENOMENOS ALEATORIOS

Definiciones básicas

Experimento.- En su forma más general, es la observación, con fines de análisis de un fenómeno aleatorio.

En el mundo físico se presentan dos clases de fenómenos, deterministas y aleatorios. Los fenómenos deterministas son aquellos que tienen un comportamiento que se puede describir con una regla, una ley, una fórmula matemática, etc. en estos se puede predecir y conocer su comportamiento a futuro con seguridad. Los fenómenos aleatorios son aquellos que se rigen o están condicionados por el azar, su comportamiento a futuro solo puede ser planteada en términos de la ley de los grandes números, la teoría de probabilidades.

Los experimentos aleatorios son, naturalmente, aquellos en que la observación se realiza en un fenómeno aleatorio. Los experimentos deterministas aquellos en que la observación se realiza en un fenómeno determinista. En este trabajo se introduce el estudio de los fenómenos aleatorios.

Todo experimento tiene resultados que pueden ser representados con una o más variables. Si los fenómenos analizados son aleatorios la o las variables que lo representen son variables aleatorias.

El conjunto de todos los valores que puede tomar una variable aleatoria es llamado espacio de eventos, donde, cada uno de los valores particulares es un evento simple. Un grupo de eventos simples que tengan un atri-

buto común es un evento compuesto. El evento imposible es aquel que identifica valores que están fuera del campo de la variable aleatoria.

Verificación de un evento. Si al realizar un experimento aleatorio se obtiene como resultado un evento simple a y este pertenece a un evento compuesto A, se dice que el evento compuesto A se verifica. Si resulta un evento simple cualquiera que no pertenece a A se dice que A no se verifica.

Ejemplo

Sea el experimento aleatorio de lanzar dos dados.

Sea la variable aleatoria X, definida como la suma de los números que caen hacia arriba en ambos dados.

I) El espacio de eventos es el conjunto de números naturales del 2 al 12, esto es:

$$S = \{2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12\}$$

II) Eventos simples son cada uno de los valores del espacio de eventos, por ejemplo

$a_1=\{2\}$	$a_5=\{6\}$	$a_9=\{10\}$
$a_2=\{3\}$	$a_6=\{7\}$	$a_{10}=\{11\}$
$a_3=\{4\}$	$a_7=\{8\}$	$a_{11}=\{12\}$
$a_4=\{5\}$	$a_8=\{9\}$	

III) Eventos compuestos son grupos de valores que tienen un atributo común. Por ejemplo en un juego al primer lanzamiento son números ganadores 7, 11 y son números perdedores 2 y 12. Esto es:

Evento {ganar el juego al primer lanzamiento} = $A_1 = \{7, 11\}$

Evento {perder el juego al primer lanzamiento} = $A_2 = \{2, 12\}$

El evento A_1 esta formado por dos eventos simples, el a_7 y el a_{11}. En la misma forma, el evento A_2 esta formado por dos eventos simples diferentes, el a_2 y el a_{12}.

IV) Evento imposible son aquellos que identifican valores que están fuera del campo de la variable. Por ejemplo los eventos compuestos.

$A_3 = \{15, 0, 1\}$ $\qquad$ $A_4 = \{20, 21, 22\}$

y los eventos simples

$a = \{17\}$ $\qquad$ $b = \{18\}$ $\qquad$ $c = \{19\}$

son eventos imposibles

V) Verificación de un evento. Si el evento es A_1 = {ganar el juego al primer lanzamiento} se realiza el experimento - lanzamiento de los dos dados - y cae un 7. Diremos que el evento A_1 se ha verificado.

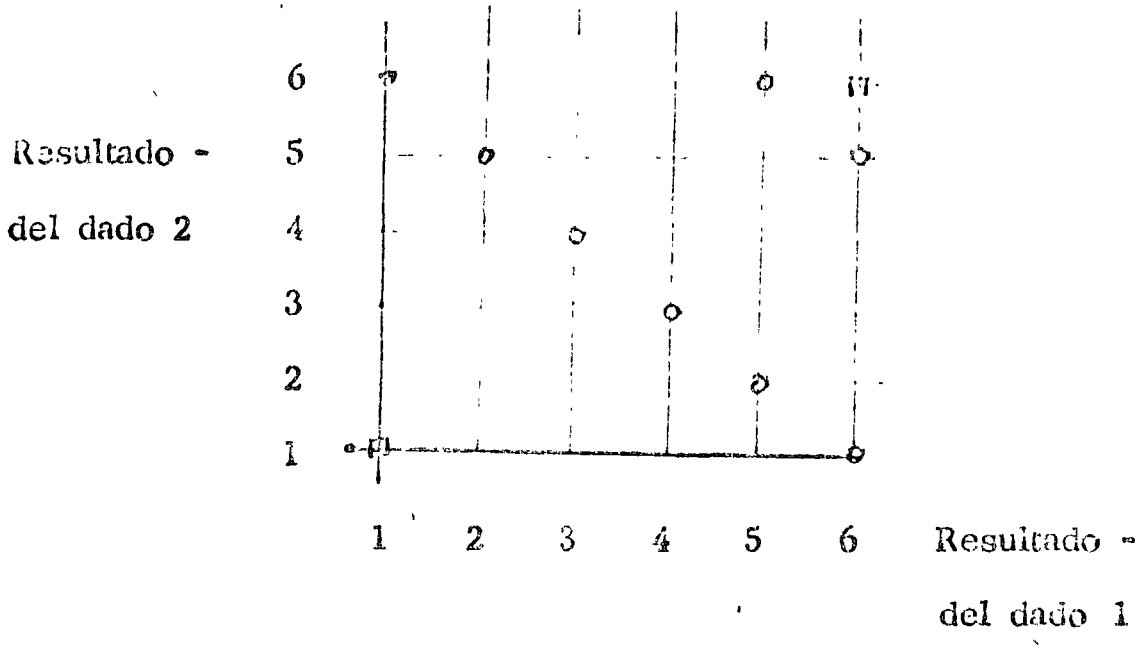
DEFINICIONES DE PROBABILIDAD

Definición Clásica. Si el evento A se verifica de h formas diferentes de n posibles, todas igualmente factibles, entonces la probabilidad de que el evento A ocurra queda definida por el cociente (h/n). Es decir, si el evento compuesto A está formado por h eventos simples y pertenece a un espacio de eventos formado por n eventos simples, todos igualmente factibles, la probabilidad de ocurrencia del evento A, en un experimento, es la verificación del evento A y este se verifica en h formas de n, finalmente:

$$P(A) = \frac{h}{n}$$

Por ejemplo. En el experimento de lanzar dos dados.

i) El espacio de eventos son todos los resultados posibles del experimento. Lo identifica la gráfica siguiente.



Por definición del experimento se sabe que todos los eventos - simples del espacio son igualmente factibles.

ii) El evento Ganar el juego en el primer lanzamiento = A_1

$A_1 = \{7, 11\}$ está formado por los eventos simples.

$A_1 = \{(1,6), (2,5), (3,4), (4,3), (5,2), (6,1), (6,5), (5,6)\}$

$N(A_1) = 8$ $\qquad$ $N(S) = 36$

entonces, la probabilidad de ganar en el primer lanzamiento.

$$P(A_1) = \frac{8}{36}$$

iii) En la misma forma. La probabilidad de perder en el primer lanzamiento.

$A_2 = \{2, 12\}$ formado por los eventos simples

$A_2 = \{(1,1), (6,6)\}$

$N(A_2) = 2$ $\qquad$ $N(S) = 36$

$$P(A_2) = \frac{2}{36}$$

Definición empírica. Si S contiene todos los resultados posibles - del experimento E, A en un evento contenido en S y se realiza el experimento E n veces en h de las cuales se verifica A, entonces

la probabilidad del evento A queda definida por el límite cuando n tiende a infinito del cociente (h/n) esto es:

$$P(A) = \lim_{n \to \infty} \left(\frac{h}{n} \right)$$

En términos prácticos la definición es ambigua pues ¿que tan grande ha de ser n para que considere infinito? obviamente el criterio es variable y queda sujeto al nivel de exactitud que se desee en la estimación de la probabilidad.

Por ejemplo. En el experimento de lanzar una moneda equilibrada se observaron en:

10	lanzamientos,	4	águilas	y	6 soles
100	lanzamientos,	44	águilas	y	66 soles
1000	lanzamientos,	472	águilas	y	528 soles
10000	lanzamientos,	4873	águilas	y	5127 soles

Se piensa, de acuerdo a la definición empírica, que el número obtenido de águilas y soles tenderá a igualarse cuando el número de experimentos sea muy grande.

Definición axiomática. Si A y B son dos eventos contenidos en el espacio S, entonces.

Axioma 1 $\qquad 0 \leq P(A) \leq 1$

Axioma 2 $P(\emptyset) = 0 \quad , \quad P(S) = 1$

Axioma 3 i) Si A y B son mutuamente exclusivos

es decir $A \cdot B = \emptyset$

$$P(A + B) = P(A) + P(B)$$

ii) Si A y B no son mutuamente exclusivos

es decir $A.B \neq \emptyset$

$$P(A+B) = P(A) + P(B) - P(A.B)$$

Finalmente, la teoría de probabilidades se define, en forma convencional, como el estudio de los métodos que son comunes en el tratamiento de los fenómenos aleatorios.

Ejemplo 1. Una fábrica dispone de tres máquinas que realizan toda la producción de la fábrica. La máquina 1 realiza el 50% de la producción, la máquina 2 el 30 y la máquina 3 el 20. La producción se almacena sin identificación.

Si se encuentran almacenadas 100 unidades de producción ¿cual es la probabilidad que una unidad tomada al azar haya sido hecha por la máquina 1 ? ¿por la máquina 2? ¿por la máquina 3?.

p [máquina 1] = 0.5

p [máquina 2] = 0.3

p [máquina 3] = 0.2

o bien:

La máquina 1 produjo $\frac{50}{100}$ = 50 unidades.

La máquina 2 produjo $\frac{30}{100}$ = 30 unidades

La máquina 3 produjo $\frac{20}{100}$ = 20 unidades.

Producción Total 100 Unidades

p [máquina 1] = $\frac{50}{100}$

p [máquina 2] = $\frac{30}{100}$

p [máquina 3] = $\frac{20}{100}$

en general:

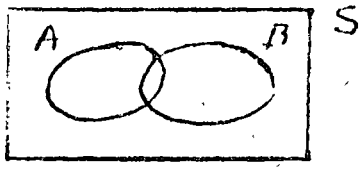
$$p\left[\text{máquina } i\right] = \frac{\text{Producción máquina } i}{\text{Producción Total}}$$

Probabilidad condicional.

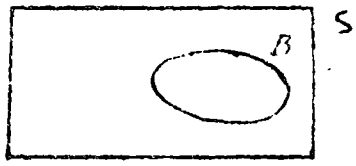
Definición Si A y B son dos eventos compuestos, con eventos simples en común, la ocurrencia de A afecta la probabilidad de ocurrencia de B y viceversa, se dice que A y B son eventos dependientes.

Un enfoque simplificado del problema es plantearlo como una restricción del universo al que pertenece A o B, según el que ocurra primero, en la siguiente forma.

Estado original



Separación de los eventos



$$P(A) = \frac{N(A)}{N(S)}$$

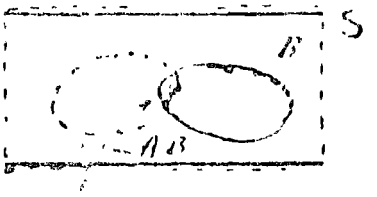
$$P(B) = \frac{N(B)}{N(S)}$$

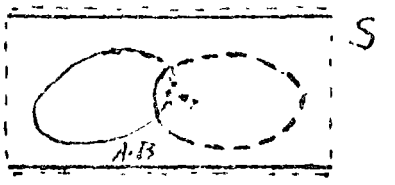
Se realiza un experimento y

B ocurre

A ocurre

Estado modificado





$$P\left\{\begin{matrix}A \text{ dado que } B \\ \text{ha ocurrido}\end{matrix}\right\} = \frac{N(A\ B)}{N\ (B)} \qquad P\left\{\begin{matrix}B \text{ dado que} \\ A \text{ ha ocurrido}\end{matrix}\right\} = \frac{N(B\ A)}{N\ (A)}$$

En notación abreviada

$$P\left[A/B\right] = \frac{N(A\ B)}{N\ (B)} \qquad P\left[B/A\right] = \frac{N(B\ A)}{N\ (A)}$$

dividiendo numerador y denominador entre N(S)

$$P\left[A/B\right] = \frac{\frac{N(A\ B)}{N\ (S)}}{\frac{N\ (B)}{N\ (S)}} \qquad P\left[B/A\right] = \frac{\frac{N(B\ A)}{N\ (S)}}{\frac{N\ (A)}{N\ (S)}}$$

y $$P(A \cdot B) = \frac{N(A \cdot B)}{N\ (S)} \qquad P\ (B \cdot A) = \frac{N\ (B \cdot A)}{N\ (S)}$$

$$P\ (B) = \frac{N\ (B)}{N\ (S)} \qquad P\ (A) = \frac{N\ (A)}{N\ (S)}$$

$$P\left[A/B\right] = \frac{P\ (A\ B)}{P\ (B)} \qquad P\left[B/A\right] = \frac{P\ (B\ A)}{P\ (A)}$$

En otras palabras, para el primer caso, la ocurrencia de B proporciona información adicional respecto A (debido a los eventos simples que tienen en común) con la cual se le puede revaluar la probabilidad asignada. Lo mismo se puede decir en el segundo caso en que ocurre A primero.

Por ejemplo. En la fábrica del problema anterior se saca una muestra de 100 unidades en los que se encuentra al probarlos que hay 7 defectuosas. Entonces, la probabilidad que al sacar al azar una unidad de entre las 100 resulte una defectuosa es:

$$P[D] = \frac{7}{100} \qquad (1)$$

Si se realiza un segundo análisis y se detecta que 2 fueron hechas por la máquina 1, 3 por la máquina 2 y 2 por la máquina 3 se tiene:

$$P[M_1] = \frac{50}{100} \qquad P[M_2] = \frac{30}{100} \qquad P[M_3] = \frac{20}{100}$$

además: $P[D.M_1] = \frac{2}{100} \qquad P[D.M_2] = \frac{3}{100} \qquad P[D.M_3] = \frac{2}{100}$

Finalmente:

$$P[D/M_1] = \frac{\frac{2}{100}}{\frac{50}{100}} = \frac{2}{50}$$

$$P[D/M_2] = \frac{\frac{3}{100}}{30} = \frac{3}{30} \qquad (2)$$

$$P[D/M_3] = \frac{\frac{2}{100}}{\frac{20}{100}} = \frac{2}{20}$$

El conjunto de valores (2) es la información afinada del valor (1) no la modifica, pues para todo el espacio de eventos (1) sigue siendo válida, solo la discrimina y separa en partes independientes.

INDEPENDENCIA DE EVENTOS.

Definición.- Dos eventos A y B son independientes entre sí cuando la probabilidad de ocurrencia de uno no afecta la probabilidad de ocurrencia del otro.

En términos de probabilidad condicional; Si

$$P[A/B] = P[A] \qquad y \qquad P[B/A] = P[B]$$

Entonces: A y B son independientes.

Si A y B son independientes:

$$P[A/B] = \frac{P[A \cdot B]}{P[B]} \qquad P[B/A] = \frac{P[B \cdot A]}{P[A]}$$

Pero:

$$P[A] = \frac{P[A \cdot B]}{P[B]} \qquad P[B] = \frac{P[B \cdot A]}{P[A]}$$

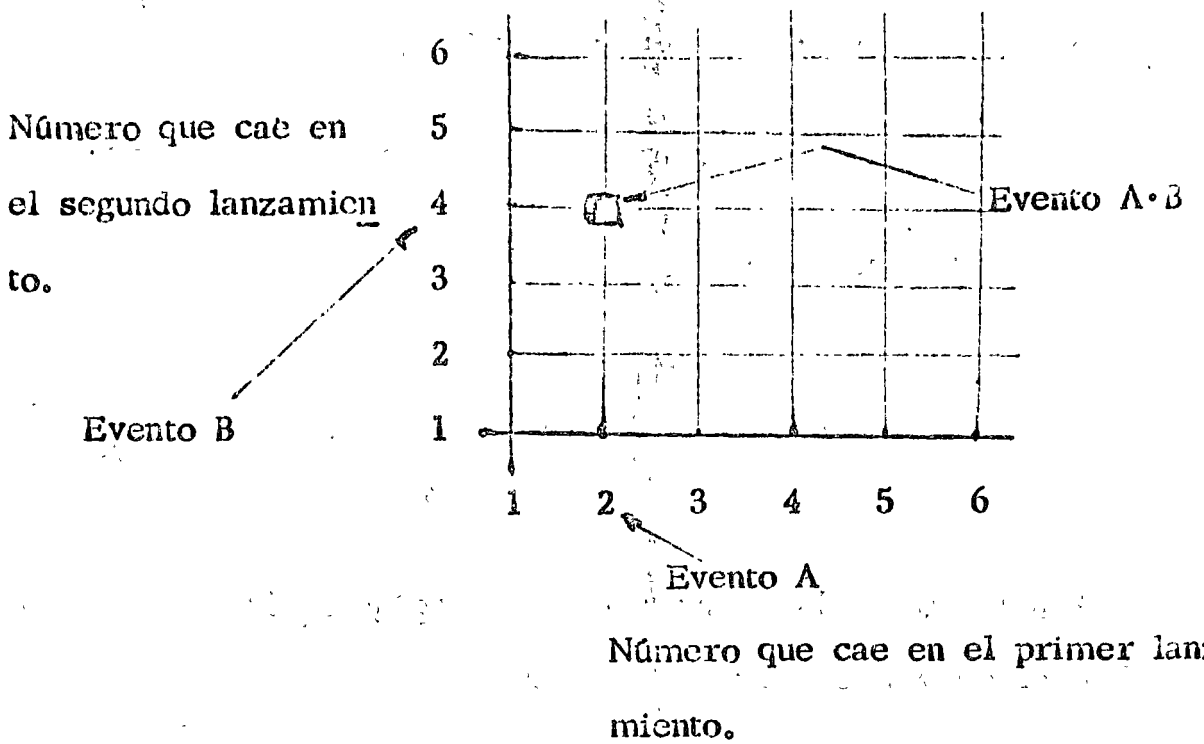
De donde:

$$P[A \cdot B] = P[A]\,P[B] \qquad P[B \cdot A] = P[B]\,P[A]$$

Además:

$$P[A \cdot B] = P[B \cdot A]$$

Por ejemplo. Se lanza un dado dos veces consecutivas. ¿cuál es la probabilidad que caiga hacia arriba un dos en el primer lanzamiento y un cuatro en el segundo?.



$$P[A] = \frac{1}{6} \qquad P[B] = \frac{1}{6}$$

$$P[A \cdot B] = \frac{1}{6} \cdot \frac{1}{6} = \frac{1}{36}$$

Ejemplo. Por una calle de un solo sentido de circulación, pasan diariamente un promedio de 1 300 vehículos de los cuales 800 son autos y el resto son camiones. ¿Cuál es la probabilidad que los próximos dos vehículos que pasen sean un auto y un camión?.

$A_1 = \{$ Pasa un auto en primer lugar $\}$

$A_2 = \{$ Pasa un auto en segundo lugar $\}$

$B_1 = \{$ Pasa un camión en primer lugar $\}$

$B_2 = \{$ Pasa un camión en segundo lugar $\}$

Eventos posibles: $A_1 \; A_2$

$B_1 \; B_2$

$A_1 \; B_2$

$B_1 \; B_2$

Satisface la condición los eventos $B_1 A_2$ y $A_1 B_2$

Si los eventos son independientes:

$$P[A_1] = P[A_2] = \frac{800}{1\,300} = \frac{8}{13}$$

$$P[B_1] = P[B_2] = \frac{500}{1\,300} = \frac{5}{13}$$

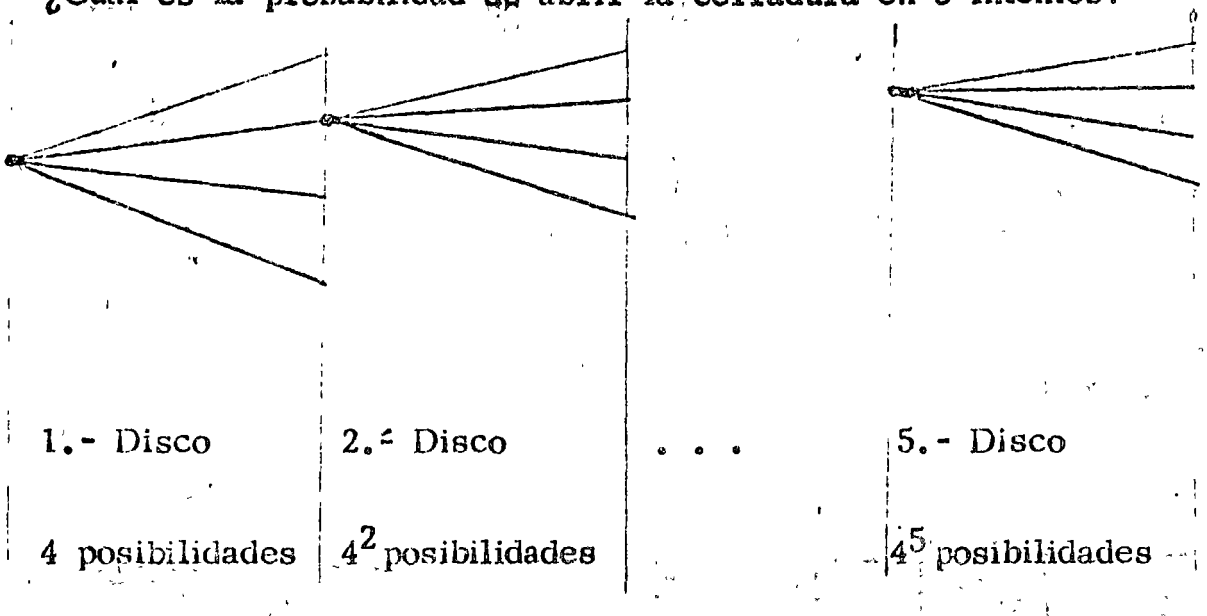
$$P[B_1 \; A_2 + A_1 \; B_2] = P[B_1]\,P[A_2] + P[A_1]\,P[B_2]$$

$$= \frac{5}{13} \cdot \frac{8}{13} + \frac{8}{13} \cdot \frac{5}{13} = \frac{80}{169}$$

$$P\left\{\begin{array}{l}\text{Los próximos dos vehículos que} \\ \text{pasan son un auto y un camión}\end{array}\right\} = \frac{80}{169}$$

Ejemplo. Una cerradura está formada por 5 discos cada uno con 4 letras. Si se desconoce la convinación.

¿Cuál es la probabilidad de abrir la cerradura en 5 intentos?



$$N\ (S) = 4^5 = 1024$$

$$P\left\{\begin{array}{l}\text{Abrir la cerradura en}\\ \text{5 intentos independien}\\ \text{tes}\end{array}\right\} = \frac{5}{1024}$$

TEOREMA DE PROBABILIDADES TOTALES.

Si Ei (i=1,2,...,n) son eventos mutuamente exclusivos entre sí:

$$\prod_{i=1}^{n} Ei = \emptyset$$

Tal que la suma de ellos llena el espacio de eventos:

$$\sum_{i=1}^{n} Ei = S$$

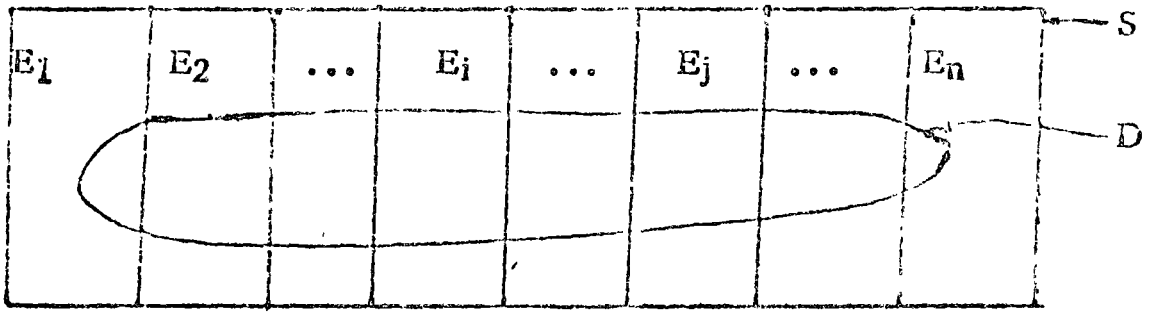
Y D es un evento no mutuamente exclusivo con Ei para algunas i, o sea:

$$\sum_{i=1}^{n} Ei \cdot D \neq 0$$

Entonces:

$$P[D] = \sum_{i=1}^{n} P[D / Ei]\ P[Ei]$$

Demostración



$$P[D / Ei] = \frac{P[D \cdot Ei]}{P[Ei]}$$

$$P[D \cdot Ei] = P[D / Ei] \cdot P[Ei]$$

$$\sum_{i=1}^{n} P[D \cdot Ei] = \sum_{i=1}^{n} P[D/Ei] \cdot P[Ei]$$

Pero: $P[D] = \sum_{i=1}^{n} P[D.Ei]$

De donde: $P[D] = \sum_{i=1}^{n} P[D/Ei]\ P[Ei]$

Esta fórmula es de utilidad cuando se conocen las características de las partes que integran el universo o espacio de eventos y se desconocen las de este.

Por ejemplo. Un constructor compró materiales de tres fuentes distintas. La fuente 1 afirma que sus productos no llevan más de un 3% de unidades defectuosas, la fuente 2 no más de un 4% y la fuente 3 un 5%.

Si el constructor compró el 50% del material en la fuente 1, el 30% en la fuente 2 y el 20% en la fuente 3 ¿cuál es la probabilidad de que al sacar al azar una unidad del material comprado resulte defectuoso?.

$P[F_1] = 0.5$ $\quad P[F_2] = 0.3$ $\quad P[F_3] = 0.2$

$P[D/F_1] = 0.03$ $\quad P[D/F_2] = 0.04$ $\quad P[D/F_3] = 0.05$

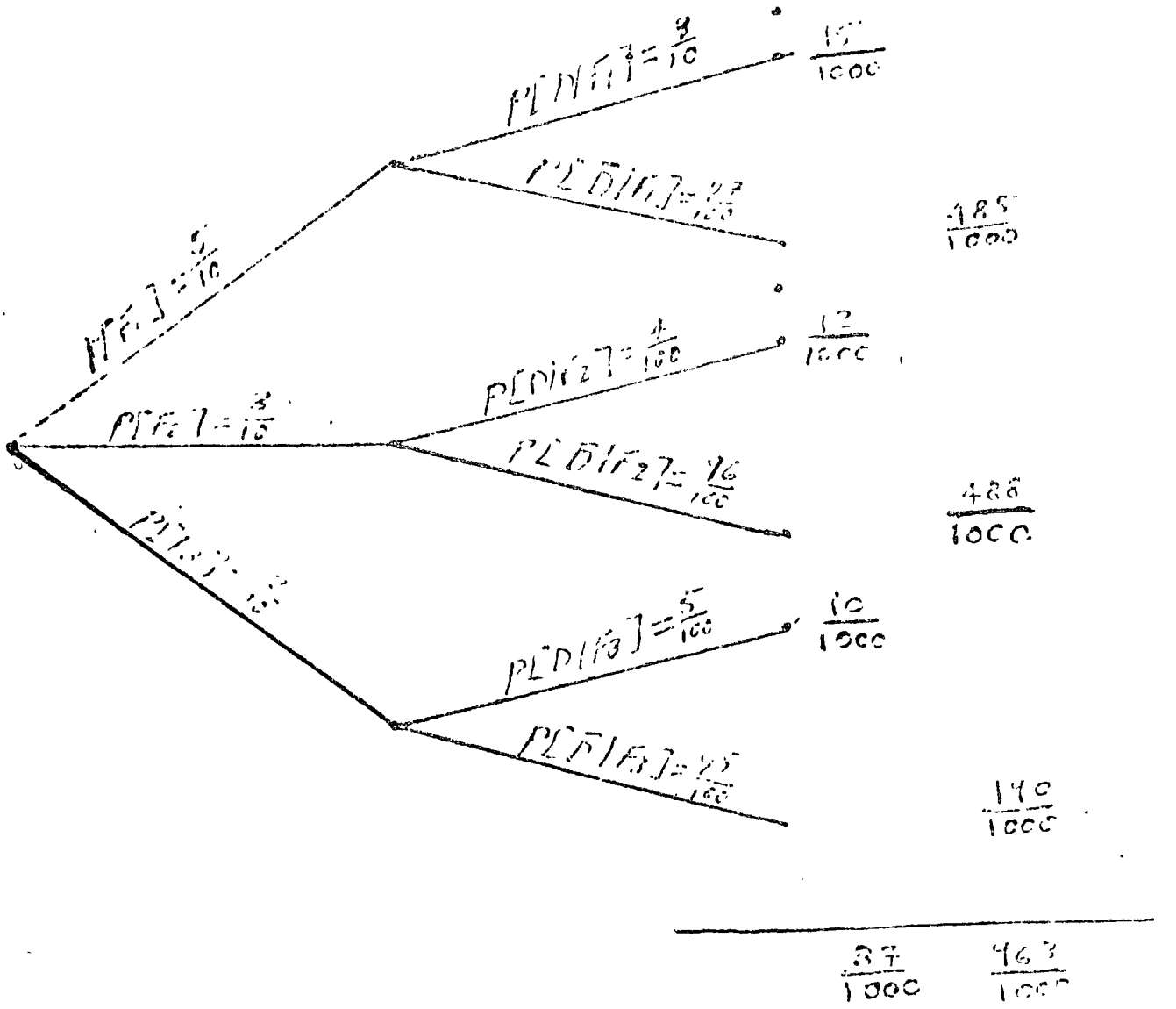
$$P[D] = 0.03 \times 0.5 + 0.04 \times 0.3 + 0.05 \times 0.2$$

$$P[D] = 0.037$$

Solución x graficando el proceso:

$P[F_i]P[D|F_i]$

$P[F_i]P[\bar{D}|F_i]$



$$P[D] = \sum_{i=1}^{3} P[D|F_i]P[F_i] = \frac{37}{1000},$$

$$P[\bar{D}] = \sum_{i=1}^{3} P[\bar{D}|F_i]P[F_i] = \frac{963}{1000}$$

Ejemplo. Comprobar los resultados obtenidos en el problema de la fábrica.

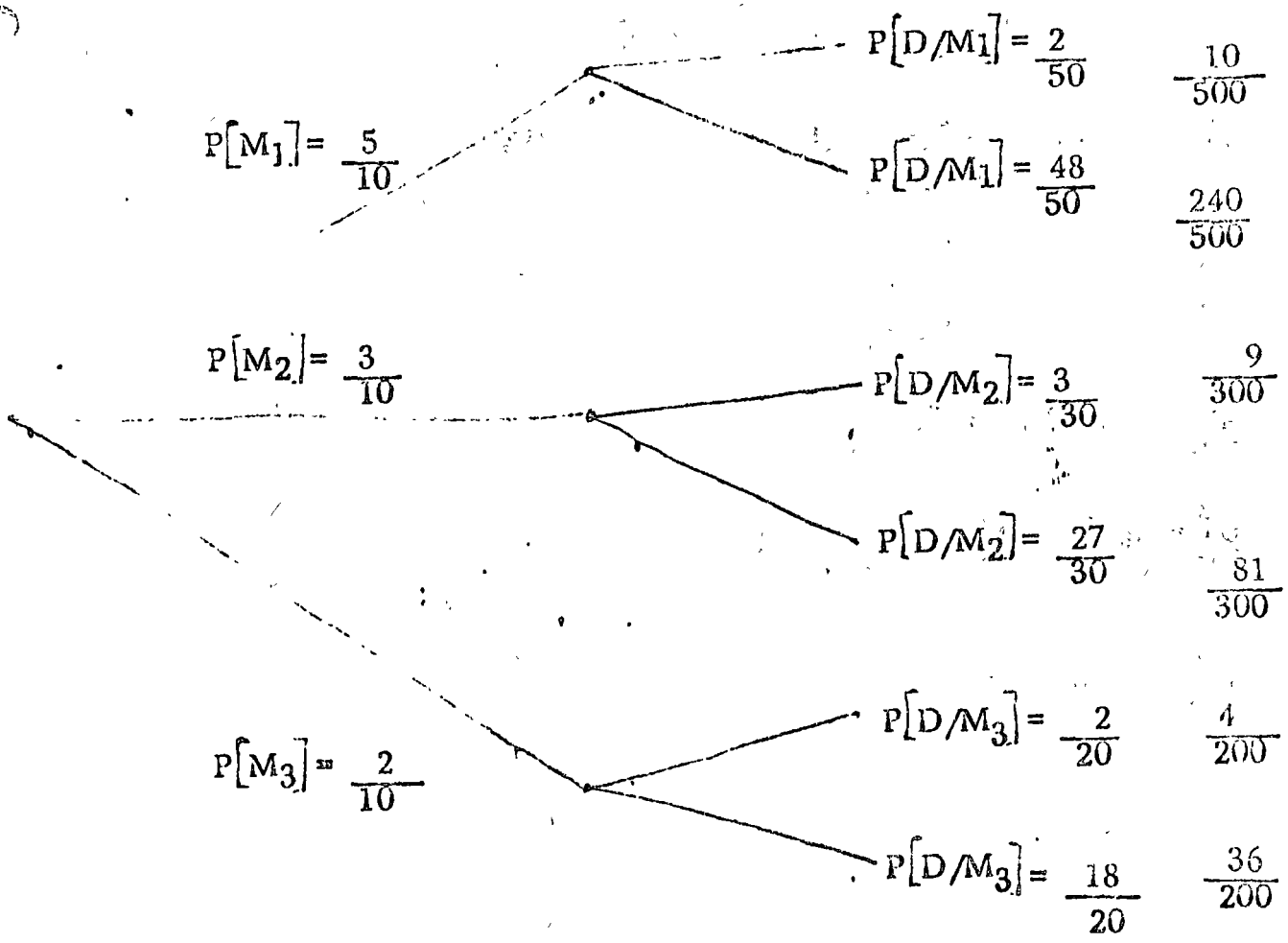
Resultados anteriores:

$P[M_1] = \frac{5}{10}$ $\quad P[M_2] = \frac{3}{10}$ $\quad P[M_3] = \frac{2}{10}$

$P[D/M_1] = \frac{2}{50}$ $\quad P[D/M_2] = \frac{3}{30}$ $\quad P[D/M_3] = \frac{2}{20}$

$P[D] = \frac{7}{100}$

Comprobación



$$\frac{2\ 100}{30\ 000} \qquad \frac{27\ 900}{30\ 000}$$

$$P\left[D\right] = \frac{2\ 100}{30\ 000} = \frac{7}{100} \qquad P\left[\tilde{D}\right] = \frac{93}{100}$$

TEOREMA DE BAYES.

Bajo la hipótesis consideradas en el desarrollo de la expresión de la probabilidad total, se tiene que:

$$(E_j \cdot D) = (D \cdot E_j)$$

$$P\left[E_j / D\right] = \frac{P\left[E_j \cdot D\right]}{P\left[D\right]} \qquad \text{luego}$$

$$P\left[E_j / D\right] = \frac{P\left[D \cdot E_j\right]}{P\left[D\right]} \qquad \text{pero}$$

$$P\left[D \cdot E_j\right] = P\left[D/E_j\right] \; P\left[E_j\right]$$

$$P\left[E_j/D\right] = P\left[D/E_j\right] \cdot P\left[E_j\right]$$

$$P\left[D\right] = \sum_{i=1}^{n} P\left[D/E_j\right] \; P\left[E_j\right]$$

Finalmente se obtiene:

$$P\left[E_j/D\right] = \frac{P\left[D/E_j\right]\ P\left[E_j\right]}{\sum_{i=1}^{n} P\left[D/E_j\right] P\left[E_j\right]}$$

Fórmula que constituye la expresión básica de la teoría de Bayes. Esta es una herramienta fundamental en el análisis decisional y puede usarse con carácter predictivo.

Ejemplo. En el problema de la fábrica, calcular la probabilidad de que un artículo que se tomó de almacen al azar y resultó defectuoso, haya sido por la máquina 1. Por la máquina 2. Por la máquina 3.

Con la fórmula de Bayes: $P[E_j/D] = \dfrac{P[D/E_j]\ P[E_j]}{\sum_{i=1}^{n} P[D/E_i]\ P[E_i]}$

Se sabe que:

$$P[D] = \sum_{i=1}^{n} P[D/M_i]\ P[M_i] = \frac{7}{100}$$

$P[M_1] = \dfrac{5}{10}$ $\qquad$ $P[D/M_1] = \dfrac{5}{50}$

$P[M_2] = \dfrac{3}{10}$ $\qquad$ $P[D/M_2] = \dfrac{3}{30}$

$P[M_3] = \dfrac{2}{10}$ $\qquad$ $P[D/M_3] = \dfrac{2}{20}$

$$P\left\{\begin{array}{l}\text{Un artículo que se sacó y}\\ \text{resultó defectuoso haya si}\\ \text{do hecho por la máquina.}\end{array}\right\} = P[M_j / D]$$

i) Máquina 1

$$P[M_1 / D] = \frac{\frac{5}{10} \cdot \frac{2}{50}}{\frac{7}{100}} = \frac{2}{7}$$

ii) Maquina 2

$$P[M_2 / D] = \frac{\frac{3}{10} \quad \frac{3}{30}}{\frac{7}{10}} = \frac{3}{7}$$

iii) Maquina 3

$$P[M_3/D] = \frac{\frac{2}{10} \quad \frac{2}{20}}{\frac{7}{100}} = \frac{2}{7}$$

Ejemplo. En el problema del constructor al analizarse una unidad que se tomó al azar se comprobó que la unidad era defectuosa. - Calcular la probabilidad de que esa unidad provenga de la fuente 1, De la Fuente 2. De la fuente 3.

Con la fórmula de Bayes: $P[E_j/D] = \dfrac{P[D/E_j]\ P[E_j]}{\sum_{i=1}^{3} P[D/E_i]\ P[E_i]}$

Se sabe que:

$$P[D] = \sum_{i=1}^{3} P[D/F_i]\ P[F_i] = \frac{37}{1000} = 0.037$$

$P[F_1] = 0.5$ $\qquad$ $P[D/F_1] = 0.03$

$P[F_2] = 0.3$ $\qquad$ $P[D/F_2] = 0.04$

$P[F_3] = 0.2$ $\qquad$ $P[D/F_3] = 0.05$

$$P\left\{\begin{array}{l}\text{Una unidad que se sacó}\\ \text{al azar y resultó fectuo}\\ \text{sa provenga de la fuente i}\end{array}\right\} = P[F_i/D]$$

i) Fuente 1

$$P[F_1/D] = \frac{0.5 \times 0.03}{0.037} = \frac{15}{} = 0.405$$

ii) Fuente 2

$$P\left[F_2 / D\right] = \frac{0.3 \times 0.04}{0.037} = \frac{12}{37} = 0.325$$

iii) Fuente 3

$$P\left[F_3 / D\right] = \frac{0.2 \times 0.05}{0.037} = \frac{10}{37} = 0.270$$

LA FUNCION DE PROBABILIDAD BINOMIAL

Un experimento de Bernouli es aquel que tiene solo dos resultados posibles, por ejemplo éxito o falla, defectuoso o no defectuoso, cero o uno, etc. Por consecuencia, los eventos de Bernouli son los dos resultados posibles de un experimento de Bernouli.

La función de probabilidad binomial queda expresada por:

$$P(n;k) = C^{n}_{k} \; p^{k} \; (1-p)^{n-k}$$

Esta fórmula resuelve el problema del cálculo de la probabilidad de que en n experimentos de Bernouli se presenten exactamente k éxitos de un orden cualquiera.

Los elementos que intervienen son:

n = número de experimentos independientes de Bernouli

k = número de éxitos en los n experimentos

p = probabilidad de éxito en un experimento.

La demostración de la fórmula se realiza con dos planteamientos que en seguida se presentan.

Planteamiento 1. Se realizan n experimentos independientes de Bernouli, que tienen por resultado éxito o falla, se desea cálcular la probabilidad de que resulten exactamente k éxitos y $(n-k)$ fallas en un orden prescrito.

Sea:

p la probabilidad de éxito en un solo experimento, - - (1-p) la probabilidad de falla en un solo experimento.

En notación abreviada.

Exito = E $\qquad$ P (E) = p

Falla = F $\qquad$ P (F) = 1 - p

$A = \{$ k éxitos en n experimentos, en un orden prescrito $\}$

Por ejemplo:

$A = \{ E, E, F, E, F, E, \ldots, F, E, F, F, E \}$

$N(A) = n$

El análisis de la secuencia de los resultados del evento compuesto A es:

		1		2			(n-k-2)		(n-k-1)	(n-k)	
E	E	F	E	F	E	...	F	E	F	F	E
1	2		3		4			k-1			k
1	2	3	4	5	6		(n-4)	(n-3)	(n-2)	(n-1)	n
p	p	(1-p)	p	(1-p)	p		(1-p)	p	(1-p)	(1-p)	p'

P $\qquad$ Aparece k veces

(1-p) $\qquad$ Aparece (n-k) veces

Planteamiento 2. Se realizan n experimentos independientes de Bernouli, que tienen por resultado éxito o falla, se desea calcular la probabilidad de que resulten exactamente k éxitos y (n-k) fallas de un orden cualquiera.

$$\left\{\begin{array}{l}\text{Número de formas posibles}\\ \text{en que se presentan } k \text{ --}\\ \text{éxitos de } n \text{ intentos.}\end{array}\right\} = C_k^n$$

Donde todas son formas diferentes (exclusivas) y de igual probabilidad:

$$p^k \ (1-p)^{n-k}$$

De donde:

$$P\left\{ k \text{ éxitos en } n \text{ experimentos, en un orden cualquiera}\right\} = P\ (n,k)$$

es:

$$P\ (n,k) = C_k^n \ p^k \ (1-p)^{n-k}$$

Ejemplo: En un lote de 10 artículos ¿Cuál es la probabilidad de tener exactamente 4 defectuosos, si la probabilidad de que sea defectuoso cada uno de llos independientemente es de 0.25?

i) El análisis de cada artículo da como resultados posibles defectuosos o no defectuosos. Luego el análisis es un experimento de Bernouli.

ii) No importa el orden en que se presenten los artículos defectuosos. Luego es aplicable la función de probabilidad binomial.

iii) Parámetros:

$$n = 10$$
$$x = 3$$
$$p = 0.25$$

$$P(10,3) = C^{10}_{3} \left(\frac{1}{4}\right)^{3} \left(\frac{3}{4}\right)^{7}$$

$$= \frac{10!}{3!\,(10-3)!} \left(\frac{1}{4}\right)^{3} \left(\frac{3}{4}\right)^{7}$$

$$P(10,3) = 0.2502441$$

7) DISTRIBUCIÓN BINOMIAL

EXPERIMENTO DE BERNOULLI.— ES AQUEL QUE TIENE SOLAMENTE DOS RESULTADOS POSIBLES. ÉXITO-FALLA, DEFECTUOSO-NO DEFECTUOSO, 0-1, ETC.

EVENTOS DE BERNOULLI.— SON LOS DOS RESULTADOS POSIBLES DE UN EXPERIMENTO DE BERNOULLI.

PLANTEAMIENTO 1.

SE REALIZAN n EXPERIMENTOS INDEPENDIENTES DE BERNOULLI, QUE TIENEN POR RESULTADO ÉXITO O FALLA, Y SE DESEA CALCULAR LA PROBABILIDAD DE QUE RESULTEN K ÉXITOS Y $(n-K)$ FALLAS EN UN ORDEN DETERMINADO EN LOS n EXPERIMENTOS. SI P ES LA PROBABILIDAD DE ÉXITO EN UN INTENTO Y $(1-P)$ ES LA PROBABILIDAD DE FALLA.

ÉXITO = E $\qquad P\{\text{ÉXITO}\} = P$

FALLA = F $\qquad P\{\text{FALLA}\} = 1-P$

ORDEN DE RESULTADOS QUE INTERESA:

$$\underset{(1)}{E}\ \underset{(2)}{E}\ \overset{(1)}{F}\ \underset{(3)}{E}\ \overset{(2)}{F}\ \overset{(3)}{F}\ \underset{(4)}{E}\ \cdots\ \overset{(j)}{F}\ \underset{(i)}{E}\ \cdots\ \underset{(K-1)}{E}\ \overset{(n-K-2)}{F}\ \underset{(K)}{E}\ \overset{(n-K-1)}{F}\ \overset{(n-K)}{F}$$

$$1\ \ 2\ \ 3\ \ 4\ \ 5\ \ 6\ \ 7\ \ \cdots\ \ (\ell)\ \ (\ell+1)\ \ (n-4)\ (n-3)\ (n-2)\ (n-1)\ \ n$$

SEA $\{A\} = \{$EL ORDEN DE RESULTADOS ANTERIOR$\}$

P APARECE (K) VECES

$(1-P)$ APARECE $(n-K)$ VECES, DE DONDE SI LOS EXPERIMENTOS SON INDEPENDIENTES:

$$P\{A\} = P^{K}(1-P)^{n-K}$$

PLANTEAMIENTO 2

PLANTEAMIENTO 2

SE REALIZAN n EXPERIMENTOS INDEPENDIENTES DE BERNOULLI Y SE DESEA CALCULAR LA PROBABILIDAD DE QUE RESULTEN K ÉXITOS, EN UN ORDEN CUALESQUIERA, EN LOS n INTENTOS.

$$\left\{\begin{array}{l}\text{NÚMERO DE FORMAS POSIBLES}\\ \text{EN QUE SE PRESENTAN } K\\ \text{ÉXITOS EN } n \text{ INTENTOS}\end{array}\right\} = C_K^n$$

TODAS SON FORMAS DIFERENTES (EXCLUSIVAS) Y DE IGUAL PROBABILIDAD $[p^K(1-p)^{n-K}]$ DE DONDE:

$$P\{K \text{ ÉXITOS EN } n \text{ INTENTOS}\} = P(n,K)$$

$$P(n,K) = C_K^n\, p^K (1-p)^{n-K}$$

EJEMPLO:

CON LA INFORMACIÓN DE LOS EJEMPLOS ANTERIORES, SE SABE QUE LA PROBABILIDAD DE SACAR UN ARTÍCULO DEFECTUOSO EN UN INTENTO ES $(7/100)$. UN COMPRADOR SELLEVA UN LOTE DE 5 ARTÍCULOS, SE DESEA CONOCER LA PROBABILIDAD DE QUE EN EL LOTE VAYAN:

i) NINGÚN ARTÍCULO DEFECTUOSO.

ii) UN ARTÍCULO DEFECTUOSO.

iii) MAS DE UN ARTÍCULO DEFECTUOSO.

i) $P\left\{\begin{array}{l}\text{NINGÚN ARTÍCULO}\\ \text{DEFECTUOSO.}\end{array}\right\} = P(5,0)$

$$P(5,0) = C_0^5 \left(\frac{7}{100}\right)^0 \left(\frac{93}{100}\right)^5 = \left(\frac{93}{100}\right)^5$$

iii) $P\left\{\begin{array}{l}\text{UN DISPOSITIVO}\\ \text{DEFECTUOSO}\end{array}\right\} = P(5,1)$

$$P(5,1) = C_1^5 \left(\frac{7}{100}\right)^1 \left(\frac{93}{100}\right)^4 = \frac{35 \times 93^4}{100^5}$$

iii) $P\left\{\begin{array}{l}\text{MÁS DE UN ARTÍCULO}\\ \text{DEFECTUOSO}\end{array}\right\} = 1 - P(5,0) - P(5,1)$

DADO QUE: $\sum_{K=1}^{5} P(5,K) = 1$

$$P\left\{\begin{array}{l}\text{MÁS DE UN ARTÍCULO}\\ \text{DEFECTUOSO}\end{array}\right\} = 1 - \left(\frac{93}{100}\right)^5 - \left(\frac{35 \times 93^4}{100^5}\right)$$

$$P\left\{\begin{array}{l}\text{MÁS DE UN ARTÍCULO}\\ \text{DEFECTUOSO}\end{array}\right\} = \frac{4.2493}{100}$$

8) DISTRIBUCIÓN DE POISSON

SE REALIZAN n EXPERIMENTOS INDEPENDIENTES DE BERNOULLI Y SE DESEA CALCULAR LA PROBABILIDAD DE $\underline{K}$ ÉXITOS, EN UN ORDEN CUALQUIERA, EN LOS n INTENTOS, SI n ES UN NÚMERO "GRANDE".

$P = \{$PROBABILIDAD DE UN ÉXITO EN UN INTENTO$\}$

SI $\lambda = nP$, $P = \lambda / n$

$$P(n,0) = C_0^n P^0 (1-P)^n = (1-P)^n$$

$$\ln[P(n,0)] = n \ln(1-P)$$

$$\ln\left(1-\frac{\lambda}{n}\right) = -\frac{\lambda}{n} - \frac{\lambda^2}{2n^2} - \frac{\lambda^3}{3n^3} - \cdots$$

SI n ES "GRANDE" $n \ln\left(1-\frac{\lambda}{n}\right) \approx -\lambda$, DADO QUE

$$n \ln\left(1-\frac{\lambda}{n}\right) = -\lambda - \frac{\lambda^2}{2n} - \frac{\lambda^3}{3n^2} - \cdots$$

$$\lim_{n\to\infty} \ln\left(1-\frac{\lambda}{n}\right) = -\lambda - \frac{\lambda^2}{2n} - \frac{\lambda^3}{2n^2} - \cdots = -\lambda$$

$$\ln P(n,0) = -\lambda \Longrightarrow P(n,0) = e^{-\lambda}$$

SI $P \longrightarrow 0 \Longrightarrow (1-P) \longrightarrow 1$

$$\frac{P(K,n)}{P(K-1,n)} = \frac{C_K^n P^K (1-P)^{n-K}}{C_{K-1}^n P^{K-1} (1-P)^{n-K+1}} = \frac{(n-K+1)P}{K(1-P)}$$

$$= \frac{\lambda - (K-1)P}{K(1-P)} \approx \frac{\lambda}{K}$$

ESTO ES:

$P(n,k) \approx \frac{\lambda}{k} P(k-1,n)$: ENTONCES:

$P(n,0) \approx e^{-\lambda}$, $P(n,1) \approx \lambda e^{-\lambda}$, $P(n,2) \approx \frac{\lambda^2 e^{-\lambda}}{2}$

$P(n,3) \approx \frac{\lambda^3 e^{-\lambda}}{6}$, POR INDUCCIÓN:

$$P(n,k) \approx \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!} \quad \text{PARA } k = 0, 1, 2, \ldots$$

EJEMPLO:

CON LA INFORMACIÓN DEL EJEMPLO ANTERIOR, CALCULAR LA PROBABILIDAD DE QUE EN UN LOTE DE 100 ARTÍCULOS RESULTEN:

i) DOS ARTÍCULOS DEFECTUOSOS ii) UN ARTÍCULO DEFECTUOSO.

iii) NINGÚN ARTÍCULO DEFECTUOSO iv) MÁS DE DOS ARTÍCULOS DEFECTUOSOS

$$P(\lambda, k) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}, \quad \lambda = np = 100 \times \frac{7}{100} = 7$$

i) $P(7,2) = \frac{7^2 e^{-7}}{2!} = \frac{49}{2} e^{-7}$

ii) $P(7,1) = \frac{7^1 e^{-7}}{1!} = 7 e^{-7}$

iii) $P(7,0) = \frac{7^0 e^{-7}}{0!} = e^{-7}$

iv) $P\left\{\begin{matrix}\text{MÁS DE 2 ART.} \\ \text{DEFECTUOSOS}\end{matrix}\right\} = 1 - P(7,0) - P(7,1) - P(7,2)$

$P\left\{\begin{matrix}\text{MÁS DE 2 ART.} \\ \text{DEFECTUOSOS}\end{matrix}\right\} = 1 - \frac{65}{2} e^{-7}$

9) DISTRIBUCIÓN NORMAL

BAJO CONDICIONES MUY GENERALES LA VARIABLE ALEATORIA Y DEFINIDA POR:

$$Y = \sum_{i=1}^{n} X_i$$

CON X_i, VARIABLES ALEATORIAS INDEPENDIENTES TIENE UNA FUNCIÓN DE PROBABILIDAD NORMAL DEFINIDAS POR LA EXPRESIÓN

$$f_Y(y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}y^2}, \quad -\infty < y < \infty$$

DONDE $\quad y = \dfrac{x - m_x}{\sigma_x}$

EJEMPLO ACLARATORIO:

LA VARIABLE ALEATORIA X TIENE UNA MEDIA DE 30 CON UNA DESVIACIÓN ESTANDAR DE 10. ¿CUÁL ES LA PROBABILIDAD QUE EN UNA OBSERVACIÓN X TOME UN VALOR ENTRE 20 Y 40?

$$y_1 = \frac{20-30}{10} = -1 \qquad y_2 = \frac{40-30}{10} = 1$$

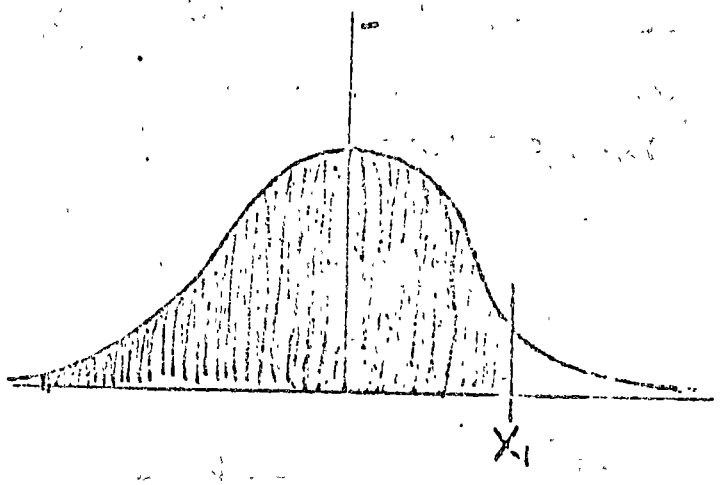
$$P\{20 \leq X \leq 40\} = \int_{-1}^{1} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}y^2} dy = 2\int_{0}^{1} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}y^2} dy$$

$$P\{20 \leq X \leq 40\} = 2 \times 0.3413 = 0.6826$$

LOS VALORES DE LA INTEGRAL ESTÁN GENERALMENTE TABULADOS EN LA SIGUIENTE FORMA.

Y	0.00 0.01 ..... 0.09
0	
0.1	
0.2	(VALORES DEL AREA BAJO LA CURVA DE $-\infty$ A Y_1)
⋮	
1.0	
1.1	
⋮	
3.9	

$$P[-\infty < X < X_1] = \int_{-\infty}^{Y_1} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}Y^2} dY$$



10.) APROXIMACION DE LAS FUNCIONES BINOMIAL Y DE POISSON CON LA FUNCIÓN NORMAL

a.) BINOMIAL, OBTENER ENTRE K_1 Y K_2 ÉXITOS, $K_2 > K_1$

$$P(n, K_1) = C^n_{K_1} P^{K_1}(1-P)^{n-K_1} = \frac{n!}{K_1!(n-K_1)!} P^{K_1}(1-P)^{n-K_1}$$

$$P(n, K_2) = C^n_{K_2} P^{K_2}(1-P)^{n-K_2} = \frac{n!}{K_2!(n-K_2)!} P^{K_2}(1-P)^{n-K_2}$$

$$P\{K_1 \leq x \leq K_2\} = \int_{Y_1}^{Y_2} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}Y^2} dY$$

CON $Y_1 = \dfrac{K_1 - nP}{\sqrt{nP(1-P)}}$

$Y_2 = \dfrac{K_2 - nP}{\sqrt{nP(1-P)}}$

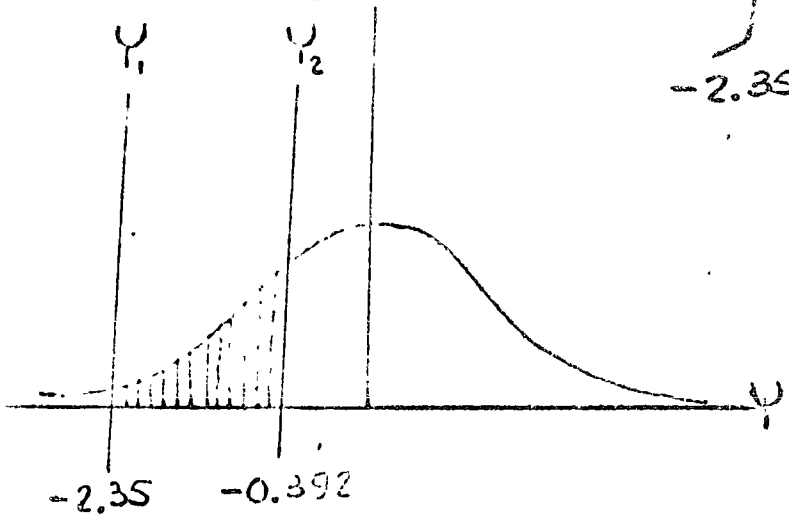
LA FUNCIÓN DE POISSON ES UNA VARIACIÓN DE LA BINOMIAL, DE DONDE, LA APROXIMACIÓN NORMAL SE REALIZA EN LA MISMA FORMA PARA LOS DOS CASOS

EJEMPLO

CON LA INFORMACIÓN DE LOS EJEMPLOS ANTERIORES CALCULAR LA PROBABILIDAD DE SACAR EN UN LOTE DE 100 ARTÍCULOS ENTRE 1 Y 5 ARTÍCULOS DEFECTUOSOS.

$$Y_1 = \frac{1 - 100 \times \frac{7}{100}}{\sqrt{100\left(\frac{7}{100}\right)\left(\frac{93}{100}\right)}} \cong -2.35 \qquad Y_2 = \frac{6 - 100 \times \frac{7}{100}}{\sqrt{100\left(\frac{7}{100}\right)\left(\frac{93}{100}\right)}} \cong -0.39$$

$$P[1 \leq X \leq 5] = \int_{-2.35}^{-0.392} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}y^2} dy = 0.2389$$



$$\Delta_{Y_1, Y_2} = \Delta_{-\infty, Y_1} - \Delta_{-\infty, Y_2}$$

$$\Delta_{-\infty, Y_1} = 0.9906$$

$$\Delta_{-\infty, Y_2} = 0.6517$$

$$\Delta_{Y_1, Y_2} = 0.2389$$

11) FUNCIÓN DE DENSIDAD DE PROBABILIDAD

$f(x)$ ES UNA FUNCIÓN DE DENSIDAD DE PROBABILIDAD DE LA VARIABLE ALEATORIA x SI CUMPLE QUE:

i) $f(x) \geq 0 \quad ; -\alpha \leq x \leq \alpha$

ii) $\int_{-\alpha}^{+\alpha} f(x)\,dx = 1$

iii) $\int_{X_1}^{X_2} f(x)\,dx = P[X_1 \leq X \leq X_2]$

12) ESPERANZA DE UNA VARIABLE ALEATORIA

$E[X] = \int_{-\alpha}^{+\alpha} x f(x)\,dx$ SI X ES V.A. CONTINUA

$E[X] = \sum_{i=0}^{n} X_i P(x_i)$ SI X ES V.A. DISCRETA

$E[X] = m_X$ DONDE m_X ES LA MEDIA DE LA V.A. X

EJEMPLO: LANZAMIENTO DE UN DADO

CADA UN	1	2	3	4	5	6	X_i
GANO	5	10	15	20	25	30	
CON PROBABILIDAD	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$P(x_i)$

¿CUANTO ESPERO GANAR EN UNA SOLA

$E[X] = \frac{11}{6}5 + \frac{11}{6}10 + \frac{11}{6}15 + \frac{11}{6}20 + \frac{11}{6}25 + \frac{1}{6}30$

$E[X] = 17.5$

ESPERO GANAR 17.5

EJEMPLO:

UN INVERSIONISTA HA COLOCADO 100 UM. (UNIDADES MONETARIAS). PREVE QUE SE PUEDEN PRESENTAR 5 SITUACIONES FUTURAS DIFERENTES.

LA SITUACION FUTURA	1	2	3	4	5	
SE PUEDE PRESENTAR CON UNA PROBABILIDAD DE.	$\frac{1}{15}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{30}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{15}$	$P(X_i)$
EN CUYO CASO GANARÁ (EN UM)	20	25	300	-25	-20	X_i

$$E[X] = \frac{1}{15}20 + \frac{1}{20}25 + \frac{1}{30}300 - \frac{1}{20}25 - \frac{1}{15}20$$

$$E[X] = 10$$

EL INVERSIONISTA ESPERA GANAR 10 UNIDADES MONETARIAS

EXPLICACIÓN MATEMÁTICA: CASO PRÁCTICO

UN CONSTRUCTOR DESEA SELECCIONAR LA ESTRATEGIA DE CONSTRUCCIÓN A SEGUIR EN CICLO TRABAJO EN EL QUE HA DE REALIZAR DOS OPERACIONES INDEPENDIENTES I y II QUE HAN DE REALIZARSE EN SUCESIÓN. CADA OPERACIÓN PUEDE REQUERIR 4, 5 ó 6 UT (UNIDADES DE TIEMPO) PARA REALIZARSE

CADA OPERACIÓN PUEDE REALIZARSE A TRES RANGOS DIFERENTES DE RAPIDEZ, CADA UNO A DIFERENTE COSTO COMO EN SEGUIDA SE INDICA.

OPERACION	RANGO	COSTO DE DIA EN UM.
I	A	200
	B	240
	C	280
II	D	200
	E	300
	F	400

UM = (UNIDADES MONETARIAS)

ADICIONALMENTE, SI EL TRABAJO NO ESTA TERMINADO EN 10 UT EL CONSTRUCTOR HA DE PAGAR UNA MULTA DE 2000 UM/UT DE RETRASO.

EL CONSTRUCTOR, CON BASE EN LOS REGISTROS DE TRABAJOS SIMILARES REALIZADOS POR EL EN EL PASADO, DETERMINA EL SIGUIENTE CUADRO DE PROBABILIDADES

OPERACION	LANCO	PROBABILIDAD DE TERMINAR EN: 4 UT	5 UT	6 UT	SUMA
	A	0.2	0.5	0.3	1.0
	B	0.3	0.6	0.1	1.0
	C	0.6	0.4	0.0	1.0
II	D	0.1	0.4	0.5	1.0
	E	0.3	0.4	0.3	1.0
	F	0.6	0.3	0.1	1.0

CALCULO DE LA ESPERANZA DE COSTOS CON CADA BANCO:

$$E[\text{costo } A] = \{\text{costo de 4 días}\} P\{I_4\} + \{\text{costo de 5 días}\} P\{I_5\} + \{\text{costo de 6 días}\} P\{I_6\}$$

$$E[\text{costo } A] = 0.2 \times 4 \times 200 + 0.5 \times 5 \times 200 + 0.3 \times 6 \times 200 = 1020$$

$$E[\text{costo } B] = 0.3 \times 4 \times 240 + 0.6 \times 5 \times 240 + 0.1 \times 6 \times 240 = 1152$$

$$E[\text{costo } C] = 0.6 \times 4 \times 280 + 0.4 \times 5 \times 280 + 0.0 \times 6 \times 280 = 1232$$

$$E[\text{costo } D] = 0.1 \times 4 \times 200 + 0.4 \times 5 \times 200 + 0.5 \times 6 \times 200 = 1080$$

$$E[\text{costo } E] = 0.3 \times 4 \times 300 + 0.4 \times 5 \times 300 + 0.3 \times 6 \times 300 = 1500$$

$$E[\text{costo } F] = 0.6 \times 4 \times 400 + 0.3 \times 5 \times 400 + 0.1 \times 6 \times 400 = 1800$$

RESUMEN

OPERACION	BANCO	E[costo]
I	A	1020
	B	1152
	C	1232
II	D	1080
	E	1500

CÁLCULO DE LAS PROBABILIDADES DE LA DURACIÓN TOTAL DEL TRABAJO.

DURACION DE LA OPERACION II			
6	10	11	12
5	9	10	11
4	8	9	10
	4	5	6

(DURACIÓN TOTAL DEL TRABAJO.)

DURACIÓN DE LA OPERACIÓN I

SI LAS DURACIONES DE LAS DOS OPERACIONES SON COMPLETAMENTE INDEPENDIENTES, ENTONCES

$$P[8\,UT] = P[I_4]P[II_4]$$

$$P[9\,UT] = P[I_4]P[II_5] + P[I_5]P[II_4]$$

$$P[10\,UT] = P[I_4]P[II_6] + P[I_5]P[II_5] + P[I_6]P[II_4]$$

$$P[11\,UT] = P[I_5]P[II_6] + P[I_6]P[II_5].$$

$$P[12\,UT] = P[I_6]P[II_6]$$

COMO CADA PANOO TIENE ASIGNADAS PROBABILIDADES DE DURACIÓN DIFERENTES, EL CÁLCULO SE HARÁ PARA TODAS LAS ESTRATEGIAS POSIBLES

$$\text{ESTRATEGIAS POSIBLES} = \left\{ \begin{array}{lll} AD & BD & CD \\ AE & BE & CE \\ & & CF \end{array} \right\}$$

PROBABILIDAD DE DURACIÓN TOTAL

ESTRATEGIA	8 UT	9 UT	10 UT	11 UT	12 UT	[illegible]
AD	0.02	0.13	0.31	0.37	0.15	1.0
AE	0.06	0.23	0.45	0.27	0.09	1.0
AF	0.12	0.36	0.35	0.14	0.03	1.0
BD	0.03	0.18	0.40	0.34	0.05	1.0
BE	0.09	0.30	0.36	0.22	0.03	1.0
BF	0.18	0.45	0.27	0.09	0.1	1.0
CD	0.06	0.28	0.46	0.20	0	1.0
CE	0.18	0.36	0.34	0.12	0	1.0
CF	0.36	0.42	0.18	0.04	0	1.0

CÁLCULO DE LA MULTA ESPERADA

SI LA DURACIÓN TOTAL DEL TRABAJO ES:

11 UT se TIENE UNA MULTA DE 2000 UM

12 UT se TIENE UNA MULTA DE 4000 UM

8 " " " " " " 0 "

9 " " " " " " 0 "

10 " " " " " " 0 "

CÁLCULO DE LA MULTA ESPERADA

E[MULTA AD] = (0.02)0 + (0.13)0 + (0.31)0 + (0.37)2000 + (0.15)4000 = 1340 UM

E[MULTA AE] = (0.06)0 + (0.23)0 + (0.45)0 + (0.27)2000 + (0.09)4000 = 900 "

E[MULTA AF] = (0.12)0 + (0.36)0 + (0.35)0 + (0.14)2000 + (0.03)4000 = 400 "

E[MULTA BD] = (0.03)0 + (0.18)0 + (0.40)0 + (0.34)2000 + (0.05)4000 = 880 "

E[MULTA BE] = (0.09)0 + (0.30)0 + (0.36)0 + (0.22)2000 + (0.03)4000 = 500 "

E[MULTA BF] = (0.18)0 + (0.45)0 + (0.27)0 + (0.09)2000 + (0.01)4000 = 210 "

E[MULTA CD] = (0.06)0 + (0.28)0 + (0.46)0 + (0.20)2000 + (0)4000 = 400 "

E[MULTA CE] = (0.18)0 + (0.36)0 + (0.34)0 + (0.12)2000 + (0)4000 = 240 "

E[MULTA CF] = (0.36)0 + (0.42)0 + (0.18)0 + (0.04)2000 + (0)4000 = 80 "

RESUMEN

ESTRATEGIA	MULTA ESPERADA
A D	1340
A E	900
A F	400
B D	880
B E	560
B F	220
C D	400
C E	240
C F	80

FINALMENTE:

ESTRATEGIA	COSTO ESPERADO DE LA OPERACIÓN I	COSTO ESPERADO DE LA OPERACIÓN II	MULTA ESPERADA	COSTO TOTAL ESPERADO
A D	1020	1080	1340	3440
A E	1020	1550	900	3470
A F	1020	1800	400	3220
B D	1152	1080	880	3112
B E	1152	1550	560	3212
B F	1152	1800	220	3172
C D	1232	1080	400	2712
C E	1232	1550	240	2972
C F	1232	1800	80	3112

CONCLUSIÓN

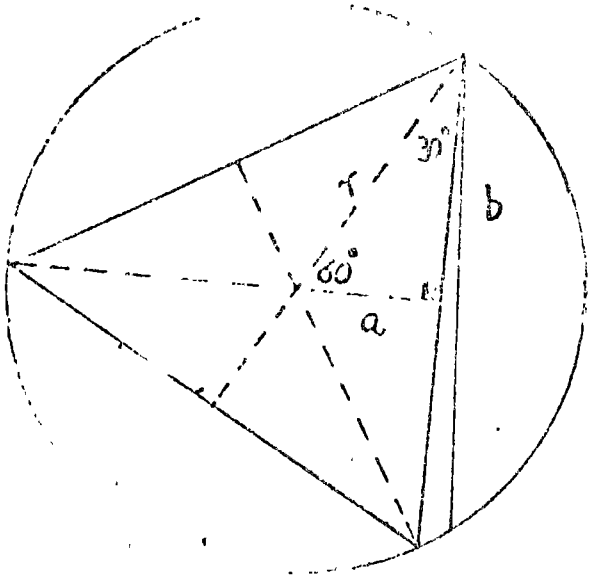
LA ESTRATEGIA QUE MINIMIZA EL COSTO TOTAL ESPERADO ES <u>C D</u> CON UN VALOR ESTIMADO DE

PARADOJA DE BERTRAND

(CRÍTICA A LA DEFINICIÓN CLÁSICA DE PROBABILIDAD)

EN UN CÍRCULO DE RADIO r SE DIBUJA AL AZAR UNA CUERDA AB. ¿CUÁL ES LA PROBABILIDAD DE QUE LA LONGITUD DE ESTA CUERDA SEA MAYOR DE $r\sqrt{3}$, LA LONGITUD DE UN LADO DEL TRIÁNGULO EQUILÁTERO INSCRITO?

1.- SOLUCIÓN



$a = r \operatorname{SEN} 30^\circ$

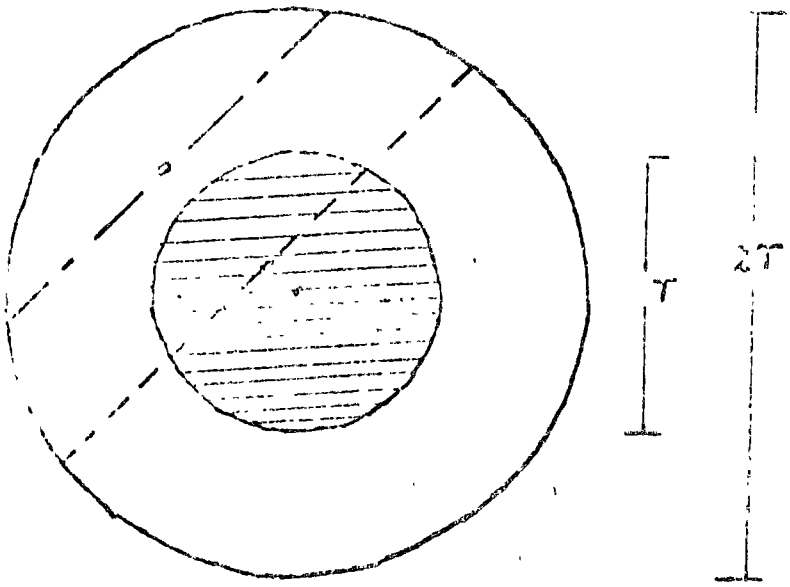
$b = r \cos 30^\circ$

$a = \frac{r}{2}$ $\qquad b = r\frac{\sqrt{3}}{2}$

$2b = r\sqrt{3}$

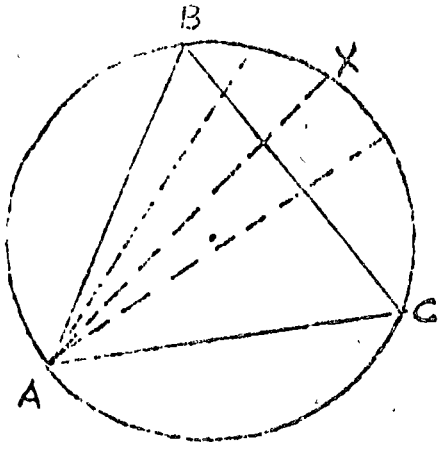
$\Delta = [L > r\sqrt{3}]$

$P[\Delta] = \frac{\pi r^2/4}{\pi r^2} = \frac{1}{4}$



SI EL CENTRO DE LA LINEA CAE EN EL CÍRCULO PEQUEÑO $L > r\sqrt{3}$ LUEGO $P[\Delta] = \frac{\Delta r/2}{\Delta r}$

2.- SOLUCIÓN

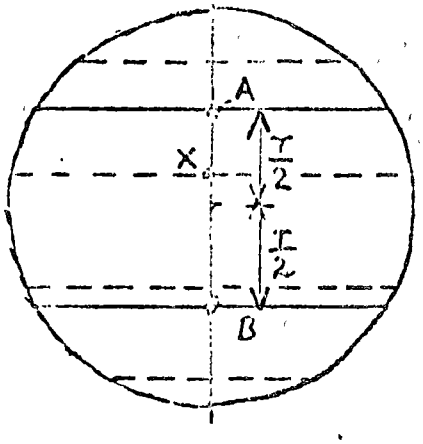


SI X CAE EN ARC(BC) ENTONCES $L > r\sqrt{3}$

$$P[\Delta] = \frac{2\pi r/3}{2\pi r} = \frac{1}{3}$$

2ª SOLUCIÓN $P[\Delta] = \frac{1}{3}$

3.- SOLUCIÓN



SI EL CENTRO DE LA RECTA (X) CAE ENTRE $\overline{AB}$ ENTONCES $L > r\sqrt{3}$

$$P[\Delta] = \frac{r}{2r} = \frac{1}{2}$$

3ª SOLUCIÓN $P[\Delta] = \frac{1}{2}$

¿ $P[\Delta] = \frac{1}{4}$? ¿ $\frac{1}{3}$? ¿ $\frac{1}{2}$?

SI HAY ERROR ¿DÓNDE ESTA?

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

APLICACION DE LA INGENIERIA DE SISTEMAS EN LA GESTION DE EMPRESAS

METODO DE OPTIMIZACION DE LAS EMPRESAS

DR. PEDRO REYES ORTEGA

NOVIEMBRE DE 1976.

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5, primer piso. México 1, D. F. Tels: 521-40-23 521-73-35 5123-123

Dr. Pedro REYES ORTEGA

APLICACION DE LA INGENIERIA DE SISTEMAS A LA GESTION DE EMPRESAS

Método de optimización de las empresas.

Contenido :

1. Estructura de los mercados : Competencia Perfecta, Monopolio, duopolio, oligopolio, Monopsonio, Competencia Monopolística, - Productos diferenciados.

2. Conceptos Generales de las funciones de Oferta y Demanda, individual y a nivel de productos. El concepto de elasticidad. Grado y homogeneidad de la función demanda.

3. Los costos y la Producción
   - 3.1 Costo de oportunidad
   - 3.2 Costos Privados y Sociales
   - 3.3 El concepto de Coeficiente de producción (variable y fijo)
   - 3.4 El concepto de producto marginal y los rendimientos a escala
   - 3.5 Funciones de Producción.

4. Curvas de Costos
   - 4.1 Costo fijo
   - 4.2 Costo variable

4.4 Costo Total

4.5 Relaciones promedio y marginales.

5. Condiciones de Optimización

5.1 Competencia Perfecta

5.2 Competencia Imperfecta.

1. TIPOS DE COMPETENCIA

La mayoría de las industrias son de competencia imperfecta --una mezcla de monopolio y competencia :

Clase de Competencia	Núm. de productores y grado de diferenciación del producto	Parte de la economía donde prevalecen	Grado de control sobre precios	Método de mercadeo
Competencia perfecta	Muchos productores; productos idénticos	Unas pocas industrias agrícolas	Ninguno	Intercambio de mercado o venta pública
Competencia imperfecta:				
Muchos vendedores diferenciados	Muchos productores; muchas diferencias reales o aparentes en el producto	Dentrífico, comercio al menudeo	Alguno	Rivalidad en calidad y publicidad; precios administrados
Oligopolio	Pocos productores; poca o ninguna diferencia en el producto	Acero, aluminio		
	Pocos productores; cierta diferenciación de productos	Autos, maquinaria		
Monopolio completo	Un solo productor; un solo producto sin sustituto cercano	Unos pocos servicios públicos	Considerable	Publicidad de relaciones públicas promocional e "institucional"

2. Conceptos generales de las funciones de oferta y demanda

En términos generales, la función de demanda nos permite establecer la relación que existe entre el precio de un bien y la cantidad demandada.

En principio, existe una demanda por tipo de bien y por individuo, que muestra el deseo que cada individuo tiene por adquirir las cantidades de un bien de acuerdo a diferentes precios. Estas demandas están caracterizadas porque las cantidades y los precios están inversamente relacionados. La demanda del mercado por definición, es la agregación de las demandas individuales para un bien determinado. A nivel individual y bajo condiciones de competencia pura, los precios se consideran como dados, así como el ingreso del individuo; bajo estas condiciones, el individuo maximiza sus preferencias obteniéndose las cantidades que el individuo desea consumir y que le producen la satisfacción máxima. Si ahora se le cambia el precio de uno de los bienes, el individuo reajusta sus consumos; y de seguir con este experimento, se obtendrían las funciones de demanda individuales.

A nivel de mercado, las variaciones en los precios resultan al comparar los deseos de los consumidores manifestados a través de sus demandas, con la de los productores manifestados a través de sus ofertas.

Los argumentos de la función de demanda a nivel de mercado se refieren a los precios relativos del propio bien, de bienes complementarios (que se consumen con el bien) y de bienes suplementarios; también interviene el ingreso disponible en términos reales (es decir, ajustado por el nivel de precios). Resumiendo :

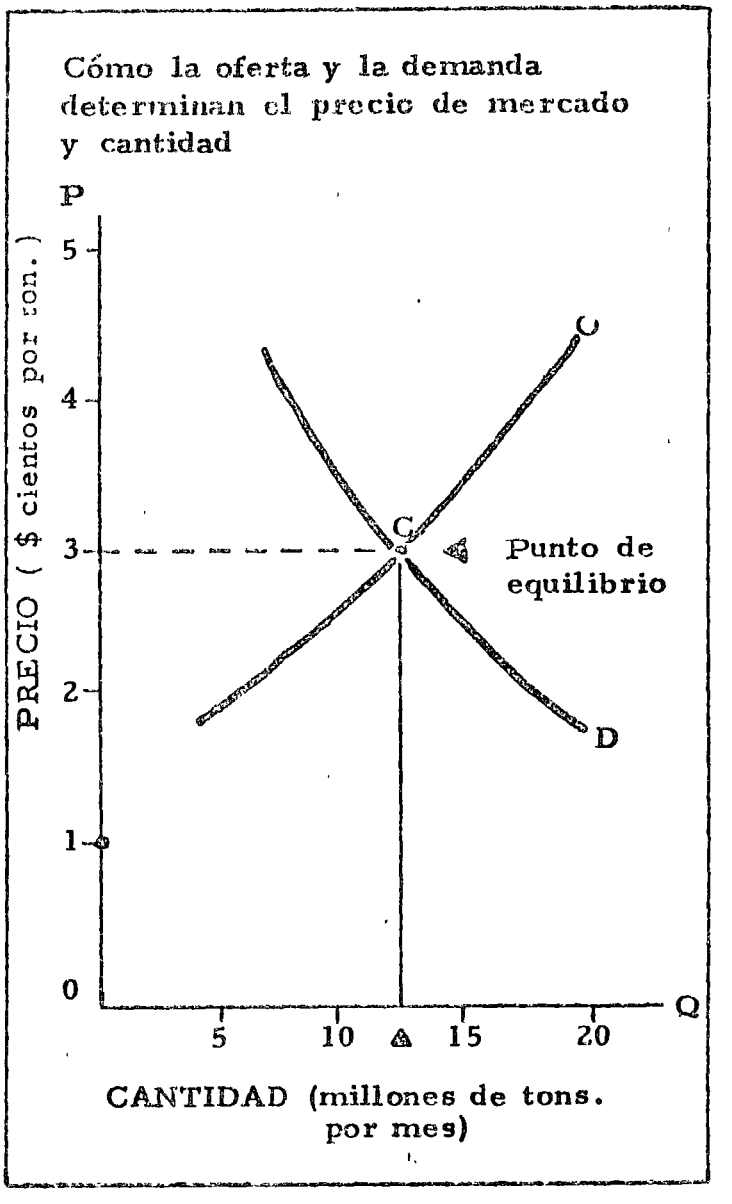
$$D_a = F (P_a/P, \ldots P_i/P, \ldots P_k/P, \ldots I/P)$$

Los signos que se advierten entre la cantidad demandada y los argumentos son : Cantidad y precio del bien (signo negativo), cantidad y precio de un bien complementario (signo negativo), cantidad y precio de un bien suplementario (signo positivo), cantidad e ingreso real (signo positivo).

Bajo la estructura de la demanda se prueba que la función es homogénea de grado cero, que desde el punto de vista económico significa : Si los precios y el ingreso crecen en la misma proporción, la demanda no se altera.

Curva de Oferta. Es la relación que existe entre el precio y cantidades de un bien que un productor desea ofrecer en el mercado. En función similar a la demanda, la agregación de las ofertas individuales da la oferta en el mercado. Las ofertas individuales corresponden a la función de costo marginal, como se verá más adelante.

La intersección a nivel de mercado de la oferta y la demanda bajo condiciones de competencia perfecta, determinan el precio del producto y la cantidad en transacción.



Gráfica 1.

Concepto de Elasticidad

Una medida que permite saber cuál es el cambio relativo (el promedio) de las cantidades demandadas cuando ocurre un cambio relativo en los precios, es el coeficiente de elasticidad, que podemos definir como

$$\epsilon = \frac{\partial D_a}{\partial p_s} \cdot \frac{p_s}{D_a}$$

que en este caso se refiere a la influencia que el precio del bien s tiene sobre la cantidad demanda del bien a. Desde luego que se puede referir al mismo bien a. Este concepto es de gran utilidad puesto que en el caso más sencillo, si a la función de demanda se le especifica como una relación aditiva en logaritmos, los parámetros estimados darán en forma inmediata el coeficiente de elasticidad respectiva; es decir, si

$$\ln D_a = \sum b_s \ln \left(\frac{p_s}{p}\right) + c \ln \left(\frac{I}{p}\right)$$

entonces

b_s ý c son los coeficientes de elasticidad, porque

$$\frac{\partial \ln}{\partial \ln \left(\frac{p_s}{p}\right)} = b_s = \frac{\partial D_a}{\partial \left(\frac{p_s}{p}\right)} \frac{(p_s/p)}{D_a}$$

3. Los Costos y la Producción

3.1 Costo de Oportunidad

El concepto de costos resulta relevante puesto que interviene en la determinación de la oferta de los productores. Conviene referirse al costo de oportunidad : es el pago más alto que un recurso o factor productivo obtiene o puede obtener de sus diferentes posibles usos que se le den. Así, el Costo de Oportunidad de una persona que por sus características educacionales pudieran ubicarle en asesorías, con un ingreso de $20 mil mensuales, labores administrativas con ingreso de $18 mil, y labores de investigación con percepción mendual de $30 mil, sería igual a este último ingreso. Este concepto resulta relevante porque en último caso puede permitir al dueño de una negociación saber si le conviene seguir con ella o bien venderla o cualquier otra cosa; es decir, si su costo de oportunidad es superior a los ingresos que percibe de su fábrica, obvio es que esté perdiendo ingresos.

Se debe aclarar que el costo de oportunidad involucra algunas percepciones no monetarias, así el ingreso de un agricultor pudiera ser más bajo que el de otra persona que labore en un centro urbano, bajo condiciones idénticas de preparación, y sin embargo el agricultor no se mueve a la ciudad puesto que desea gozar de la vida campirana.

3.2 Costos Privados y Sociales

Los costos privados son en los que incurre un productor en la fabricación de sus artículos. Los costos sociales se refieren al precio que tiene que pagar la sociedad a consecuencia de la acción de un industria o un grupo; como ejemplo se menciona el deterioro ambiental, como es el caso de la fábricas de Naucalpan, cuyos desperdicios afectan a la comunidad y que además ya tienen un costo que puede considerarse como lo que gaste esa comunidad en medicinas y atención médica a causa de problemas respiratorios, etc.

La divergencia entre costos privados y sociales significa que el productor está obteniendo su producción a un precio más bajo, pues el costo social no lo está absorbiendo. Si mediante regulación se le obliga a poner filtros en su proceso de producción, o si a través de un impuesto se le hace absorber el costo social, se obtendrían ventajas para la comunidad.

3.3 El concepto de Coeficiente de Producción

Se entiende por tal la cantidad que se requiere de un factor para producir una unidad de un determinado producto. Puede ser fijo o variable, desde luego suponiendo que solamente nos referimos a un solo tipo de tecnología que se aplique.

3.4 Concepto de Producto Marginal (Gráfica 2)

Si en un proceso productivo se mantuviera constante la tecnología y todos los factores productivos, excepto uno de ellos, en la medida en que se va aumentado este último factor la producción tiende a aumentar. Si los incrementos, a partir de un cierto estado inicial son cada vez mayores, si dice que el proceso productivo se encuentra en el estado de rendimientos crecientes a escala; si los incrementos son constantes, los rendimientos son constantes a escala; si los incrementos son decrecientes, se dice que los rendimientos son decrecientes a escala.

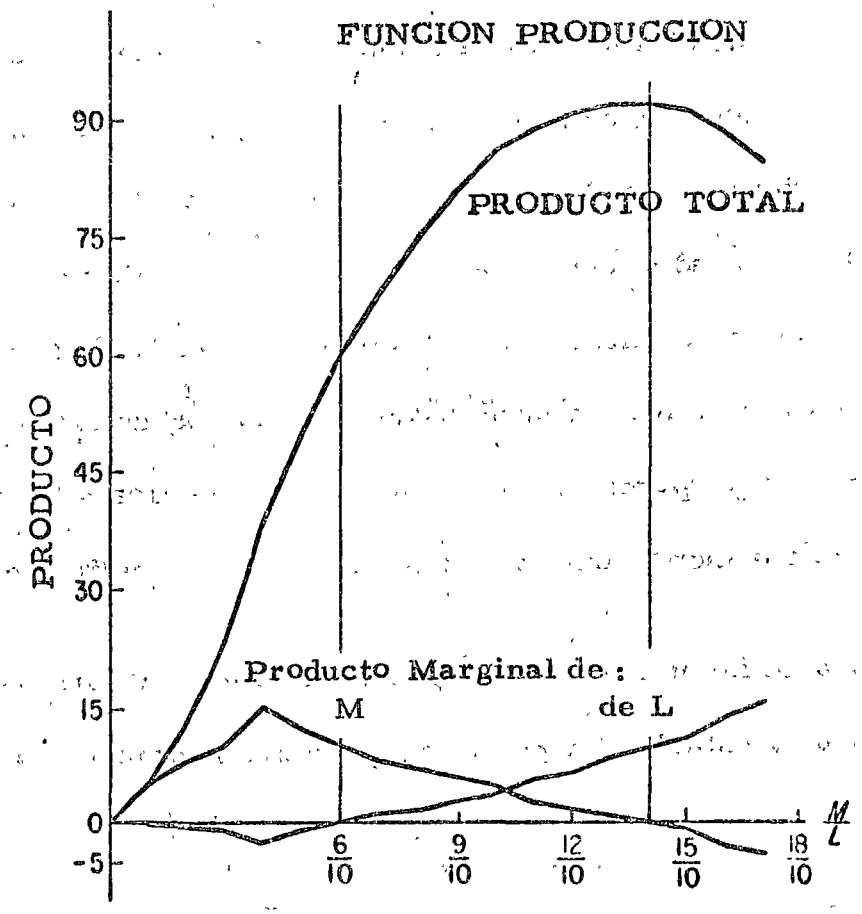
Desde el punto de vista económico, lo que nos interesa es la parte correspondiente a los productos marginales, en virtud de que conviene llevar el proceso productivo a un punto tal que haga máxima la producción, es decir, cuando el producto marginal sea cero (véase cuadro 3).

3.5 Funciones de Producción (Gráfica 2)

Se entiende por tal la relación tecnológica mediante la cual con la combinación de diferentes factores productivos (en cuanto a cantidad) se obtienen diferentes niveles de producto. El caso general sería

$$Q = Q (X_1 , X_2 , \ldots X_n)$$

Gráfica 2.


FUNCION PRODUCCION
PRODUCTO TOTAL
PRODUCTO
90
75
60
45
30
15
0
-5
Producto Marginal de :
M
de L
6/10
9/10
12/10
15/10
18/10
M/L

donde Q es el nivel de producción y las X representan a los factores productivos.

Si consideramos esta función de producción como homogénea, el grado de ella nos permite saber qué características referentes a los rendimientos puede tener : si el grado es mayor de la unidad, se obtienen rendimientos crecientes a escala; si es igual a la unidad da rendimientos constantes, y si resulta inferior a aquélla resultan rendimientos decrecientes (Teorema de Euler). Esto significa que si los factores productivos se incrementan todos en una -- misma proporción, el producto crece en una proporción mayor, igual o menor que la de los factores, respectivamente.

Dos de las funciones más populares son : la Cobb-Douglas y las de tipo Leontief. La primera, para dos variables, tiene la forma

$$Q = A \quad L^{\alpha} K^{\beta}$$

Como ya se vio en el capítulo de la Demanda, alfa y beta son los coeficientes de elasticidad, que en este caso se interpretan como las participaciones reales de los factores trabajo (L) y capital (K) en el ingreso.

Esta función de producción admite sustitución entre trabajo y capital en proporciones de uno a uno.

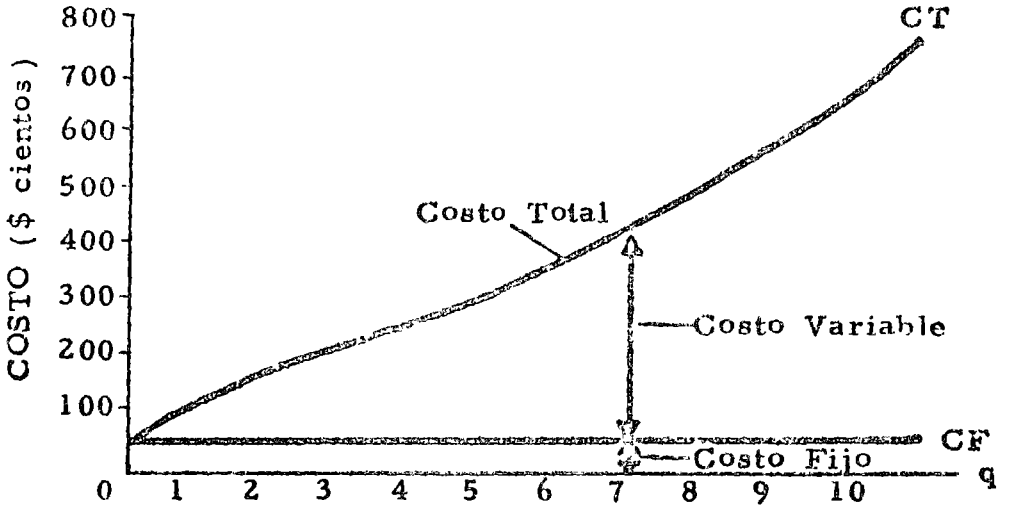
Las funciones de producción tipo Leontief resultan de considerar a los coeficientes de producto fijos, es decir, que para producir una unidad de algún producto se requiere del concurso simultáneo de cantidades fijas de los insumos que interesan en la elaboración de ese producto.

4. Curvas de Costos

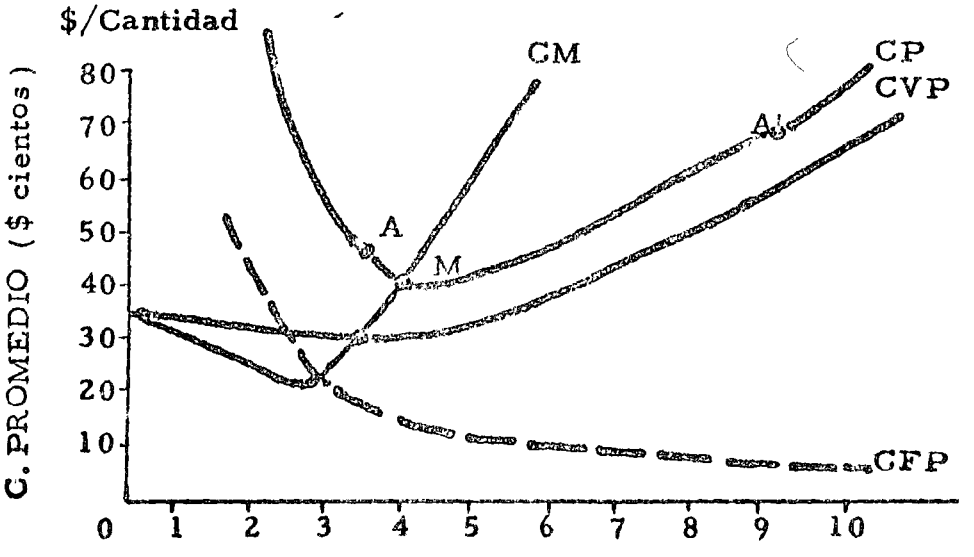
Los conceptos de Costo Fijo, Costo Variable, Costo Total y las relaciones con el producto marginal se presentan en las gráficas 3 y 4, y en el cuadro 1 de las siguientes páginas.

Gráfica 3.

COSTO TOTAL, FIJO Y VARIABLE

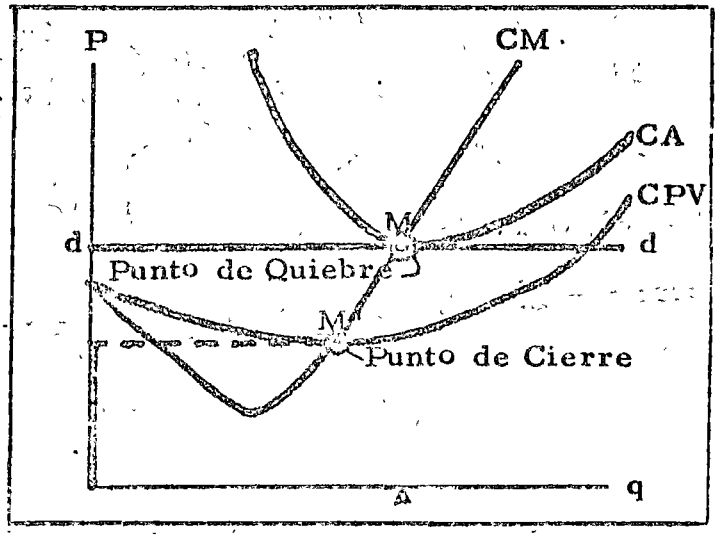


COSTO PROMEDIO



GRAFICA 4.

Puntos Críticos en Competencia Perfecta



Cuadro 1.

DIVERSOS CONCEPTOS DE COSTO

Cantidad	Costo Fijo	Costo Variable	Costo Total	Costo Marginal por Unidad	Costo Promedio por Unidad	C. Fijo Promedio por Unidad	C.Variable Promedio por Unidad
0	55	0	55	34	Infinito	Infinito	
				30			
1	55	30	85	27	85	55	30
				25			
2	55	55	110	22	55	27 1/2	27 1/2
				20			
3	55	75	130	21	43 1/3	18 1/3	25
				30			
4*	55	105	160	40	40*	13 3/4	26 1/4
				50			
5	55	155	210	60	42	11	---
				--			
6	55	225	280	80	46 4/6	9 1/6	37 3/6
				90			
7	55	---	370	100	52 6/7	7 6/7	45
				110			
8	55	---	480	120	60	6 7/8	53 1/8
				130			
9	55	555	610	140	67 7/9	6 1/9	61 6/9
				150			
10	55	705	760		76	5 5/10	70 5/10

* Nivel mínimo de Costo Promedio

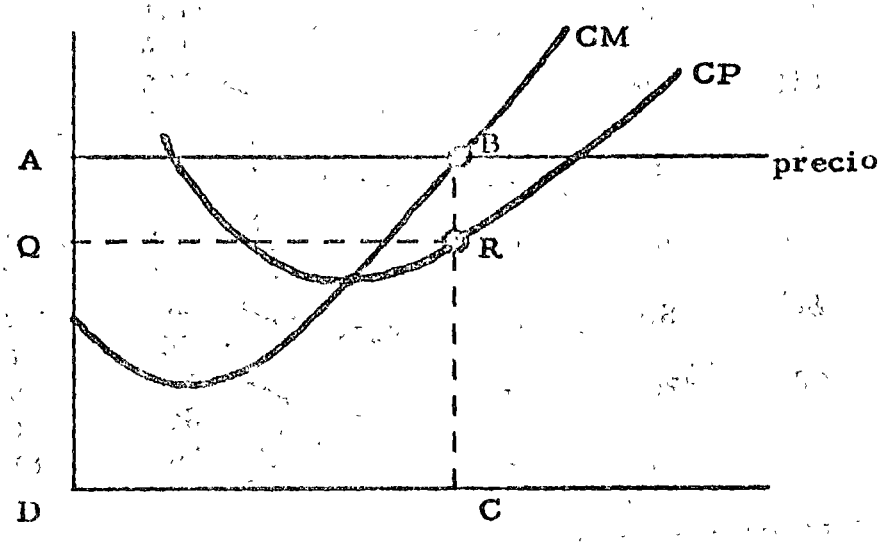
5. Condiciones de Optimización

5.1 Competencia Perfecta

Este caso se ilustra mediante la gráfica 5 y el cuadro número 2.

Gráfica 5.

Competencia perfecta; maximización de ganancias



Ingreso Bruto	=	A B C D
Costos totales	=	Q R C D
Ingreso Neto	=	A B R Q

Cuadro 2.

De cómo se obtiene el beneficio máximo al igualar el Costo Marginal con el Ingreso Marginal : la Determinación de Precios y la Cantidad Optima

Cant.	Precio	Ingreso Total	Costo Total	Ganancia Total	Ingreso Marginal IM	Costo Marginal CM	
0	200	0	145	-145	+200	34	
					+180	30	IM > CM
1	180	180	175	+ 5	+160	27	
					+140	25	
2	160	320	200	+120	+120	22	
					+100	20	
3	140	420	220	+200	+ 80	21	
					+ 60	30	
4	120	480	250	+230	+ 40	40	IM = CM
					+ 20	50	
5	100	500	300	+200	0	60	
					- 20	70	
6	80	480	370	+110	- 40	80	
					- 60	90	
7	60	420	460	- 40	- 80	100	
					-100	110	IM < MC
8	40	320	570	-250			

5.2 Competencia Imperfecta

En términos generales, cada uno de los oferentes conoce la demanda de sus productos, lor lo que la maximización de sus utilidades netas sería el objetivo a lograr; es decir, utilidad es igual a

$$U = I\,B - C$$

siendo $I\,B$ los ingresos brutos, y C los costos.

Como ambos son funciones de la cantidad vendida, la utilidad máxima se logra igualando a cero la derivada de utilidades con respecto a Q, es decir

$$\frac{d\,U}{d\,Q} = \frac{d\,I\,B}{d\,Q} - \frac{d\,C}{d\,Q} = 0$$

Pero

$$\frac{d\,I\,B}{d\,Q} = \text{Ingreso Marginal}$$

$$\frac{d\,c}{d\,Q} = \text{Costo Marginal}$$

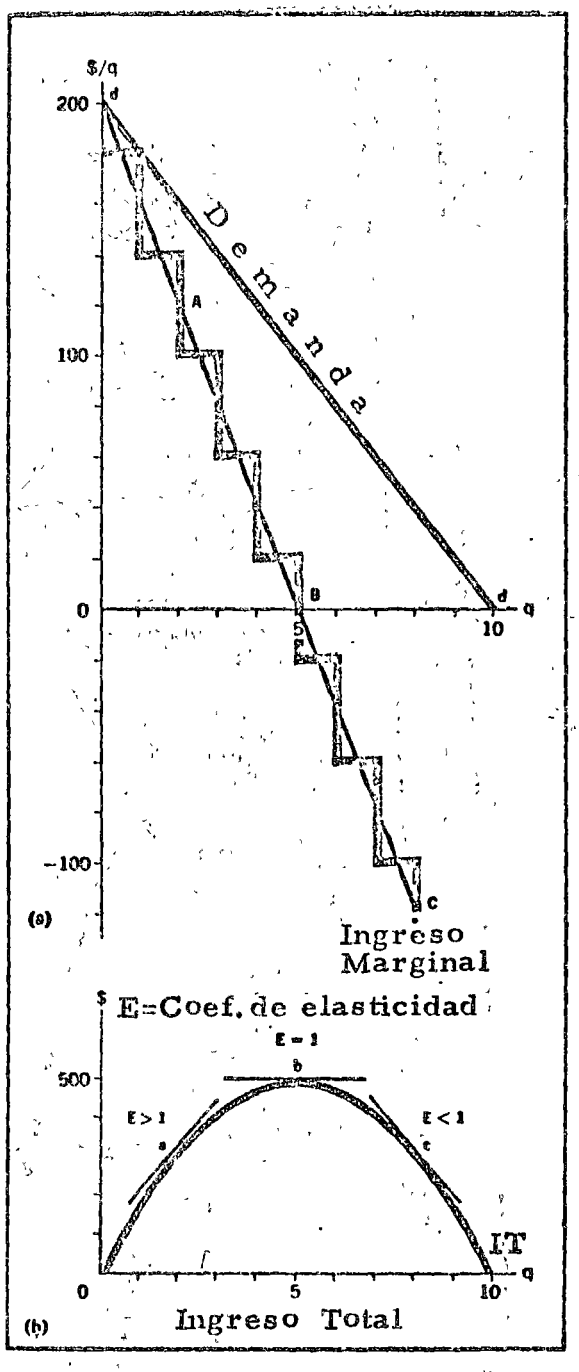
o sea, cuando el ingreso marginal sea igual al costo marginal. Los valores encontrados permiten determinar el precio y cantidades óptimas. En las páginas siguientes (Cuadro 3 y gráficas 6 y 7) se presenta un ejemplo.

Cuadro 3.

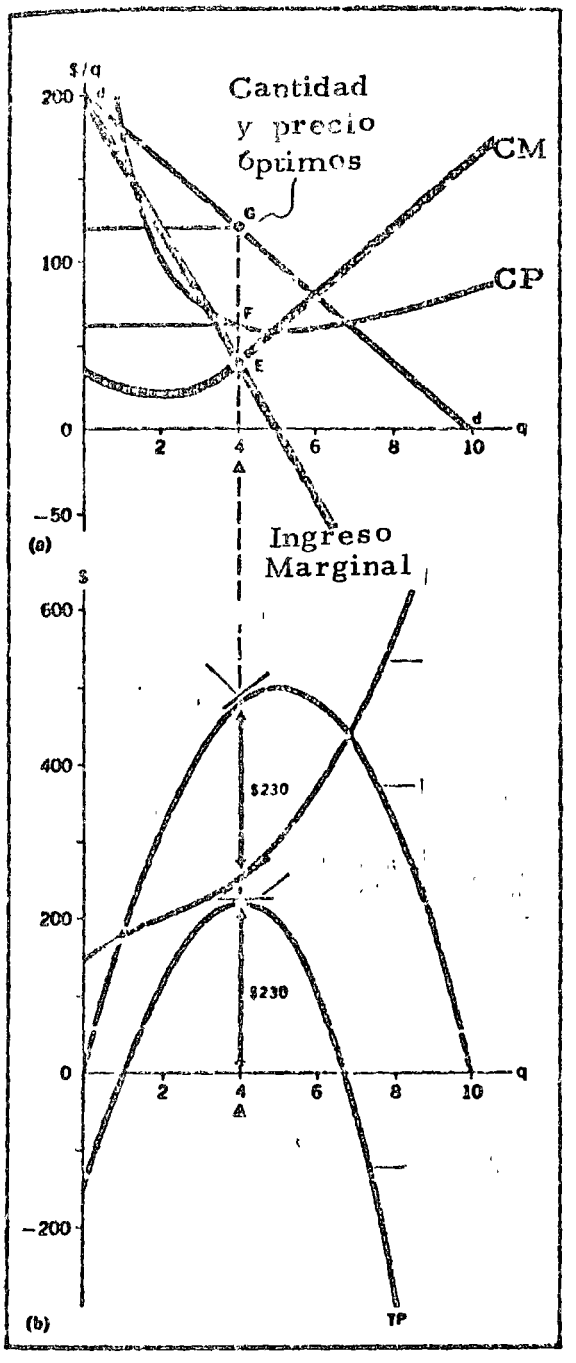
INGRESO MARGINAL Y TOTAL

Cantidad	Precio	Ingreso Total	Ingreso Marginal
0	$200	$ 0	
			+200
			+180
1	180	180	
			+160
			+140
2	160	320	
			+120
			+100
3	140	420	
			+ 80
			+ 60
4	120	480	
			+ 40
			+ 20
5	100	500	
			0
			- 20
6	80	480	
			- 40
			- 60
7	60	420	
			- 80
			-100
8	40	320	
			-120
			-140
9	20	180	
			-160
			-180
10	0	0	

Gráfica 6.


$/q
200
100
0
-100
d
A
B
C
d
q
10
5
Demanda
(a)
Ingreso
Marginal
$
E=Coef. de elasticidad
E = 1
b
500
E > 1
a
E < 1
c
IT
0
5
10
q
(b)
Ingreso Total

Gráfica 7.


$/q
200
100
0
−50
Cantidad
y precio
óptimos
CM
CP
G
F
E
d
q
2
4
6
8
10
(a)
Ingreso
Marginal
$
600
400
200
0
−200
$230
$230
q
2
4
6
8
10
(b)
TP

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

APLICACIONES DE LA INGENIERIA DE SISTEMAS EN LA GESTION DE EMPRESAS

PLANEACION, PROGRAMACION Y PRESUPUESTO

M. EN I. FRANCISCO J. GOROSTIZA PEREZ

NOVIEMBRE DE 1976.

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5, primer piso. México 1, D F. Tels: 521-40-23 521-73-35 5123-123

PLANEACION, PROGRAMACION Y PRESUPUESTO

Francisco J. Gorostiza.

Introducción

El reconocimiento de que los recursos indispensables para alcanzar el conjunto de metas y objetivos fundamentales en las que se apoya cualquier acción, son superiores a los disponibles y que tienen diferentes usos alternativos, hace evidente la necesidad de racionalizar su uso, de tal suerte que sea posible obtener el máximo rendimiento de ellos.

Esa racionalización que se busca permanente y sistemáticamente, conduce a la idea de PLANEACION y su aplicación implica la necesidad de abordarla desde sus aspectos teóricos y conceptuales, hasta sus fases prácticas y ejecutivas, incluyendo en esos campos, las técnicas de la planeación global y sectorial y los procedimientos relativos a la preparación, ejecución y control de proyectos individuales.

Definición de Planeación

Antes que nada conviene precisar con claridad el concepto de planeación. Sobre el particular existen un gran número

de definiciones, de las cuales no se pretende adoptar ninguna, sino tratar de analizarlas y criticarlas, ya que esos procesos no tienen carácter universal, ni pueden aplicarse indiscriminadamente. A continuación se detallan algunas de ellas:

Pierre Bauchet. "Un plan es el acto de una colectividad que somete las decisiones de las personas físicas y morales, a objetivos coherentes y a un determinado plazo".

A. Glickson. "Planear significa una preparación mental para actuar".

S. Manholt. "La planeación es parte de la actividad humana, ya sea individual o de un grupo de individuos que se fijan una meta determinada y que poseen la libertad e inteligencia necesarias para obtenerla, esto es la habilidad de hacer sacrificios con la esperanza de algo que es considerado de mayor importancia que el sacrificio hecho".

Darrel Randall. "La planeación es la organización de esfuerzos y recursos para proporcionar un beneficio específico a un grupo social determinado. El beneficio puede ser simple o complejo y el grupo puede ser un individuo o un conglome-

rado de gente".

Smith David C. "Planificar es una noción abstracta, fuera de todo contexto, es un concepto que no tiene sentido que se pueda claramente explicar".

Morrison Herbert. "Planear no es más que la aplicación del buen sentido".

Sociedad Interamericana de Planificación. "Aplicación racional de los conocimientos humanos, cuando se trata de tomar decisiones que servirán de base para la acción del hombre y al establecimiento de relaciones entre los medios y los objetivos, con el propósito de alcanzar estos últimos a través del uso más eficaz de los primeros".

Nehru Jawaharlal. "Planear es servirse de la inteligencia para examinar los hechos y las situaciones, de una manera realista, y encontrar los medios para resolver los problemas".

Baldwin Claude. "Planificar con éxito es visualizar que los recursos limitados de que disponemos nos proporcionen la máxima satisfacción".

Secretaría de Obras Públicas. "Planeación es un proceso - que consiste en el análisis documentado, sistemático y tan - cuantitativo como sea posible, previo al mejoramiento de -- una cierta situación y en la definición y ordenamiento de las- acciones que conducen a dicho mejoramiento".

Planeación y Programación

Del análisis de lo anterior se observa un común denominador en el concepto de planeación que es la RACIONALIDAD. - Asimismo, pueden distinguirse diversas etapas que constituyen el mecanismo de la planeación.

1. La definición de los OBJETIVOS y METAS que se pre-- tenden alcanzar.

2. El conocimiento del problema que se quiere solucionar, lo que implica un DIAGNOSTICO.

3. El señalamiento de un conjunto de proposiciones o alternativas, que constituyen la expresión de los MEDIOS -- para alcanzar los objetivos.

4. Evaluación o JUICIOS de la medida en que las diferentes alternativas permiten el logro de las metas fijadas.

5. Un programa que ordene, en el espacio y en el tiempo, las acciones a realizar y sea la expresión de las DECISIONES tomadas.

6. Un sistema de retroalimentación que permita el CONTROL de la ejecución de los programas y la evaluación de los efectos de las acciones realizadas.

De esta manera aparece la diferencia entre PLANEACION y PROGRAMACION, entre plan y programa, conceptos que frecuentemente se confunden. En efecto, el plan es el conjunto coherente de objetivos y medios que toman en cuenta las restricciones técnicas y económicas, y se refiere por lo general al mediano y largo plazo. El programa, puede definirse como un conjunto de operaciones bien determinado, inscrito dentro del marco del plan y cuya realización está prevista para un cierto momento, se refiere escencialmente al corto plazo. Puede decirse que el plan constituye un objetivo, y que el programa incolucra una decisión.

Presupuesto

Las orientaciones contenidas en los planes a largo plazo se llevan a nivel operativo en los programas concretos de acción a corto plazo. El programa emerge del plan y contiene todos los elementos para asignar recursos humanos y materiales a su realización. Los programas de trabajo se confeccionan en unidades físicas o en términos de volumen de trabajo y en tiempo. Es decir, se precisa el número de kilómetros de ferrocarril en que se extenderá la red en un año y qué actividades deben desarrollarse o el número de niños que recibirán instrucción primaria durante un determinado período.

La distribución de recursos monetarios y financieros necesarios para hacer frente a los costos de los programas se hace a través de un PRESUPUESTO. Presupuestar en ese sentido significa determinar los fondos y sus fuentes que son necesarias para adquirir los recursos que harán posible la ejecución de los programas.

Interdependencia entre Planeación, Programación y Presupuesto

Existen pues cuatro aspectos fundamentales que están-

presentes en el proceso de planificación: la definición de políticas, la preparación de planes, la formulación de programas de trabajo y la confección de presupuestos.

Entre esos aspectos no hay una separación nítida; muy por el contrario existe una estrecha relación de dependencia que los hace formar un sólo todo. Existe un proceso de interacción entre la política y los planes. Estos últimos se confeccionan con los supuestos que fija la política y una vez elaborados proporcionan un punto de referencia para formular políticas concretas de detalle.

Existen también estrechas relaciones entre la planificación y el presupuesto. La planeación implica la formulación de objetivos y el estudio de las alternativas de acción futura para alcanzar los fines y a la definición del curso de la acción a través de un programa de trabajo. Fijadas las metas de acción a través de la programación y calculados los costos de los recursos en el presupuesto, procede la organización de los recursos humanos y materiales para obtener los fines propuestos en los planes.

En resumen puede decirse que el presupuesto es un instrumento que contiene decisiones políticas que deben expresar-

se en acción. Pero ésta para ser efectiva y ejecutarse a menor costo, debe ser planificada.

La formulación de un presupuesto es el acto de medir los costos de los medios para ejecutar una acción planificada. Las operaciones financieras realizadas deben ser contabilizadas y la información utilizada en el análisis y control de los resultados de la acción. El análisis de lo alcanzado se evalúa sistemáticamente, es decir, se compara lo logrado con lo propuesto, se estudian las desviaciones y se proponen los cambios o reformas para los programas del período siguiente. Estos dan lugar a nuevas decisiones políticas, a nuevos planes y programas y se repite nuevamente el proceso.

Presupuesto por Programas

Los planes de largo y mediano plazo, como ya se dijo, deben ser ejecutados en el corto plazo a través de programas específicos de acción inmediata. Cuando se trata de programas gubernamentales, sean éstos de operación o de inversiones, se incorporan al presupuesto fiscal, el que pasa a constituir una eficaz e importante herramienta de ejecución de los planes de desa-

rrollo económico.

El presupuesto moderno es un conjunto armónico de -- programas y proyectos a realizarse en el futuro inmediato y se llama PRESUPUESTO POR PROGRAMAS. Este se divide en presupuesto de funcionamiento y en presupuesto de desarrollo. Ambos pueden dividirse en programas específicos de operación y de inversiones.

Plazos de los Planes

La duración de los planes es muy variable y muchos -- son los factores que la explican. Algunos tienen imperativos. - - internos de orden política y administrativa y otros se ven influenciados por presiones externas.

Los planes se han clasificado en corto, mediano y largo plazo. Los primeros se refieren a períodos de uno o dos años, los segundos a lapsos comprendidos entre tres y cinco años, y los últimos a horizontes que cubren plazos de más de cinco o diez - - años.

Los planes a corto plazo no pueden contribuir al logro

de los objetivos más que en una pequeña medida, ya que no proporcionan el tiempo suficiente para estudiar las soluciones o movilizar recursos y de hecho no constituyen instrumentos eficaces para modificar estructuras fundamentales. Su principal ventaja reside en las posibilidades de racionalizar los programas existentes, así como de crear condiciones favorables para proseguir el proceso de planeación.

En la práctica es deseable asignar a los planes una duración suficientemente breve para permitir hacer proyecciones y estimaciones razonablemente precisas, pero un tanto larga para cubrir el período de gestación de un número suficiente de proyectos clave.

Un plan demasiado corto no deja el tiempo necesario para elaborar y poner en servicio proyectos de gran magnitud y frecuentemente en ese plazo no hay otra alternativa que continuar y concluir las acciones en proceso. En cambio en un plazo demasiado largo las previsiones se tornan más dudosas y aleatorias.

Ahora, sería falso considerar la planificación de largo plazo y la de corto plazo como alternativas separadas. Por el contrario se debe estimar que la ausencia de una de ellas desvirtúa la

idea de planificación. En efecto, los programas de corto plazo -- que no se formulan dentro del contexto del largo plazo, sólo pue- - den representar la racionalización de las decisiones inmediatas, - pero no garantizan su eficiencia y solidez, si no tienen en cuenta - objetivos a conseguir en períodos de mayor alcance. Por otra - - parte, la planificación de largo plazo resultaría insuficiente, ya -- que la visión más amplia y las perspectivas que ofrece, no se jus- tifican por sí mismas, sino en la medida en que influencían la - - acción inmediata.

Planeación Imperativa e Indicativa

Todos los planes tienen una característica común: su- objetivo es cambiar una estructura, lo que son diferentes son los - medios para alcanzarlos. Distinguiremos dos categorías de pla-- nes atendiendo a los medios que utilizan para alcanzar los objeti-- vos: los planes imperativos y los planes indicativos.

Los planes imperativos o centralizados que se llevan a cabo en un medio con estructuras propias de los países socialistas, en los cuales se reglamentan numerosos aspectos de la vida económica. En la planeación centralizada de tipo clásico, es el Estado

que, por medio de reglamentos y directivas, determina el nivel -- del ahorro, la cantidad y composición de la producción y las inversiones, así como la estructura de precios. Se fija por parte de -- las autoridades centrales lo que debe producirse y en qué cantidad, de dónde deben obtenerse las materias primas, el precio a qué -- debe pagarse, la mano de obra a utilizar y cuál debe ser su remuneración, como se deben calcular sus costos de producción, dónde deben vender la mercancía producida y a qué precio, las inversiones a realizar, etc.

Los planes indicativos, son más flexibles y se limitan a definir las perspectivas generales del desarrollo, con un número reducido de objetivos sectoriales, dejando a los agentes económicos una gran libertad de acción. Los objetivos son más rigurosos para las inversiones públicas y para la infraestructura. Los planes de este tipo son característicos de la economía mixta, los cuales se apoyan en la acción del Estado para orientar la del sector privado.

Sin embargo, la planeación en los países de economía mixta ha tenido una doble oposición doctrinal: la opinión liberal -- asegura que hay que dejar actuar libremente a las fuerzas de la --

economía y asocia toda idea de planeación con tendencias socializantes; y la parte opuesta, estima que es ilusorio, dentro del marco de una economía de mercado, implantar un proceso de planeación con la fuerza y eficiencia suficiente.

Planeación Integral, Sectorial y Regional

Atendiendo al campo donde actúa la planeación puede clasificarse en planeación integral, sectorial y regional.

Los planes integrales comprenden el análisis y la fijación de metas para toda la economía del país. Para hacer dichos análisis y las proyecciones necesarias se emplean instrumentos de medición de carácter macroeconómico, como las cuentas nacionales, el modelo de insumo-producto, cuentas de fuentes y usos de fondos y modelos econométricos. Un programa global fija una serie de objetivos como el nivel de ingresos por habitante, una tasa de inversiones, un nivel de consumo, etc., y las hace compatibles entre sí y con el volumen de recursos disponibles.

Los planes sectoriales comprenden a todas las entidades de una misma actividad principal, por ejemplo el sector trans-

portes, sector agropecuario, sector industrial, etc.

Según el ámbito geográfico o el espacio territorial que abarcan los planes son de tres clases: planes nacionales, planes regionales y planes urbanos.

Método de la Planeación

En cuanto al método de la planeación podemos asegurar que no existe un método ideal de planeación y que de ninguna manera debemos pretender algo que pudiera interpretarse como tal. Cada país y sector tiene sus problemas muy particulares, su manera de actuar y sus formas muy específicas de trabajar. Sin embargo, la experiencia contemporánea señala que todo proceso de planeación supone un clima propicio, es decir una amplia aceptación, la posibilidad de romper resistencias al cambio y contar con el apoyo de los grupos de actividad.

No debemos olvidar que la planeación debe tener algún ingrediente político. No deben pretenderse soluciones puramente técnicas a opciones cuyo carácter político no podemos negar. La decisión final la toma el hombre de Estado y es responsabilidad del técnico darle elementos de juicio basados en el cálculo econó-

mico para auxiliarlo en esa difícil tarea, pero de ninguna manera debe frustrarnos el hecho de qué consideraciones políticas, en un momento dado, pesen más que nuestras recomendaciones.

En el orden lógico de las acciones la información precede a la acción, pero muchas veces, en países como el nuestro, es indispensable actuar, y actuar rápido, los primeros pasos en un proceso de planeación son decisiones efectivas y no estudios. Bastará en un principio medir las consecuencias de las primeras acciones, asegurándose que sean soportables y que van en el sentido deseado.

La planeación no es un encadenamiento rígido de decisiones en el tiempo. Es una prueba de realismo, más que de pesimismo el hecho de que no puede fijarse el porvenir de manera precisa. Los objetivos no pueden ser definidos sino a través de una serie de aproximaciones sucesivas. Así hemos visto pausas en lo más austero de la planeación Soviética y que algunos países han abandonado la predicación del control de la natalidad.

La planeación no significa la centralización perfecta de las decisiones. La centralización implica la creación de un pasado aparato administrativo y se corre el riesgo de bloquear

sectores enteros de actividad al pretender actuar en todos. Una - acción enérgica, contínua y coordinada en los sectores más sensibles hasta para determinar el contorno del desarrollo y los responsables de los sectores secundarios ajustarán espontáneamente su - actitud, haciendo llegar las consignas de la planeación a todos los- niveles de actividad económica.

La planeación es necesariamente comprensiva. El -- hecho de que ésta no signifique una centralización perfecta de las - decisiones, no quiere decir que el campo deba limitarse a algunos aspectos de la economía. Es necesario un conocimiento completo y analizar la economía en su conjunto, lo que no significa dar el mismo peso a todos los problemas, ya que no todos son igualmente graves y deben atenderse según su importancia relativa.

Planeación del Desarrollo

No es fácil dar una definición de la planeación del desarrollo que satisfaga a todo el mundo y cubra todas las situaciones. Las Naciones Unidas la han definido como todo acto de un - Estado que tiene por objeto elevar la tasa de crecimiento económico a un nivel superior a aquel que se obtendría en la ausencia - de todo esfuerzo conciente.

Hay muchas maneras de planificar el desarrollo, y no solamente un único método válido para todos los países. Es más, el método adoptado por una Nación variará seguramente con el tiempo. Muchos son en efecto los factores que entran en juego, principalmente el volumen y la naturaleza de las riquezas a explotar: recursos naturales, mano de obra calificada, competencia técnica y administrativa, así como la aptitud de los responsables de dicha planificación. Pero hay dos factores, que más que los otros, determinan la forma y el papel de la planeación: la estructura institucional y el grado de desenvolvimiento del país. Si es posible encontrar puntos en común entre lo que hacen los países de economía socialista y los de economía mixta, notaremos que sus métodos no presentan diferencias esenciales. Es más, tanto en un caso como en el otro, los planes aplicables en las primeras etapas del desenvolvimiento son muy diferentes que los que se adoptan más tarde.

En los países de economía mixta la planeación del desarrollo comienza casi siempre de manera espontánea. Se preparan proyectos que tienen poca relación entre sí, o que no son el resultado de un plan de conjunto. Proceder así es un método que deja mucho que desear. No se tiene claro lo que quiere hacerse-

y no puede actuarse más que a corto plazo. Por tal motivo es -- preferible renunciar al método de los proyectos aislados y dispersos y tender a planificar la totalidad de las inversiones públicas -- para tratar de llegar en una última fase a la planeación global o -- integral, que cubre la totalidad de la vida económica de un país.

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

APLICACIONES DE LA INGENIERIA DE SISTEMAS EN LA GESTION DE EMPRESAS

PLANEACION DE ESTRUCTURAS ADMINISTATIVAS

LIC. NICOLAS MUSI LETAYF

NOVIEMBRE DE 1976.

ADMINISTRACION - PLANEACION - DIRECCION

Administrar es la actividad de coordinar elementos humanos y materiales, para lograr los objetivos de un grupo social.

Administración Científica es el conjunto de principios y reglas sistematizados que sirven de guía a la actividad del administrador, para lograr los objetivos establecidos con la máxima eficiencia.

Los administradores realizan funciones similares, independientemente del lugar que ocupen en la organización de una empresa o del tipo de empresa en que trabajen.

La administración de las organizaciones es en esencia un proceso que coordina los esfuerzos humanos con el propósito de satisfacer objetivos.

El proceso administrativo es un sistema de funciones definidas e interrelacionadas entre sí.

Las funciones administrativas son:

- Planeación.
- Organización.
- Integración.
- Dirección.
- Control.

Planeación: Es la determinación, por medio de la investigación, del curso más adecuado para la consecución de un objetivo predeterminado.

Organización: Es la forma de estructurar un organismo social para lograr el fin predeterminado.

Integración: Se refiere a integrar la estructura de organización con el personal adecuado.

Dirección: Es el mando, coordinación y supervisión del personal para la ejecución de los planes.

Control: Consiste en la vigilancia de la ejecución o sea que ésta se realice conforme a los planes trazados. Mide la actuación, corrige desviaciones y asegura el logro de los planes.

La administración científica está regida por cuatro principios fundamentales:

- Universalidad.
- Especificidad.
- Unidad temporal.
- Unidad jerárquica.

PLANEACION

Es la determinación del curso de acción más adecuado para la consecución de un objetivo predeterminado, utilizando la investigación. La investigación es la base más técnica y científica de la planeación.

Planeación es la gran actividad intelectual que subordina la actuación al pensamiento.

Planeación es la función directora y orientadora de todas las demás funciones del proceso administrativo.

Principios de la planeación:

- Fijación de objetivos.
- Flexibilidad.
- Precisión
- Sencillez
- Premisas
- Comunicación e información.

Elementos o requisitos de forma.

Elementos o contenido de fondo:

- Objetivos
- Políticas
- Reglas
- Sistemas, procedimientos y métodos
- Programas
- Presupuestos
- Pronósticos.

DIRECCION

Por dirección se entiende el ejercicio de la autoridad o el mando de personas.

Decisión Efectiva = Calidad x Aceptación

Además de las técnicas científicas serán necesarias habilidades de dirección

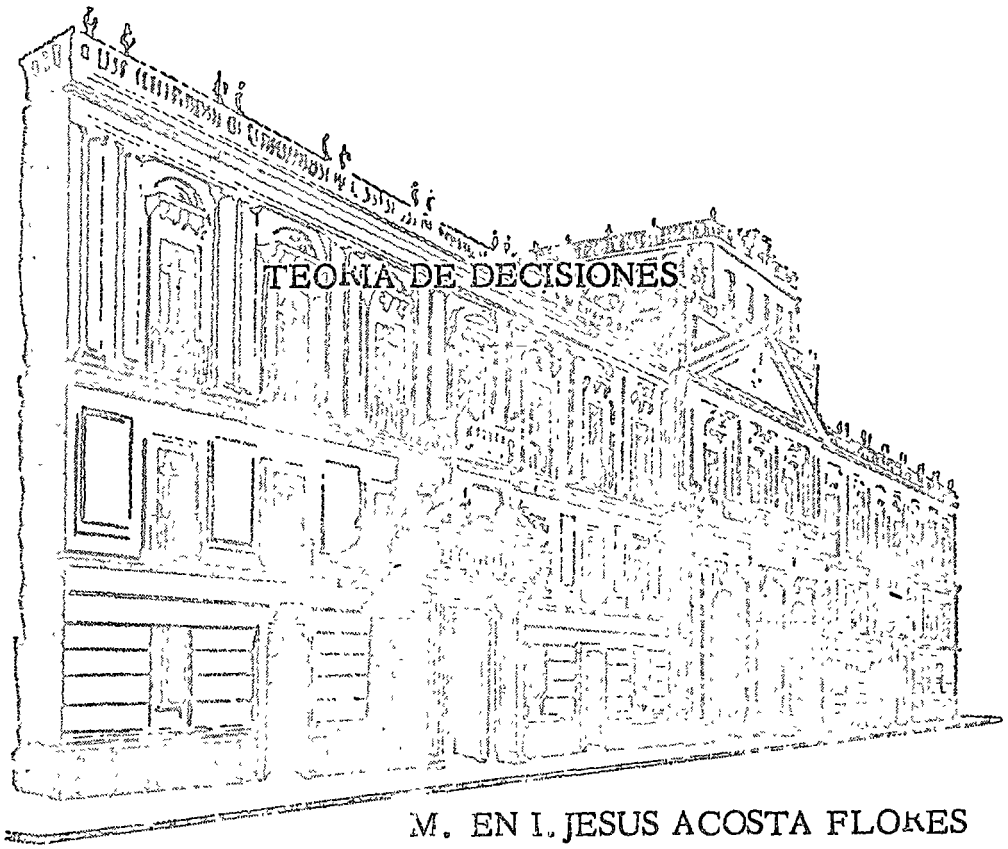
Estilo de mando adecuado:

- Participativo o autoritario
- Dirección por objetivos
- Centrado en el hombre

Dirigir es modificar a un sujeto sin que éste pierda su autonomía e independencia.

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

APLICACION DE LA INGENIERIA DE SISTEMAS EN LA GESTION DE EMPRESAS



M. EN I. JESUS ACOSTA FLORES

NOVIEMBRE DE 1976.

Teoría de Decisiones.

Todas las decisiones importantes en las empresas se toman bajo incertidumbre.

Cuando un ejecutivo tiene un problema de decisión bajo incertidumbre, puede:

1. Describir el problema en forma tal que tenga delante de él todos los cursos posibles de acción, todos los eventos posibles que pueden afectar las consecuencias de estos cursos de acción y todos los datos relevantes requeridos para evaluar cada consecuencia posible.

2. Descomponer el problema en un número de subproblemas, analizar estos subproblemas en forma separada, e inferir de los resultados de estos análisis parciales qué curso de acción deberá seleccionar en su problema principal.

Descripción de un problema simple bajo incertidumbre.

El 18 de septiembre de 1968, el Sr. Mallon, presidente de Controles ABC, fue informado por su gerente de ventas que si él construyera una unidad prototipo y se la enviara a la Corporación XYZ para que la probara, podría obtener un pedido de 5000 unidades por parte de XYZ que deberían entregarse el 31 de diciembre. La Cía. XYZ necesita estas 5000 unidades para usarlas en una nueva planta. Originalmente las iba a comprar pagando $250.00 por cada unidad, pero después de una presentación de un ingeniero

[illegible] de ABC, XYZ convino que si ABC le proporcionaba un prototipo que probaría y si funcionaba bien, mejoraría las unidades actuales compraría 5000 unidades a ABC a $250.00 cada unidad.

El diseño del prototipo propuesto costará $2500 y su construcción otros $25000.

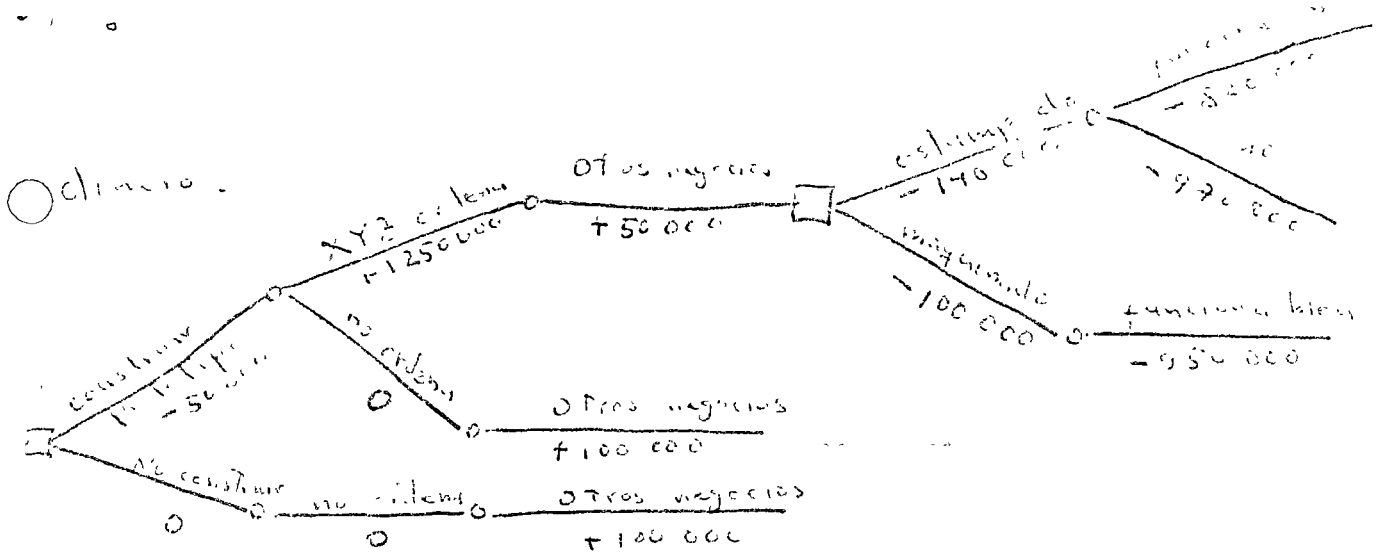
Resumiendo ABC tendrá que invertir $50000.00 entre el 18 de septiembre y el 1º de noviembre para producir un prototipo por el que XYZ no pagará nada. Si este prototipo funciona bien se tendrá un pedido, donde XYZ pagará a ABC 5000 × $250 = 1 250 000 el 31 de diciembre. ABC naturalmente tendrá el costo de producción. Si ABC selecciona producir con todas las partes maquinadas tendrá un costo de $100 000 + 5000 × $190 = $1 050 000. ABC puede tratar el estampado, si éste funciona bien tendrá un costo de $140 000 + 5000 × 164.00 = $ 960 000; si funciona mal tendrá un costo de $1 110 000. Además, si ABC fabrica las 5000 unidades las utilidades con otros clientes se reducirán de $100 000 a $50 000.

SOLUCION.

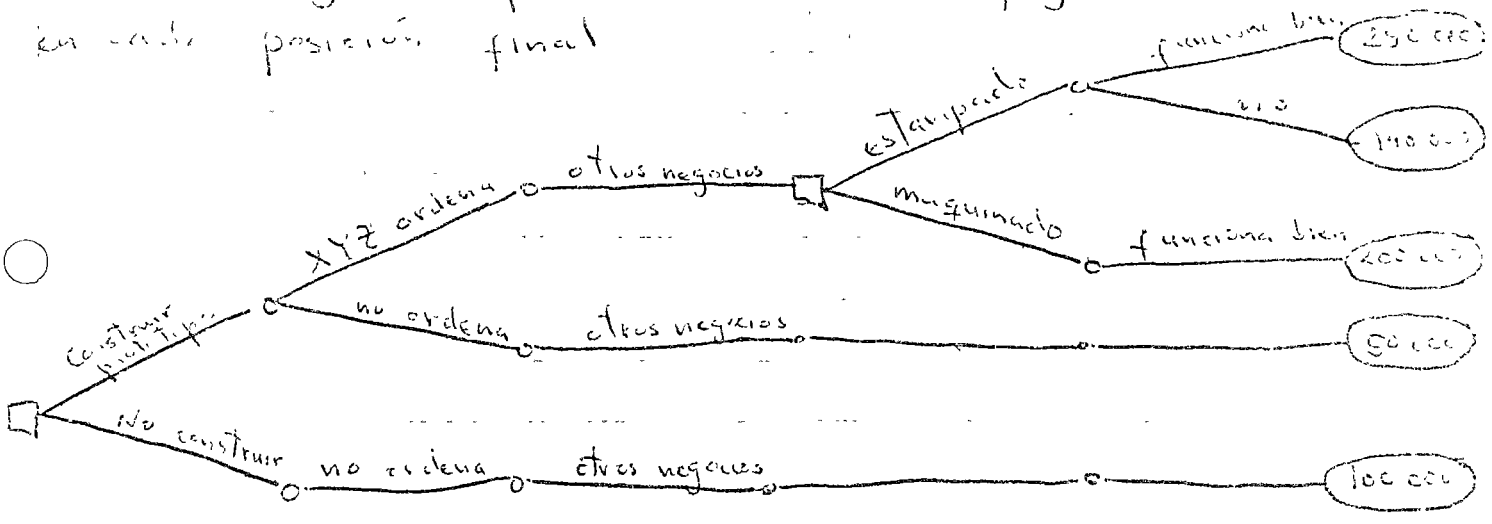
El Sr. Mallon seleccionó el 31 de diciembre como su «fecha de evaluación» y construyó un «diagrama de decisiones» el cual muestra todos los nodos que él desea considerar y todos los eventos que a su juicio podrían afectar su selección entre estos nodos.

Después decidió como su «criterio de evaluación» el valor de su capital líquido neto el 31 de diciembre.

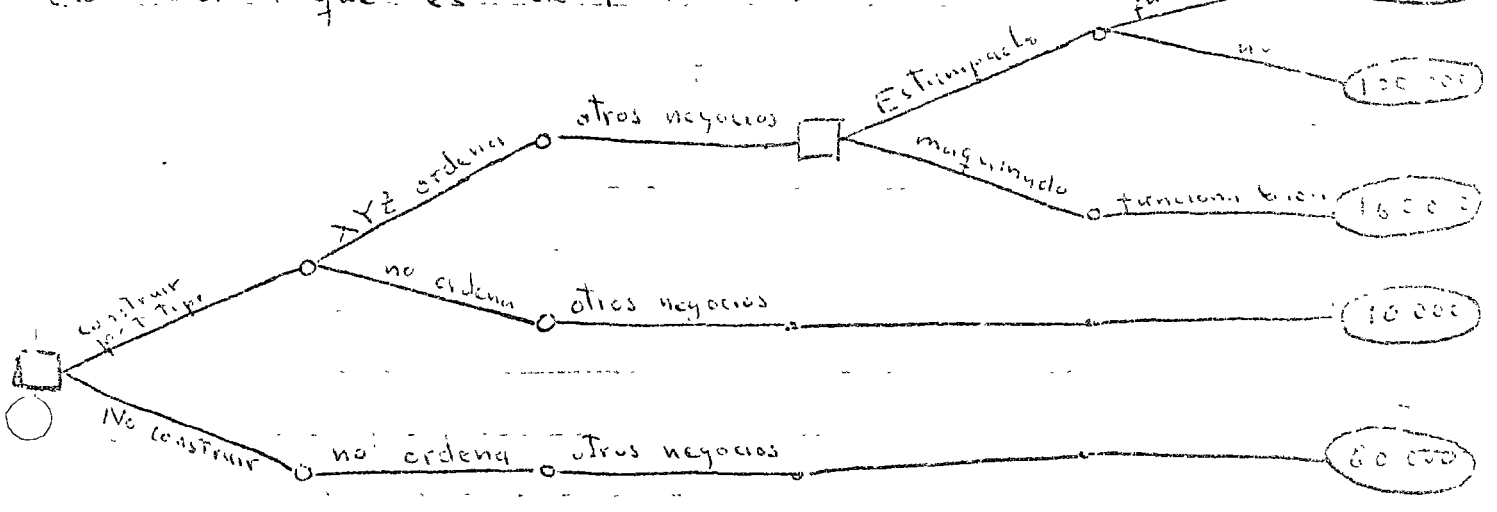
1. En el diagrama escribió los flujos presentes de



2. Sumó estos flujos parciales de dinero en cada trayectoria del diagrama para obtener el «flujo total de dinero» en cada posición final

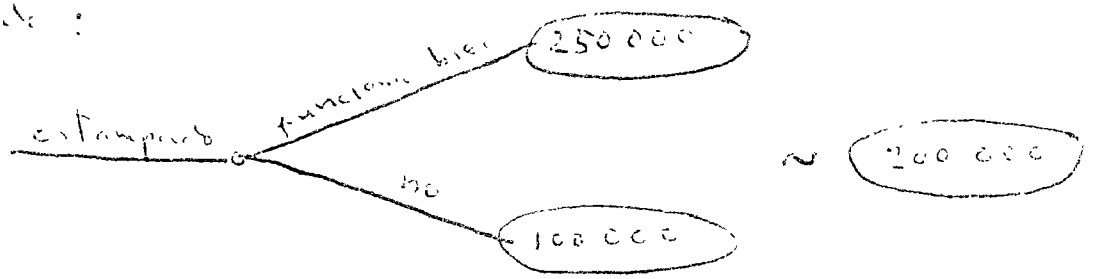


3. Finalmente calculó el «valor terminal» sumando su situación actual que es de $-40 000.

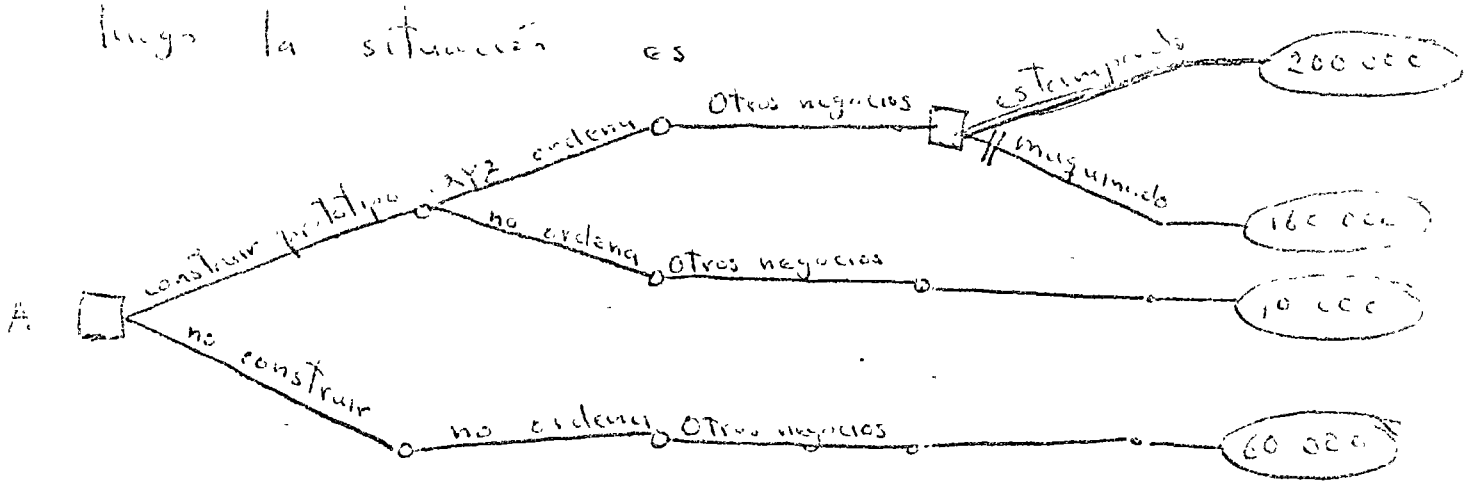


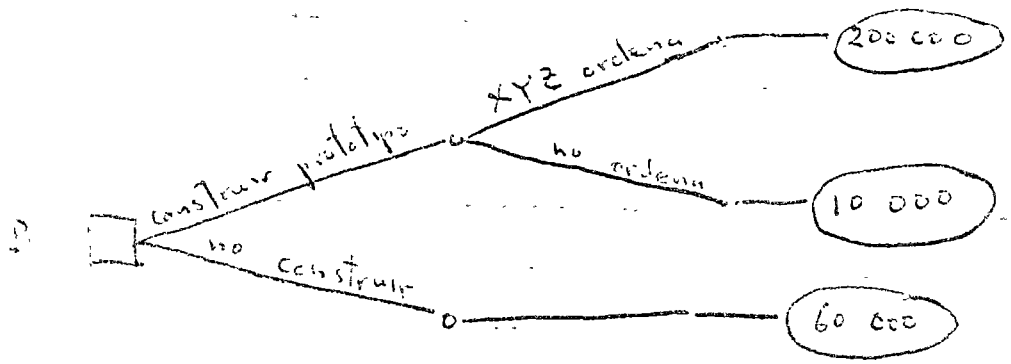
4.- Determine sus «equivalentes bajo certeza» considerando como tales, el mínimo valor por el que estamos dispuestos a vender una situación con incertidumbre.

Supongamos:

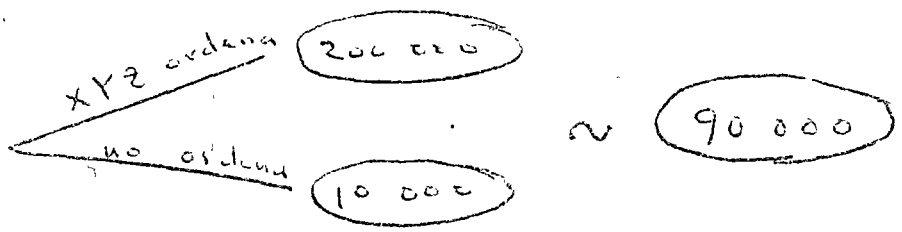


Luego la situación es

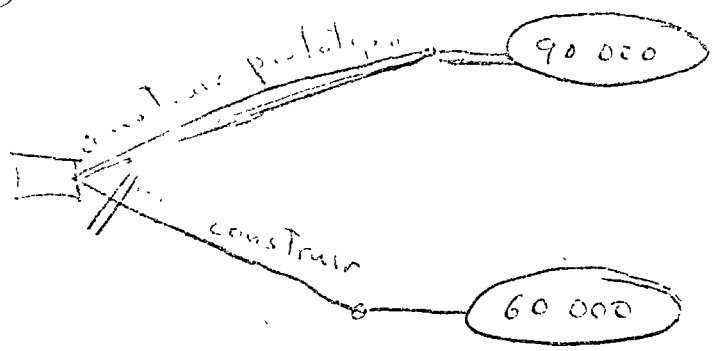




El siguiente equivalente bajo certeza es



luego entonces



De tal manera que la solución es

Construir el prototipo, si XYZ ordena elaborar las 5000 unidades utilizando el estampado.

Hipótesis. 1. Los únicos actos que Mallen considera valiosos son los mostrados en el diagrama.

2. Los únicos eventos que Mallen piensa deben considerarse son los mostrados en el diagrama. Por ejemplo él no considera la posibilidad que a) su selección entre maquinado y estampado sea influenciada por alguna información que en este momento no tiene o b) el costo de construir el prototipo puede ser totalmente diferente de lo estimado por sus ingenieros ó c) la contribución neta dada a otros negocios puede ser materialmente diferente de la estimada por su tesorero.

3. Mallen no cree que la decisión que él tome tendrá efectos a largo plazo, por ejemplo la obtención de pedidos futuros por parte de XYZ o alguien más.

Aún si una o más de estas hipótesis no se cumple

Esto no significaría que Mallon no podría aplicar el método general de descripción y análisis sugerido por este ejemplo. Significaría exclusivamente que una descripción correcta del problema tendría que ser más compleja que la utilizada aquí, pero la metodología básica aún sería aplicable.

Bibliografía.

Robert Schlaifer Analysis of Decisions Under Uncertainty Mc. Graw Hill 1969.

Raiffa Howard Decision Analysis: Introductory Lectures on Choices Under Uncertainty Addison Wesley 1968

Raiffa Howard, "Preferences for Multi-Attribute Alternatives" The RAND Corporation Memorandum RM-5868-DOT/RC 1969.

BIBLIOGRAFIA.

1. Acosta Flores Jesús. "Programación de Inversiones bajo Incertidumbre" Boletín del Instituto Mexicano de Planeación y Operación de Sistemas. 1975.

2. Adelson R. M., "Criteria for Capital Investment: An Approach Through Decision Theory" Operational Research Quarterly 16 (March 1965).

3. Bierman, Harold and Seymour, "The Capital Budgeting Decision" Macmillan 1966.

4. Farrar Donald, "The Investment Decision Under Uncertainty" Prentice Hall 1962.

5. Hillier Frederick "The Derivation of Probabilistic Information for the Evaluation of Risky Investments" Management Science 9, April 1963

6. Mao, James. "Quantitative Analysis of Financial Decisions" 1969.

7. Pouliquen Louis. "Risk Analysis in Project Appraisal" International Bank for Reconstruction and Development. 1970

8. Weingartner H. Martin, "Capital Budgeting of Interrelated Projects: Survey and Synthesis" Management Science 12, March 1966.

APLICACIONES DE LA INGENIERIA DE SISTEMAS A LA GESTION DE EMPRESAS

LOS METODOS DE OPTIMIZACION EN LA EMPRESA

ACT. CARLOS AYALA E IZAGUIRRE

OCTUBRE 1976.

APLICACIONES DE LA INGENIERIA DE SISTEMAS

A LA GESTION DE EMPRESAS

LOS METODOS DE OPTIMIZACION EN LA EMPRESA

INTRODUCCION

El enfoque de optimilidad de la ingeniería de Sistemas a la gestión de empresas ha podido hacerse principalmente gracias al desarrollo y a la aplicación de los modelos matemáticos de los sistemas para los cuales se planea.

La experimentación es una parte esencial de la ciencia. Pero los grandes sistemas no pueden llevarse a los laboratorios ni es posible practicar en ellos experimentos totales en su ambiente natural. Por tanto, dado que la experimentación es necesaria para conocer y controlar mejor tales sistemas, y que los experimentos no pueden realizarse directamente, estos deben efectuarse sobre algo distinto a los sistemas objetos de estudio. Desde luego que si tales experimentos han de producir algún conocimiento del sistema, deben realizarse sobre algo que se asemeje al sistema estudiado. Los modelos son la representación de los sistemas que se utilizan para este propósito.

Analizaremos el uso de modelos simbólicos que son esenciales en la metodología de la investigación de operaciones. Estos modelos varían grandemente en tamaño, condición y complejidad, pero, dado que todos trabajan el proceso de toma de decisiones, todos tienen la misma estructura fundamental. Generalmente, un modelo de decisiones tiene dos

O B J E T I V O

INGRESOS

COSTOS

BENEFICIOS

R E S T R I C C I O N E S

FINANCIERAS

RECURSOS

FISCALES

LEGALES

partes: una función objetivo y un conjunto de una o más restricciones (figura 1)

Nos concretaremos en este escrito a la descripción de algunas de las - técnicas de optimización aplicándolas a la gestión de empresas.

2. PROGRAMACION MATEMATICA

La programación matemática, está relacionada con el problema de - plantear un conjunto complejo de actividades económicas interdependientes en forma tal de obtener un cierto resultado óptimo. Una característica de estos problemas es el estar sujetos a un conjunto de restricciones ocasionadas por las condiciones propias del problema y que son satisfechas por un gran número de soluciones posibles, de - tal manera que la selección de la solución óptima está sujeta en - cierto grado alos objetivos generales que se persiguen (figura 2).

El término programación matemática se usa además para designar - a las técnicas matemáticas que pueden utilizarse en la solución de tales problemas. Desde luego, a través de los métodos de la programación matemática, se tiene un conjunto de herramientas poderoso y flexible para investigaciones teóricas y empíricas que pueden adaptarse a una gran variedad de problemas prácticos tales como la planeación de obras, distribución de mercancias, minimización de tiempos y costos de procesos industriales, asignación óptima de personal, análisis de inversiones en problemas relacionados con el presupuesto y la planeación financiera, etc.

OBJETIVO

RECURSOS → INTERDEPENDENCIA DE ACTIVIDADES ECONOMICAS → SOLUCION OPTIMA

RESTRICCIONES

FACTORES DE PRODUCCION

$b_1, b_2, \ldots, b_m$ →

$$a_{11}X1 + a_{12}X2 + \ldots + a_{1n}X_n \leq b_1$$
$$a_{21}X1 + a_{22}X2 + \ldots + a_{2n}X_n \leq b_2$$
$$a_{m1}X1 + a_{m2}X2 + \ldots + a_{mn}X_n \leq b_n$$

→ PRODUCTOS

$X_1, X_2, \ldots, X_n$

COEFICIENTES TECNICOS

$a_{11}, a_{12}, \ldots, a_{1n}$

$a_{21}, a_{22}, \ldots, a_{2n}$

$a_{m1}, a_{m2}, \ldots, a_{mn}$

2.1 EL MODELO DE PROGRAMACION LINEAL

Formulación. Se dispone de ciertas cantidades de M factores de producción; llamaremos a estas cantidades $b_1, b_2, b_3 \ldots b_M$. Hay N productos que se pueden obtener utilizando esos factores; las cantidades (todavía sin determinar) de estos productos serán $x_1, x_2, x_3, \ldots x_N$. Hay coeficientes técnicos fijos, es decir, la cantidad necesaria de cada factor para obtener una unidad de cada producto está dada. La cantidad del factor i-ésimo necesaria para obtener una unidad del producto j-ésimo la llamamos a_{ij}. (figura 2).

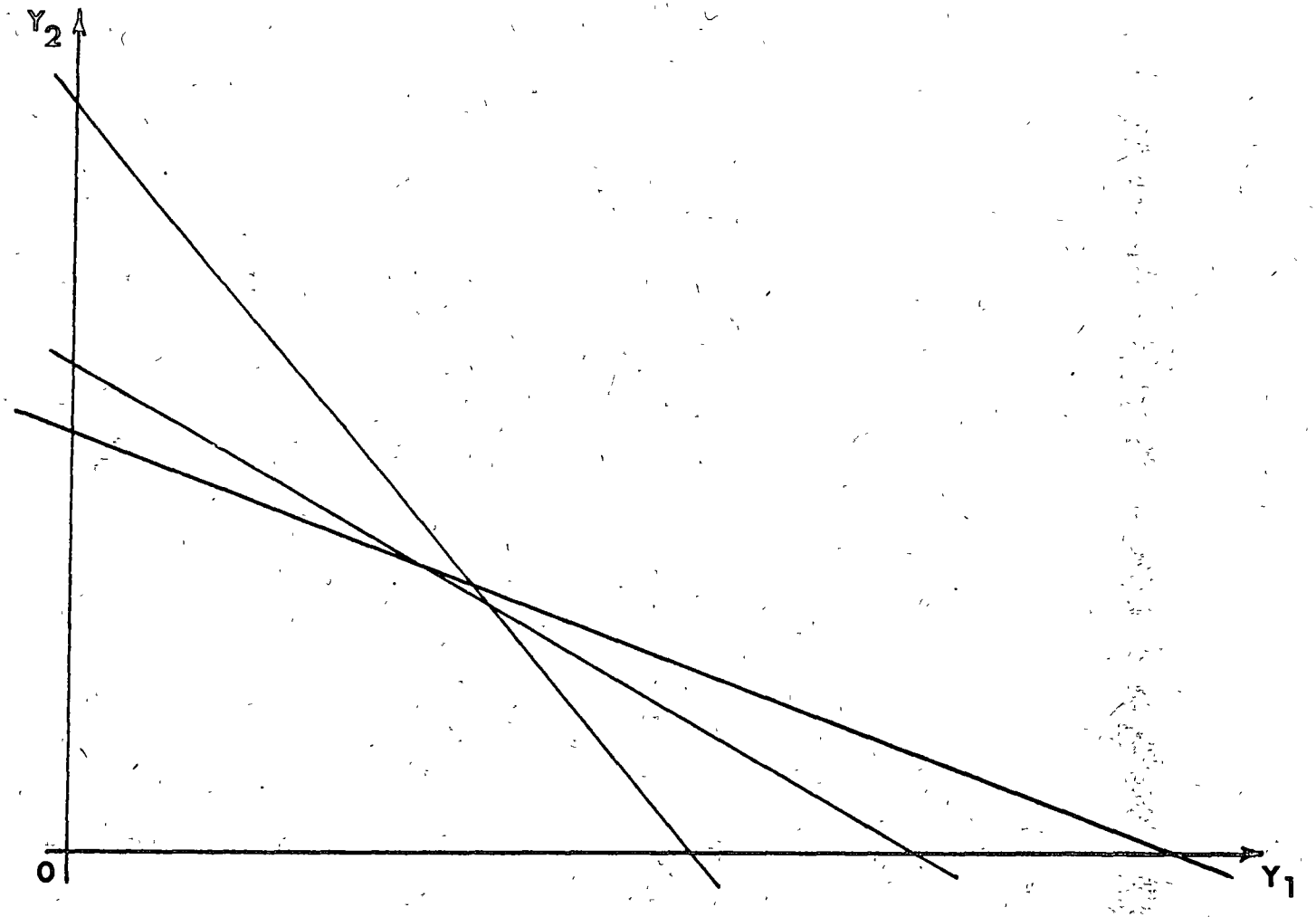
Está claramente implícito, cuando el problema se plantea en estas condiciones, que las constantes (las a y las b) deben obedecer a ciertas restricciones si han de tener cierto sentido económico. Aunque esas restricciones parecen tremendamente obvias, tropezaríamos con serias dificultades si no las consignásemos: 1) Toda b_i tiene que ser positiva. 2) Los coeficientes técnicos a_{ij} no pueden ser negativos; sin embargo, podemos admitir que algunos de ellos sean cero: no todo factor ha de ser requerido para cada producto. 3) Pero alguna cantidad de un factor por lo menos tiene que ser necesaria para cada producto.

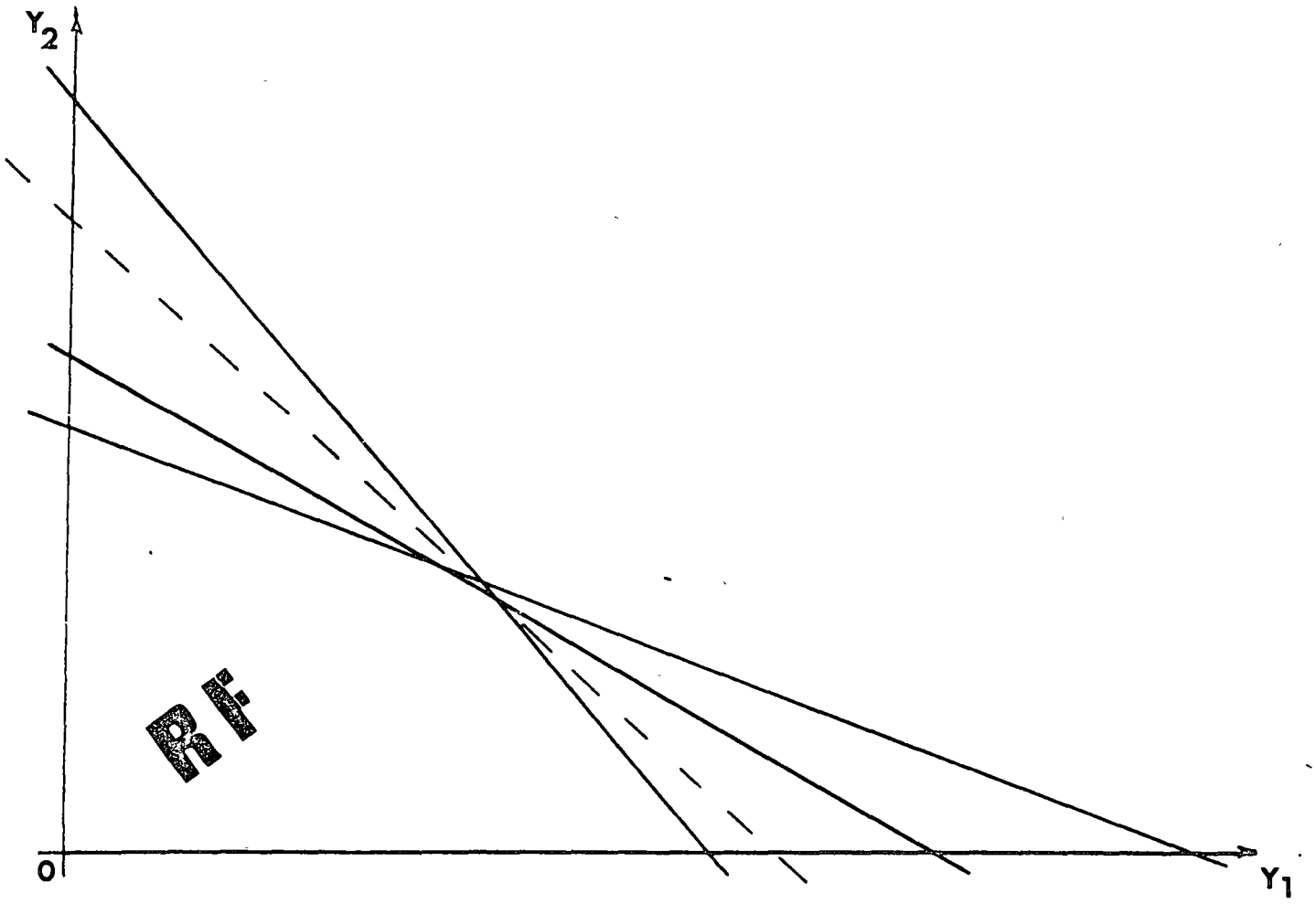
Si un conjunto de resultados $(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ ha de ser factible, tiene que satisfacer dos conjuntos de restricciones (figura 3). Primero, ningún x_j puede ser negativo (aunque algunos o todos pueden ser cero); esto nuevamente parece obvio, pero es vital que tales cuestiones obvias no se pasen por alto. Segundo, la cantidad de cualquier factor que se requiera para producir el conjunto de resultados en ningún caso ha de exceder a la cantidad disponible de ese factor. En otros términos el conjunto de resultados deberá estar comprendido en la región definida, por las restricciones (figura 4); llamémosla región factible.

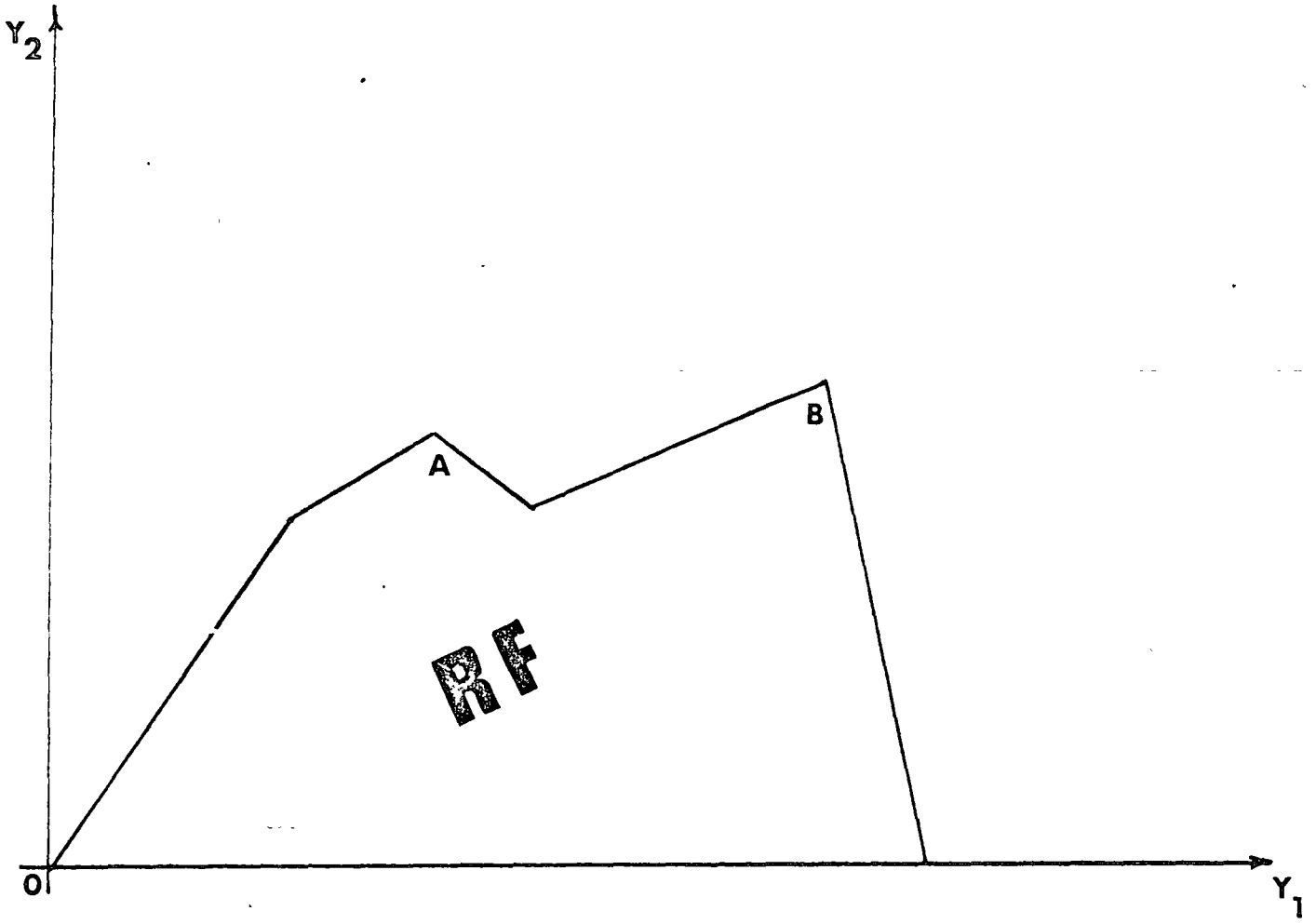
Ahora sería posible plantear el problema que tenemos ante nosotros, tratando de buscar una determinación de todas las soluciones factibles, pero de todas ellas, las que están sobre la frontera son las verdaderamente interesantes; solo esas son las que, en un sentido u otro, maximizan la producción. (figura 5).

La manera de distinguir estas soluciones consiste en decir que, si los productos se valoran a precios fijos $(p_1, p_2, \ldots p_N)$, el valor de la producción ($\sum p_j x_j$) tiene que hacerse máximo.

Una consideración de estos modelos muestra que pueden dividirse en dos partes: Una , que describe la estructura de la opera-


Y_2
0
Y_1


Y_2
RF
0
Y_1


Y_2
A
B
RF
O
Y_1

ción y las relaciones entre variables (tanto controlables como incontralables), y otra, que valora las consecuencias de cualquier elección de variables en términos de beneficio, costo o cualquier otra medida de deseabilidad. La primera parte se refiere a las restricciones y la segunda a la función o criterio de objetivo. Estos problemas revisten la forma de búsqueda de los valores de las variables a decidir que hacen máximo o mínimo el valor de la función objetivo al mismo tiempo que satisfacen las restricciones.

Convexidad. Si existe una región factible ha de ser convexa; en el sentido de que dados dos puntos cualesquiera de la región, los puntos de la línea que los une han de estar también en dicha región (figura 6) Esta limitación persiste en todas las formas de la teoría lineal; ya que en regiones no convexas se presenta el problema de tomar (equivocadamente) un óptimo parcial como el óptimo global.

Es oportuno a esta altura consignar un ejemplo numérico, considere pues el siguiente (figuras 7-12).

	M_1	M_2	M_3
P_1	11	7	6
P_2	9	12	16

M_1 ; 9900

M_2 ; 8400

M_3 ; 9600

GANANCIA UNITARIA: P_1 ; 900

P_2 ; 1000

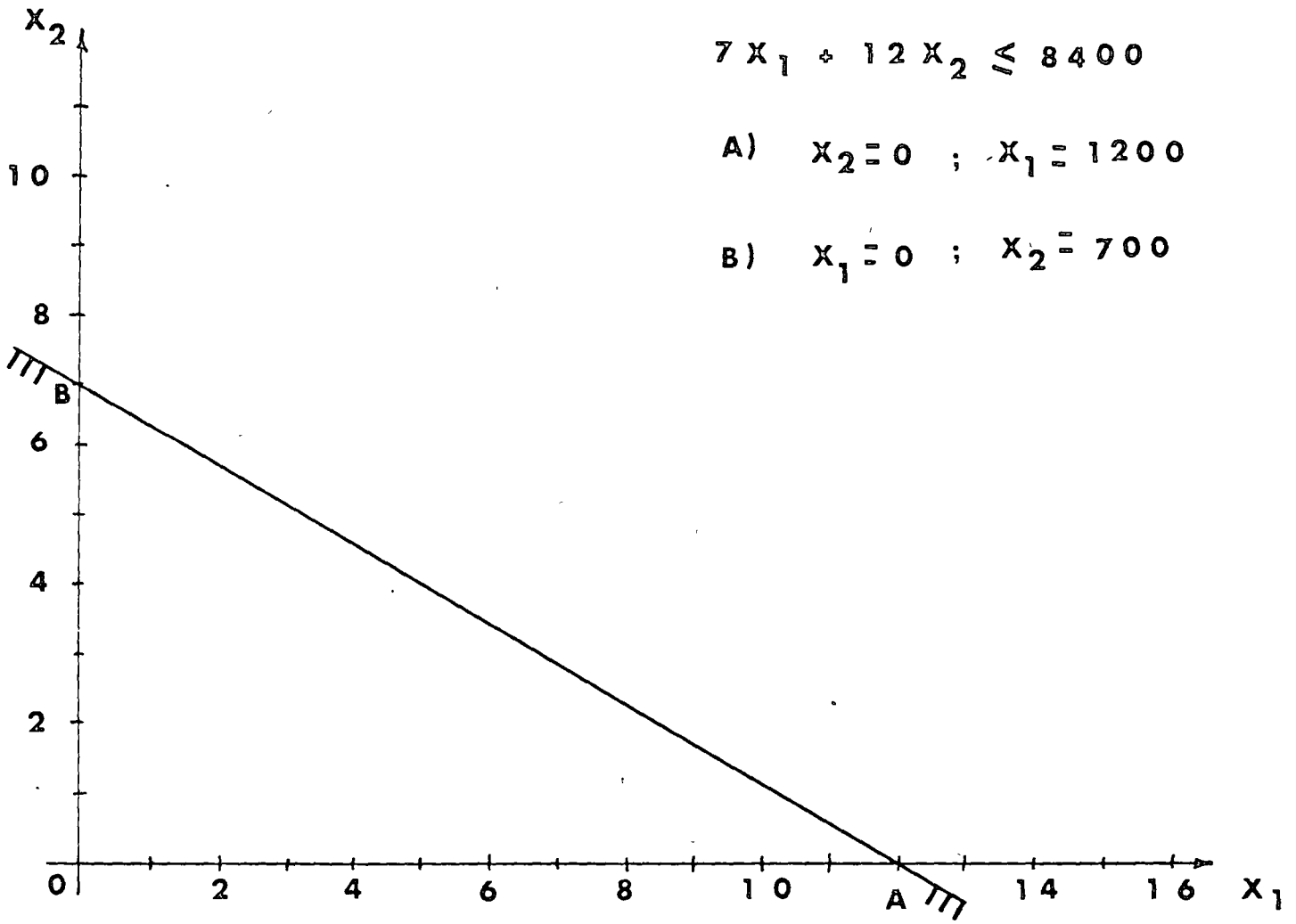
$$11X_1 + 9X_2 \leq 9900$$

$$7X_1 + 12X_2 \leq 8400$$

$$6X_1 + 16X_2 \leq 9600$$

$$MAX(Z = 900X_1 + 1000X_2)$$

EN DONDE $X_j \geq 0$



$7X_1 + 12X_2 \leq 8400$

A) $X_2 = 0$; $X_1 = 1200$

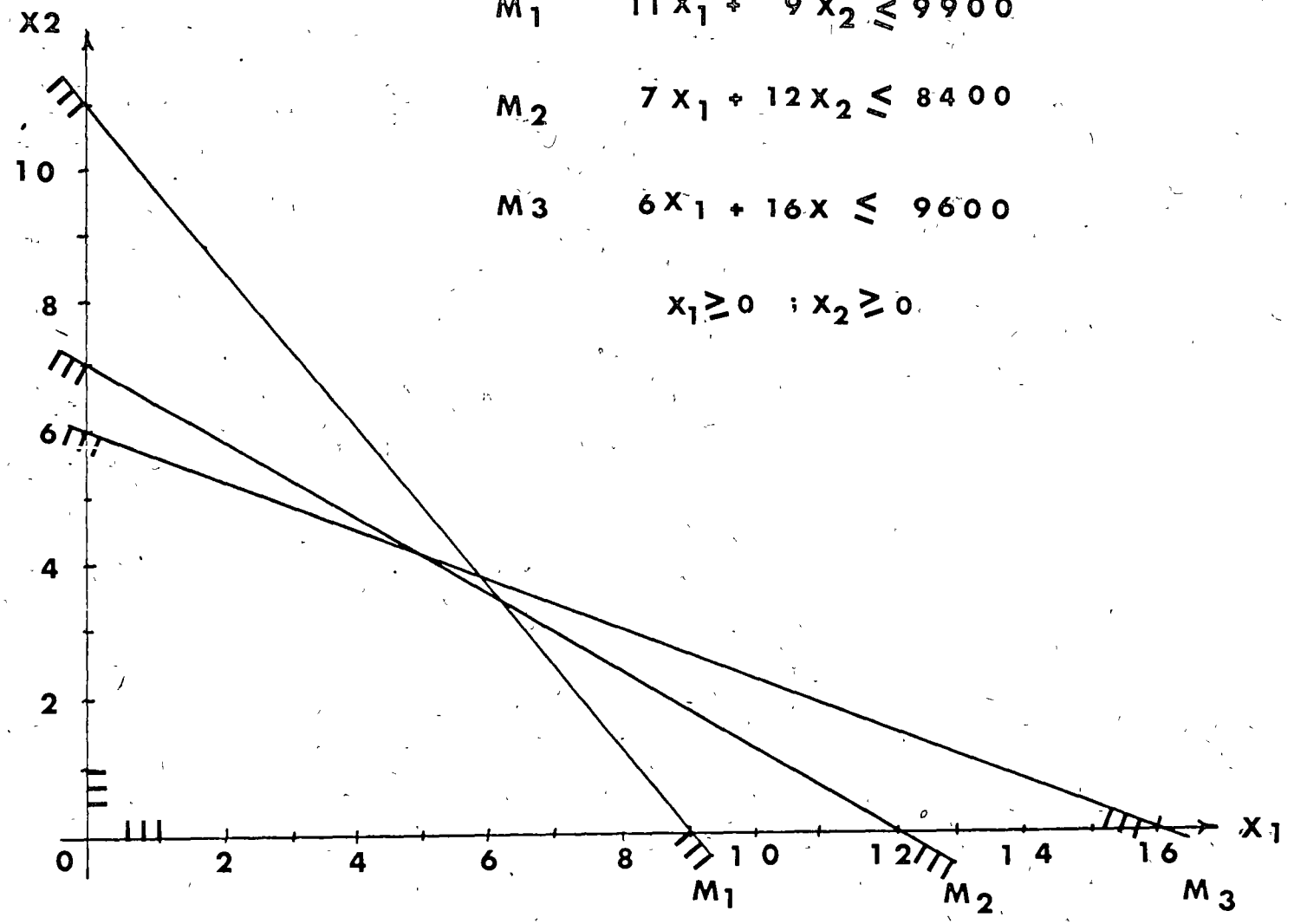
B) $X_1 = 0$; $X_2 = 700$

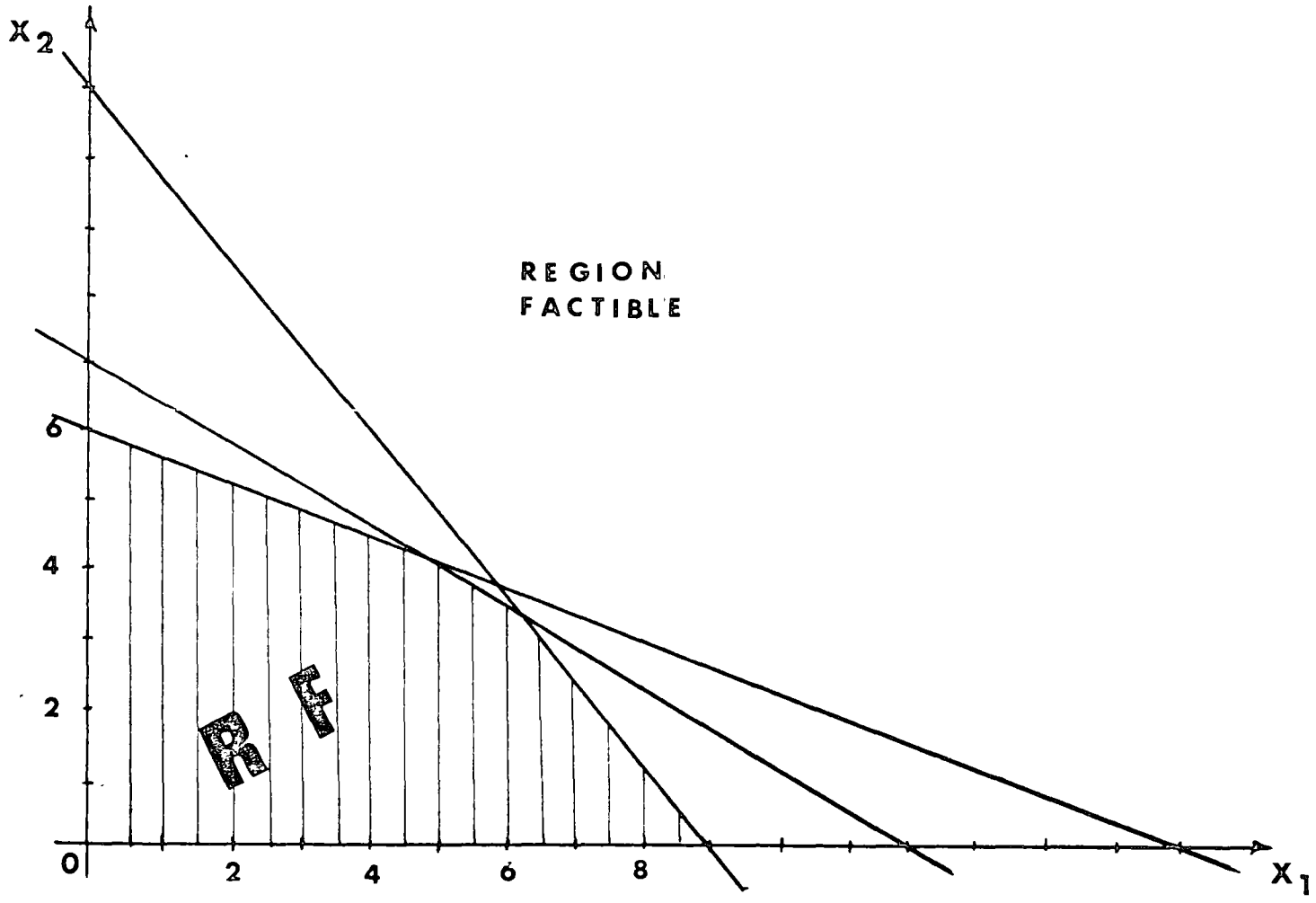
$M_1 \quad 11x_1 + 9x_2 \leq 9900$

$M_2 \quad 7x_1 + 12x_2 \leq 8400$

$M_3 \quad 6x_1 + 16x \leq 9600$

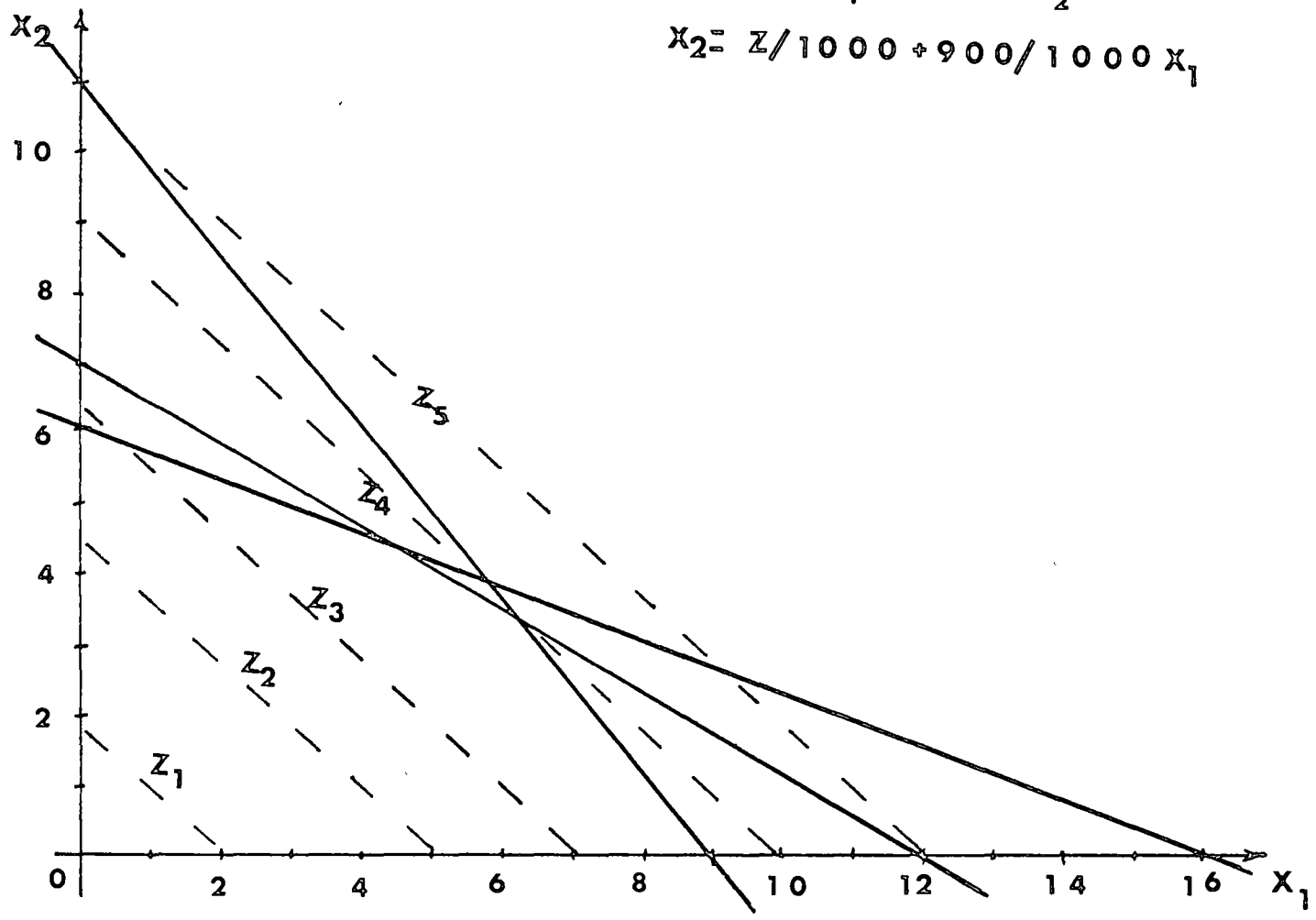
$x_1 \geq 0 \; ; x_2 \geq 0$

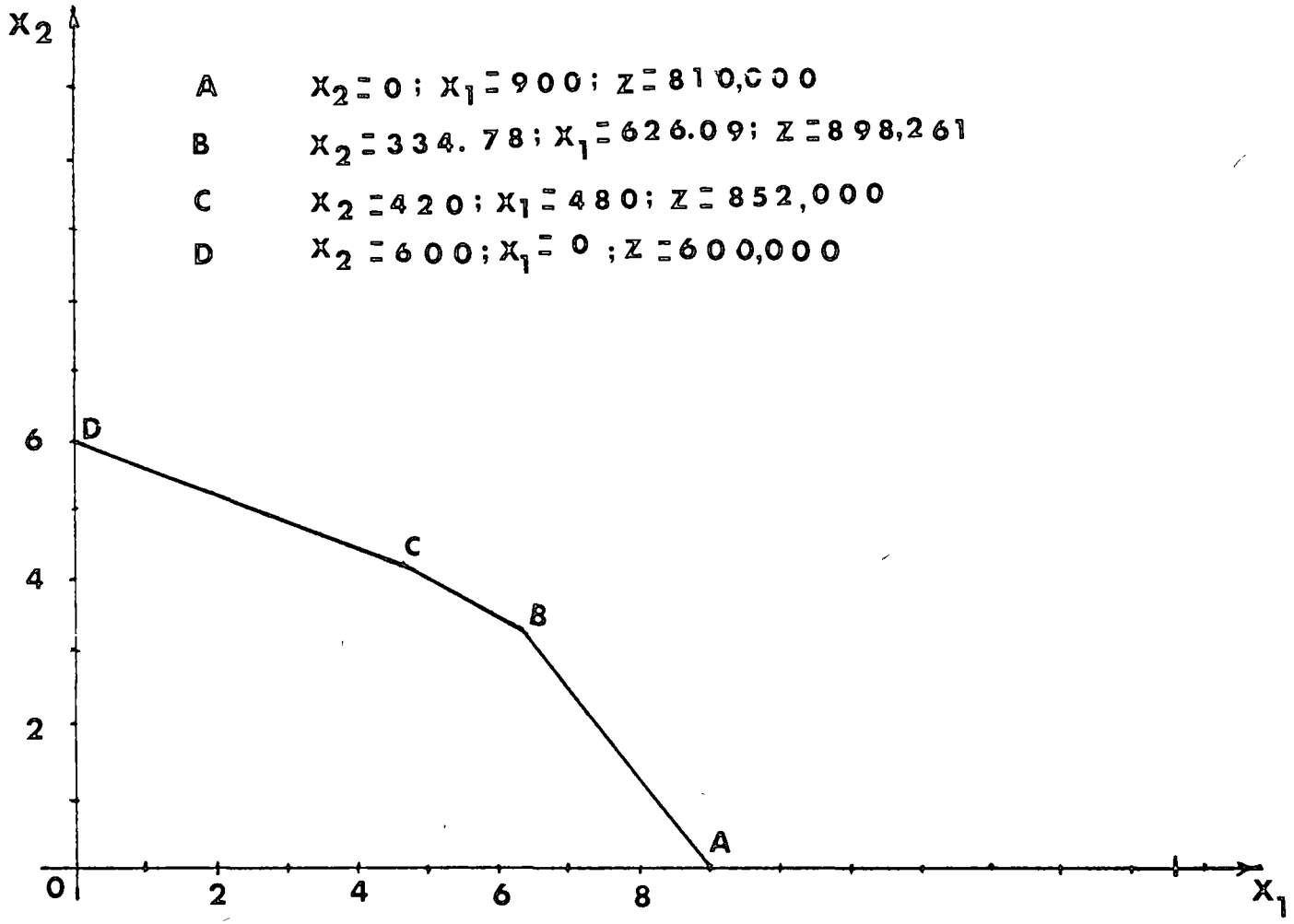



X2
REGION
FACTIBLE
6
4
2
0
2
4
6
8
X1

$$Z = 900X_1 + 1000X_2$$

$$X_2 = Z/1000 + 900/1000\,X_1$$




A $X_2 = 0$; $X_1 = 900$; $Z = 810{,}000$
B $X_2 = 334.78$; $X_1 = 626.09$; $Z = 898{,}261$
C $X_2 = 420$; $X_1 = 480$; $Z = 852{,}000$
D $X_2 = 600$; $X_1 = 0$; $Z = 600{,}000$
X_2
X_1
0
2
4
6
8
A
B
C
D

2.2 EL PROBLEMA DUAL

Por lo que se refiere a la determinación del óptimo, queda completa la teoría del prototipo; sin embargo, todavía no hemos hablado del avance más notable de la teoría. Este se refiere a la determinación de los precios de los factores.

Considere, por un momento, un modelo de dos factores y dos productos como el de la figura 13. Correspondiendo a las ecuaciones.

$$a_{11}\, u_1 + a_{12}\, u_2 \leq b_1 \;, \quad a_{21}\, u_1 + a_{22}\, u_2 \leq b_2$$

(que hacen que las producciones parezcan depender sólo de los coeficientes técnicos y de los factores), hay ecuaciones de precios y costos (no hay ningún beneficio que no pueda ser imputado a algún factor); estas serán

$$a_{11}\, v_1 + a_{21}\, v_2 \geq p_1 \;, \quad a_{12}\, v_1 + a_{22}\, v_2 \geq p_2$$

Tomadas por sí solas, parecen ser que los precios de los factores v_1 y v_2 dependan sólo de los precios de los productos y de los coeficientes técnicos. (figura 14).

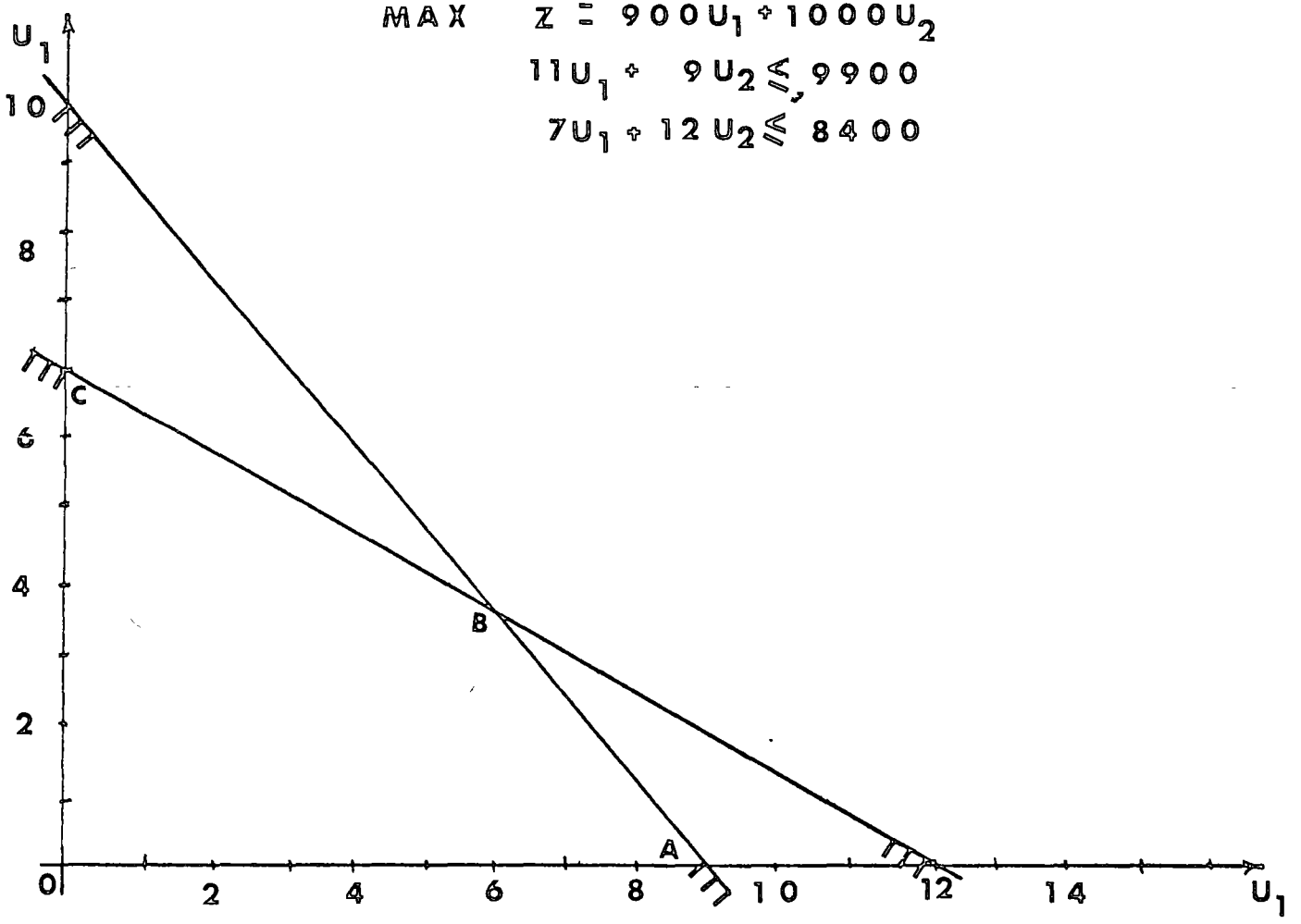
El objetivo en el primer par de ecuaciones consiste en maximizar el valor de la producción ($\Sigma p_j\, u_j$). En cambio para el segundo par el objetivo consiste en minimizar los precios de los factores ($\Sigma b_j\, v_j$).

PRIMAL

$$\text{MAX} \quad Z = 900U_1 + 1000U_2$$

$$11U_1 + 9U_2 \leq 9900$$

$$7U_1 + 12U_2 \leq 8400$$

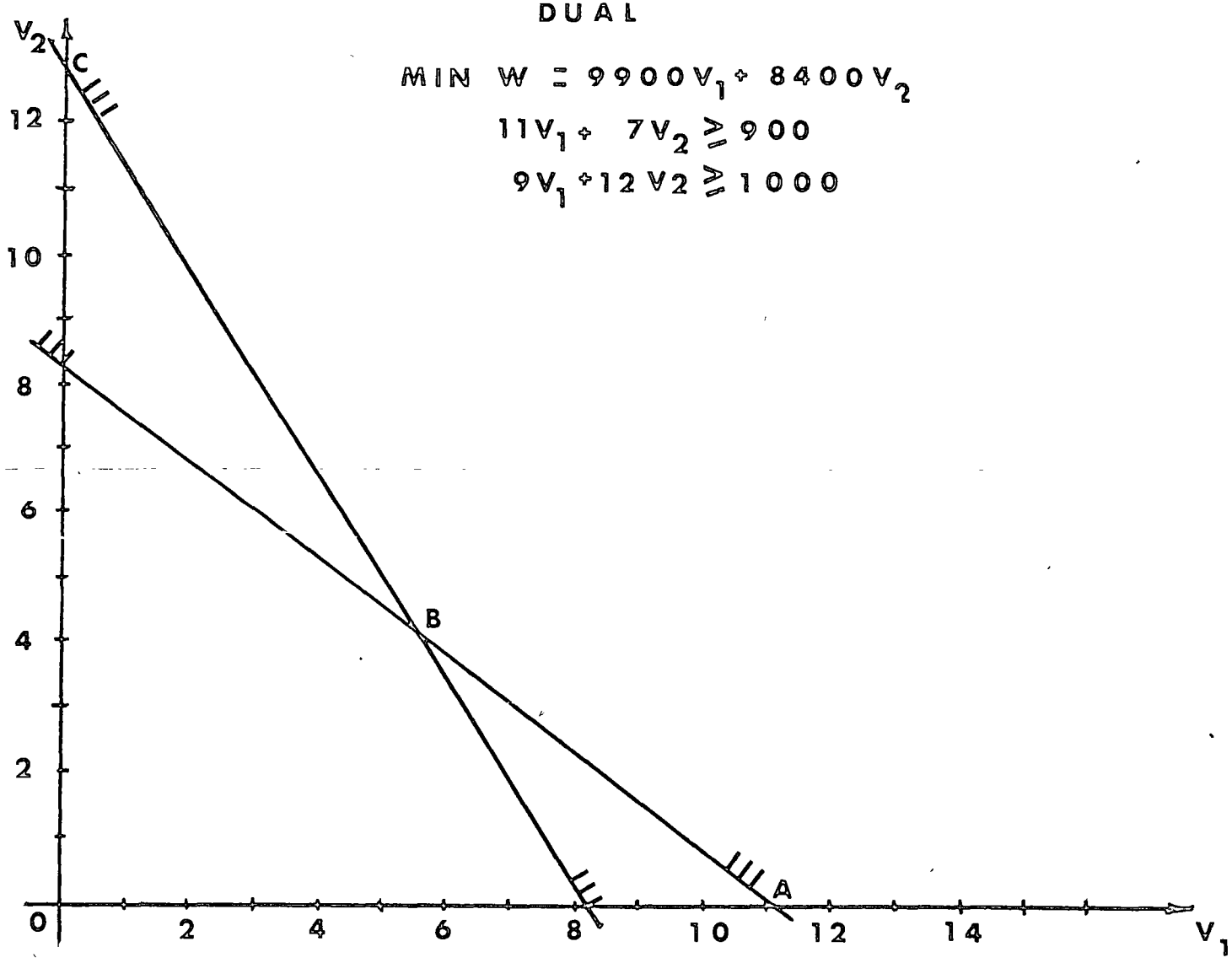


DUAL

$$\text{MIN } W = 9900V_1 + 8400V_2$$

$$11V_1 + 7V_2 \geq 900$$

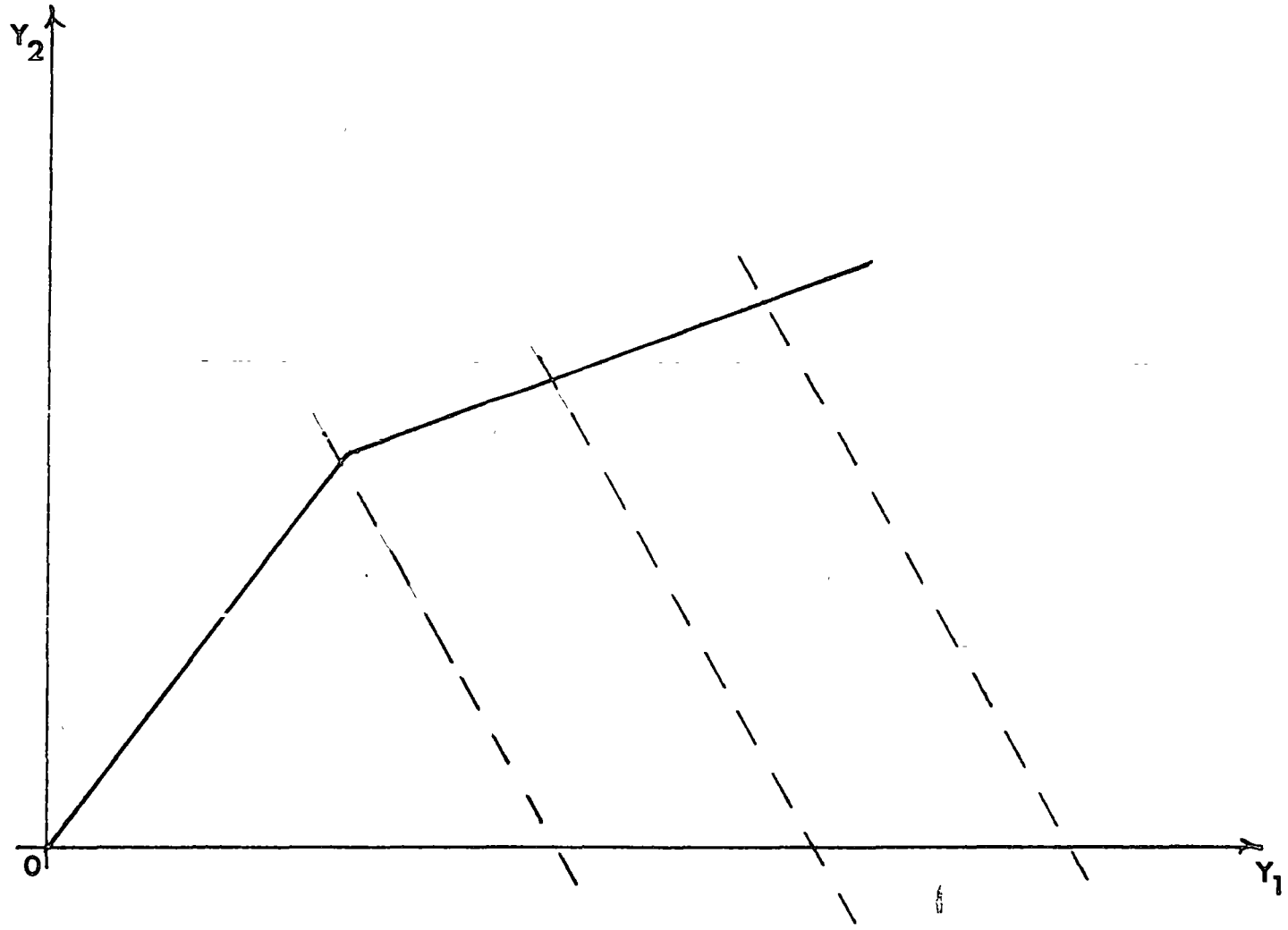
$$9V_1 + 12V_2 \geq 1000$$



2.3 EXTENSIONES DE LA PROGRAMACION LINEAL

Se recordará que en nuestra formulación del modelo de programación lineal, empezamos imponiendo ciertas restricciones a las constantes. Las a tenían que ser no-negativas (con la condición de que algún factor ha de ser necesario para cada producto); las b tenían que ser positivas; y después había la regla suplementaria de que las p tenían que ser no-negativas (pero no todas cero). Aunque estas restricciones eran útiles para empezar, puede que se haya advertido que, al final de nuestra discusión, estaban resultando bastante débiles. El problema de la minimización, que apareció como dual, podría haberse expresado como un problema de maximización, de la misma forma que el original (o "primal" como ha venido ha ser llamado) pero, en tal caso, los signos de todas las constantes hubieran debido ser cambiados. Dábamos por sentado que un problema de esta clase podría tratarse casi de la misma manera. Pero esto plantea una pregunta más amplia: ¿Necesitamos imponer alguna restricción a las constantes?.

Matemáticamente, la respuesta es negativa. La principal dificultad que surge si se hace esto, es que hemos de tener en cuenta algunas posibilidades secundarias. En primer lugar,


Y_2
O
Y_1

si no se establecen restricciones sobre las constantes, es posible que pueda no haber ninguna solución factible, ninguna región factible.

En segundo lugar, aún cuando hubiera una región factible, no es necesario que fuera optimizable para una función objetivo dada. Evidentemente, podría darse el caso de que z aumentara indefinidamente. (figura 15).

Ninguna de estas cosas puede ocurrir aceptando las restricciones iniciales; no puede ocurrir con el problema primal, ni puede ocurrir con el problema dual (es importante hacerlo notar). Este es un caso particular de un teorema general: El teorema de la dualidad, que dice que si existe un óptimo para el primal, también existe para el dual. Hay también una ampliación del teorema que enlaza las dos excepciones: dice que si el primal, aunque factible, no es optimizable, el dual no será factible. Puesto que ambos problemas (naturalmente) pueden considerarse como primales, la correspondencia se cumple (en cierto modo) en ambas direcciones.

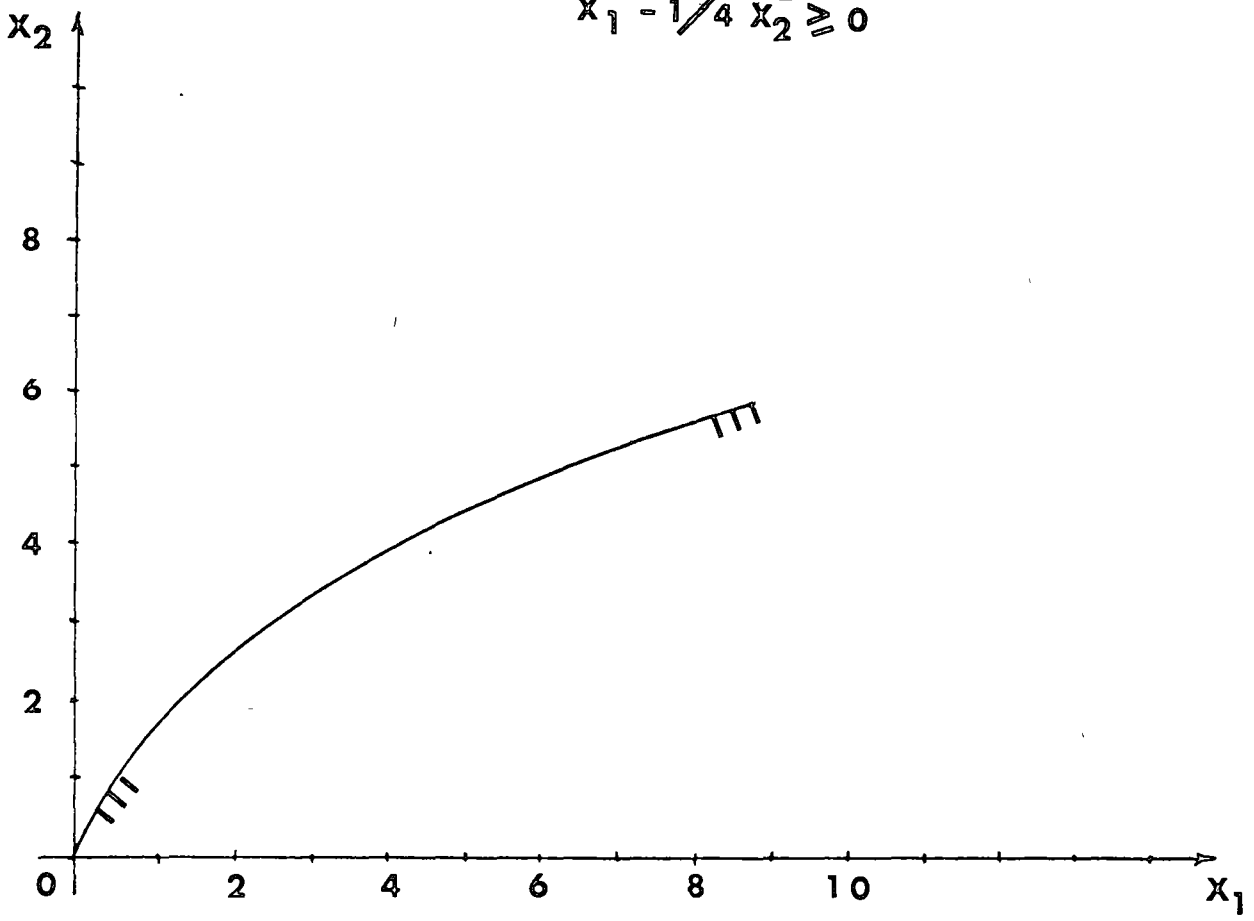
PROGRAMACIN ENTERA. Se consideró hasta ahora la restricción de no-negatividad a las cantidades de los productos, este supuesto clasifica a los problemas con esta propiedad dentro de

la programación continua. Sin embargo, con frecuencia se presentan situaciones en las cuales esta restricción debe limitar, aún más, a las cantidades de los productos a que estas sean variables enteras.

Esta limitación no se debe a otra cosa sino a la naturaleza propia del problema. Un artificio que proporciona buenos resultados en la selección de proyectos on en el análisis de inversiones, entre otros, es la utilización de la programación binaria que restringe a las variables involucradas en el modelo, a tomar los valores de cero o uno, determinando así el rechazo o la aceptación de un proyecto.

PROGRAMACION NO-LINEAL. Una extensión aún mayor de la programación matemática es considerar dentro de las restricciones o la función objetivo como ecuaciones no lineales (figura 16). Esta clase de problemas se plantean de manera análoga a los anteriormente analizados sin embargo, difieren en cuanto a la mecánica de resolución. Una manera alternativa de plantear estos problemas es mediante la programación separable, que consiste en, como su nombre lo indica, separar una curva en un número múltiple de líneas rectas. (figura 17-18).

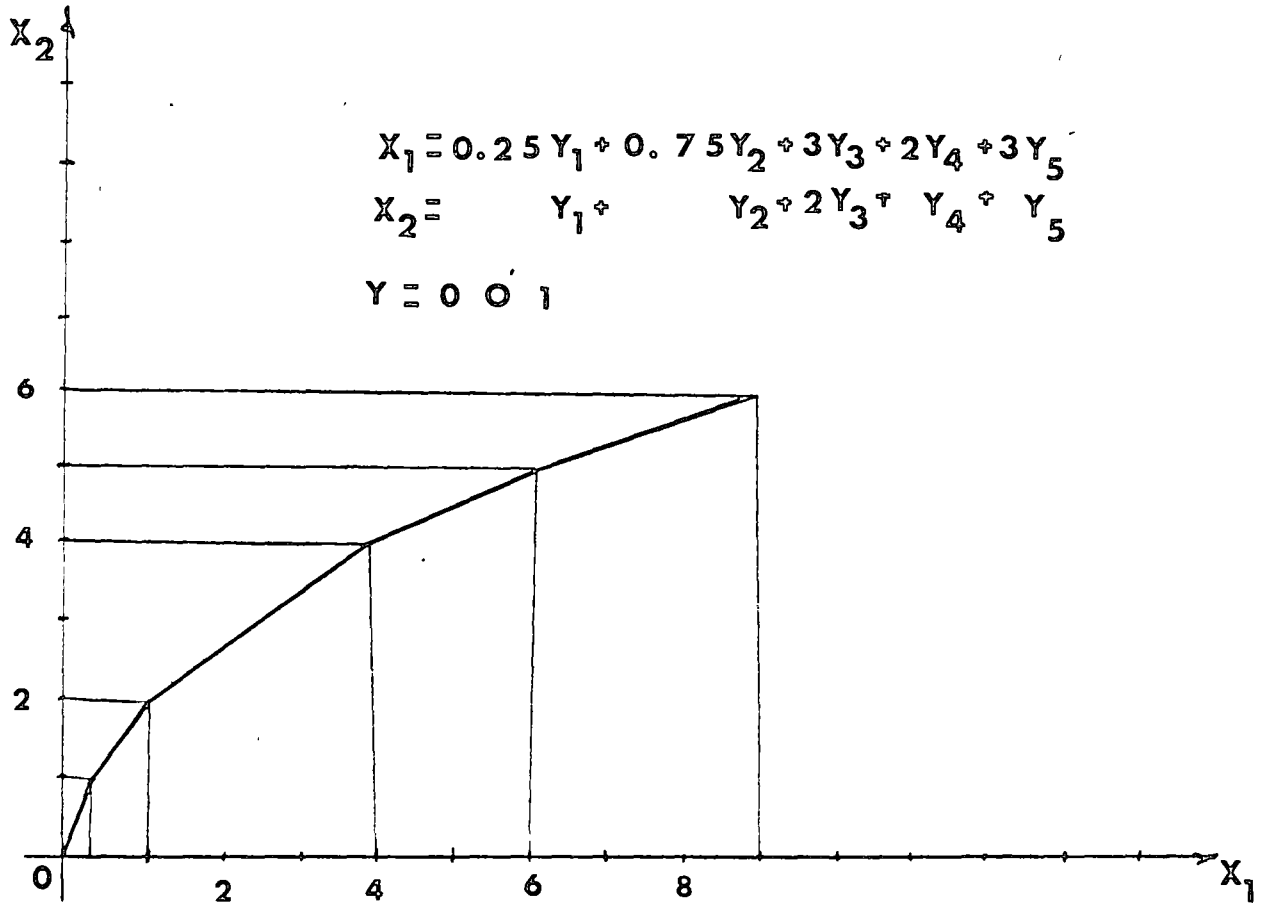
$$x_1 - 1/4\, x_2^2 \geq 0$$

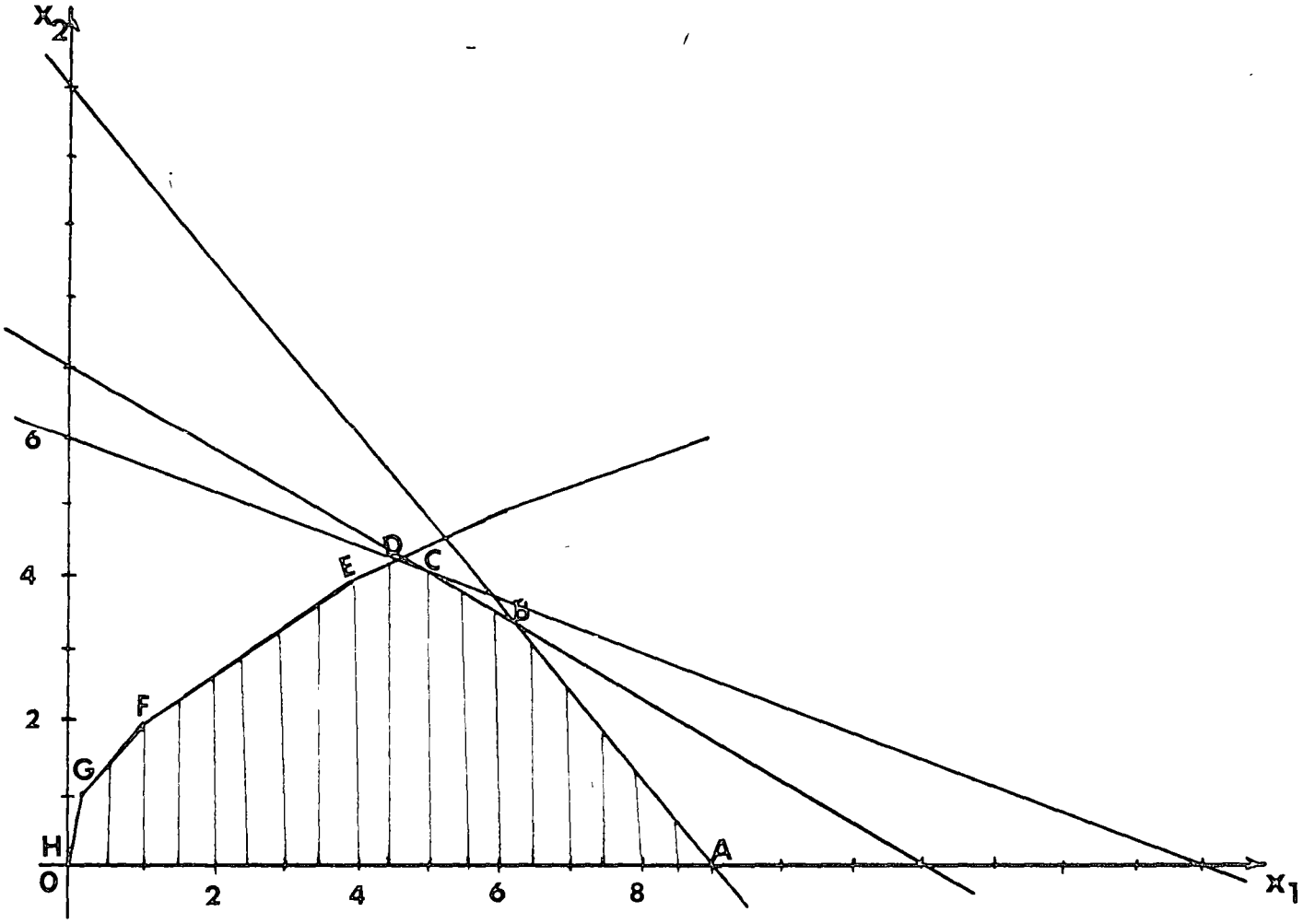


$$X_1 = 0.25Y_1 + 0.75Y_2 + 3Y_3 + 2Y_4 + 3Y_5$$

$$X_2 = Y_1 + Y_2 + 2Y_3 + Y_4 + Y_5$$

$$Y = 0 \quad 0 \quad 1$$




x_2
x_1
0
2
4
6
8
2
4
6
A
B
C
D
E
F
G
H

3.1 M P S X

SOLUCION FACTIBLE, NO - FACTIBLE, OPTIMA

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

PARAMETRIZACION

- PROGRAMACION CONTINUA

NUMERO DE VARIABLES	ILIMITADO
NUMERO DE RESTRICCIONES	ILIMITADO

- PROGRAMACION ENTERA, MIXTA

NUMERO DE VARIABLES	4,095
NUMERO DE RESTRICCIONES	ILIMITADO
INTERVALO DE LAS FRONTERAS	$\pm$ 32, 767

- PROGRAMACION ENTERA BINARIA

NUMERO DE VARIABLES	4,095
NUMERO DE RESTRICCIONES	ILIMITADO
INTERVALO DE LAS FRONTERAS	0, 1

- PROGRAMACION SEPARABLE

NUMERO DE VARIABLES	
NUMERO DE RESTRICCIONES	
INTERVALO DE LAS FRONTERAS	0,00

3.2 O P T E C H

SOLUCION FACTIBLE, NO-FACTIBLE, OPTIMA

NUMERO DE VARIABLES	336
NUMERO DE RESTRICCIONES	206
NUMERO DE ELEMENTOS	1354

- PROGRAMACION CONTINUA

  PROBLEMAS DE MINIMIZACION

- PROGRAMACION ENTERA (GONZALEZ- YOUNG)

  PROBLEMAS DE MAXIMIZACION

- ALGORITMO DE BUSQUEDA DIRECTA

2.4 EL MODELO DE PROGRAMACION DE METAS

La programación de metas es una variación de la programación lineal adaptada al problema de hallar una solución satisfactoria más bien que óptima.

En la programación lineal solo una meta se incorpora a la función objetivo que debe maximizarse o minimizarse. Si la administración tiene varias metas, las metas no incorporadas a la función objetivo reciben el tratamiento que corresponde a las restricciones del problema. Después el procedimiento de cálculo elige del conjunto de todas las soluciones que satisfacen las restricciones la (o las) que maximiza o minimiza la función objetivo. Como la empresa procura obtener el valor más elevado de la función objetivo afírmase que adopta un comportamiento optimizador. En la programación de metas, todas las metas, trátese de una o muchas, se incorporan a la función objetivo, y solo las condiciones ambientales reciben el trato que se dispensa a las restricciones. Más aún, cada meta fija en un valor que a juicio de la administración es satisfactorio, pero que no siempre es el mejor que puede obtenerse. Entonces el procedimiento de cálculo selecciona entre el conjunto de todas las soluciones que satisfacen las

restricciones, la (o las) que mejor satisface los propósitos anunciados por la administración. Como en este caso el objetivo es obtener resultados satisfactorios, afírmase que la empresa adopta un comportamiento de satisfacción (figura).

Las ventajas que reporta convertir un problema corriente de programación lineal en un problema de programación de metas son: en primer lugar, la programación de metas es aplicable para promover la coordinación de actividades de una empresa. En segundo lugar, es útil cuando el objetivo final es satisfacer ciertos niveles de producción más que optimizar. en tercer lugar, cuando el propósito general de la firma es maximizar la ganancia, la programación de metas continúa siendo preferible si hay metas multiples. como se indicó anteriormente, cuando la administración se propone varias metas, la programación lineal incorpora solo una de ellas a la función objetivo y trata como restricciones las restantes. Como la solución óptima debe satisfacer completamente todas las restricciones, esta estructuración del problema implica que :

1) Las diferentes metas dentro de las restricciones tienen la misma importancia, y 2) estas metas tienen prioridad absoluta sobre la meta incorporada a la función objetivo.

Por último, la programación de metas puede resolver problemas en los que las metas tienen diferentes niveles de prioridad. Esta flexibilidad en el tratamiento de varias metas es importante sobre todo en situaciones en las que las metas se contradicen y por lo tanto no se pueden satisfacer todas plenamente (figuras 23 a 26).

PROGRAMACION LINEAL

MAXIMIZAR

o

MINIMIZAR $Z = \sum_j C_j X_j$

SUJETO A: $\sum_j a_{ij} X_j \leq b_i \qquad i=1,\ldots n$

$X_j \geq 0$

PROGRAMACION DE METAS

MINIMIZAR

o

MAXIMIZAR $Z = x^+ + x^-$

SUJETO A : $\sum_j a_{ij} X_j \leq b_i \qquad i=1,\ldots m$

$\sum_j C_j X_j - x^+ + x^- = M$

$X_j \geq 0$

$(x^+ . x^- = 0 .)$

$x^+, x^- \geq 0)$

DONDE:

x^+ Variable del excedente; mide la magnitud en que la ganancia realizable supera a la ganancia que se fijó como meta.

x^- Variable de holgura, mide la magnitud en que la ganancia realizable es inferior a la meta que se habia fijado.

M Meta fijada.

PRODUCCION

	RADIOS	TELEVISIONES		RECURSOS
	1	1	4	Tiempo Montaje
	3	1	10	Tiempo producción
	1	2	12	Financiera
VENTA	1	2		

PROGRAMACION LINEAL

MAXIMIZAR $Z = X_1 + 2X_2$

SUJETO A : $X_1 + X_2 \leq 4$

$3X_1 + X_2 \leq 10$

$X_1 + 2X_2 \leq 12$

$X_1, X_2 \geq 0$

SOLUCION OPTIMA .- $X_1 = \frac{4}{3}$, $X_2 = \frac{8}{3}$; $Z = 6.67$

PROGRAMACION DE METAS

META $Z = 8$

MINIMIZAR $Z = x^+ + x^-$

SUJETO A : $X_1 + X_2 \leq 4$

$3X_1 + X_2 \leq 10$

$X_1 + 2X_2 \leq 12$

$X_1 + 2X_2 - x^+ + x^- = 8$

$X_1, X_2, x^+, x^- \quad 0$

SOLUCION OPTIMA .- $X_1 = \frac{4}{3}$, $X_2 = \frac{8}{3}$ $x^- = \frac{4}{3}$

PROGRAMACION DE METAS MULTIPLES

MINIMIZAR

O

MAXIMIZAR $M x_1^+ + N x_1^- + N x_2^+ + N x_2^- + 2N x_3^+ + N x_3^-$

SUJETO A :

$$\sum_j a_{ij} X_j \leq b_i \qquad i=1,\ldots,m$$

$$\sum_j C_j X_j - x_1^+ + x_1^- = M_1$$

$$\sum_j C_j X_j - x_2^+ + x_1^- = M_2$$

$$\sum_j C_j X_j - x_3^+ + x_3^- = M_3$$

$$X_j \geq 0$$

$$x_i^+ , x_i^- \geq 0$$

PROGRAMACION DE METAS MULTIPLES

	RADIOS	TELEVISORES		RESTRICCIONES
	1	1	4	MONTAJE
	3	1	10	PRODUCCION
	1	4	12	FINANCIERA
BENEFICIO	1	2		

MAXIMIZAR $Z = X_1 + 2X_2$

SUJETO A : $X_1 + X_2 \leq 4$

$3X_1 + X_2 \leq 10$

$X_1 + 4X_2 \leq 12$

$X_1, X_2 \geq 0$

METAS $Z = 3.5 >>> X2 = 2$

MINIMIZAR $Z = M\varkappa 1^+ + M\varkappa 1^- + N\varkappa 2^+ + N\varkappa 2^-$

SUJETO A : $X_1 + X_2 \leq 4$

$3X_1 + X_2 \leq 10$

$X_1 + 4X_2 \leq 12$

$X_2 - \varkappa 2^+ + \varkappa 1^- = 2$

$X_1 + 2X_2 - \varkappa 1^+ + \varkappa 2^- = 3.5$

$X_1, X_2, \varkappa 1^+, \varkappa 1^-, \varkappa 2^+, \varkappa 2^- \geq 0$

5. PROGRAMACION DINAMICA

Se analizará ahora la optimización de sistemas en las que cada variable puede ser representada como función de un parámetro; frecuentemente este parámetro es el tiempo. Esto implica que nos trataremos -- con sistemas dinámicos.

Los sistemas que requieren optimización dinámica, en etapas múltiples, ocurren en diferentes ramas de la ingeniería, inventarios, confiabilidad, control, etc...

La programación dinámica es una técnica de descomposición para resolver problemas de decisión con múltiples etapas, descompone el - problema de decisión con n variables en n problemas de decisión de una - variable. Frecuentemente estos n problemas son más simples de resolver que el problema original.

5.1 EL MODELO DE PROGRAMACION DINAMICA

Considere un proceso decisional y una caja negra como la mos - trada en la figura 27, encontramos que el proceso tiene ciertos parámetros (entradas a la caja), estos $\bar{X}$, que suministran la información revelante, - recibiran el nombre de variables de estado.

La siguiente componente de un proceso decisional son las varia - bles de decisión $\bar{D}$. Ahora bién, asociada con cada variable de Decisión y de Estado hay una salida de la caja que es el resultado de efectuar la decisión sobre la entrada. A estas variables $\bar{Y}$, se les llamará variables de estado de salida. Por su parte las salidas se relacionan con las entradas mediante la función de transformación para la etapa.

$$\bar{Y}=T(\bar{X},\bar{D})$$

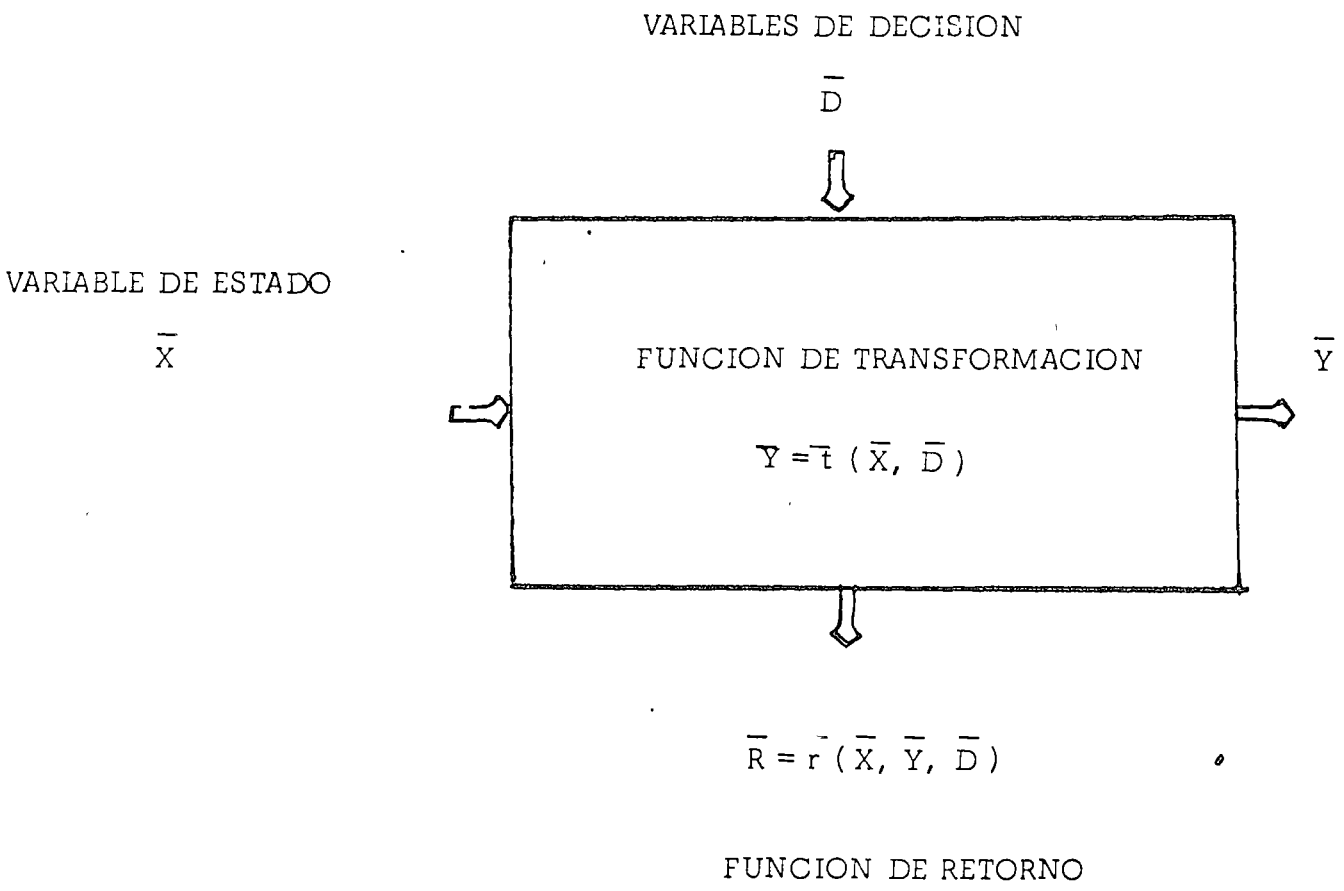
Finalmente existe una función objetivo o de retorno que mide la - efectividad de las decisiones efectuadas y de las salidas que resultan de - dichas decisiones.

Puesto que las decisiones a efectuar pueden cambiar cuando se altera el estado del sistema esta función de retorno quedará representada por

$$\bar{R}=x(\bar{X},\bar{D},\bar{Y})$$

y puesto que $\bar{Y}$ se encuentra totalmente especificada por $\bar{X}$ y $\bar{D}$ mediante la función de transformación para la etapa, resulta:

$$\bar{R}=r(\bar{X},\bar{D},t(\bar{X},\bar{D})) = \bar{V}(\bar{X},\bar{D})$$


VARIABLES DE DECISION
$\bar{D}$
VARIABLE DE ESTADO
$\bar{X}$
FUNCION DE TRANSFORMACION
$\bar{Y} = \bar{t}\ (\bar{X},\ \bar{D})$
$\bar{Y}$
$\bar{R} = \bar{r}\ (\bar{X},\ \bar{Y},\ \bar{D})$
FUNCION DE RETORNO

Un proceso de decisión de etapas múltiples sucesivas es uno en los que procesos de una sola etapa se conectan en serie, de manera que la salida de una etapa es la entrada de la siguiente. (figura 28)

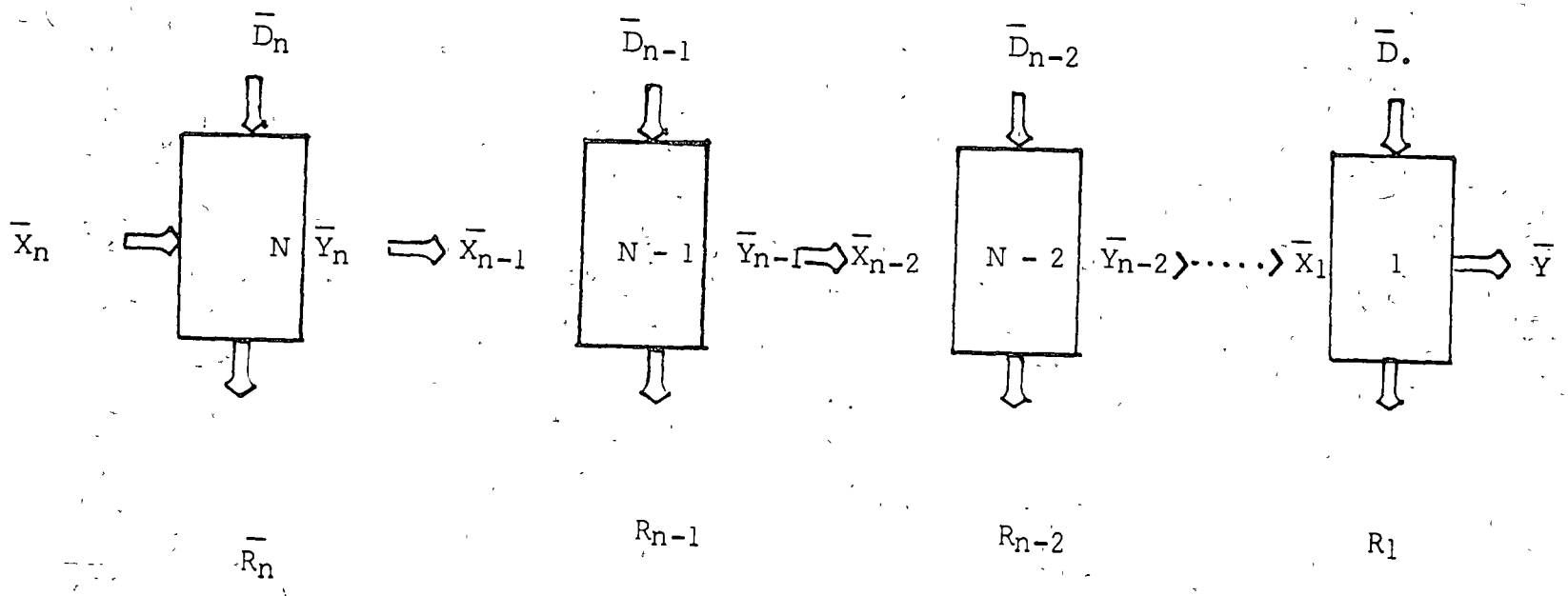
Cada etapa en un sistema con decisiones múltiples tiene asociada una función de beneficio. El objetivo en un problema de etapas múltiples es optimizar alguna función de los beneficios de las etapas individuales.

$$g\,(\bar{r}_1(-),\ \bar{r}_2(-),\ \ldots\ r_n(-))$$

La composición de la función de beneficio de n etapas define si un sistema puede ser estudiado mediante Programación Dinámica.

La programación Dinámica está basada en el principio de Optimalidad de Bellman:

" Una política (conjunto de Decisiones) óptima tiene la propiedad de cualquiera que sea el estado inicial y las decisiones mismas; las restantes decisiones constituyen una política óptima respecto al estado resultante de la primera decisión".



$$\bar{R} = \bar{r}\,(\bar{X}, \bar{D}, \bar{t}\,(\bar{X}, \bar{D}))$$

OBJETIVO: $g\,(r_n\,(-), r_{n-1}\,(-), \ldots\, r_1\,(-))$

EJEMPLO

UN INDIVIDUO SE DEDICA A LA COMPRA-VENTA DE ARTICULOS QUE REQUIEREN DE CONSIDERABLE ESPACIO DE ALMACENAJE. DISPONE DE UNA BODEGA QUE TIENE CAPACIDAD PARA 500 ARTICULOS. PUEDE HACER PEDIDOS EL DIA 15 DE CADA MES, A LOS COSTOS QUE SE DAN MAS ADELANTE Y RECIBE LOS ARTICULOS EL DIA PRIMERO DEL MES SIGUIENTE. DURANTE EL MES PUEDE VENDER CUALQUIER CANTIDAD HASTA EL TOTAL DE SU INVENTARIO, A LOS PRECIOS DEL MERCADO QUE SE DAN A CONTINUACIÓN. SI SE EMPIEZA EL AÑO CON UNA EXISTENCIA DE 200 ARTICULOS, ¿CUANTO DEBERA COMPRAR Y VENDER CADA MES PARA HACER MÁXIMA SU UTILIDAD EN EL AÑO?

MES	COSTO DE ADQUISICIÓN	PRECIO DE VENTA
ENERO	150	165
FEBRERO	155	165
MARZO	165	185
ABRIL	160	170
MAYO	160	170
JUNIO	160	155
JULIO	155	155
AGOSTO	150	155
SEPTIEMBRE	155	160
OCTUBRE	155	170
NOVIEMBRE	150	175
DICIEMBRE	150	170

TERMINOLOGIA

i	IDENTIFICADOR DEL MES; 1: ENERO, 2: FEBRERO, ..., 12: DICIEMBRE.
x_i	CANTIDAD QUE DEBE VENDERSE DURANTE EL MES i.
y_i	CANTIDAD QUE DEBE PEDIRSE EL DIA 15 DEL MES i.
p_i	PRECIO DE VENTA DURANTE EL MES i.
c_i	COSTO DE ADQUISICIÓN EN EL MES i.
I_i	EXISTENCIA EL DIA PRIMERO DEL MES i
H	CAPACIDAD DEL ALMACEN.
$F_n(I_i)$	UTILIDAD MÁXIMA ALCANZABLE DURANTE LOS n MESES RESTANTES, SI EL NIVEL ACTUAL DE EXISTENCIAS ES I_i

EL PRIMER DIA DE DICIEMBRE TENEMOS:

$$f_1(I_{12}) = MAX\{P_{12} X_{12} - C_{12} Y_{12}\}$$

SUJETO A LAS RESTRICCIONES:

$$0 \leq X_{12} \leq I_{12}$$

$$0 \leq Y_{12} \leq H - \{I_{12} - X_{12}\}$$

LA SOLUCIÓN PARA DICIEMBRE ES, EVIDENTEMENTE:

$$f_1(I_{12}) = P_{12} I_{12}$$

DECISION $X_{12} = I_{12}$, $Y_{12} = 0$

EN NOVIEMBRE 1, LA UTILIDAD MAXIMA ES:

$$f_2(I_{11}) = MAX\{P_{11}X_{11} - C_{11}Y_{11} + f_1(I_{11} + Y_{11} - X_{11})\}$$

SUJETO A

$$0 \leq X_{11} \leq I_{11}$$

$$0 \leq Y_{11} \leq H - (I_{11} - X_{11})$$

DE LA SOLUCION DE f_1 SABEMOS QUE:

$$f_1(I_{11} + Y_{11} - X_{11}) = P_{12}\{I_{11} + Y_{11} - X_{11}\}$$

POR LO TANTO

$$f_2(I_{11}) = MAX\{(P_{11} - P_{12})X_{11} + (P_{12} - C_{11})Y_{11} + P_{12}I_{12}\}$$

SUJETO A

$$0 \leq X_{11} \leq I_{11}$$

$$0 \leq Y_{11} \leq H - (I_{11} - X_{11})$$

LA RELACION GENERAL ES:

$$f_{n+1}(I_{12-n}) = MAX\{P_{12-n} X_{12-n} - C_{12-n} Y_{12-n} + f_n(I_{12-n} + Y_{12-n} - X_{12-n}$$

$$0 \leq x \leq I$$

$$0 \leq y \leq H - I + X$$

$$n = 0, 1, \ldots, 11$$

SOLUCIÓN NUMÉRICA:

DICIEMBRE $f_1(I_{12}) = MAX\{P_{12} X_{12} - C_{12} Y_{12} + f_0(I_{12} + Y_{12} - X_{12})\}$

$$= MAX\{170 X_{12} - 150 Y_{12}\}$$

DECISION $X_{12} = I_{12}$, $Y_{12} = 0$

$$f_1(I_{12}) = 170\, I_{12}$$

NOVIEMBRE $f_2(I_{11}) = MAX\{P_{11} X_{11} - C_{11} Y_{11} + f_1(I_{11} + Y_{11} - X_{11})\}$

$$= MAX\{(P_{11} - P_{12}) X_{11} + (P_{12} - C_{11}) Y_{11} + P_{12} I_{12}\}$$

$$= MAX\{5 X_{11} + 20 Y_{11} + 170\, I_{12}\}$$

DECISION $X_{11} = I_{11}$, $Y_{11} = H$

$$f_2(I_{11}) = 175\, I_{11} + 20\, H$$

OCTUBRE

MAX $-5X_{10} + 20Y_{10} + 175I_{10} + 20H$

DECISIÓN $X_{10} = I_{10}$, $Y_{10} = H$

$f_3(I_{10}) = 170\,I_{10} + 40\,H$

SEPTIEMBRE

MAX $-10X_9 + 15Y_9 + 170I_9 + 40H$

DECISION $X_9 = I_9$, $Y_9 = H$

$f_4(I_9) = 160\,I_9 + 55\,H$

AGOSTO

MAX $-5X_8 + 10Y_8 + 160I_8 + 55H$

DECISION $X_8 = I_8$, $Y_8 = H$

$f_5(I_8) = 155\,I_8 + 65\,H$

JULIO

MAX $155I_7 + 65H$

DECISION X_8, Y_7 = CUALQUIER VALOR FACTIBLE

$f_6(I_7) = 155\,I_7 + 65\,H$

JUNIO

MAX $-5Y_6 + 155I_6 + 65H$

DECISION X_6 = CUALQUIER VALOR FACTIBLE, $Y_6 = 0$

$f_7(I_6) = 155\,I_6 + 65\,H$

MAYO

MAX $15X_5 - 5Y_5 + 155I_5 + 65H$

DECISION $X_5 = I_5$, $Y_5 = 0$

$f_8(I_5) = 170\,I_5 + 65\,H$

ABRIL

MAX $5X_4 + 10Y_4 + 170I_4 + 65H$

DECISION $X_4 = I_4$, $Y_4 = H$

$f_9(I_4) = 175\,I_4 + 75\,H$

MARZO $\quad$ MAX $\quad 10X_3 + 10Y_3 + 175 I_3 + 75H$

DECISION $\quad X_3 = I_3 \;,\quad Y_3 = H$

$f_{10}(I_3) = 185 I_3 + 85 H$

FEBRERO $\quad$ MAX $\quad -20X_2 + 30Y_2 + 185 I_2 + 85H$

DECISION $\quad X_2 = I_2 \;,\quad Y_2 = H$

$f_{11}(I_2) = 165 I_2 + 115 H$

ENERO $\quad$ MAX $\quad -10X_1 + 25Y_1 + 165 I_1 + 115 H$

DECISION $\quad X_1 = I_1 \;,\quad Y_1 = H$

$f_{12}(I_1) = 165 I_1 + 130 H$

DADO QUE $\quad I_1 = 200 \quad$ y $\quad H = 500$

$$f_{12}(I_1) = 165(200) + 130(500)$$

$$= 98{,}000$$

PARA OBTENER LOS RESTANTES VALORES DE I_i Y POR LO TANTO DE X_i BASTA CON CONSIDERAR EL SIGUIENTE HECHO:

$$I_{i+1} = I_i + Y_i - X_i \quad \text{y} \quad \underset{0 \text{ ó } 0}{X_i = I_i} \;,\; \underset{0 \text{ ó } 0}{Y_i = H}$$

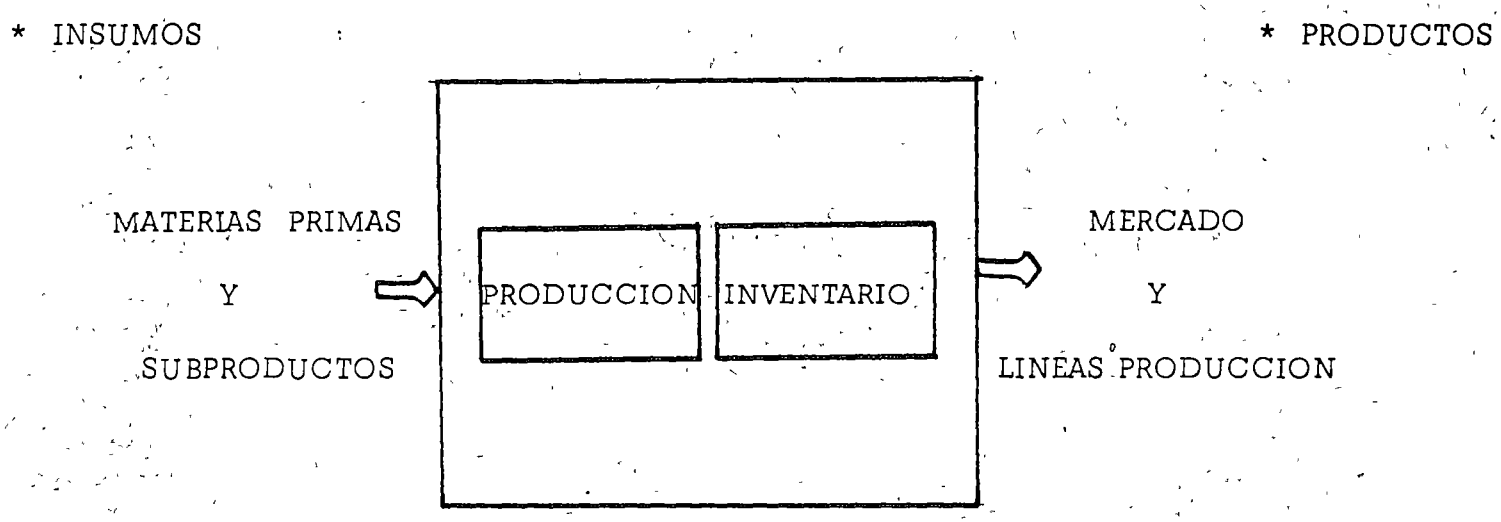
$$I_{i+1} = I_i + H - I_i = H$$

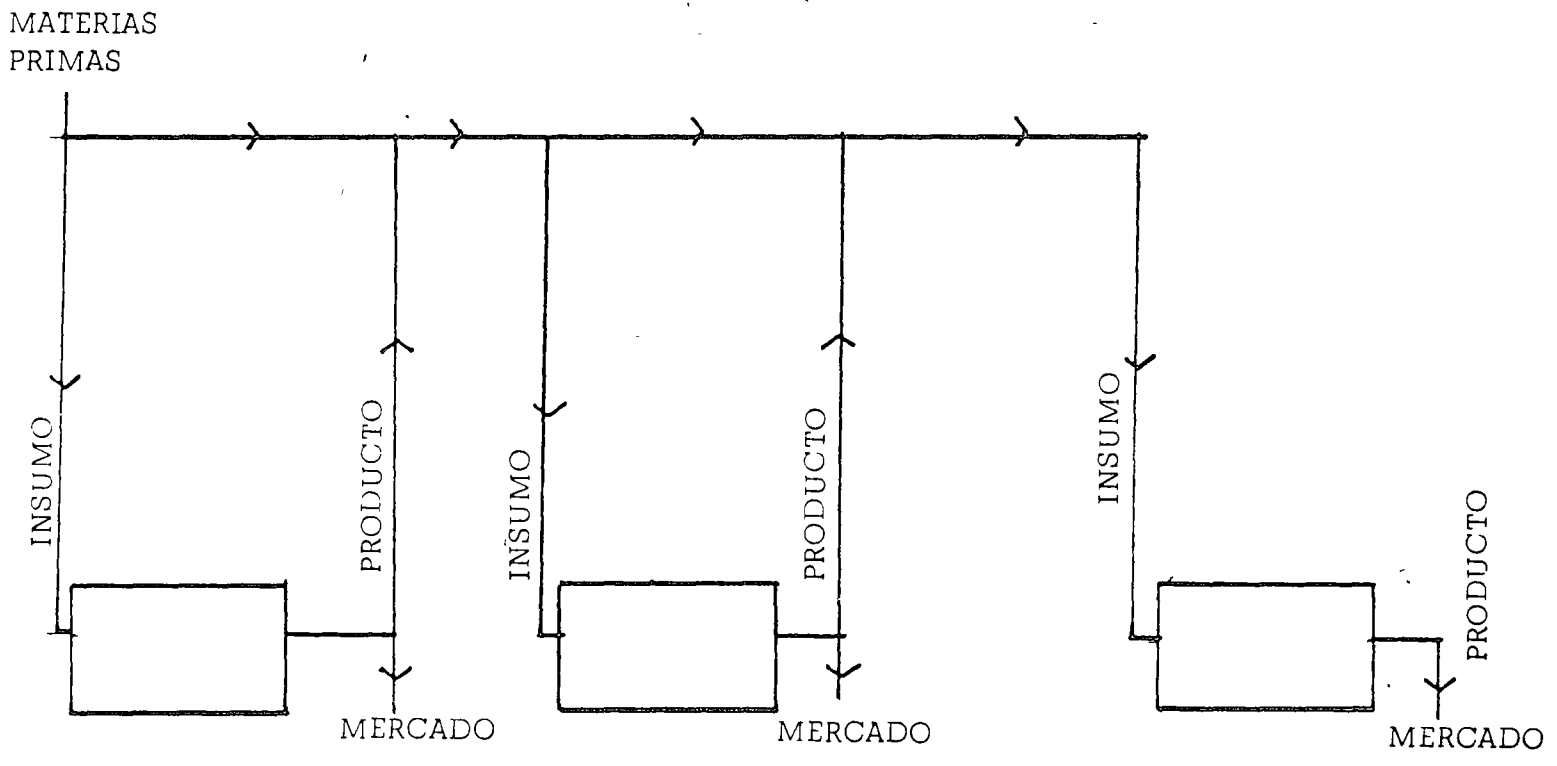
$$I_{i+1} = I_i \quad , \quad I_{i+1} = 0$$

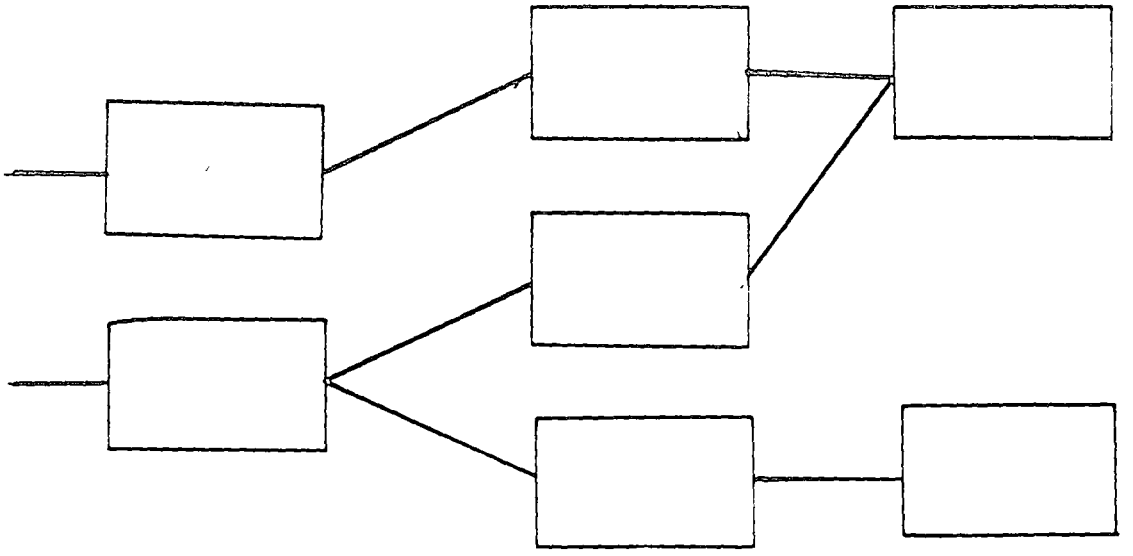
6. EJEMPLOS DE APLICACION

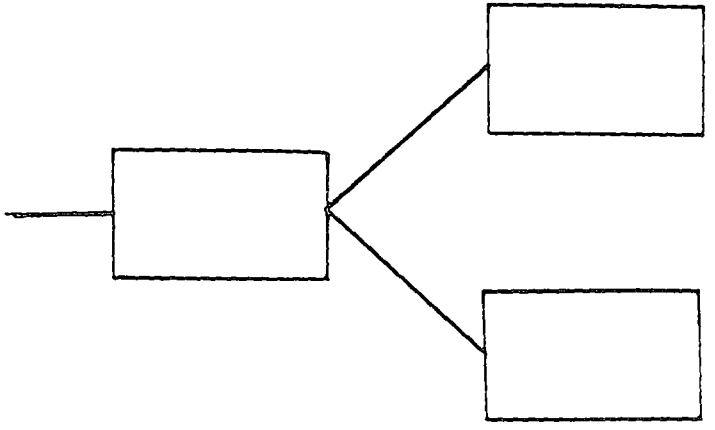
En este capítulo se consideran algunos ejemplos de programación Lineal y de programación Dinámica, restringidos exclusivamente al planeamiento del problema.

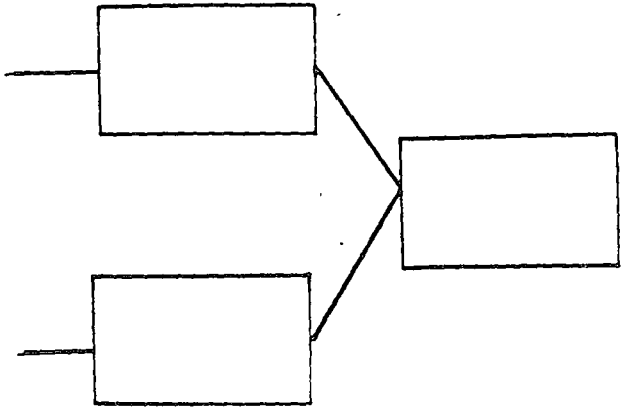
En primera instancia se analiza un modelo de Programación Optima de Inversiones en el problema de la adquisición y utilización de Bienes de Capital ; a continuación un modelo de Producción con un número múltiple de fases.


* INSUMOS
MATERIAS PRIMAS
Y
SUBPRODUCTOS
PRODUCCION
INVENTARIO
* PRODUCTOS
MERCADO
Y
LINEAS PRODUCCION


MATERIAS
PRIMAS
INSUMO
PRODUCTO
MERCADO
INSUMO
PRODUCTO
MERCADO
INSUMO
PRODUCTO
MERCADO







TERMINOLOGIA

r_{ij}	Demanda del producto final j (j=1,...N) en el período i (i=1,...n)
y_{ij}	Demanda del subproducto j en el período i.
x_{ij}	Producción del Producto j en el período i.
I_{ij}	Inventario al final del período i del producto j.
a_{ih}	El número de unidades del subproducto j requeridas para producir una unidad del producto h.
P_{ij}	Costo unitario de producción del producto j en el período i.
H_{ij}	Costo unitario de mantener el inventario del producto j durante el período i.
λ_j	Tiempo que requiere un producto para su elaboración.

FUNCION OBJETIVO

MINIMIZAR EL COSTO

$$MIN = \sum_{i}^{n} \sum_{j}^{N} C_{ij} \; x_{ij} + \sum_{i}^{n} \sum_{j}^{N} H_{ij} \; I_{ij}$$

RESTRICCIONES

INVENTARIOS

$$I_{ij} = \sum_{k=1}^{i} x_{kj} - Y_{kj} + I_{oj}$$

$$I_{ij} \geq -\sum_{h=i-\alpha_j+1}^{i} Y_{hj}$$

DEMANDA TOTAL

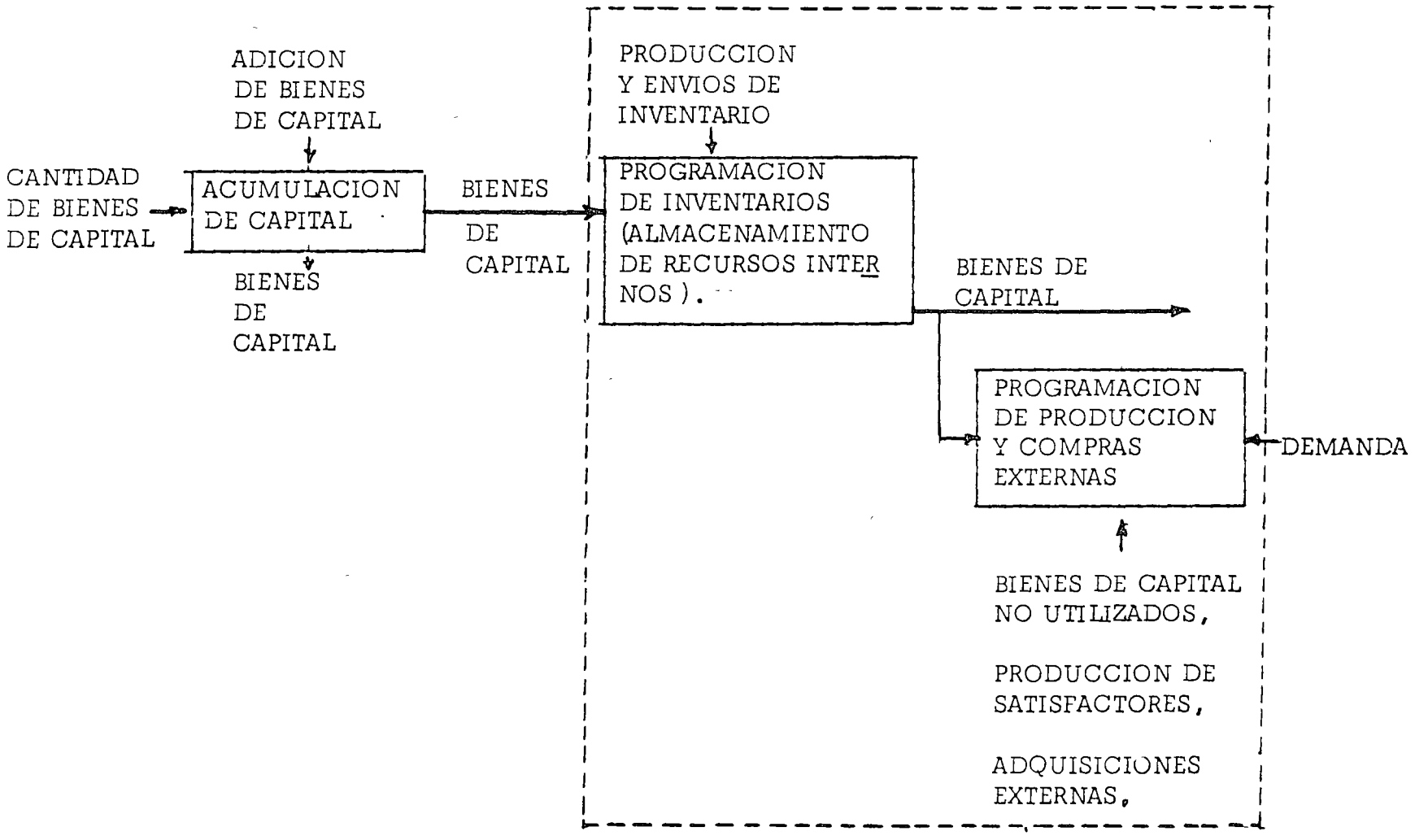
$$Y_{ij} = r_{ij} + \sum_{h=j+1}^{N} a_{jh} \; x_{i+\lambda_{n,h}}$$

$$a_{jh} = 0 \quad si \quad h \leq j$$

NO NEGATIVIDAD

$$x_{ij} \geq 0$$

$$Y_{ij} \geq 0$$


ADICION
DE BIENES
DE CAPITAL
CANTIDAD
DE BIENES
DE CAPITAL
ACUMULACION
DE CAPITAL
BIENES
DE
CAPITAL
BIENES
DE
CAPITAL
PRODUCCION
Y ENVIOS DE
INVENTARIO
PROGRAMACION
DE INVENTARIOS
(ALMACENAMIENTO
DE RECURSOS INTER
NOS).
BIENES DE
CAPITAL
PROGRAMACION
DE PRODUCCION
Y COMPRAS
EXTERNAS
DEMANDA
BIENES DE CAPITAL
NO UTILIZADOS,
PRODUCCION DE
SATISFACTORES,
ADQUISICIONES
EXTERNAS,

TERMINOLOGIA

i	NUMERO DE BIENES DE CAPITAL $i = 1, 2, \ldots, m$
j	NUMERO DE REGIONES DE DEMANDA $j = 1, 2, \ldots, n$
k	NUMERO DE PUNTOS DE ENVIO $k = 1, 2, \ldots, p$
B	NUMERO DE SATISFACTORES $B = 1, 2, \ldots, B$
t	PERIODO DE TIEMPO $t = 1, 2, \ldots, T$
Xit	CANTIDAD DEL BIEN DE CAPITAL i EN EL PERIODO t.
Uit	ADICION AL BIEN DE CAPITAL i REALIZADA EN EL PERIODO t.
Sit	CANTIDAD NO UTILIZADA DEL BIEN DE CAPITAL i EN EL PERIODO t.
Yk t	INVENTARIO DEL SATISFACTOR B EN EL PUNTO DEL ESPACIO K EN EL PERIODO t.
Zkj t	ENVIOS DEL PUNTO DE INVENTARIO K A LA REGION DE DEMANDA j DEL SATISFACTOR B EN EL PERIODO t.

$Q_{ik\beta t}$	PRODUCCION POR EL BIEN DE CAPITAL i DEL SATISFACTOR B ASIGNADA AL PUNTO DE INVENTARIO K EN EL PERIODO t.
$V_{ij\beta t}$	PRODUCCION POR EL BIEN DE CAPITAL i DEL SATISFACTOR B ASIGNADA A LA REGION DE DEMANDA j EN EL PERIODO t.
$W_{j\beta t}$	ADQUISICION EXTERNA DEL SATISFACTOR B EN EL PERIODO t PARA SATISFACER LA REGION DE DEMANDA j.
$D_{i\beta t}$	DEMANDA A SATISFACER POR EL SATISFACTOR b EN LA REGION j DURANTE EL TIEMPO t.
C_{it}	COSTO DE ACUMULACION DEL BIEN DE CAPITAL i
E_{it}	COSTO DE INACTIVIDAD Y MANTENIMIENTO DEL BIEN DE CAPITAL i
$F_{kj\beta t}$	COSTO DE PRODUCCION Y DE DISTRIBUCION DEL SATISFACTOR B.
$G_{k\beta t}$	COSTO DE INVENTARIOS DEL SATISFACTOR B.
$H_{j\beta t}$	COSTO DE COMPRAS EXTERNAS DEL SATISFACTOR B

$t=(1+r)^{-t}$	FACTOR DE DESCUENTO AL PERIODO t.
r	TASA DE INTERES (IGUAL A LA REDITUABILIDAD MINIMA REQUERIDA PARA LAS DIFERENTES INVERSIONES).
ϕ t	LIMITE PRESUPUESTAL DURANTE EL PERIODO t PARA EROGACIONES DE CAPITAL.
$\varphi_{i\beta t}$	CAPACIDAD DE BIEN DE CAPITAL i PARA LA PRODUCCION DEL SATISFACTOR B DURANTE EL PERIODO t.

FUNCION OBJETIVO

MINIMIZAR LA FUNCION DE COSTO TOTAL

$$\text{MIN} \quad Z = \sum_{t=1}^{T} \sum_{i=1}^{m} \cdot \sum_{k=1}^{p} \sum_{\beta=1}^{b} \sum_{j=1}^{n} (1+i)^{-t} \cdot$$

$$\Big\{ C_{it}(X_{it} + U_{it}) + F_{kj\beta t} (Z_{kj\beta t} + Q_{ik\beta t} + V_{ij\beta t})$$

$$+ E_{it} S_{it} + G_{k\beta t} Y_{k\beta t} + H_{j\beta t} W_{j\beta t} \Big\}$$

RESTRICCIONES

ACUMULACION DE BIENES DE CAPITAL

$$X_{it} - X_{it} = U_{it} \qquad i=1,2,\ldots,m \quad t=1,2,\ldots,t$$

$$X_{io} \geqslant 0 \qquad i=1,2,\ldots,m$$

$$\sum_{i=1}^{m} U_{it} \leq \phi_t \qquad t=1,2,\ldots t$$

CAPACIDAD DE PRODUCCION DE LOS BIENES DE CAPITAL

$$\sum_{\beta=1}^{B} \varphi_{i\beta t} \left\{ \sum_{j=1}^{n} V_{ij\beta t} + \sum_{K=1}^{P} Q_{ik\beta t} \right\} + S_{it} = X_{it}$$

$$i=1,2,\ldots,m \quad t=1,2,\ldots,t$$

INVENTARIOS

$$Y_{k\beta(t-1)} + \sum_{i=1}^{M} Q_{ik\beta t} - \sum_{j=1}^{n} Z_{kj\beta t} = Y_{k\beta t}$$

$K=1,2,\ldots,p$; $B=1,2,\ldots,\beta$

$t=1,2,\ldots,t$; $K=1,2,\ldots,p$

DEMANDA

$$\sum_{i=1}^{m} V_{ij\,t} + W_{j\,t} + \sum_{k=1}^{p} Z_{kj\,t} = D_{j\,t}$$

$j=1,2,\ldots,n$; $B=1,2,\ldots,\beta$

$t=1,2,\ldots,t$

NO- NEGATIVIDAD

X_{it} ; U_{it} ; $Y_{k\,t}$; $W_{j\,t}$; $V_{ij\,t}$; $Q_{ik\,t}$;

$Z_{kj\,t}$; $S_{it} \geqslant 0$

BIBLIOGRAFIA

MAO, C.T. JAMES
QUANTITATIVE ANALYSIS OF FINANCIAL DECISIONS
THE MACMILLAN COMPANY, NEW YORK
PRIMERA EDICION, 1969

HICKS, J.R.; DORFMAN, ROBERT
SURVEYS OF ECONOMIC THEORY, VOLUMEN III
RESOURCE ALLOCATION
MACMILLAN AND COMPANY, LTD. LONDON
PRIMERA EDICION, 1966

RUSSELL L. ACKOFF
A CONCEPT OF CORPORATE PLANNING
JOHN WILEY AND SONS, INC., NEW YORK
PRIMERA EDICION 1970

RUSSELL L. ACKOFF; SASIEN 1
OPERATION RESEARCH
JOHN WILEY AND SONS; INC., NEWY YORK
PRIMERA EDICION

WILLARD I. ZANGWILL
OPERATIONS RESEARCH
THE JOURNAL OF THE OPERATIONS RESEARCH
SOCIETY OF AMERICA
VOLUMEN 14 NUMERO 3
MAYO-JUNIO 1966

FRANCISCO J. JAUFFRED MERCADO
INGENIERIA DE SISTEMAS
PROGRAMACION DINAMICA
CAMARA DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION
BIBLIOTECA DEL CONSTRUCTOR VOLUMEN 10
MEXICO 1971

COBIAN MIGUEL J.
PROGRAMACION OPTIMA DE INVERSIONES- EL PROBLEMA DE
LA ADQUISION Y UTILIZACION DE BIENES DE CAPITAL
BOLETIN No. 21 (ENERO-FEBRERO 1974) IMPOS

FRANCISCO J. JAUFFRED MERCADO
ALBERTO MORENO BONET
JOSE J. ACOSTA FLORES

METODOS DE OPTIMIZACION

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

APLICACIONES DE LA INGENIERIA DE SISTEMAS EN LA GESTION DE EMPRESAS

ING. FRANCISCO ESCUTIA NAVARRO

NOVIEMBRE DE 1976.

INTRODUCCION

INTRODUCCION.

EL MANEJO DE INFORMACION EN UNA ORGANIZACION ES DETERMINANTE PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LA MISMA. LA PLANEACION, IMPLANTACION Y CONTROL DE CURSOS DE ACCION PARA QUE LA ORGANIZACION TENGA UN FUNCIONAMIENTO OPTIMO SON ACTIVIDADES QUE REQUIEREN DE GRAN CANTIDAD DE INFORMACION ACERCA DEL CONTEXTO Y DE LOS EVENTOS QUE SE DAN DENTRO DE LA ORGANIZACION. AHORA BIEN, PARA RACIONALIZAR EL USO Y FLUJO DE INFORMACION EN UNA ORGANIZACION ES INDISPENSABLE CONTAR CON ALGUNAS CONDICIONES PREVIAS DE CARACTER TEORICO Y PRACTICO. LOS REQUISITOS PRACTICOS CONSISTEN EN QUE LA ORGANIZACION CUENTE CON UNA ESTRUCTURA ADECUADA Y QUE LAS CONDICIONES DE SU CONTEXTO SEAN FAVORABLES. POR OTRA PARTE, LAS CONDICIONES TEORICAS CONSISTEN EN CONTAR CON UNA TEORIA Y UN PROCEDIMIENTO OPERACIONAL PARA DISEÑAR SISTEMAS DE INFORMACION OPTIMOS. EN AMBOS CASOS SE TIENEN PROBLEMAS ACTUALMENTE, PUES LAS ORGANIZACIONES, EN NUESTRO MEDIO, DISTAN MUCHO DE CONTAR CON UNA ESTRUCTURA ADECUADA Y POR OTRA PARTE, EN LA ACTUALIDAD NO SE CUENTA CON UNA TEORIA QUE DE LA PAUTA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE INFORMACION OPTIMOS. SIN EMBARGO, EN ESTE TRABAJO INTENTAMOS ESTABLECER ALGUNOS DE LOS ELEMENTOS TEORICOS QUE NOS PERMITAN RACIONALIZAR EL USO Y FLUJO DE LA INFORMACION EN UNA ORGANIZACION DADA.

DE ESTA MANERA, PARTIMOS DE LA DIFERENCIA ENTRE LAS CONSIDERACIONES TEORICAS, QUE SON IMAGENES DE LAS COSAS, CON LA ACCION PRACTICA, QUE ES LA REALIZACION EN LA REALIDAD DE LO QUE SE PLANTEA TEORICAMENTE. ASI, DE UNA PARTE ESTAMOS CONVENCIDOS DE QUE LAS CONSIDERACIONES TEORICAS QUE SE HAGAN RESPECTO DEL PROBLEMA DE OPTIMIZAR EL USO DE LA INFORMACION DEBERAN SER CRITICADAS A LA LUZ DE CONSIDERACIONES PRACTICAS, ESTO ES, QUE EN SU APLICACION A LA REALIDAD SEAN REVISADAS CON RESPECTO A CADA SITUACION ESPECIFICA. POR OTRA PARTE PODEMOS DECIR QUE APOYANDONOS EN LA DIFERENCIA HECHA ENTRE IMAGENES Y HECHOS REALES, QUE LA INFORMACION ES LA SUBSTANCIA EN QUE CONSISTE LA IMAGEN QUE EL HOMBRE SE HACE DEL MUNDO REAL. ASI, EN UNA ORGANIZACION, LO QUE TRATAMOS DE HACER AL RACIONALIZAR EL USO Y FLUJO DE INFORMACION ES QUE LA IMAGEN QUE DE LA ORGANIZACION Y DE SU CONTEXTO TENGA LA ADMINISTRACION SEA LO MAS CERCANA POSIBLE A LA REALIDAD.

POR OTRA PARTE, ES IMPORTANTE DECIR QUE DEBIDO A QUE CADA VEZ MAS LAS ORGANIZACIONES PUEDEN DISPONER DE LOS SERVICIOS DE COMPUTADORAS ELECTRICAS Y DE QUE ESTAS SON LOS MEDIOS MAS ADECUADOS PARA PROCESAR Y AL-

MACENAR GRANDES VOLUMENES DE INFORMACION, ES IMPOSIBLE QUE LA TECNOLOGIA DE LOS SISTEMAS DE INFORMACION NO INVOLUCRE EL USO DE DICHAS MAQUINAS. -- AHORA BIEN, ES IMPORTANTE ACLARAR QUE LA TECNOLOGIA DE SISTEMAS DE INFORMACION, SOBRE TODO EN LO QUE SE REFIERE A SU DISEÑO E IMPLANTACION, DEBE CONSIDERAR OTROS ASPECTOS, FUNDAMENTALMENTE LOS RELACIONADOS A LA TEORIA DE DECISIONES Y, EN UN CAMPO QUE NO HA SIDO EXPLORADO AUN CON SUFICIENCIA, EL DE LA SEMIOTICA, O TEORIA GENERAL DE LOS SIGNOS. AQUI ES NECESARIO ACLARAR QUE CONSIDERAMOS A LA SEMIOTICA COMO UNA CIENCIA QUE NO HA SIDO, COMO DIJIMOS ANTES, COMPLETAMENTE DESARROLLADA Y QUE TAL VEZ INCLUYE O DEBERIA INCLUIR MUCHOS DE LOS ASPECTOS RELACIONADOS CON LOS LENGUAJES DE PROGRAMACION EN COMPUTADORA Y EXPLICACIONES ACERCA DE LOS PROBLEMAS DE LA SEMANTICA Y DE LA PRAGMATICA QUE NO HAN SIDO NI SIQUIERA PLANTEADOS DESDE UN PUNTO DE VISTA CIENTIFICO.

EN ESTE TRABAJO, SE ABORDARAN UNA SERIE DE CUESTIONES RELACIONADAS CON LOS ULTIMOS PUNTOS MENCIONADOS, ASI COMO TAMBIEN DE LA ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE LAS ORGANIZACIONES, DEJANDO DE LADO LOS ASPECTOS RELACIONADOS A LA COMPUTACION, PUES CONSIDERAMOS DE MAYOR INTERES Y CON MENOR CANTIDAD DE MATERIAL PUBLICADO A TALES CUESTIONES Y QUE SI BIEN NO RESOLVERIAMOS LOS PROBLEMAS PLANTEADOS AL RESPECTO, AL MENOS LOS SEÑALARIAMOS PARA QUE ULTERIORES INVESTIGACIONES LES ENCUENTREN SOLUCION.

2.- TEORIA ESTADISTICA DE INFORMACION

2.- TEORIA ESTADISTICA DE INFORMACION

LA TEORIA ESTADISTICA DE INFORMACION , DESARROLLADA POR SHANNON, ES UNO DE LOS APORTES CIENTIFICOS QUE MAS HA INFLUIDO AL DESARROLLO EN LA TECNOLOGIA DE LAS TELECOMUNICACIONES Y COMPUTADORAS. LA CONSIDERACION DE ESTA TEORIA EN EL PRESENTE TRABAJO TIENE COMO OBJETIVO DELIMITAR EL ALCANCE DE SU APLICACION AL ESTUDIO DE LO QUE SE CONCIBE ACTUALMENTE COMO SISTEMA DE INFORMACION PARA LA ADMINISTRACION. SU PRESENTACION SE HARA DE MANERA GENERAL, POR LO QUE SE MENCIONARAN SOLO ALGUNOS CONCEPTOS Y TEOREMAS QUE CREEMOS SON UTILES PARA NUESTROS PROPOSITOS.

2.1 OBJETIVO Y MODELO CONCEPTUAL

EL RESULTADO DE UN TRABAJO ENCOMENDADO A CLAUDE SHANNON POR LA BELL TELEPHONE CO., CONSTITUYO LO QUE SE HA DADO EN LLAMAR TEORIA ESTADISTICA DE INFORMACION . ESTA TEORIA ES GENERAL, POR LO QUE ES POSIBLE PRESENTARLA SIN REFERIRSE A LOS SISTEMAS DE LOS QUE FUE INICIALMENTE INFERIDA, LO CUAL HACE PENSAR EN SU POSIBLE APLICACION A OTRO TIPO DE SISTEMAS.

EL OBJETIVO DEL TRABAJO MENCIONADO ERA ELAVAR AL MAXIMO LA EFICIENCIA DE UN SISTEMA DE COMUNICACION. PARA LLEGAR A ESTO, SE PLANTEO EN PRIMER TERMINO LA BUSQUEDA DE UN PARAMETRO QUE RELACIONARA LOS COMPONENTES DE UN SISTEMA DE COMUNICACION Y QUE PROPORCIONARA O AYUDARA A PROPORCIONAR UNA MEDIDA DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA. A ESTE PARAMETRO SE LE LLAMO INFORMACION. A CONTINUACION DEFINIREMOS ESTE CONCEPTO.

PARA DEFINIR LA "INFORMACION", PARTIREMOS DE UN MODELO CONCEPTUAL DE UN SISTEMA DE COMUNICACION, QUE DESCRIBE LAS PARTES DEL SISTEMA Y LAS RELACIONES ENTRE ELLAS, LA REPRESENTACION GRAFICA DE ESTE MODELO ES LA SIGUIENTE:

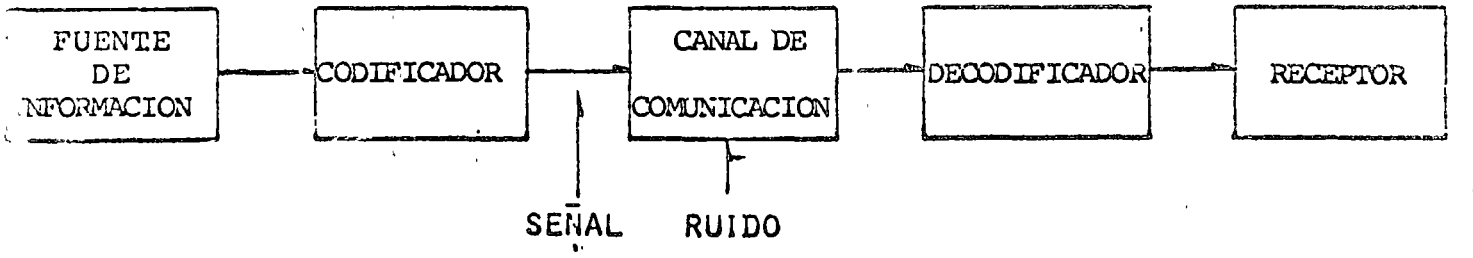


FIGURA 1.1.

LAS CARACTERISTICAS DEL MODELO SON LAS SIGUIENTES:

A) EXISTE UN CONJUNTO DE SIGNOS, LLAMADO ALFABETO, QUE ES CONOCIDO POR EL RECEPTOR Y LA FUENTE (EMISOR) (FIG. 1.1).

B) EL SISTEMA TIENE COMO OBJETO TRANSMITIR COMBINACIONES DE SIGNOS LLAMADOS MENSAJES, DEL EMISOR AL RECEPTOR.

C) EL CANAL DE COMUNICACION SOLO PUEDE TRANSMITIR SEÑALES, NO SIGNOS, POR LO CUAL LOS MENSAJES DEBEN VIAJAR EN FORMA DE SEÑALES. (POR EJEMPLO, EN UNA COMUNICACION TELEFONICA SE TRANSMITEN MENSAJES HABLADOS - COMBINACIONES DE SONIDOS- POR MEDIO DE SEÑALES ELECTROMAGNETICAS. POR ESTA RAZON SE INCLUYE EN EL MODELO EL CODIFICADOR, CUYO OFICIO ES CONVERTIR SIGNOS A SEÑALES, Y EL DECODIFICADOR, QUE REALIZA LA OPERACION INVERSA.

EL FUNCIONAMIENTO DEL MODELO ES EL SIGUIENTE:

LA FUENTE DE INFORMACION SELECCIONA DEL ALFABETO UN SUBCONJUNTO DE SIGNOS Y CONSTRUYE UN MENSAJE CON ELLOS. CADA SIGNO ES CODIFICADO Y LAS SEÑALES RESULTANTES VIAJAN POR EL CANAL DE COMUNICACION HASTA LLEGAR AL DECODIFICADOR; DESPUES QUE ESTE REALIZA SU OFICIO, EL MENSAJE ES CAPTADO POR EL RECEPTOR. CUALQUIER DISTORSION EN EL MENSAJE ES DENOMINADA RUIDO.

2.2. AVANCE DE LA TEORIA ESTADISTICA DE INFORMACION

LA APORTACION DE ESTA TEORIA CAUSO GRAN INTERES Y MUCHOS CIENTIFICOS SE DEDICARON A ESTUDIARLA; FUE APLICADA EN DIFERENTES RAMAS DE LA CIENCIA EMPIRICA[2] COMO LA PSICOLOGIA SOCIAL, LA ANTROPOLOGIA LINGUISTICA, LA PEDAGOGIA, EL CONTROL Y LA ELECTRONICA (FUENTE INICIAL DE LA TEORIA). ADEMAS, FUE ENRIQUECIDA POR EL CONCEPTO, DADO POR WIENER, DE LA RETROALIMENTACION. TAMBIEN SE AVANZO EN EL ESTUDIO DE LA ANALOGIA ENTRE INFORMACION Y ENTROPIA, SIENDO UNO DE LOS MAS ENTUSIASTAS EN ESTA INVESTIGACION EL FRANCES BRILLOUIN[4].

ES INEGABLE QUE LA CONTRIBUCION DE LA TEORIA ESTADISTICA DE INFORMACION AL AVANCE DE LAS TELECOMUNICACIONES Y AL DESARROLLO DE MAQUINAS COMPUTADORAS HA SIDO DETERMINANTE. ADEMAS DE QUE OFRECE PERSPECTIVAS

EN LA BIOLOGIA, EN LA QUE PUEDE SERVIR PARA DESARROLLAR NOCIONES MAS GENERALES ACERCA DE LA ESTRUCTURA Y PARA ABSTRAER MEDIDAS DE ORGANIZACION, LA CUAL PARECE CONVERTIRSE EN UNA CATEGORIA NO CONSIDERADA HASTA LA ACTUALIDAD. ESTA TEORIA PODRIA APLICARSE TAMBIEN EN EL ESTUDIO Y PLANEACION DE LA ORGANIZACION EN EL MUNDO SOCIAL.

SIN EMBARGO, SU APLICACION ES LIMITADA Y DEBE ACTUARSE CON CAUTELA AL USARLA EN CAMPOS EN LOS QUE AUN NO HA SIDO APLICADA Y SOBRE TODO EN AQUELLOS, EN QUE POR LA ANALOGIA Y TERMINOLOGIA EXISTENTES PARECERIA DE APLICACION PRACTICA[5].

2.3. INFORMACION EN GRUPOS HUMANOS

DADA LA GRAN DIFUSION Y APLICACION DE LA TEORIA ESTADISTICA DE INFORMACION, CONSIDERAMOS UTIL DISCUTIR SU GRADO DE APLICABILIDAD EN EL CASO DE COMUNICACIONES EN GRUPOS HUMANOS, Y MAS ESPECIFICAMENTE EN LOS SISTEMAS ADMINISTRATIVOS.

ANALICEMOS LA CLASIFICACION QUE PARA EL ESTUDIO DE LOS DIVERSOS SISTEMAS EXISTENTES HACE KENNETH E. BOULDING[5], LO CUAL NOS SERVIRA PARA RECALCAR, EN PRIMER LUGAR, QUE UNA TEORIA CONCEBIDA PARA RESOLVER UN PROBLEMA EN UN AREA DE LA REALIDAD, NO PUEDE SER USADA INDISCRIMINADAMENTE EN OTRAS AREAS, Y EN SEGUNDO LUGAR NOS AYUDARA A ENCONTRAR LAS CARACTERISTICAS DE LA INFORMACION QUE ES PROPIA A LOS GRUPOS HUMANOS.

LA CLASIFICACION DE BOULDING CONSIDERA NUEVE NIVELES DE SISTEMAS. EN EL PRIMER NIVEL, LLAMADO DE ARMAZON O ESQUELETO, ES EN EL QUE SE HACEN MODELOS PURAMENTE DESCRIPTIVOS COMO LOS DE ELECTRONES ALREDEDOR DEL NUCLEO, LOS DE ATOMOS EN UNA FORMULA MOLECULAR, EL ARREGLO DE ATOMOS EN UN CRISTAL, ETC. EN LOS SIGUIENTES NIVELES SE CONSIDERAN MODELOS CADA VEZ MAS COMPLEJOS.

POR EJEMPLO, EN EL SEPTIMO NIVEL, ESTA CLASIFICADO EL HOMBRE, CONSIDERANDOLO COMO SISTEMA. AQUI BOULDING DICE, ENTRE OTRAS COSAS:

> "SU IMAGEN, APARTE DE SER MUCHO MAS COMPLEJA QUE LA DE LOS ANIMALES SUPERIORES, TIENE UNA CUALIDAD AUTOREFELXIVA, EL NO SOLO CONOCE SINO, ADEMAS CONOCE QUE CONOCE. ESTA PROPIEDAD ES PROBABLEMENTE DETERMINADA POR EL FENOMENO DEL LENGUAJE Y DEL SIMBOLISMO. ES

LA CAPACIDAD PARA HABLAR -LA HABILIDAD PARA PRODUCIR, ABSORBER E_ INTERPRETAR SIMBOLOS COMO OPUESTA A LOS MEROS SIGNOS, COMO EL GRI TO DE ADVERTENCIA DE UN ANIMAL - LA QUE SITUA AL HOMBRE APARTE DE SUS HUMILDES HERMANOS. EL HOMBRE SE DISTINGUE DE LOS ANIMALES POR SU IMAGEN MUCHO MAS ELABORADA DEL TIEMPO Y LA RELACION; EL HOMBRE EXISTE NO SOLO EN EL TIEMPO Y EN EL ESPACIO SINO TAMBIEN EN LA -- HISTORIA, Y SU COMPORTAMIENTO ES PROFUNDAMENTE AFECTADO POR SU -- CONCEPCION DEL PROCESO DEL TIEMPO, EN EL CUAL PERMANECE".

EL OCTAVO NIVEL CLASIFICA A LAS ORGANIZACIONES SOCIALES, DE_ _AS CUALES OBERVA:

" A ESTE NIVEL ESTAMOS INTERESADOS, NOSOTROS MISMOS, CON EL CONTE NIDO Y SIGNIFICADO DE LOS MENSAJES, LA NATURALEZA Y DIMENSIONES - DE UN SISTMA DE VALORES, LA TRANSCRIPCION DE IMAGENES EN UN REGIS TRO HISTORICO, LA SUTIL SIMBOLIZACION DE ARTE, LA MUSICA Y LA --- POESIA Y LA COMPLEJA GAMA DE LA EMOCION HUMANA. EL UNIVERSO EMPI- RICO AQUI ES LA VIDA HUMANA Y LA SOCIEDAD EN TODA SU COMPLEJIDAD_ RIQUEZA".

Y PARA FINALIZAR CON EL PLANTEAMIENTO DE BOULDING ES INTERE- SANTE ANOTAR UNA DE SUS CONCLUSIONES:

UNA VENTAJA DE EXHIBIR UNA JERARQUIA DE SISTEMAS EN ESTA FOR- MA, ES QUE DA ALGUNA IDEA DE LA PRESENTE HONDONADA EN CONOCIMIENTOS TEORI COS Y EMPIRICOS. MODELOS TEORICOS ADECUADOS SE EXTIENDEN HASTA ALREDEDOR_ DEL CUARTO NIVEL, Y NO MUCHO MAS ALLA. LOS CONOCIMIENTOS EMPIRICOS SON DE FICIENTES EN CASI TODOS LOS NIVELES.

DESDE NUESTRO PUNTO DE VISTA, UNA CLASIFICACION DE ESTE TIPO_ NO SOLO PERMITE OBSERVAR CRITICAMENTE EL CONOCIMIENTO CIENTIFICO EN UNA_ VISION TOTALIZADORA, PUEDE TAMBIEN SERVIR PARA ENCONTRAR UNA EXPLICACION_ DE PORQUE SE FRACASA AL QUERER APLICAR TEORIAS DE MANERA INDISCRIMINADA - EN CUALQUIER CAMPO DEL MUNDO REAL:

CADA MODELO TEORICO ESTA CONSTRUIDO DE ACUERDO A UN CONJUNTO_ DE PREMISAS O HIPOTESIS. ESTO ES LO QUE HACE QUE UN MODELO SE SITUE EN UN NIVEL DE LOS MENCIONADOS. AHORA BIEN, CUANDO SE INTENTA USAR UN MODELO PA

A EXPLICAR UN FENOMENO ANALOGO AL QUE SE CONSIDERO INICIALMENTE EN SU CONSTRUCCION, ES NECESARIO REVISAR EL CONJUNTO DE HIPOTESIS EN QUE SE FUNDAMENTE EL MODELO, PARA DETERMINAR SI CORRESPONDE AL NIVEL O ENFOQUE EN QUE INTERESA CONOCER EL NUEVO FENOMENO. GENERALMENTE SE ENCUENTRA QUE EL MODELO ES INADECUADO O INCOMPLETO. SI SUCEDE ESTO ULTIMO, TAL VEZ SE PODRAN TOMAR ALGUNOS ELEMENTOS DEL MODELO INICIAL Y COMPLETARLOS, POR MEDIO DE UNA INVESTIGACION, A FIN DE ESTRUCTURAR UN MODELO QUE REFLEJE EN MAYOR MEDIDA LOS ASPECTOS DE LA REALIDAD QUE INTERESAN.

EN EL CASO DE LA TEORIA ESTADISTICA DE INFORMACION SUCEDE LO DICHO EN EL ULTIMO PARRAFO. ESTA TEORIA FUE PENSADA PARA SER UTILIZADA EN EL NIVEL DE LA COMUNICACION DE LAS SEÑALES ELECTRICAS Y ELECTROMAGNETICAS, POR LO CUAL LA SOLUCION QUE PROPORCIONA ES UTIL EN ESE NIVEL. SIN EMBARGO, CUANDO SE TRATA DE APLICAR A OTROS NIVELES RESULTA INCOMPLETA.

PARA FUNDAMENTAR ESTA AFIRMACION, APOYEMOS EN LA CLASIFICACION DE BOULDING Y TRATEMOS DE CONTESTAR LA PREGUNTA: DADO QUE ES POSIBLE OBTENER UNA CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS SEGUN SU GRADO DE COMPLEJIDAD, LA INFORMACION QUE PROCESAN Y USAN LAS ENTIDADES CORRESPONDIENTES A UN NIVEL ES LA MISMA CUALITATIVAMENTE QUE LA QUE PROCESAN Y USAN LAS ENTIDADES DE OTROS NIVELES?

ESTA PREGUNTA HA PROVOCADO GRAN NUMERO DE DISCUSIONES[7], DE LAS CUALES HA SURGIDO EL CONSENSO EN EL SENTIDO DE QUE SE PUEDE CONTESTARLA AFIRMATIVAMENTE.

ESTO NOS LLEVA A CONSIDERAR QUE LOS MODELOS DE FENOMENOS DE INFORMACION DEBEN TOMAR COMO PREMISA FUNDAMENTAL EL CONJUNTO DE CUALIDADES DE LA INFORMACION QUE PROCESA EL SISTEMA EN QUE SE DAN DICHOS FENOMENOS, ESTO ES, LOS ESTUDIOS RELACIONADOS CON LA INFORMACION DEBEN, COMO PRIMER PASO, DEFINIR LA NATURALEZA DEL SISTEMA A QUE CORRESPONDEN Y DESPUES, SI ES NECESARIO, OBTENER UNA DEFINICION OPERACIONAL DE INFORMACION EN ESE CONTEXTO.

SEGUIREMOS AQUI TAL SECUENCIA, Y DEFINIREMOS, DE MANERA MUY GENERAL EL SISTEMA QUE INTERESA A ESTE TRABAJO PARA DESPUES ENCONTRAR LAS CARACTERISTICAS DE LA INFORMACION EN ESE CONTEXTO. LO CUAL NOS LLEVA FINALMENTE A ENCOTRAR LAS LIMITACIONES DE LA TEORIA ESTADISTICA DE INFORMACION CON RESPECTO AL FENOMENO QUE NOS INTERESA.

2.4. INFORMACION SEMIOTICA

EN PRIMER LUGAR ES IMPORTANTE ACLARAR QUE LOS SISTEMAS DE INFORMACION PARA LA ADMINISTRACION LOS CUALES SON EL TEMA DE ESTE TRABAJO, SON PARTE DE SISTEMAS QUE LLAMAREMOS EN GENERAL: ORGANIZACION. ADEMAS, DEFINIREMOS LA ADMINISTRACION COMO AQUELLA PARTE DE LA ORGANIZACION QUE TIENE COMO TAREAS FUNDAMENTALES LA PLANEACION Y EL CONTROL DE ESTA ULTIMA. Y DADO QUE LA ORGANIZACION ES, EN ULTIMA INSTANCIA, UN CONJUNTO DE RELACIONES ENTRE HUMANOS, ES IMPOSIBLE DEJAR DE CONSIDERARLA COMO UN SISTEMA SOCIAL.

POR LO TANTO, TRATAREMOS DE ENCONTRAR LAS CARACTERISTICAS DE LA INFORMACION QUE ES PROPIA A LOS SISTEMAS SOCIALES.

CUANDO BOULDING NOS HABLA DEL HOMBRE COMO SISTEMA AFIRMA QUE ES LA HABILIDAD PARA PRODUCIR, ABSORBER E INTERPRETAR SIMBOLOS LA QUE DIFERENCIA AL HOMBRE DE LOS ANIMALES. ESTO ES, EL HOMBRE POSEE UN LENGUAJE, EL CUAL LE PERMITE COMUNICARSE. AHORA BIEN, EN QUE CONSISTE ESTE LENGUAJE?. PODEMOS DECIR EN PRINCIPIO, QUE UN LENGUAJE ESTA CONSTITUIDO POR UN CONJUNTO DE SIGNOS Y UN CONJUNTO DE REGLAS, LAS CUALES PERMITEN FORMAR EXPRESIONES COMBINANDO A LOS SIGNOS.

SIN EMBARGO, ESTAS SON CARACTERISTICAS DEL LENGUAJE Y NO DEJA INFORMACION (QUE ES UN CONCEPTO MAS AMPLIO E INCLUYE AL LENGUAJE).

PARA ENCONTRAR ESTAS, RECORDEMOS LA NOTA DE BOULDING ACERCA DE LOS SITEMAS SOCIALES:

> " EN ESTE NIVEL ESTAMOS INTERESADOS NOSOTROS MISMOS EN EL CONTENIDO Y SIGNIFICADO DE LOS MENSAJES, LA NATURALEZA Y DIMENSIONES DE UN SISTEMA DE VALORES".

ESTO ES, AQUI LA INFORMACION CONSTA NO SOLO DE PROPIEDADES QUE RELACIONAN LOS SIMBOLOS ENTRE SI (PROBELMA SINTACTICO), TAMBIEN INTERESA SU SIGNIFICADO, ESTO ES, INTERESA EL PROBLEMA DE LA VERDAD O FALSEDAD DE LO QUE ASERVERA EL MENSAJE (PROBLEMA EPISTEMOLOGICO), INTERESA LA RELACION ENTRE EL MENSAJE O SIMBOLO Y EL OBJETO QUE REPRESENTA, (PROBLEMA SEMANTICO) Y EN FIN, DADO QUE EN ESTE NIVEL APARECE EL CONCEPTO DE --

SISTEMA DE VALORES, INTERESA EL PROBLEMA DE LA RELACION ENTRE EL MENSAJE Y EL USO QUE EL SUJETO QUE LO CAPTA HAGA DE EL (PROBLEMA PRAGMATICO).

ESTO SUGIERE UN NOMBRE PARA ESTE TIPO DE INFORMACION, EL CUAL SE PROPONE AQUI: INFORMACION SEMIOTICA, POR ANALOGIA CON EL NOMBRE USADO PARA EL ESTUDIO GENERAL DE LOS SIGNOS*

2.5. RELACION Y LIMITACIONES DE LA TEORIA ESTADISTICA DE INFORMACION CON RESPECTO A LA INFORMACION SEMIOTICA

ES IMPORTANTE RECORDAR QUE LA INFORMACION QUE MANEJAN LOS SISTEMAS ADMINISTRATIVOS ES EL CAMPO DE INTERES DE ESTE TRABAJO. ASI, EL ASPECTO SINTACTICO DE ESTA INFORMACION SE REFIERE AL PROCESAMIENTO DE DATOS, EN BASE A CIERTAS REGLAS, PARA CONVERTIRLOS EN INFORMACION. POR OTRA PARTE TENEMOS QUE EL ASPECTO SEMANTICO ES AQUI DE SUMA IMPORTANCIA, YA QUE LOS DATOS QUE SE CONVERTIRAN EN INFORMACION DEBEN REFELJAR LOS EVENTOS RELEVANTES A LA ORGANIZACION YA SEA QUE SUCEDAN DENTRO O FUERA DE ELLA.

PRECISAMENTE, LA CALIDAD DE LA INFORMACION DEPENDERA DE LOS ASPECTOS SEMANTICOS Y SINTACTICOS. POR ULTIMO EL ASPECTO PRAGMATICO SE REFIERE AQUI A LOS OBJETIVOS DE LA ORGANIZACION, ESTO ES, LOS OBJETIVOS DE LA ORGANIZACION DEFINIRAN QUE DATOS SON RELEVANTES A LA TOMA DE DECISIONES Y LA FORMA EN QUE ESTOS SERAN PROCESADOS.

SI CONSIDERAMOS AHORA LOS CONCEPTOS DE LA TEORIA ESTADISTICA DE INFORMACION COMO UTILES POTENCIALES PARA AYUDAR A EXPLICAR LOS FENOMENOS DE LA INFORMACION EN LOS SISTEMAS ADMINISTRATIVOS, ENCONTRAMOS QUE NO SON SUFICIENTES, PUES, EN PRINCIPIO, EN LA MENCIONADA TEORIA NO SE CONSIDERAN LOS ASPECTOS SEMANTICOS Y PRAGMATICO DE LA INFORMACION.

POR OTRA PARTE, DEBE CONSIDERARSE QUE NO ES TODAS LAS OCASIONES SE PUEDE HABLAR DE QUE EXISTEN LIMITACIONES EN LA CAPACIDAD DE TRANS

M.M. ROSENTAL Y P.F. LUDIN, DICCIONARIO FILOSOFICO, EDIFICIONES PUEBLOS UNIDOS, URUGUAY, PAG. 416.

ISION DE LOS CANALES DE COMUNICACION EN LA ADMINISTRACION, Y SI EN CAMBIO EXISTEN LIMITACIONES EN LA CAPACIDAD DE EMISION DE LA FUENTE Y EN LA TRANSFORMACION DE ESTOS MENSAJES EN INFORMACION.

CONSIDERAMOS AHORA QUE UNO DE LOS FUNDAMENTOS DE LA TEORIA ESTADISTICA DE INFORMACION ES LA MEDIDA DE INFORMACION. RECORDANDO QUE ES LO QUE CUANTIFICA ESTA MEDIDA, TENEMOS QUE NOS DA UN VALOR ESPERADO DE LOS BITS (ELECCIONES BINARIAS) QUE CONTENDRA UN MENSAJE. PERO, LO QUE INTERESARIA CONOCER EN EL CASO DE LA INFORMACION EN LA ADMINISTRACION NO ES ESTA CUALIDAD, SINO LA EFECTIVIDAD DE LA INFORMACION CON RESPECTO AL RESULTADO DE LAS DECISIONES, POR LO TANTO, LA MEDIDA DE INFORMACION PROPUESTA POR SHANNON, ES INADECUADA O, EN EL ULTIMO DE LOS CASOS, INCOMPLETA PARA EL TIPO DE INFORMACION QUE NOS INTERESA.

AHORA BIEN, CONOCEMOS QUE EL ANALISIS DE LA UTILIDAD QUE TENDRIA LA TEORIA DE SHANNON EN LA ADMINISTRACION DEBERIA SER MAS A FONDO, Y QUE UNA AMPLIA INVESTIGACION EN ESTE SENTIDO TAL VEZ PUEDA LLEVAR A ENCONTRARLE APLICACIONES IMPORTANTES EN ESTE CAMPO. SIN EMBARGO, EN ESTE TRABAJO NO ES POSIBLE LLEVAR A CABO DICHA INVESTIGACION, POR LO CUAL SOLO DEJAMOS ASENTADAS LAS OBJECIONES QUE HEMOS HECHO DE ELLA, CON LO CUAL CREEMOS QUE CUMPLIMOS CON ACLARAR, TAL VEZ MINIMAMENTE, QUE EN CASO DE SER UTIL DICHA TEORIA EN EL CAMPO DE LA ADMINISTRACION, LO SERA DE MANERA LIMITADA Y QUE TAL COMO FUE CONCEBIDA TIENE GRANDES RESTRICCIONES PARA EXPLICAR LOS FENOMENOS DE LA INFORMACION EN LA ADMINISTRACION.

UNA ACOTACION INTERESANTE ES LA SIGUIENTE . EL SISTEMA DE SHANNON ASIGNA A LOS SIMBOLOS DEL ALFABETO DEL EMISOR, PROBABILIDADES A PRIORI. ESTAS PROBABILIDADES TRATANDOSE DE UN GRUPO SOCIAL Y DE LOS EVENTOS QUE EN EL SE SUCEDEN, NO SON DE FACIL ASIGNACION, PUES DEPENDEN DE MUCHOS PARAMETROS, QUE LOS CIENTIFICOS NO HAN TOMADO EN CUENTA HASTA AHORA, TALES COMO EL DE CONCIENCIA POSIBLE[6].

POR OTRA PARTE, DEBEMOS ACLARAR QUE SI BIEN LA TEORIA DE SHANNON NO TIENE UNA APLICACION OBVIA, EN LA EXPLICACION DE LOS FENOMENOS DE LA INFORMACION EN LA ADMINISTRACION, ALGUNOS CONCEPTOS QUE SON ORIGINALES DE ESTA TEORIA SI SON UTILES PARA ESTRUCTURAR UNA TEORIA DE LOS PROCESOS QUE INTERESAN A ESTE TRABAJO. TALES CONCEPTOS SON" FUENTE, CANAL DE COMUNICACION, RECEPTOR, RUIDO, REDUNDANCIA E INCLUSO INFORMA

C... ESTO ES, EL MODELO CONCEPTUAL DE SISTEMA DE COMUNICACION ES DE -- GR... UTILIDAD PARA DESCRIBIR EL FENOMENO DE LA INFORMACION EN LA ADMINIS T...CION.

2.6. CONCLUSIONES

LAS CONCLUSIONES DE ESTA DISCUSION SE PUEDEN RESUMIR DE LA - SIGUIENTE MANERA:

- EN EL ESTUDI DE LA INFORMACION, ES NECESARIO DEFINIR ESTE_ CONCEPTO EN TERMINOS DEL SISTEMA QUE CONSTITUYA EL OBJETO_ DEL ESTUDIO.

- LA INFORMACION MANEJADA EN SISTEMAS SOCIALES ES CUALITATI- VAMENTE DIFERENTE DE LA DE OTROS SISTEMAS Y SE PROPONE -- AQUI DENOMINARLA INFORMACION SEMIOTICA.

- LA TEORIA ESTADISTICA DE INFORMACION TIENE UN CAMPO LIMITA DO EN EL ESTUDIO DE LA INFORMACION SEMIOTICA.

LA INFORMACION SEMIOTICA SE PUEDE ENFOCAR DESDE TRES PUNTOS_ DE VISTA:

SINTACTICO

SEMANTICO

PROGMATICO

COMO CONCLUSIONES PARA EL PRESENTE TRABAJO SE TIENE QUE EL_ PROBLEMA DEL FLUJO Y USO DE LA INFORMACION EN LA ADMINISTRACION DEBE -- PLANTEARSE CONSIDERANDO QUE ESTE SISTEMA ES SOCIAL Y QUE TIENE COMO ACTI VIDADES PRINCIPALES DOS FORMAS DEL PROCESO DE CONTROL DE UN SISTEMA MA-- YOR, AL CUAL SIRVEN, ESTAS DOS FORMAS SON: EL CONTROL DE CURSOS DE AC-- CION TOMADOS Y LA PLANEACION DE ESTADOS DEL SISTEMA Y DE CURSOS DE AC-- CION QUE LLEVEN AL SISTEMA A TALES ESTADOS.

2.7. REFERENCIAS

1. SHANNON, CLAUDE E. Y WARREN WEAVER, "THE MATHEMA...AL THEORY

OF COMMUNICATION, URBANA, ILL., UNIVERSITY OF ILLIONOIS PRES, 1949.

2. CHERRY, COLIN, "ON HUMAN COMMUNICATION", CAMBRIDGE MASSACHUSSETTS, "THE MASSACHUSSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY, 1968.

3. VARIOS, WEAVER, WARREN, THE MATHEMATICS OF COMMUNICATION -- "COMUNICATION AND CULTURE", NEW YORK, HOLT RINEHART AND WINSTON, 1966.

4. BRILLOUIN, LEON, "LA INFORMACION Y LA INCERTIDUMBRE EN LA -- CIENCIA", MEXICO, D.F., UNAM, 1969

5. VARIOS :LEJGUAJE Y PENSAMIENTO, ED. PUEBLOS UNIDOS, S.A. URUGUAY, 1970.

6. BOULDING, KENNETH E., GENERAL SYSTEMS THEORY, THE SKELETON OF SCIENCE", MANAGEMENT SCIENCE, 2-1956, (197, 203).

7. VARIOS, "EL CONCEPTO DE INFORMACION EN LA CIENCIA CONTEMPORANEA, SIGLO XXI, ED. 1970.

8. CURSO SOBRE SISTEMAS Y SERVICIOS DE INFORMACION INDUSTRIAL. - CENTRO DE EDUCACION CONTINUA, FIUNAM, 1973.

3.- EL CONCEPTO DE SISTEMA DE INFORMACION

3.- EL CONCEPTO DE SISTEMA DE INFORMACION

EL CONCEPTO DE SISTEMA DE INFORMACION PARA UN SISTEMA DE CONTROL QUE MANEJA INFORMACION SEMIOTICA NO HA SIDO DEFINIDO DE MANERA PRECISA. SIN EMBARGO, AQUI TRATAREMOS DE ESTABLECER UN MODELO QUE NOS DESCRIBA UN SISTEMA DE INFORMACION. ANTES DE DESARROLLAR EL MODELO ES NECESARIO QUE HAGAMOS ALGUNAS ACOTACIONES AL RESPECTO.

EN PRIMER LUGAR ES PERTINENTE ACLARAR QUE SE TRATA DE UN MODELO CONCEPTUAL, EL CUAL TRATA DE REFELAR LA FORMA QUE ASUMEN LOS SISTEMAS DE INFORMACION PARA LA ADMINISTRACION. COMO DIJIMOS ANTES, LA ADMINISTRACION DE UNA ORGANIZACION ESTA CONSTITUIDA POR LAS ACTIVIDADES DE PLANEACION, IMPLANTACION Y CONTROL DE ESA ORGANIZACION, POR LO TANTO, NUESTRO MODELO NO ABARCARA EL CONCEPTO DE SISTEMA DE INFORMACION PARA TODAS LAS ACTIVIDADES DE UNA ORGANIZACION DADA, SINO SOLAMENTE LAS DE LA ADMINISTRACION.

POR OTRA PARTE, CREEMOS QUE LA ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE INFORMACION VARIA SEGUN LA ORGANIZACION A LA QUE PERTENEZCA, POR LO CUAL EL MODELO QUE DESARROLLAMOS NO ABARCARA MAS QUE ALGUNOS ASPECTOS QUE SON COMUNES A TODOS LOS SISTEMAS DE INFORMACION DE ESTE TIPO Y, POR LO TANTO, SI ES COMPARADO CON UN SISTEMA DE INFORMACION PARTICULAR ES POSIBLE QUE RESULTE INCOMPLETO. A PESAR DE ESTO, TRATAREMOS DE QUE NUESTRO MODELO SEA LO MAS GENERAL POSIBLE.

3.1. MODELO DE SISTEMA DE INFORMACION PARA LA ADMINISTRACION OBJETIVOS Y DEFINICION

EN LA SECCION PRECEDENTE ESTABLECIMOS QUE LA ESENCIA DE LAS ACTIVIDADES DE PLANEACION Y CONTROL ES LA TOMA DE DECISIONES. ESTAS ACTIVIDADES DESCANSAN, FUNDAMENTALMENTE, EN PROCESOS INFORMATIVOS, ASI LA DIFERENCIA ENTRE TOMAR UNA DECISION EN CONDICIONES DE CERTEZA, RIESGO O INCERTIDUMBRE ESTA DETERMINADA POR LA CALIDAD DE INFORMACION RELEVANTE CON QUE CUENTA EL QUE TOME LA DECISION. DE AQUI QUE EL OBJETIVO PRINCIPAL DE UN SISTEMA DE INFORMACION PARA LA ADMINISTRACION ES EL DE PROPORCIONAR INFORMACION RELEVANTE A SU TOMA DE DECISIONES.

POR OTRA PARTE, DEFINIMOS COMO SISTEMA DE INFORMACION DE -

UN SISTEMA DE CONTROL CON INFORMACION SEMIOTICA A LA ESTRUCTURA SEMIOTICA DE LOS AGREGADOS DE CONTROL Y CONTROLABLES Y A LOS CANALES DE COMUNICACION QUE LOS RELACIONAN. TAMBIEN VIMOS, EN EL APARTADO ANTERIOR QUE LO QUE AQUI HEMOS LLAMADO UNA ORGANIZACION ES UN CONJUNTO DE AGREGADOS DE CONTROL Y CONTROLABLES QUE FUNCIONAN DE MANERA CONJUNTA, RESPONDIENDO A UNA CIERTA ESTRUCTURA. TOMANDO EN CUENTA ESTO, DEFINIMOS AHORA UN SISTEMA DE INFORMACION PARA LA ADMINSITRACION DE UNA ORGANIZACION COMO LA ESTRUCTURA SEMIOTICA DE LOS AGREGADOS DE CONTROL Y LOS CANALES DE COMUNICACION QUE RELACIONAN A ESTOS CON LAS PARTES [illegible] DE LA ORGANIZACION.

3.2. ESTRUCTURA SEMIOTICA

LA DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA SEMIOTICA DE LOS AGREGADOS DE CONTROL SE HARA A PARTIR DEL ANALISIS DE LO QUE AQUI LLAMAREMOS EL LENGUAJE DE LA ORGANIZACION. LA DIFERENCIA CON EL LENGUAJE NATURAL, RADICA EN QUE EL LENGUAJE DE LOS AGREGADOS DE CONTROL INCLUYE TERMINOS Y CARACTERISTICAS QUE NO SON PERTENECIENTES AL USO COMUN. MAS ADELANTE ACLARAREMOS ESTO. UNA VEZ DESCRITO EL LENGUAJE, HAREMOS MENCION A LOS MECANISMOS EN QUE SE APOYA SU USO*.

3.3. LENGUAJE DE LOS AGREGADOS DE CONTROL

UN LENGUAJE SE DEFINE, EN PRINCIPIO, COMO UN CONJUNTO DE SIGNOS, LLAMADOS SIGNOS PRIMITIVOS, Y UN CONJUNTO DE REGLAS QUE PERMITEN COMBINARLOS. EL ESTUDIO DE UN LENGUAJE SE PUEDE ENFOCAR DESDE TRES PUNTOS DE VISTA: PRAGMATICO, SEMANTICO Y SINTACTICO.

ANTERIORMENTE HEMOS HABLADO DE ESTOS TERMINOS, SIN EMBARGO, CONVIENE RECORDAR AQUI SU SIGNIFICADO: EL PUNTO DE VISTA PRAGMATICO ESTUDIA LA RELACION DEL LENGUAJE CON EL SUJETO O SUJETOS QUE LO USAN. EL PUNTO DE VISTA SEMANTICO ANALIZA LAS RELACIONES EXISTENTES ENTRE LAS EXPRESIONES DEL LENGUAJE (COMBINACIONES DE SIGNOS PRIMITIVOS) Y LOS OBJETOS O EVENTOS QUE DESIGNAN, ASI COMO TAMBIEN A LA VERDAD O FALSEDAD DE TALES EXPRESIONES. POR ULTIMO, EL ENFOQUE SINTACTICO ANALIZA LA FORMA EN QUE

---

* PARA ACLARAR ESTO SE PUEDE TOMAR EL EJEMPLO DEL USO DEL LENGUAJE NATURAL: CUANDO NOS COMUNICAMOS HACEMOS USO DEL LENGUAJE, PERO ESTE USO SE HACE POR MEDIO DE NUESTROS ORGANOS DE LOS SENTIDOS Y DE NUESTRO CEREBRO.

SE COMBINAN LOS SIGNOS PRIMITIVOS PARA FORMAR EXPRESIONES.

PRAGMATICA

DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA PRAGMATICA SE TIENE QUE EL LENGUAJE DE LOS AGREGADOS DE CONTROL ES TAL QUE CUMPLE CON DOS OBJETIVOS -- PRINCIPALMENTE:

A) MEDIANTE EL LA ADMINISTRACION OBTIENE INFORMACION RELEVANTE A - TOMA DE DECISIONES.

B) MEDIANTE EL LA ADMINISTRACION ELABORA MENSAJES PARA COMUNICARSE CON LOS AGREGADOS CONTROLABLRE.

SEMANTICA

EN ESTE ENFOQUE SE TIENE LO SIGUIENTE: ALGUNOS DE LOS SIGNOS PRIMITIVOS, QUE USUALMENTE SE DENOMINAN DATOS BASICOS EN ESTE CONTEXTO, SE REFIEREN A LOS EVENTOS QUE SON RELEVANTES* A LA TOMA DE DECISIONES.

POR OTRA PARTE, EXISTE OTRO CONJUNTO DE SIGNOS PRIMITIVOS -- QUE SIRVEN PARA COMUNICARSE CON LOS AGREGADOS CONTROLABLES. EN AMBOS CONJUNTOS SE INCLUYEN LAS EXPRESIONES DEL LENGUAJE NATURAL, PERO TAMBIEN ALGUNAS OTRAS QUE NO PERTENECEN A ESTE. POR EJEMPLO LAS INSTRUCCIONES DA-- DAS A UN OBRERO PUEDEN INCLUIR GRAFICAS, TABLAS, ESPECIFICACIONES ACERCA DE ACABADO, ETC.

LA VERDAD O FALSEDAD DE LAS EXPRESIONES QUE SE FORMAN EN ESTE LENGUAJE DEPENDE DE QUE REFLEJE UNA SERIE DE MODELO, CONCEPTUALES O - MATEMATICOS, DE ALGUNAS FENOMENOS O EVENTOS RELEVANTES, ASI COMO UNA SERIE DE CONOCIMIENTOS ACERCA DE LOS OBJETIVOS, LAS REGLAS DE DECISION, MEDIDAS DE EFICIENCIA, ETC. CON RESPECTO A LAS DECISIONES. SIN EMBARGO, AHI NO ES POSIBLE HABLAR EN TERMINOS ABSOLUTOS Y TENER QUE, UNA EXPRESION O CONJUNTO DE EXPRESIONES ES VERDADERA O FALSA SOLAMENTE, PUES DE-- PENDIENDO DEL GRADO EN QUE LAS EXPRESIONES REFLEJEN LA REALIDAD CONSTI-- TUIRAN INFORMACION DE MAYOR O MENOR CALIDAD.

---

* SE DEFINE COMO RELEVANTES AQUELLOS EVENTOS QUE INFLUYEN DE MANERA DE-- TERMINANTE EN EL FUNCIONAMIENTO DE UNA ORGANIZACION.

3.3. SINTAXIS

UNA SINTAXIS ESTA FORMADA POR UN CONJUNTO DE NORMAS QUE DETERMINAN CUANDO Y COMO UNA EXPRESION O UNA SECUENCIA DE ESTA ES SIGNIFICATIVA. SE USA DECIR QUE UNA EXPRESION QUE ESTA CONSTRUIDA DE ACUERDO A LAS REGLAS DE LA SINTAXIS ES UNA EXPRESION BIEN FORMADA. LAS REGLAS SINTACTICAS SE DIVIDEN EN REGLAS DE FORMACION Y REGLAS DE TRANSFORMACION. LAS PRIMERAS ESPECIFICAN LA MANERA DE AGRUPAR LOS SIGNOS PRIMITIVOS PARA FORMR EXPRESIONES BIEN FORMADOS Y LAS SEGUNDAS NOS DICEN LA FORMA DE COMBINAR EXPRESIONES BIEN FORMADAS PARA TRANSFORMARLAS EN UNA SOLA EXPRESION.

EN UNA ORGANIZACION DADA EXISTEN VARIAS SINTAXIS, LA FORMA DE ORGANIZAR DATOS BASICOS ES DIFERENTE PARA CADA NIVEL QUE SE CONSIDERE ASI, LOS SIGNOS PRIMITIVOS QUE DESIGNAN EVENTOS DEL NIVEL DE ACCIONES FISICAS SON DATOS BASICOS QUE DEBEN ORGANIZARSE DE MANERA DIFERENTE PARA LOS NIVELES DE CONTROL Y PARA LOS DE PLANEACION.

AQUI CONVIENE DECIR QUE, UNA VEZ QUE LOS DATOS SE HAN ORGANIZADO DE ACUERDO A LA SINTAXIS SE DENOMINAN INFORMACION RELEVANTE. ENTONCES, PUEDE RESULTAR QUE LOS BASICOS EN UN NIVEL SEAN INFORMACION EN OTRO.

POR OTRA PARTE ES CONVENIENTE HACER NOTAR QUE LOS ASPECTOS SEMANTICO Y SINTACTICO DEL LENGUAJE DE LOS AGREGADOS DE CONTROL ESTAN SUBORDINADOS AL PRAGMATICO Y QUE POR LO TANTO SON DEFINIDOS EN FUNCION DE ESTE ULTIMO.

3.4. RESUMEN

EN RESUMEN, EL SISTEMA DE INFORAMCION PARA LA ADMINSTRACION ESTA CONSTITUIDO POR:

A) UN LENGUAJE
B) UN BANCO DE DATOS
C) UN PROCESADOR DE DATOS
D) MECANISMO DE CAPTACION, DISTRIBUCION DE INFORMACION (CANALES DE COMUNICACION).

DE MANERA GRAFICA SE PUEDE REPRESENTAR ESTO COMO SIGUE:

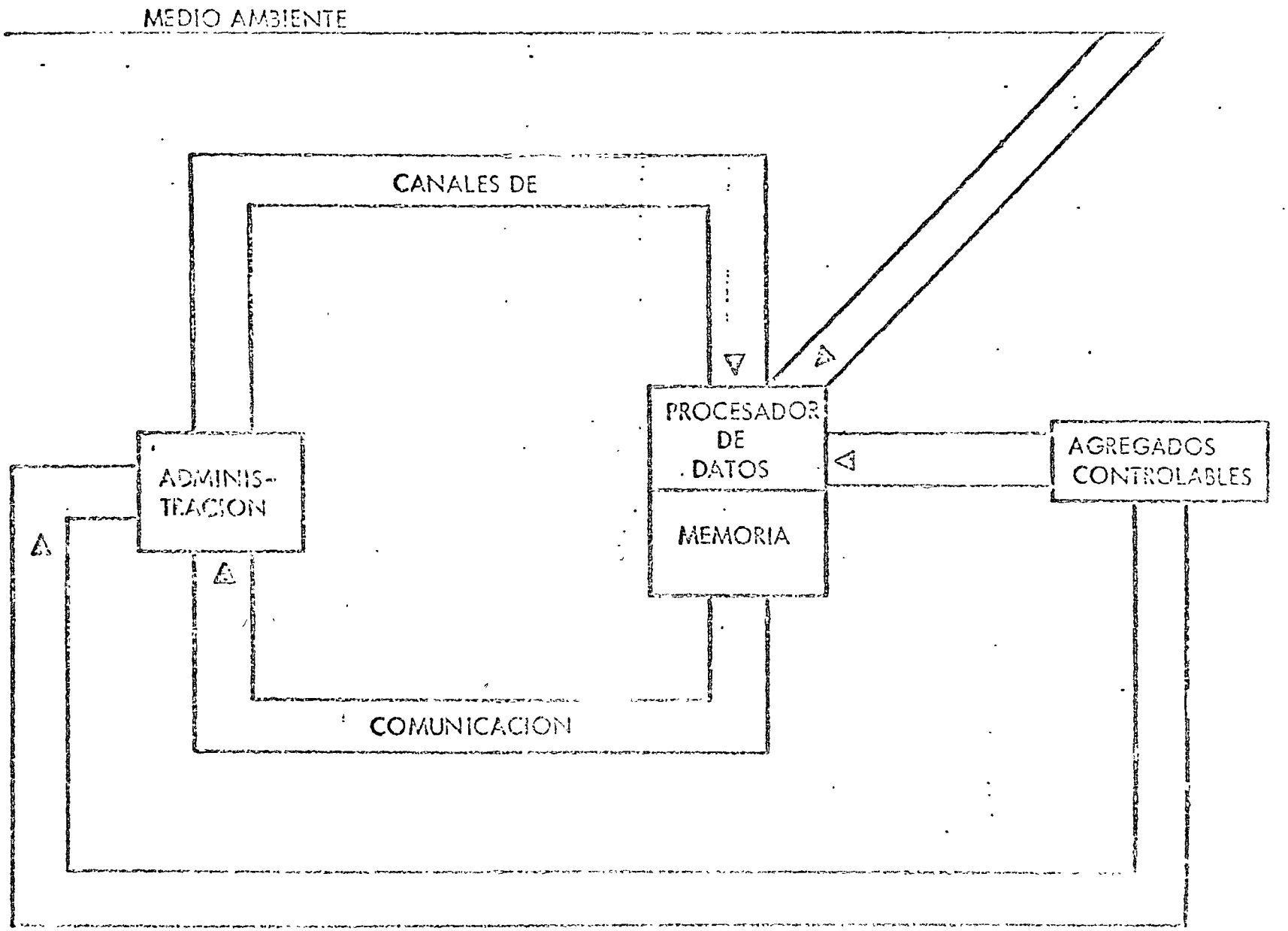

MEDIO AMBIENTE
CANALES DE
COMUNICACION
ADMINIS-
TRACION
PROCESADOR
DE
DATOS
MEMORIA
AGREGADOS
CONTROLABLES

Fig 3.1

4. TECNOLOGIA DE LOS SISTEMAS DE INFORMACION.

4. TECNOLOGIA DE LOS SISTEMAS DE INFORMACION

4.1. FUNCION DEL SISTEMA DE INFORMACION.

EL SISTEMA DE INFORMACION ES A LA ORGANIZACION COMO EL SISTEMA NERVIOSO AL SER HUMANO, Y TIENE COMO FIN EL COORDINAR Y PROPORCIONAR (A -- LOS DIVERSOS MODOS DE DECISION) LA INFORMACION PARA LA TOMA DE DECI-- SIONES. EL TERMINO INCLUYE TODO PROCESAMIENTO PROGRAMADO DE INFORMA-- CION.

EL SISTEMA DE INFORMACION ESTA SUPERPUESTO A UNA ESTRUCTURA ORGANIZATIVA, Y NO COINCIDE NECESARIAMENTE CON ELLA. CONTIENE CANALES FORMA-- LES, E INFORMALES SIN EMBARGO, LOS SEGUNDOS SON POCO CONFIABLES.

HAY DOS TIPOS DE SALIDA PARA LOS SISTEMAS DE INFORMACION:

A) INFORMACION PARA DECISIONES NO PROGRAMADAS (EXTRACTOS Y RESUMENES)

B) LOS DIVERSOS TIPOS DE INFORMACION OPERATIVAS (ORDENES DE COMPRA, FACTURAS, ETC.)

FUNCIONES QUE CUMPLEN EN EL SISTEMA DE INFORMACION

TODOS LOS SISTEMAS DE INFORMACION COINCIDEN EN LAS SIGUIENTES:

4.2. RECOLECCION DE DATOS.-

CONSISTE EN CAPTAR Y REGISTRAR LOS DATOS QUE ATAÑEN A LA ORGANIZACION Y A SU AMBIENTE (APARATO SENSORIAL)

I) VOLUMEN DE LOS DATOS RECOLECTADOS. ES GRANDE EL GENERADO POR CUALQUIER EMPRESA. SIN EMBARGO ES ANTIECONOMICO E INUTIL RECOLECTARLOS TODOS.

II) METODOS DE LA RECOLECCION; LA CAPTACION Y REGISTRO PUEDE SER DESDE COMPLETAMENTE MANUAL HASTA TOTALMENTE AUTOMATICA.

III) REDUCCION DEL VOLUMEN DE DATOS RECOLECTADOS, LA CAPACITACION

ES LA ETAPA EN QUE MAS ERRORES SE COMETEN Y POR LO TANTO LA MAS CARA. REDUCIENDO EL VOLUMEN DE DATOS SE REDUCE EL COSTO DEL SISTEMA, POR TANTO. (POR EJEMPLO MENOS VIGILANCIA Y EVITANDO LA REPETICION). OTRA FORMA ES PREDECIR, EN VEZ DE RECOLECTAR, SIEMPRE QUE SEA POSIBLE.

4.3. CLASIFICACION DE DATOS Y PREPARACION DE INDICES.

LA CLASIFICACION SE LOGRA MEDIANTE LA IDENTIFICACION DEL SUCESO CON DIVERSOS ATRIBUTOS (INDEPENDIENTES O ESTRUCTURADOS JERARQUICAMENTE) QUE SON IMPORTANTES PARA LA TOMA DE DECISIONES.

LOS TERMINOS INDICES DESCRIBEN LOS DATOS NARRATIVOS REPRESENTAN UNA ABSTRACCION, COSA QUE LO HACE COMPLICADO.

4.4. COMPRESION DE LOS DATOS. REDUCIR EL VOLUMEN DE LOS DATOS SIN REDUCIR DEMASIADO SEVERAMENTE EL CONTENIDO DE INFORMACION. POR MEDIO DE:

I) FILTRADO DE INFORMACION INSIGNIFICANTE.

II) AGREGADOS DE DATOS.

III) COMPRESION DE DATOS PROBABILISTICOS.

POR EJEMPLO UNA VARIABLE SE DESCRIBE CON UN SOLO PARAMETRO, QUE SE REPRESENTA UNA FORMA DE " ABSORCION DE INCERTIDUMBRE". ESTA COMPRESION REDUCE EL VOLUMEN DE LOS DATOS Y GENERA MAYOR CONSISTENCIA A TRAVES DE TODA LA ORGANIZACION.

CUANDO UN SOLO VALOR ES INSUFICIENTE ES FACTIBLE OBTENER INFORMACION ADICIONAL ACERCA DE LA DISTRIBUCION EN UNA CANTIDAD DE FORMAS DIFERENTES. EL RANGO, ASI COMO UNA ESTIMACION DE LA MODE SE ESTAN HACIENDO CADA VEZ MAS FAMILIARES.

JUNTO CON LA MEDIA, SE DENOMINAN "PESIMISTA" "MUY POSIBLE" Y "OPTIMISTA".

4.5. ARCHIVO DE DATOS.

CUMPLE LA FUNCION DE MEMORIA Y PERMITE QUE LA ORGANIZACION ACTUE SO-

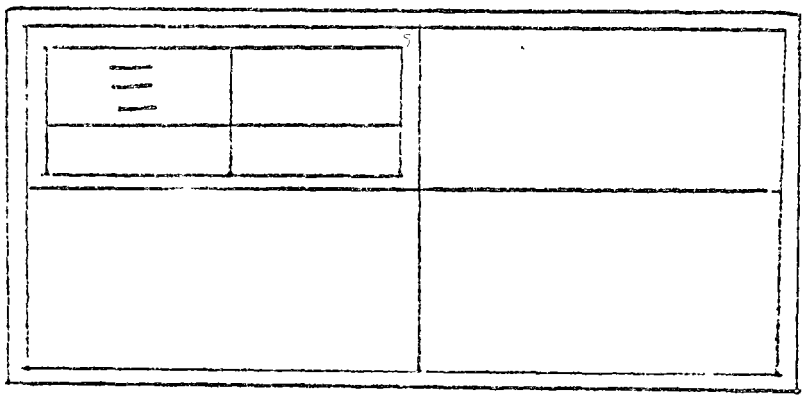
BRE LA BASE DE INFORMACION RELATIVAS A UN PASADO ARBITRARIAMENTE DISTANTE.

I) ORGANIZACION PARA LA BASE DE DATOS.

IMPLICA LA ESTRUCTURACION, FORMATO Y LA LOCALIZACION (UBICACION) DE LA BASE DE DATOS (SUMA TOTAL DE LA INFORMACION ARCHIVADA A DISPOSICION DE LA EMPRESA).

- ESTRUCTURA. JERARQUIZACION Y GRAGMENTO DE LA BASE DE DATOS EN SUBCONJUNTOS CON INFORMACION RELATIVAMENTE HOMOGENEA. A ESTOS SUBCONJUNTOS SE LES LLAMA FICHEROS Y ESTAN A SU VEZ SUBDIVIDIDOS EN REGISTROS, ESTOS EN CAMPOS Y LOS CAMPOS EN SUBCAMPOS.

SUBCAMPOS
FICHEROS
REGISTROS
CAMPOS
BASE DE DATOS



LA BASE DE DATOS DEBE MOSTRAR ADECUADAMENTE LAS RELACIONES EXISTENTES ENTRE LAS DISTINTAS SUBDIVISIONES.

II) IDENTIFICACION DE LOS DATOS ARCHIVADOS.

PUEDE SER EXPLICITA (LOS DATOS SE ACOMPAÑAN DE UNA MARCA O ETIQUETA DEBIDAMENTE CODIFICADA Y CON UNA CLAVE) O IMPLICITA (POR LA POSICION FISICA ABSOLUTA O RELATIVA A OTROS DATOS). LES RESULTA MEJOR LA PRIMERA CUANDO LOS DATOS SON EN EXTREMO VARIABLES, SIN EMBARGO AUMENTAN LAS EXIGENCIAS DE ARCHIVO.

III) MEDIOS DE ARCHIVO.

SIRVE CUALQUIER MEDIO QUE PUEDA ADOPTAR DOS O MAS ESTADOS ESTABLES. SON DETERMINANTES EL COSTO Y LOS TIEMPO DE ACCESO.

IV) JERARQUIA DE ARCHIVOS.

A MAYOR PROBABILIDAD DE RECUPERACION, MENOR TIEMPO DE ACCESO.

ESTO ES UN PROCESO DINAMICO; EL MOVIMIENTO EN LOS QUE SE DEBEN DESCARTAR O RELEGAR A UN NIVEL INFERIOR DENTRO DE LA JERARQUIA DEL ARCHIVO ES PRINCIPALMENTE FUNCION DEL COSTO.

4.6. ADMINISTRACION DE LOS DATOS. FACILITAR EL ACCESO A LA INFORMACION CONTENIDA EN LA BASE DE DATOS

I) REQUERIMIENTOS:

- EFICIENCIA EN EL PROCESAMIENTO DE RUTINA. SE PUEDE AUMENTAR SEGMENTANDO LA BASE DE DATOS EN FICHEROS SEPARADOS, DE MODO QUE DETERMINADO TIPO DE PROCESO REQUIERA TENER ACCESO A REGISTROS DE DATOS RELATIVAMENTE HOMOGENEOS.

II) CONSULTAS "AD HOC"

NO ES POSIBLE PREDECIR LAS NECESIDADES FUTURAS DE INFORMACION.

ESTA ES PROPORCIONADA POR EL SISTEMA RESPONDIENDO A CONSULTAS " AD HOC". LA RESPUESTA PUEDE NECESITAR DE ALGUNA FORMA DE COMPUTO (DESDE UNA SUMA HASTA SIMULACION).

EL PROCESO DE RECUPERACION DE DATOS PUEDE RESUMIRSE DE ESTA MANERA: EXISTE UN CONJUNTO DE DATOS FORMALES ARCHIVADOS QUE DENOMINAMOS BASE DE DATOS. PARA CUALQUIER CONSULTA DADA, HAY UN SUBCONJUNTO "RELEVANTE" DE ESTOS DATOS (POSIBLEMENTE UN CONJUNTO VACIO): TODOS LOS DATOS RESTANTES FORMAN UN SUBCONJUNTO "IRRELEVANTE". LA PERSONA QUE CONSULTA TRATA DE DESCRIBIR EL CONJUNTO RELEVANTE EN TERMINOS DE UNA PREGUNTA. ESTA ES COTEJADA LUEGO CON UNA DESCRIPCION DEL CONJUNTO COMPLETO DE DATOS QUE SE DESCRIBEN EN TERMINOS DE UN PLAN DECLASIFICACION. COMO RESULTADO, SE RECUPERARAN CIERTOS DATOS Y TODOS LOS OTROS SE DESCARTAN. DE TAL MANERA, LA BASE TOTAL DE DATOS SE REPARTE EN CUATRO SUBCONJUNTOS:

1.- RELEVANTES Y RECUPERADOS
2.- IRRELEVANTES Y DESCARTADOS
3.- RELEVANTES Y DESCARTADOS
4.- IRRELEVANTES Y RECUPERADOS

EL OBJETO DE DISEÑAR UN SISTEMADE RECUPERACION ESTRIBA, EVIDENTEMENTE, EN HACER QUE LOS DATOS ULTIMOS SUBCONJUNTOS RESULTEN TODO LO PEQUEÑO QUE SEA POSIBLE (PARA UN GASTO DE RECURSOS DETERMINADO). SOLO EN CIERTOS CASOS ESPECIALES LOS DOS CONJUNTOS QUEDAN VACIOS; EN GENERAL SE DEBE LOGRAR EL EQUILIBRIO ENTRE LA RECUPRACION DE DEMASIADOS DATOS IRRELEVANTES Y OTROS, MUY POCOS, RELEVANTES.

III) SEGURIDAD COMPRENDE:

PROTECCION CONTRA PERDIDA O DESTRUCCION, SECRETO Y VALIDEZ.

LAS SOLUCIONES, RESPECTIVAMENTE, SON DUPLICACION; CONTROLES EN CUANTO AL FORMATO, ALCANCE, ETC. (APROVECHANDO LA REDUNDANCIA QUE PUDIERA HABER). SE REFIERE; Y LA POSIBILIDAD DE REPARTIR LA BASE DE DATOS EN SEGMENTOS QUE POSEAN ACCESO SELECTIVO PARA EXAMINAR O MODIFICAR LOS ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LOS DATOS.

IV) GENERALIZACION Y FLEXIBILIDAD

ADAPTABILIDAD A CAMBIOS NECESARIOS EN LAS SALIDAS. CAPACIDAD DE ACEPTAR MENOS DATOS O RESTRUCTURAR O ELIMINAR LOS EXISTENTES.

V) SISTEMAS DE ADMINISTRACION DE DATOS.

LA MAYOR ESPECIALIZACION EN LA ADMINISTRACION DE DATOS SE CONCENTRA EN LA EFICIENCIA EN PROCESAMIENTOS DE OPERACIONES DE SISTEMA Y EL MAYOR DEFECTO EN LAS EXIGENCIAS DE GENERALIZACION Y FLEXIBILIDAD. YA HAY SISTEMAS QUE PUEDEN LOGRAR UN MAYOR LOGRO DE TODAS LAS ACTIVIDADES.

4.7. COMPUTACION

PROCESOS DENTRO DEL SISTEMA DE INFORMACION QUE TRANSFORMA LOS DATOS DE ENTRADA EN LOS DATOS DE SALIDA. CUALQUIER MANIPULACION BIEN DEFINIDA DE SIMBOLOS, REPRESENTEN O NO CANTIDADES NUMERICAS, CONSTITUYE UNA FORMA DE COMPUTACION. LAS

TRANSACCIONES SE PROCESAN CON LA BASE DE DATOS PARA MANTENER ESTA ACTUALIZADA.

4.8. TRANSMISION DE DATOS

COMUNICACION ENTRE PUNTOS SEPARADOS GEOGRAFICAMENTE. MEDIANTE EL MOVIMIENTO FISICO DEL SOPROTE, O MEDIANTE LA TRANSMISION DE UNA SEÑAL ELECTRICA.

LA TRANSMISION DE DATOS SE JUSTIFICA CON FRECUENCIA POR QUE ES MAS ECONOMICA LA COMPUTACION CENTRALIZADA (REDUCE LA CAPACIDAD TOTAL EXIGIDA Y EL COSTO UNITARIO DE COMPUTACION AL EXPLOTADOR LAS ECONOMIAS DE ESCALA). SIN EMBARGO HAY QUE TOMAR EN CUENTA EL COSTO DE TRANSMISION MISMO QUE VARIARA DE ACUERDO AL VOLUMEN DE LOS DATOS, DISTANCIA, NECESIDAD DE EXACTITUD.

HAY CASOS EN QUE SE JUSTIFICAN MAS VANAS SUBUNIDADES, O VARIAS SUBUNIDADES Y UNA GRAN UNIDAD, SIN EMBARGO EN MUCHOS CASOS LA JUSTIFICACION MAS IMPORTANTE DE LA TRANSMISION DE DATOS ESTRIBA EN QUE PERMITE EL PLANEAMIENTO SOBRE UNA BASE MAS GLOBAL, YA QUE LAS ACTIVIDADES DE LAS SUBUNIDADES SE COMPLETAN.

4.9. EXPOSICION (SALIDA) DE DATOS

PREPARAR EN FORMA ADECUADA LA PERCEPCION HUMANA, LA INFORMACION PRODUCIDA. ES LA CONEXION ENTRE EL SISTEMA DE INFORMACION Y LOS MIEMBROS DE LA ORGANIZACION.

LA VASTA MASA DE LA INFORMACION EXHIBIDA SE APRECIA VISUALMENTE, QUE POSEEN UN FORMATO NARRATIVO O TABULAR DONDE LA INFORMACION ES CODIFICADA EN FORMA DE UN CONJUNTO DE SIMBOLOS RELATIVAMENTE LIMITADO.

EL MATERIAL GRAFICO ES CADA VEZ MAS ATRACTIVO, RAPIDO Y ECONOMICO. ALGUNOS SISTEMAS USAN EXPOSICION AUDITIVA (TELEFONO) Y A VECES TACTIL.

DEBE HABER UNA RELACION ESTRECHA ENTRE LA MAQUINA Y LOS MIEMBROS DE LA ORGANIZACION. A FIN DE QUE EXISTA ESTA, EN NECESARIO UNA COMUNICACION ESTRECHA.

4.10. SISTEMAS INTEGRADOS DE INFORMACION

I) ACOPLAMIENTO MAS ESTRECHO DEL SISTEMA DE INFORMACION.

EN UN SISTEMA FRAGMENTADO DE INFORMACION, CADA SUBSISTEMA ES RESPONSABLE DE LA RECOLECCION DE SUS PROPIOS DATOS. CON UNA CAPACIDAD LIMITADA PARA EL MANEJO DE LA INFORMACION, GENERALMENTE RESULTA MAS BARATO DUPLICAR LA RECOLECCION DE DATOS Y NO ALCANZAR LA COORDINACION NECESARIA PARA EVITARLO.

FRAGMENTAR LOS ARCHIVOS, SE AUMENTA EL COSTO DE ARCHIVO, HAY PROBLEMAS DE CONCILIACION ENTRE ARCHIVOS, Y SE HACE CASI IMPOSIBLE LA UNIDAD DE LA ORGANIZACION. EL PROCESAMIENTO FRAGMENTARIO IMPLICA TAMBIEN DUPLICIDAD EN LA RECUPERACION.

EN EL SISTEMA ENTREGADO SE TIENE UNA BASE COMUN DE DATOS. LA FRAGMENTACION SE BASA EN LA JERARQUIZACION LOS MEDIOS DE ARCHIVO, Y HAY DATOS QUE PUEDEN NO SER DE UTILIDAD A TODOS Y POR TANTO NO ESTA EN LA BASE COMUN DE DATOS, SINO EN ALGUNA SUB.

II). ACOPLAMIENTO MAS ESTRECHO ENTRE LAS ACTIVIDADES DE LA ORGANIZACION. EL MOTIVO QUE LLENA A LA INTEGRACION DE LAS PARTES DEL SISTEMA DE INFORMACION ES UNA MAYOR EFECTIVIDAD EN EL PROCESAMIENTO DE DATOS, EN TANTO QUE LA INTEGRACION DE LAS ACTIVIDADES DE LA ORGANIZACION SE REFIERE A LA EFECTIVIDAD DE TODA ORGANIZACION.

PARA LOGRAR UN MAYOR ACOPLAMIENTO DE LAS ACTITUDES, SE DEBE PROPORCIONAR UN ACCESO FACIL A LOS DATOS RELATIVOS A UNA AMPLIA GAMA DE ACTIVIDADES, Y SE DEBE CUMPLIR EL COMPLEJO PROCESAMIENTO QUE SE REQUIERE PARA LOGRAR UN PLANEAMIENTO COMPRENSIVO.

5. ANALISIS Y DISEÑO DE SISTEMAS DE INFORMACION

5.1. ORIENTACION CIENTIFICA

RUSSELL L. ACKOFF PROPONE UN DISEÑO TRATANDO DE EVITAR CINCO POSTULADOS FALSOS QUE GENERALMENTE SUPONEN LOS DISEÑOS DE M I S. ESTOS POSTULADOS SON LOS SIGUIENTES:

I) LA DEFICIENCIA CRITICA BAJO LA QUE OPERAN LA MAYORIA DE LOS ADMINISTRADORES ES LA FALTA DE INFORMACION.

CON RESPECTO A ESTE POSTULADO SE PUEDE DECIR QUE MAS QUE FALTA DE INFORMACION, LOS ADMINISTRADORES SUFREN DE UN EXCESO DE ESTA. DANDOSE EL CASO DE QUE ESTOS NO CUENTEN CON TIEMPO SUFICIENTE PARA ENTERARSE DE TODA LA INFORMACION QUE LLEGA A SUS MANOS. POR LO TANTO, SE PUEDE DECIR QUE LAS DOS FUNCIONES MAS IMPORTANTES DE UN SISTEMA DE INFORMACION SON LA FILTRACION Y LA CONDENSACION.

II) LA INFORMACION QUE DESEA UN ADMINISTRADOR ES LA QUE NECESITA

LA MAYORIA DE LOS ADMINISTRADORES TIENEN CUANDO MENOS ALGUNA CONCEPCION DE LOS TIPOS DE DECISION QUE DEBE HACER, SIN EMBARGO, SUS CONCEPCIONES SUELEN SER DEFICIENTES. MIENTRAS MENOS ENTENDEMOS UN FENOMENO, MAS VARIABLES REQUERIMOS PARA EXPLICARLO. ENTONCES, UN ADMINISTRADOR QUE NO ENTIENDE EL FENOMENO QUE PRETENDE CONTROLAR DESEA, PARA SU SEGURIDAD, TODA LA INFORMACION QUE SE PUEDA OBTENER. POR LO TANTO NO SE PUEDE ESPECIFICAR QUE INFORMACION SE REQUIERE PARA LA TOMA DE DECISIONES HASTA QUE SE CONSTRUYA Y SE PRUEBE UN MODELO DEL PROCESO DE DECISION.

III) SI UN ADMINISTRADOR TIENE LA INFORMACION QUE NECESITA, MEJORARA SU TOMA DE DECISIONES.

SE SUPONE QUE SI SE PROVEE A UN ADMINISTRADOR DE LA INFORMACION NECESARIA, NO TENDRA NINGUN PROBLEMA EN USARLA. ESTO NO ES SIEMPRE VERDADERO, DEBIDO A QUE LA INFORMACION QUE SE PRO

VEE PUEDE CONTENER CONCEPTOS DIFICILES DE CAPTAR POR PERSO-- NAS QUE NO HAN TENIDO QUE VER CON TALES CONCEPTOS. POR OTRA_ PARTE, MUCHOS ADMINSITRADORES TIENDEN A USAR MAS DE SU INTUI CION Y JUICIO PERSONAL QUE LA DE LA INFORMACION QUE SE LES - PROPORCIONA. ES NECESARIO ENTONCES, DETERMINAR QUE TAN BIEN_ PUEDEN USAR LOS ADMINSITRADORES LA INFORMACION NECESARIA. -- CUANDO POR LA COMPLEJIDAD DEL PROCESO DE DECISION NO PUEDAN_ HACER UN USO ADECUADO DE LA INFORMACION, SE LES DEBERA PRO-- VEER DE REGLAS DE DECISION O DE RETROALIMENTACION, PARA QUE_ PUEDAN IDENTIFICAR Y APRENDER DE SUS ERRORES.

IV) MEJOR COMUNICACION ENTRE ADMINSTRADORES MEJORARA EL FUNCIO- NAMIENTO DE LA ORGANIZACION.

SE SUPONE QUE SI SE PROVEE DE INFORMACION A LOS ADMINISTRADO RES ACERCA DE LO QUE HACEN OTROS ADMINISTRADORES Y DE SUS DE PARTAMENTOS, MEJORARA EL FUNCIONAMIENTO DE LA ORGANIZACION - COMO UN TODO. LA OBJECION A ESTO RADICA EN QUE CUANDO LAS ME DIDAS DE FUNCIONAMIENTO DE LAS UNIDADES ORGANIZACIONALES SON INADECUADAS, HACIENDO QUE ELLAS SE PONGAN EN CONFLICTO, LA - INFORMACION ENTRE UNIDADES PUEDE PERJUDICAR EL FUNCIONAMIEN- TO DE LA ORGANIZACION. POR LO CUAL AL ABRIR CANALES DE COMU- NICACION ENTRE UNIDADES DEBE TOMARSE EN CUENTA LA ESTRUCTURA Y LAS MEDIDAS DE FUNCIONAMIENTO DE CADA UNA DE ELLAS.

V) UN ADMINISTRADOR NO DEBE ENTENDER COMO TRABAJA SU SISTEMA DE INFORMACION, SINO SOLO DEBE USARLO.

LA OBJECION A ESTE POSTULADO ES QUE CUANDO ESTO SUCEDE PUEDE REQUERIRSE DEL SISTEMA MAS DE LO QUE EL PUEDE DAR, O BIEN -- USARSELE INEFICIENTEMENTE. POR OTRO LADO LA EVALUACION DEL - SISTEMA SE HACE COMO UN TODO Y SE DEJA EL CONTROL EN MANOS - DE OPERADORES, LO CUAL NO SE ASEGURA LA EFICIENCIA. POR LO - TANTO LOS ADMINISTRADORES DEBEN NO SOLO CONOCER EL FUNCIONA- MIENTO DEL SISTEMA, SINO QUE CUANDO ESTE ES DISEÑADO DEBEN - PARTICIPAR ACTIVAMENTE EN DICHA ACTIVIDAD.

CON OBJETO DE EVITAR ESTOS CINCO POSTULADOS FALSOS, ACKOFF -

PROPONE:

1) EL DISEÑO DEL SISTEMA CONTENGA UN SUBSISTEMA DE INFORMACION, SUBSISTEMA DE DECISION Y UN SUBSISTEMA DE CONTROL.

2) LOS OBJETIVOS DEL SISTEMA SEAN COMPATIBLES CON LOS OBJETIVOS GENERALES DE LA ORGANIZACION Y,

3) EN EL DISEÑO E IMPLANTACION DEBE PARTICIPAR LOS ADMINISTRADORES QUE LO VAN A USAR.

PARA EVITAR ESTAS PREMISAS FALSAS, ACKOFF PROPONE SUGUIR LOS SIGUIENTES CINCO PASOS EN EL DISEÑO DE UN M I S.

1. ANALISIS DEL SISTEMA DE DECISION

   DETERMINAR TODOS LOS TIPOS DE DECISIONES REQUERIDAS POR LA ORGANIZACION E IDENTIFICAR LAS INTERRELACIONES REPRESENTANDOLAS EN UN DIAGRAMA DE FLUJO.

   LA VENTAJA DE REPRESENTAR LAS DECISIONES MEDIANTE DIAGRAMAS DE FLUJO ES QUE SE PUEDE DETECTAR LAS FALLAS PRINCIPALES Y PENSAR EN CAMBIOS DE RESPONSABILIDAD ADMINISTRATIVAS, ESTRUCTURA ORGANICA Y MEDIDAS DE RENDIMIENTO, LOS CUALES PUEDEN CORREGIR LAS DIFERENTES DEFICIENCIAS CITADAS ANTERIORMENTE.

2. ANALISIS DE LOS REQUERIMIENTOS DE INFORMACION

   LAS DECISIONES ADMINISTRATIVAS SE PUEDEN CLASIFICAR EN:

   I) DECISIONES PARA LAS CUALES EXISTEN MODELOS ADECUADOS O PUEDEN CONSTITUIRSE PARA OBTENER DECISIONES OPTIMAS. DEL MODELO SE DETERMINA CUAL ES LA INFORMACION RELEVANTE PARA LA TOMA DE DECISIONES.

   II) DECISIONES PARA LAS CUALES SE PUEDEN CONSTRUIR MODELOS DE SIMULACION, QUE NOS PERMITAN COMPARAR LOS RESULTADOS DE DIVERSAS ALTERNATIVAS. DE LOS MISMOS MODELOS DETERMINAN LA INFORMACION NECESARIA.

EN CADA UNO DE ESTOS TRES TIPOS DE DECISIONES, ES NECESARIO INTRODUCIR MECANISMOS DE RETROALIMENTACION - QUE PERMITAN COMPARAR LOS RESULTADOS DE LOS RESULTADOS QUE SE OBTIENEN AL TOMAR LA DECISION, CON LAS -- PREDICCIONES HECHAS POR EL MODELO O POR EL ADMINISTRADOR, CON EL FIN DE CORREGIR LAS DESVIACIONES.

CADA DECISION TOMADA, ASI COMO SU RESULTADO ESPERADO (PREDICHO), DEBERAN SER INTRODUCIDAS EN UN SISTEMA - DE CONTROL.

3. AGRUPACION DE DECISION

UNA VEZ QUE SE HAN DETERMINADO LOS REQUERIMIENTOS DE INFORMACION, AQUELLAS DECISIONES CON LAS MISMAS NECESIDADES DEBEN SER AGRUPADAS EN UNA MISMA ACTIVIDAD -- ADMINISTRATIVA. ESTO REDUCIRA CONSIDERABLEMENTE LOS REQUERIMIENTOS DE UN SOLO ADMINISTRADOR Y POSIBLEMENTE AUMENTE LA COMPRENSION QUE SE TENGA DEL PROBLEMA.

4. DISEÑO DE PROCESAMIENTO DE INFORMACION

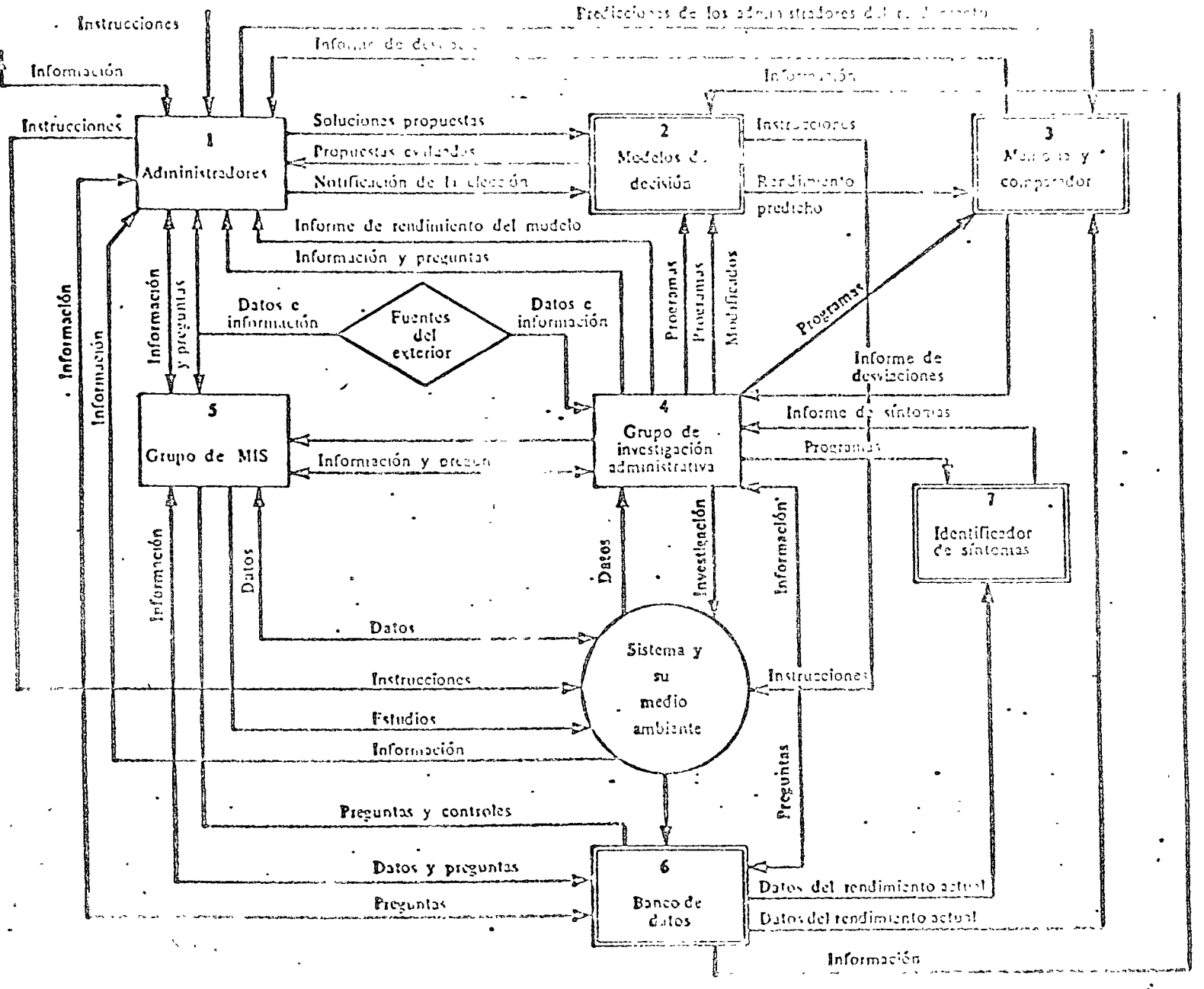
UNA VEZ REALIZADAS LAS TRES ACTIVIDADES ANTERIORES,- SE PUEDEN DISEÑAR LOS MECANISMOS PARA RECOPILAR, ALMACENAR, PROCESAR Y RECUPERAR LA INFORMACION.

5. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL.

DEBE SUPONERSE QUE EL SISTEMA QUE SE ESTA DISEÑANDO SERA DEFICIENTE EN MUCHOS ASPECTOS. PARA PODER IDENTIFICAR ESTAS DEFICIENCIAS, ES NECESARIO DISEÑAR PROCESAMIENTOS QUE LAS DETECTEN PARA POSTERIORMENTE CORREGIRLAS. POR LO TANTO EL SISTEMA DE CONTROL DEBE - SER FLEXIBLE Y ADAPTARSE CON FACILIDAD A CUALQUIER - CAMBIO QUE SE HAGA EN EL PROCESO DE TOMA DE DECISIONES.

EN LA SIGUIENTE FIGURA SE MUESTRA EL SISTEMA PROPUESTO POR ACKOFF, - CONSIDERANDO INFORMACION, DECISIONES Y CONTROL POR SEPARADO.

En la siguiente figura se muestra el sistema propuesto por Ackoff, considerando información, decisiones y control por separado.



5.2. DESARROLLO DE LOS M.I.S.

EN EL DESARROLLO DE LOS "SISTEMAS DE INFORMACION ADMINISTRATIVOS" (M I S) SE CONSIDERA CONVENIENTE SEGUIR LAS SIGUIENTES FASES EN EL PROCESO:

1. DEFINICION DEL PROBLEMA
2. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
3. ANALISIS DEL SISTEMA
4. DISEÑO DE SISTEMA
5. DESARROLLO DEL SISTEMA
6. IMPLANTACION DEL SISTEMA
7. EVALUACION DEL SISTEMA

ESTAS FASES DEL PROCESO DE DESARROLLO DE LOS M.I.S, SERAN -- VISTAS EN DETALLE A CONTINUACION.

1. DEFINICION DEL PROBLEMA

EN ESTA FASE SE DEBERA DEFINIR CLARAMENTE EL PROBLEMA Y - LA FORMA COMO SE PUEDE RESOLVER, ESPECIFICANDO CLARAMENTE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO A DESARROLLAR.

EN ESTA ETAPA DE DEFINICION DEL PROBLEMA SE DEBERAN DE RESOLVER LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:

CUALES SON LOS PRINCIPALES OBJETIVOS DE LA DIRECCION EN ESTE ESTUDIO?

ES POSIBLE LA CUANTIFICACION DE LOS OBJETIVOS?

ESTOS OBJETIVOS PUEDEN SER DIVIDIDOS EN NECESIDADES ESPECIFICAS?

SE REQUIERE DE UNA JUSTIFICACION DE AHORROS PARA DESA--RROLLAR EL PROYECTO?

CUALES SON LAS LIMITACIONES PRESUPUESTARIAS PARA EL PRO YECTO?

COMO SE ORGANIZARA EL PROYECTO?

ES EL PRESENTE ESTUDIO UN PLAN COMPLETO O PARTE DE AL--GUN PLAN?

2. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

EL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PROVEE INFORMACION A LA DIREC-CION, PARA QUE ESTA TOME LA DECISION DE SI SE DEBE EMPE--ZAR O NO EL PROYECTO DE SISTEMA DE INFORMACION.

EL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEBE DE ESTAR FORMADO POR UN A NALISIS PRELIMINAR, Y UNA DETERMINACION DE REQUERIMIENTOS, LOS CUALES DEBEN DE ESTAR HECHOS CON LA SUFICIENTE PRO--FUNDIDAD COMO PARA PERMITIR UNA EVALUACION TECNICA Y ECO-NOMICA DEL SISTEMA PROPUESTO.

ES DECIR, ESTA FASE DEBE DE RESPONDER PREGUNTAS BASICAS - TALES COMO SI EL SISTEMA ES FACTIBLE DESDE LOS PUNTOS DE VISTA, ECONOMICO, TECNICO Y OPERACIONAL.

2.1. ENTRADA AL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD.

EL ESTIMULO PARA EL DESARROLLO DEL ESTUDIO DE FACTIBILI DAD, VIENE TANTO DE LAS FUNCIONES DE ORGANIZACION DE LA FIRMA (TALES COMO PRODUCCION Y FINANZAS) O COMO DE LA - REVISION DE LAS FUNCIONES DE ADMINISTRACION.

2.2. SALIDA DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

LA SALIDA DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ES UN REPORTE A - LA DIRECCION TITULADO "REPORTE DEL ESTUDIO FE CATIBILI-DAD" EL CUAL DEBE DE RESPONDER LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:

QUE PROBLEMA RESOLVERA EL SISTEMA?

COMO RESOLVERA EL PROBLEMA EL SISTEMA PROPUESTO?

PUEDE SER DESARROLLADO EL SISTEMA?

SERA ACEPTADO EL SISTEMA OPERACIONALMENTE?

CUALES SON LAS IMPLICACIONES ECONOMICAS?

CUALES SON LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO DE FECTIBILIDAD?

2.3. ESTANDARES ESTRUCTURALES SECUNDARIOS

LOS ESTANDARES ESTRUCTURALES QUE SON DE UTILIDAD DURANTE LA FASE DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SON:

- BOSQUEJO DEL PROYECTO
- FORMA DE EVALUACION DE COSTOS
- REPORTE DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

2.3.1. BOSQUEJO DEL PROYECTO

EL BOSQUEJO DEL PROYECTO ES UNA BREVE DESCRIPCION, PREPARADA AL PRINCIPIO DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA FORZAR A LOS GRUPOS INTERESADOS A ALCANZAR UN ENTENDIMIENTO COMUN DE LO QUE COMPRENDE DICHO PROYECTO.

ESTE BOSQUEJO SE PUEDE DIVIDIR EN:

- DESCRIPCION DEL PROBLEMA
- ALCANCES
- RESPONSABILIDADES DE CADA DEPARTAMENTO DURANTE LAS FASES DE DESARROLLO Y OPERACION DEL SISTEMA.

2.3.2. FORMA DE EVALUACION DE COSTOS.

LA CUAL CONSIDERA EL ESTUDIO DEL SISTEMA PRESENTE Y PROPUESTO, EN SUS ASPECTOS FUNCIONALES Y OPERACIONALES. ESTA FORMA DEBE DE DESCRIBIR LOS SIGUIENTES AS--

PECTOS:

- LA VIDA OPERACIONAL PROPUESTA DEL SISTEMA
- EL COSTO PROYECTADO DE DESARROLLO DEL SISTEMA
- EL COSTO DE OPERACION DEL SISTEMA ACTUAL
- EL COSTO DE OPERACION PROYECTADO DEL SISTEMA -- PROPUESTO
- LOS BENEFICIOS DE COSTO DE OPERACION
- LA JUSTIFICACION ECONOMICA (MEDIANTE EL ANALI-- SIS ECONOMICO DE VALOR PRESENTE, COSTO ANUAL E- QUIVALENTE, TAZA DE RETORNO, O PERIODO DE RECU- PERACION)

2.3.3. REPORTE DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

EL REPORTE DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEBE DE CONSIS TIR DE LAS SIGUIENTES SECCIONES:

I) RESUMEN DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

- BREVE DESCRIPCION DEL PROBLEMA A RESOLVER
- NATURALEZA DEL ESTUDIO
- BREVE DESCRIPCION DEL SISTEMA SOLUCION AL PRO-- BLEMA
- RECOMENDACIONES

II) RACIONALIZACION DEL SISTEMA

- DESCRIPCION DETALLADA DEL PROBLEMA
- EXPLICACION DE LA SOLUCION DEL SISTEMA
- RESUMEN DE LA FORMA DE EVALUACION DE COSTOS
- CRITERIOS DE MEJORAS
- RESTRICCIONES EN EL DISEÑO DEL SISTEMA

III) DESCRIPCION DEL SISTEMA ACTUAL

- DIAGRAMA DE FLUJOS DE PROCEDIMIENTO Y DESCRIP-- CION
- DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA Y DESCRIPCION
- LISTA DE ENTRADAS AL SISTEMA

- LISTA DE SALIDAS DEL SISTEMA
- LISTA DE ARCHIVOS
- FILOSOFIA DE CONTROL ACTUAL

IV) DESCRIPCION DEL SISTEMA PROPUESTO

- DIAGRAMA DE FLUJOS DE PROCEDIMIENTOS Y DESCRIPCION.
- DIAGRAMA DE FLUJOS DEL SISTEMA Y DESCRIPCION
- LISTA DE ENTRADAS AL SISTEMA
- LISTA DE SALIDAS DEL SISTEMA
- LISTA DE ARCHIVOS
- FILOSOFIA PROPUESTA DEL CONTROL

V) NECESIDADES DE CONVERSION

- NECESIDADES PARA EL ENTRENAMIENTO
- CONVERSION Y CREACION DE ARCHIVOS

VI) ANALISIS ECONOMICO

- INFORMACION NECESARIA PARA LA FORMA DE EVALUACION DE COSTOS

VII) NECESIDADES DE PLANEACION

- PROGRAMA GENERALIZADOS Y RECURSOS
- PLANEACION DETALLADA DE LA FASE DE ANALISIS DEL SISTEMA

2.4. REVISION DE LA DIRECCION.

EL ENFASIS DE LA FUNCION DE REVISION PARA ESTE ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ES EN TRES AREAS"

. ES EL SISTEMA PROPUESTO UNA SOLUCION AL PROBLEMA ACTUAL ?

. EXISTE UNA JUSTIFICACION ECONOMICA PARA SEGUIR ASIGNANDO RECURSOS A ESTE PROYECTO?

. COMO ENCAJA ESTE PROYECTO EN EL PLAN MAESTRO DE DESARROLLO DEL PROYECTO?

3. ANALISIS DEL SISTEMA ACTUAL Y PROPUESTO

EXISTEN TRES RAZONES PRINCIPALES PARA ANALIZAR EL SISTEMA ACTUAL Y PROPUESTO DE LA ORGANIZACION:

- OBTENER UN PANORAMA GENERAL Y UN ENTRENDIMIENTO DE LA POSICION DE LA ORGANIZACION, SU ESTRUCTURA Y LA RELACION ENTRE LAS FUNCIONES INVOLUCRADAS.

- EL EVALUAR EL SISTEMA ACTUAL Y PROPUESTO POR MEDIO DE LA DETERMINACION DE SU EFICIENCIA Y COSTO.

- EL INVESTIGAR OPERACIONES ESPECIFICAS EN DETALLE DE LOS SISTEMAS.

3.1. ESTUDIO DE LA ORGANIZACION ACTUAL

ESTE ESTUDIO DEBE DESCRIBIR EN GENERAL A LA ORGANIZACION, AUNQUE LO SUFICIENTEMENTE EXACTO Y PROFUNDO, COMO PARA PERMITIR LA IDENTIFICACION DE AREAS PROBLEMAS Y LA EVALUACION AL SISTEMA ACTUAL.

PARA ELLO EL ESTUDIO DE LA ORGANIZACION LO PODEMOS DIVIDIR EN:

- LA ORGANIZACION EN RELACION A SU MEDIO AMBIENTE Y,
- LA ESTRUCTURA DE LA ORGANIZACION

3.1.1. LA ORGANIZACION EN RELACION A SU MEDIO AMBIENTE

PARA ESTA FASE ES BUENA PRACTICA LA DE COMENZAR CON EL ESTUDIO DE LA POSICION DE LA COMPAÑIA, CON RESPECTO A SU INDUSTRIA.

LA INDUSTRIA A LA CUAL PERTENECE LA COMPAÑIA, DEBE SER CONSIDERADA NO SOLAMENTE COMO ESTA ACTUALMENTE, SINO HISTORICAMENTE. PARA LO CUAL LOS PUNTOS DE INTERES A ESTUDIAR SON:

- TECNOLOGIA UTILIZADA EN LA INDUSTRIA

- DESARROLLO INDUSTRIAL HISTORICO; SUS PRODUCTOS Y SERVICIOS
- PRACTICAS, PATRONES Y PROBLEMAS CARACTERISTICOS DE LA INDUSTRIA EN RESPUESTA DE NUEVAS TECNOLOGIAS
- DIVERSIFICACION DE LA INDUSTRIA
- HISTORIAL DEL NUMERO Y TAMAÑO DE LAS COMPAÑIAS
- PATRONES DE DEMANDA DE PRODUCTOS
- PATRONES DE OFERTA DE RECURSOS (MATERIALES, PERSONAL, ETC.)
- INVERSIONES Y GANANCIAS TIPICAS DE LA INDUSTRIA
- PATRONES DE PRODUCTOS, CLIENTES Y LA PENETRACION EN EL MERCADO
- REGULACIONES GUBERNAMENTALES Y FACTORES LEGALES
- DESARROLLO FUTUROS, PLANES DE EXPANSION Y FUTURAS ESTRUCTURAS.

3.1.2. LA ESTRUCTURA DE LA ORGANIZACION

EL PROPOSITO DE ESTA FASE ES OBTENER UNA IDEA GENERAL DE LAS POLITICAS Y ESTRATEGIAS DE LA DIRECCION Y EL INVESTIGAR LA ORGANIZACION ACTUAL.

I) POLITICAS Y ESTRATEGIAS

EL SISTEMA DE PLANEACION ESTRATEGICA DE UNA COMPAÑIA, ES LA RED ESTABLECIDA DE LAS PRACTICAS DE ADMINISTRACION, CUYO PROPOSITO ES CONTROLAR LA PLANEACION Y DESARROLLO DEL PRODUCTO, PLANEACION DE RECURSOS, OBSERVACION DE MERCADOS Y LA ADMINISTRACION DE LOS PRODUCTOS Y SERVICIOS DE LA COMPAÑIA DE DONDE OBTIENE SUS INGRESOS.

ESTO NOS CONDUCE A UNA APRECIACION CRITICA DE LOS OBJETIVOS Y POLITICAS, COMO PREPARACION PARA LA DETERMINACION DE LOS OBJETIVOS DEL SISTEMA.

LAS ESTRATEGIAS Y POLITICAS MAS IMPORTANTES Y DE LAS QUE SE DEBE OBTENER UN CONOCIMIENTO PLENO SON:

- ESTRATEGIAS Y PLITICAS GENERALES DE LA COMPAÑIA
- ESTRATEGIAS Y PLITICAS DE COMERCIALIZACION
- ESTRATEGIAS Y POLITICAS DE PRODUCCION
- ESTRATEGIAS Y POLITICAS DE COMPRAS
- ESTRATEGIAS Y POLITICAS DE CONTABILIDAD

II) ORGANIZACION

EL ENTENDIMIENTO DE LA ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA COMPAÑIA PERMITIRA ANALIZAR A LA ORGANIZACION CON RESPECTO A LOS SIGUIENTES PUNTOS:

- RELACIONES ORGANIZACIONALES Y FUNCIONALES
- PATRONES DE RELACIONES Y RESPONSABILIDADES ENTRE LA INVESTIGACION, PLANEACION, PRODUCCION, COMERCIALIZACION Y LA ADMINISTRACION.
- ORGANIGRAMAS: FUNCIONES Y OPERACIONES
- ESTRUCTURA DE LA LOCALIZACION GEOGRAFICA
- CONSIDERACIONES LEGALES RESPECTO A LA ORGANIZACION

LA SIGUIENTE LISTA AYUDA EN LA OBTENCION DE LA INFORMACION NECESARIA CON RESPECTO A LA ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL:

- PATRON ORGANIZACIONAL
- ORGANIZACION DE COMERCIALIZACION
- ORGANIZACION DE PRODUCCION
- ORGANIZACION DE COMPRAS
- ORGANIZACION DE CONTABILIDAD
- PERSONAL
- RELACIONES OBRERO-PATRONAL
- CARGAS DE TRABAJO

3.2. IDENTIFICACION DEL FLUJO DE PRODUCTOS

EN ESTA FASE DEL ANALISIS DEL SISTEMA, EL ANALISTA SE - FAMILIARIZA CON LOS PROCESOS DE PRODUCCION INVOLUCRADOS EN LAS OPERACIONES DE LA COMPAÑIA Y DESCUBRE LAS FALLAS Y FUERZAS EN EL FLUJO DE PRODUCTOS.

EL METODO PRINCIPAL UTILIZADO EN ESTE PASO ES EL DE LA VISITA DE LA PLANTA.

PARA ESTUDIAR EL DESARROLLO DE LOS FLUJOS DE PRODUCTOS, SE DEBE ANALIZAR CON RESPECTO A:

- TIEMPO DE LINEAS O PROCESOS
- EXACTITUD
- USOS
- NECESIDAD
- SATISFACCION DE NECESIDADES
- COSTOS
- EFICIENCIA

3.3. IDENTIFICACION DE FLUJOS DE INFORMACION

EN ESTA ETAPA DE IDENTIFICACION DE FLUJOS DE INFORMA--- CION INCLUIMOS DOCUMENTOS, INFORMES O CULQUIER OTRA FORMA QUE CONTENGA DATOS, LA CUAL CONTROLE LAS OPERACIONES DE LA ORGANIZACION.

LAS TECNICAS UTILIZADAS EN ESTA FASE SON: LAS ENTREVISTAS, LOS DIAGRAMAS DE BLOQUE Y FLUJO Y LOS DIAGRAMAS Y TABLAS.

EN EL ESTUDIO DE LOS FLUJOS DE INFORMACION, LOS ANALISTAS DEBEN RELACIONAR EL TRABAJO DE LOS APSOS ANTERIO-- RES (IDENTIFICACION DEL FLUJO DE PRODUCTOS) Y DEBE PONER PRINCIPAL ATENCION A LOS PUNTOS DE DECISION (CON-- TROL Y RETROALIMENTACION) IDENTIFICADOS CON ANTERIORIDAD EN EL FLUJO DE PRODUCTOS.

AL ESTUDIAR EL FLUJO DE INFORMACION ES NECESARIO EFEC-- TUAR ALGUNA CLASE DE DIVISION CONCEPTUAL DE LA ORGANIZA

CION COMO PUEDE SER CUALQUIERA DE LAS SIGUIENTES:

- METODO DEPARTAMENTAL (SEGUN ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL)
- METODO DE ESTIMULO - RESPUESTA (ORDEN DE CLIENTE O CUALQUIER OTRA ACTIVIDAD)
- METODO ORIENTADO A ACCION U OPERACION (PREPARACION DE ORDEN DE COMPRA, ENTREGA DE PRODUCTOS, ETC.)
- METODO DE INFORMACION - OBJETO (PRODUCTOS FABRICADOS, CLIENTES ATENDIDOS, ETC.)
- METODO DE ANALISIS DE SALIDAS O PRODUCTOS

3.3.1. DOCUMENTACION DEL FLUJO DE INFORMACION

PARA LA DOCUMENTACION DEL FLUJO DE INFRMACION PODEMOS UTILIZAR:

- HOJAS DE FUNCIONES
- HOJA DE DESCRIPCION DE FORMA Y ARCHIVO
- HOJA DE DESCRIPCION DE CAMPOS
- LOS PRINCIPALES METODOS DE DOCUMENTACION DEL FLUJO DE INFORMACION QUE SON, LOS DIAGRAMAS DE FLUJO (BLOQUE) Y LAS TABLAS DE DECISION.

3.3.2. ANALISIS Y DESCRIPCION DE DOCUMENTOS

UN DOCUMENTO ES UN MEDIO DURABLE QUE CONTIENE INFORMACION REGISTRADA EN UNO O MAS CAMPOS, (PAPEL, TARJETAS PERFORADAS, CINTAS, UNIDADES DE ALMACENAMIENTO, ETC.)

LOS PRINCIPALES PUNTOS A ANALIZAR EN LOS DOCUMENTOS DEL SISTEMA ACTUAL SON:

- IDENTIFICACION
- ORIGEN
- PROPOSITO
- DISTRIBUCION Y USO
- RETENCION
- FRECUENCIA

- VOLUMEN
- TIEMPOS
- MEDIO UTILIZADO
- CONTENIDO
- FORMATO

3.3.3. ANALISIS Y DESCRIPCION DE ARCHIVOS

UN ARCHIVO ES LA COLECCION DE REGISTROS TRATADOS COMO UNIDAD Y ORGANIZDOS DE TAL FORMA QUE EL ALMACENAMIENTO DE DATOS ES ACCESIBLE PARA REFERENCIA Y USO.

3.3.4. ANALISIS Y DESCRIPCION DE CAMPOS

UNA ENCUESTA SE HACE DE LOS CAMPOS DE DATOS UTILIZADOS EN EL SISTEMA

3.4. EVALUACION DEL SISTEMA ACTUAL

EL PROPOSITO DE ESTE PASO ES CONCENTRAR Y REVISAR LA INFORMACION OBTENIDA EN LOS TRES PASOS ANTERIORES, CON LOS CUALES EL SISTEMA ACTUAL FUE ESTUDIADO.

CON LOS RESULTADOS ANTERIORES, EL SISTEMA ACTUAL DEBE SER EVALUADO DESDE LOS PUNTOS DE VISTA DE EFICIENCIA Y COSTO, PARA LO CUAL PODEMOS UTILIZAR MODELOS Y ANALISIS DE COSTOS.

3.4.1. MODELOS

LA MAYORIA DE LAS TECNICAS DISPONIBLES PARA LA INVESTIGACION DEL RENDIMIENTO DE UN SISTEMA O PARTE DE EL, INVOLUCRA LA CONSTRUCCION DE UN MODELO.

EL PROPOSITO DE CONSTRUIR UN MODELO ES EL DESCUBRIR LAS PRINCIPALES INCONSISTENCIAS E INEFICIENCIAS DEL SISTEMA ACTUAL. ES DECIR CON EL MODELO FACILITAREMOS EL ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA.

PARA ELLO LOS DIFERENTES TIPOS DE MODELOS QUE PODEMOS

DESARROLLAR PARA ESTOS CASOS SON:

- . MODELOS MATEMATICOS
- . SIMULADORES
- . MODELOS FINANCIEROS

3.4.2. ANALISIS DE COSTOS DEL SISTEMA ACTUAL

EN LA INVESTIGACION DE LOS COSTOS DEL SISTEMA ACTUAL, EL ANALISTA DEBE DE CONSIDERAR NO SOLAMENTE LOS COSTOS POR PROCESAMIENTO DE DATOS DIRECTOS, SINO TAMBIEN LOS COSTOS POR CARENCIA O POR MALA INFORMACION E INEFICIENTE CONTROL.

UNA TECNICA PARA RESOLVER ESTE PROBLEMA ES EL CALCULO DEL BENEFICIO - COSTO

3.5. DEFINICION DEL COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA PROPUESTO

EL PROPOSITO DE ESTE PASO ES EL ESPECIFICAR LOS OBJETIVOS DEL SISTEMA PROPUESTO Y PREDECIR EL GRADO DE ALCANCE DE ESTOS OBJETIVOS.

SE SUGIERE QUE LA DEFINICION DEL COMPORTAMIENTO SE LLEVE A CABO DE LA SIGUIENTE FORMA:

- . DEFINICION DE OBJETIVOS DEL SISTEMA PROPUESTO Y SUS PRIORIDADES
- . DEFINICION DETALLADA DE LOS OBJETIVOS
- . DETERMINACION DE METODOS DE MEDICION
- . PREDICCION DE FUTUROS COMPORTAMIENTOS
- . DOCUMENTACION

3.6. IDENTIFICACION DE NECESIDADES ORGANIZACIONALES Y RESTRICCIONES DEL NUEVO SISTEMA.

EL PROPOSITO DE ESTE PASO ES PREDECIR LAS NECESIDADES ORGANIZACIONALES Y LAS RESTRICCIONES QUE EXISTIRAN EN EL MOMENTO QUE EL NUEVO SISTEMA SE OPERE Y TIEMPO DES--

PUES DE LA OPERACION.

PARA LO CUAL SE SUGIERE LOS TRES PUNTOS SIGUIENTES:

- REDEFINICION DE POLITICAS Y OBJETIVOS
- ADAPTACION DE LOS OBJETIVOS DEL SISTEMA PROPUESTO
- ADAPTACION DE RESULTADOS

3.7. DETERMINACION DE INFORMACION, Y NECESIDADES Y RESTRICCIONES DE CONTROL

EL PROPOSITO DE ESTE PASO ES DETERMINAR LAS NECESIDADES Y RESTRICCIONES QUE SERAN LOCALIZADAS EN EL NUEVO SISTEMA COMO RESULTADO DE LA INFORMACION QUE UTILIZARA O GENERARA.

SE RECOMENDARA QUE EL SIGUIENTE METODO SE ADOPTE.

- IDENTIFICAR CADA AREA PROBLEMA QUE SERA INCLUIDA EN EL SISTEMA Y DIVIDIRLOS CADA UNO EN FUNCIONES

- ESTUDIAR PARA CADA FUNCION LAS NECESIDADES Y RESTRICCIONES PUESTO POR:

  - LAS PARTES DEL SISTEMA ACTUAL QUE SEGUIRAN EN EL SISTEMA PROPUESTO
  - LAS RECOMENDACIONES HECHAS POR LA DIRECCION
  - LAS POLITICAS LEGALES Y CORPORATIVAS
  - EL CONTROL INTERNO

3.8. DETERMINACION DE LAS NECESIDADES Y RESTRICCIONES GENERALES DE DISEÑO

EL PROPOSITO DE ESTE PASO ES DETERMINAR LAS NECESIDADES Y RESTRICCIONES QUE LIMITAN Y REGULAN EL DISEÑO DEL NUEVO SISTEMA DE INFORMACION.

SE SUGIERE QUE SE EVALUEN LAS NECESIDADES Y RESTRICCIO-

- CONSISTENCIA
- FLEXIBILIDAD
- COMPATIBILIDAD
- EXPANSIBILIDAD
- CONFIGURACION DE MAQUINAS Y PROGRAMAS (SOFTWARE Y HARDWARE)
- EFICIENCIA DEL PROCESAMIENTO DE DATOS

4. DISEÑO DEL NUEVO SISTEMA

EL PROPOSITO DE ESTA ACTIVIDAD ES EL CREAR UN NUEVO SISTEMA DE INFORMACION, DE ACUERDO CON LAS NECESIDADES Y RESTRICCIONES ESTABLECIDAS EN LOS PASOS ANTERIORES.

EL DISEÑO DEL NUEVO SISTEMA LO PODEMOS DIVIDIR EN LOS SIGUIENTES PASOS:

- DISEÑO DEL NUEVO FLUJO DE INFORMACION
- PREPARACION DEL DISEÑO DE ARCHIVO DEL SISTEMA
- ESTUDIO DE LOS ASPECTOS DE PROCESAMIENTO DE DATOS
- PREPARACION DE LAS NECESIDADES Y RESTRICCIONES DE MAQUINAS Y PROGRAMAS
- IDENTIFICACION DE POSIBLES DIVISIONES EN SUBSISTEMAS
- SELECCION DE LA DIVISION EN SUBSISTEMAS
- PREPARACION DE LAS NECESIDADES DEL SUBSISTEMAS
- REVISION DE LAS ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA Y PREPARACION DEL PLAN MAESTRO.

4.1. DISEÑO DEL NUEVO FLUJO DE INFORMACION

EL PROPOSITO DE ESTE PASO EN EL DISEÑO DEL SISTEMA, ES PRESENTAR EL NUEVO SISTEMA EN FORMA GRAFICA, EN LA FORMA DE FLUJO DE INFORMACION Y DEFINIENDO LOS ELEMENTOS DEL FLUJO DE INFORMACION.

ESTE FLUJO DE INFORMACION ES LA BASE DEL SISTEMA PROPUESTO Y SU CALIDAD AFECTARA LA CALIDAD DEL DESARROLLO Y OPERACION DEL SISTEMA.

ESTE PASO PUEDE DIVIDIRSE EN:

- CONSTRUCCION DEL FLUJO DE INFORMACION
- DESARROLLO DE SOLUCIONES ALTERNATIVAS
- EVALUACION DE SOLUCIONES

4.2. PREPARACION DEL ARCHIVO DEL SISTEMA

EL PROPOSITO DE ESTE PASO ES UNICAMENTE EL DISEÑO DE ARCHIVOS DEL SISTEMA. UNA ARCHIVO DEL SISTEMA ES UN ARCHIVO QUE SERA UTILIZADO POR MAS DE UN SUBSISTEMA.

UN DISEÑO DE ARCHIVO GENERAL DEBE DE SER CREADO CON EL OBJETO DE:

- DISEÑAR UN FLUJO DE PROCESAMIENTO DE DATOS
- PREPARAR LAS NECESIDADES DE MAQUINAS Y PROGRAMAS
- DIVIDIR EL SISTEMA EN SUBSISTEMAS QUE TENGAN INTERFACES EN EL CAMBIO DE INFORMACION

EL AGRUPAMIENTO DE ELEMENTOS DE DATOS EN ARCHIVOS, DEBE DE ESTAR BASADO EN LOS FLUJOS DE INFORMACION, LOS CUALES MUESTRAN LA RELACION ENTRE FUNCIONES Y DEFINE LAS NECESIDADES DE FUNCIONES Y ELEMENTOS DE DATOS.

LAS TECNICAS DE DISEÑO AUXILIARES SON:

- LA TABLA DE EVALUACION DE FUNCIONES
- LA TABLA DE EVALUACION DE ARCHIVOS
- LA TABLA DE USO DE ARCHIVOS

PARA LLEVAR A CABO ESTE PASO SE DEBEN CONSIDERAR LOS SIGUIENTES ASPECTOS:

- ARCHIVO MAESTRO O ARCHIVO DE RELACION
- EFECTOS DE ALMACENAMIENTO EXTERNO
- DIVISION DE ARCHIVOS
- ORGANIZACION DE ARCHIVOS ORIENTADOS A COMPUTADORAS

. DOCUMENTACION
. DISTRIBUCION DETALLADA DE ARCHIVOS

4.3. ESTUDIO DE LOS ASPECTOS DE PROCESAMIENTO DE DATOS

EL OBJETIVO DE ESTE PASO ES CONCENTRARNOS EN LOS ASPECTOS DE PROCESAMIENTO DE DATOS DEL SISTEMA CON EL FIN DE:

. PREPARAR EL DISEÑO DE ARCHIVOS
. PREPARAR LAS NECESIDADES DE PROGRAMAS Y MAQUINAS
. ASEGURAR UNA BUENA DIVISION DEL SISTEMA EN SUBSISTEMAS DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL PROCESAMIENTO DE DATOS.

EL PRODUCTO DEL TRABAJO DE ESTA FASE ESTARA BASADO EN LOS SIGUENTES ASPECTOS:

. FUNCIONES A DESARROLLAR EN COMPUTADORA
. FUNCIONES BASADAS EN FUNCIONES DE LA COMPUTADORA
. FACTORES QUE INFLUYE EN EL MODO DE PROCESAMIENTO
. IDENTIFICACION DE PROGRAMAS
. RESULTADOS

4.4. PREPARACION DE LAS NECESIDADES DE MAQUINAS Y PROGRAMAS (SOFTWARE Y HARDWARE)

EL PROPOSITO DE ESTE PASO ES ESPECIFICAR LA CONFIGURACION DE LA COMPUTADORA QUE SERA ADECUADA PARA LA REALIZACION DEL NUEVO SISTEMA.

PARA LO CUAL ES NECESARIO DESARROLLAR LOS SIGUIENTES ASPECTOS:

. DEFINIR LAS APLICACIONES
. DEFINICION DE LA CONFIGURACION
. PEDIR PROPUESTAS DE CONFIGURACIONES Y MARCAS
. EVALUAR LAS PROPUESTAS Y SELECCIONAR EL EQUIPO

EN BASE A LAS NECESIDADES, A ASPECTOS GENERALES Y ASPECTOS ECONOMICOS

4.5. DIVISION DEL SISTEMA EN SUBSISTEMAS

EN ESTA ETAPA SE DETERMINARA SI ES NECESARIO DIVIDIR EL SISTEMA EN SUBSISTEMAS Y COMO ES POSIBLE LLEVARLO A CABO.

PARA LO CUAL ES NECESARIO SEGUIR LOS SIGUIENTES ASPECTOS:

- CLASIFICACION DE FUNCIONES
- SECUENCIA DE IMPLANTACION
- CREACION DE SUBSISTEMAS
- PROGRAMACION DEL PROYECTO
- TRASLAPES ENTRE SUBSISTEMAS

4.6. SELECCION DE LA DIVISION EN SUBSISTEMAS

EN ESTE PASO SE DEBE DECIDIR QUE DIVISION ES LA MAS ADECUADA A LAS CIRCUNSTANCIAS DADAS.

4.7. PREPARACION DE LAS NECESIDADES DEL SUBSISTEMA

EL PROPOSITO DE ESTE PASO ES DE ESTABLECER Y DOCUMENTAR LAS NECESIDADES DEL SUBSISTEMA, CON EL FIN DE FACILITAR UN DESARROLLO E IMPLANTACION CONSTANTES.

ESTE SE HARA BASADO EN LOS RESULTADOS DE LOS PUNTOS ANTERIORES.

4.8. REVISION DE LAS ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA Y PREPARACION DEL PLAN MAESTRO.

EN ESTE PUNTO SE DESARROLLARA LA REVISION A LAS ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA HASTA AHORA DESARROLLADO Y SE PREPARA EL PLAN MAESTRO.

EL PLAN MAESTRO DEBERA CONTENER:

. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES A LA DIRECCION DE SI SE CONTINUA CON EL PROYECTO O NO.
. DESCRIPCION CONDENSADA DE LA ORGANIZACION Y -- SUS CARACTERISTICAS
. UN RESUMEN DE NECESIDADES Y RESTRICCIONES
. UN BOSQUEJO DEL DISEÑO DEL SISTEMA
. ESPECIFICACION DE MAQUINAS Y PROGRAMAS (S Y H)
. JUSTIFICACION DEL PROYECTO
. UN PROGRAMA GENERAL DE ACCIONES FUTURAS.

5. DESARROLLO DEL SISTEMA

EL PROPOSITO DE LA FASE DE DESARROLLO DEL SISTEMA ES LLEVAR A LA PRACTICA Y REALIZAR EL SISTEMA DISEÑADO EN EL -- PROCESO DE ACTIVIDADES DEL PNTO (2.4)

EN ESTA FASE LOS SUBSISTEMAS SELECCIONADOS SON DESARROLLADOS INDEPENDIENTEMENTE, CON RESPECTO A PROGRAMAS Y PROCEDIMIENTOS

LOS RESULTADOS DETALLADOS DE LA FASE DE DESARROLLO DEL -- SISTEMA SON:

. DESCRIPCION DEL SISTEMA
. DESCRIPCION DE PROCEDIMIENTOS
. DESCRIPCION DEL PROGRAMA
. INSTRUCCIONES PARA EL CENTRO DE CALCULO

PARA LO CUAL LAS ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLARAN SERAN:

. DESARROLLO DEL SISTEMA
. ESPECIFICACION DE NECESIDADES
. ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTOS Y FORMAS
. PREPARACION PARA LA CONVERSION
. DERARROLLO DE PROGRAMAS
. DESARROLLO DE PROCEDIMIENTOS Y FORMAS
. PREPARACION DE LA DESCRIPCION
. PRUEBA DEL SUBSISTEMA

5.1. DESARROLLO DEL SUBSISTEMA

LA CUAL CONSTA DE LOS SIGUIENTES PASOS:

- REVISION DE LAS NECESIDADES DEL SUBSISTEMA
- DESARROLLO DEL FLUJO DEL SUBSISTEMA
- DESARROLLO DEL ARCHIVO DEL SUBSISTEMA
- REVISION DE LAS NECESIDADES DE MAQUINA Y PROGRAMAS (HARDWARE Y SOFTWARE)

5.2. ESPECIFICACION DE LAS NECESIDADES DEL PROGRAMA

LA CUAL CONSISTE EN ESTABLECER EN UN FORMATO ESTANDAR, LA RELACION DEL PROGRAMA CON LAS OTRAS PARTES DEL SUBSISTEMA; EL PROPOSITO DEL PROGRAMA; LAS RESTRICCIONES DE DESARROLLO Y LAS CARACTERISTICAS DEL PROCESAMIENTO.

ESTA ACTIVIDAD SE PUEDE DIVIDIR EN:

- INFORMACION BASICA DE PROGRAMACION
- NECESIDADES Y RESTRICCIONES DE DESARROLLO GENERAL
- NECESIDADES PARA LA PRUEBA DE PROGRAMAS

5.3. ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTOS Y NECESIDADES DE FORMAS.

EL DESARROLLO DE PROCEDIMIENTOS Y FORMAS ESTA RELACIONADO INTIMAMENTE CON EL DESARROLLO DE PROGRAMAS Y SE HACE EN PARALELO CON ESTA ACTIVIDAD

ESTA ACTIVIDAD SE PUEDE DIVIDIR EN:

- ESPECIFICACION DE NECESIDADES DE PROCEDIMIENTO
- ESPECIFICACION DE LAS NECESIDADES DE FORMAS

LAS NECESIDADES DE PROCEDIMIENTOS SON LAS ESPECIFICACIONES FORMALES DEL PROPOSITO DEL PROCEDIMIENTO, SU LOCALIZACION EN EL (SUB) SISTEMAS Y EL PROCESAMIENTO INVOLUCRADO.

5.4. PREPARACION PARA LA CONVERSION

EL PROPOSITO DE ESTA ACTIVIDAD ES HACER UNA ESPECIFICACION CLARA DEL CONTENIDO DEL TRABAJO DE CONVERSION, PARA PLANEAR ESE TRABAJO Y DESARROLLAR TODO EL TRABAJO -- PRELIMINAR.

LA CONVERSION ES PARTE DE LA IMPLANTACION DEL SISTEMA.

ESTA ACTIVIDAD INCLUYE:

- IDENTIFICACION DE TODAS LAS REPRESENTACIONES DE DATOS QUE SERAN CONVERTIDAS
- IDENTIFICACION DE TODOS LOS PROGRAMAS QUE SE-- RAN CONVERTIDOS
- IDENTIFICACION DE LAS MAQUINAS ADICIONALES Y DE LA MEDIA DE ALMACENAMIENTO PARA SER USADA DURANTE LA CONVERSION.

5.5. DESARROLLO DE PROGRAMAS

EL FIN DE ESTA ACTIVIDAD ES EL DESARROLLAR EL "ESTATUS" DE OPERACION Y DE ACUERDO CON EL PROGRAMA DE NECESIDA-- DES, UN PROGRAMA CUYA REPRESENTACION SEA LEGIBLE TANTO AL HOMBRE COMO A LA MAQUINA.

LOS PROGRAMAS DEBEN DE IR ACOMPAÑADOS POR TODA LA DOCUMENTACION NECESARIA PARA SU USO Y MANTENIMIENTO.

ESTA ACTIVIDAD PUEDE SER DIVIDIDA EN LOS SIGUIENTES PASOS:

- DIAGRAMA DE FLUJOS DE LOS PROGRAMAS
- PROGRAMAS DE CODIGO
- PREPARACION DE LA PRIMERA COMPILACION
- PRUEBA DE PROGRAMAS
- PREPARACION DE LA DESCRIPCION DE PROGRAMAS
- PREPARACION DE INSTRUCCIONES PARA EL CENTRO DE COMPUTO.

5.6. DESARROLLO DE PROCEDIMIENTOS Y FORMAS

ESTA ACTIVIDAD LA PODEMOS DIVIDIR EN:

- DESARROLLO DE PROCEDIMIENTOS
- DESARROLLO DE FORMAS
- DESARROLLAR EL PROCEDIMIENTO
- PREPARAR LA DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO

CUANDO SE ESTEN DESARROLANDO LAS FORMAS Y PROCEDIMIENTOS, SE DEBE DE CONSIDERAR CUIDADOSAMENTE LA SITUACION Y ACTITUDES EN EL USUARIO DE LA ORGANIZACION.

5.7. PREPARACION DE LA DESCRIPCION DEL SISTEMA

LA DESCRIPCION DEL SISTEMA SERA ORIENTADA AL USUARIO DEL NUEVO SISTEMA DE INFORMACION, POR LO QUE EL SISTEMA SE VUELVE INDEPENDIENTE DE SUS DISEÑADORES Y MANUABLE PARA EL USUARIO DESDE EL MOMENTO EN QUE ES TRAIDO A OPERACION.

LA DESCRIPCION DEL SISTEMA ES PARTE DE LA DOCUMENTACION DEL USUARIO.

5.8. PRUEBA DEL SUBSISTEMA

EL GRUPO DEL PROYECTO DEBERA DE CREAR Y EJECUTAR UN PROCEDIMIENTO DE PRUEBA PARA ASEGURAR QUE EL (SUB) SISTEMA COMPLETADO, PUEDE OPERAR SIN PROBLEMAS, QUE CUMPLE CON LOS ESTANDARES Y CON EL CONJUNTO DE NECESIDADES TRAZADAS ORIGINALEMTE.

6. IMPLANTACION DEL SISTEMA

LA IMPLANTACION CONSISTE EN LLEVAR UN (SUB) SISTEMA DESARROLLADO AL USO OPERACIONAL, Y SER ENTREGADO AL USUARIO. ESTA ACTIVIDAD INCLUYE EL ENTRENAMIENTO DE PERSONAL, LA CONVERSION DE PROGRAMAS Y ARCHIVOS Y LA INSTALACION Y REVISION DEL EQUIPO.

LA IMPLANTACION INCLUYE MUCHAS VECES, CORRECCIONES A LOS

PROBLEMAS DEL SISTEMA.

LAS ACTIVIDADES INVOLUCRADAS EN ESTA FASE SON CINCO:

- PROGRAMAS DE ENTRENAMIENTO
- INSTALACION DEL EQUIPO
- PROGRAMAS DE OPERACION
- CONVERSION DE PROGRAMAS Y ARCHIVOS
- COMIENZO DE OPERACIONES

6.1. DESARROLLO DE PROGRAMAS DE ENTRENAMIENTO

ESTA ACTIVIDAD TRATA CON LA ENSEÑANZA Y ENTRENAMIENTO DEL PERSONAL USUARIO Y ADMINISTRATIVO DE LA ORGANIZACION ASI COMO DE LOS PROGRAMADORES Y OPERADORES.

ESTA ACTIVIDAD SE PUEDE DIVIDIR EN:

- ORIENTACION DE LA DIRECCION
- ENTRENAMIENTO DE USUARIOS
- ENTRENAMIENTO DE PROGRAMADORES
- ENTRENAMIENTO DE OPERADORES

6.2. INSTALACION DEL EQUIPO

EL RESULTADO DE ESTA ACTIVIDAD SERA LA PRUEBA DEL EQUIPO " IN SITU " LISTO PARA LA PRUEBA DEL SISTEMA, CONVERSION ENTRENAMIENTO Y TODAS LAS OTRAS ACTIVIDADES EN LA FASE DE IMPLANTACION Y EVALUACION DEL SISTEMA.

ESTA ACTIVIDAD CONSISTE DE LOS SIGUIENTES PASOS:

- PREPARACION DEL LUGAR
- INSTALACION DEL EQUIPO DE PROCESAMIENTO DE DATOS
- VERIFIACION DE MAQUINAS Y PRGRAMAS (SOFTWARE Y HARDWARE).

6.3. PREPARACION DE PROGRAMAS DE OPERACION

EL PROPOSITO DE ESTA ACTIVIDAD ES OBTENER LOS PROGRAMAS

DE OPERACION QUE ASEGURARAN QUE LAS SALIDAS DEL SISTEMA SERAN PRODUCIDAS EN EL TIEMPO EXACTO Y QUE SE HARA EL MEJOR USO POSIBLE DE LOS RECURSOS DISPONIBLES (TIEMPO DE COMPUTADORA, PERSONAL, ETC.)

6.4. CONVERSION DE PROGRAMAS Y ARCHIVOS

ESTA ACTIVIDAD TRATA CON EL DESARROLLO DE LA CONVERSION DE PROGRAMAS Y ARCHIVOS

ESTA ACTIVIDAD CONSISTE DE LOS SIGUIENTES PASOS:

- DESARROLLO DE CONVERSION DE PROGRAMAS
- OBTENCION DE DATOS DE CONVERSION DE ARCHIVOS
- DESARROLLO DE CONVERSION DE ARCHIVOS
- VERIFICAR ARCHIVOS CONVERTIDOS
- MANTENER LOS ARCHIVOS YA CONVERTIDOS

6.5. COMIENZO DE NUEVAS OPERACIONES

PARA EL COMIENZO DE NUEVAS OPERACIONES, ES POSIBLE HACERLO POR CUATRO METODOS DIFERENTES. ESTOS METODOS SON: PROCESAMIENTO HISTORICO, CAMBIO DIRECTO, PROCESAMIENTO EN PARALELO Y CAMBIO EN PASOS.

LOS PASOS EN QUE SE PUEDE DIVIDIR ESTA ACTIVIDAD SON:

- COMIENZO DE LAS NUEVAS OPERACIONES
- EVALUACION PREMATURA DE RESULTADOS
- ENTREGAR (SUB) SISTEMAS AL USUARIO
- MANTENER IMPLANTADO EL SISTEMA

6.6. EVALUACION DEL SISTEMA DE INFORMACION

ENTRE LOS TRES Y SEIS MESES DESPUES DE ENTREGADO EL SISTEMA Y A INTERVALOS REGULARES, EL SISTEMA DEBE SER SUJETO A UNA EVALUACION DE IMPLANTACION, PARA DETERMINAR A QUE GRADO HA SIDO SATISFACTORIO.

EL OBJETO DE ESTA EVALUACION ES:

- ESTABLECER SI LOS BENEFICIOS OBTENIDOS DEL NUEVO SISTEMA JUSTIFICAN EL COSTO DE INSTITUCION Y OPERACION DEL SISTEMA.
- VERIFICAR SI EL NUEVO SISTEMA CUMPLE SATISFACTORIAMENTE LAS NECESIDADES ESTABLECIDAS.

REFERENCIAS

" MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS HANDBOOK "

HARTMAN, MATTHES, ROEME
MC GRAW - HILL

" INFORMATION SYSTEMS IN PERSPECTIVE "

J. D. ARON
COMPUTING SURVEYS, VOL.1, NO.4, DEC. 1969

" MANAGEMENT, INFORMATION AND SYSTEMS: A LOOK AT FUNDAMENTALS"

GEORGE GLASSER
MC KINSEY & COMPANY, INC.

" THE EVOLUTION OF MANAGEMENT SYSTEMS"

RUSSELL ACKOFF
CANADIAN O. R. SOCIETY JOURNAL, VOL I, NO. 3, MARCH 1970

" CAN MANAGEMENT INFORMATION BE AUTOMATED? "

JOHN DEARDEN
HARVARD BUSINESS REVIEW, MARCH - APRIL 1964

" MANAGEMENT MISINFORMATION SYSTEMS"

RUSSELL ACKOFF
MANAGEMENT SCIENCE, VOL 14, NO. 4, DEC. 1967

" A SYSTEMS APPROACH TO THE DESIGN OF INFORMATION SYSTEMS "

LISTON & SCHOENE
BATELLE MEMORIAL INSTITUTE - COLUMBUS LABORATORIES

" A NEW APPROACH TO MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS"
C. LOHARA
JOURNAL SYSTEMS MANAGEMENT - AUGUST 1971

" HOW TO ORGANIZE INFORMATION SYSTEMS "
JOHN DEARDEN
HARVARD BUSINESS REVIEW, MARCH - APRIL 1965

" MIS IS A MIRAGE "
JOHN DEARDEN
HARVARD BUSINESS REVIEW, JANUARY - FEBRUARY 1972

" MIS UNIVERSE "
WALTER J. KENNEVAN
DATA MANAGEMENT, SEPTEMBER 1970

" THE COMING AGE OF MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS "
EARL C. JOSEPH
FINANCIAL EXECUTIVE, AUGUST 1969

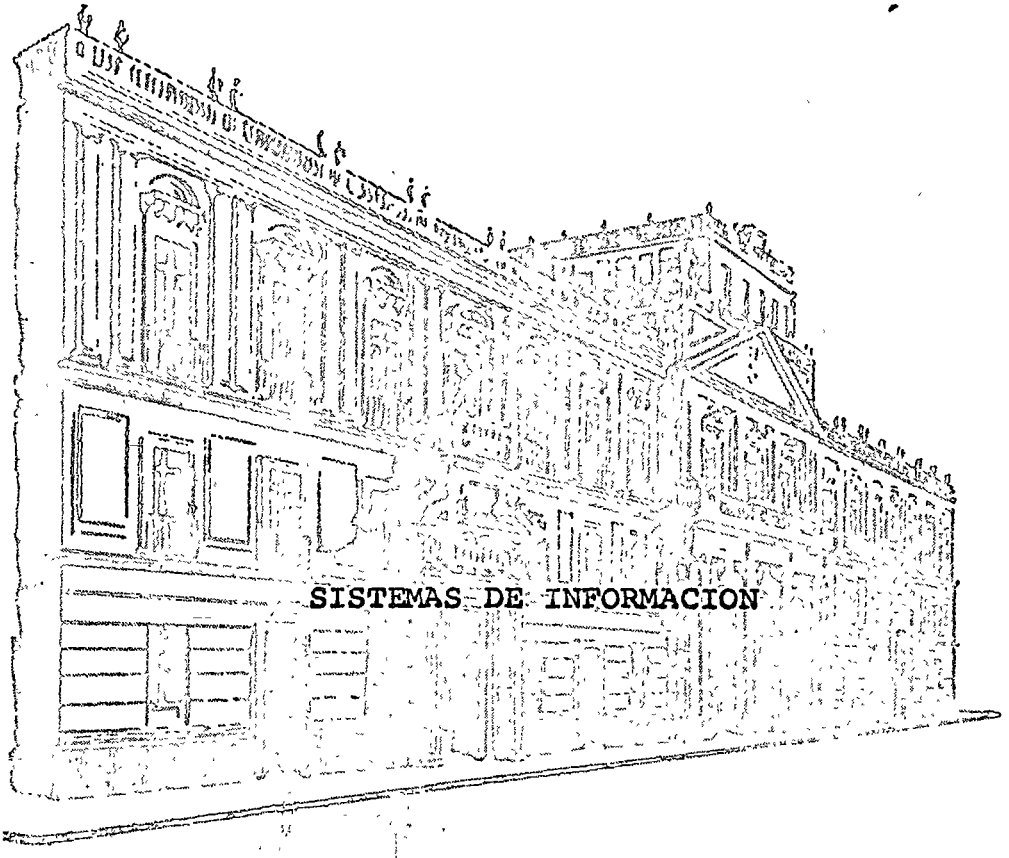
" A CONCEPTO OF CORPORATE PLANNING "
RUSELL L. ACKOFF
WILEY - INTERSCIENCE, 1970

" MANAGEMENT AND THE COMPUTER IN INFORMATION AND CONTROL SYSTEMS "
BARTOW HODGE AND ROBERT N. HODGSON
MC. GRAW - HILL, 1969

" COMPUTERIZED MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS "
JOSEPH F. KELLY
MACMILLAN, 1970

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

APLICACIONES DE LA INGENIERIA DE SISTEMAS EN LA GESTION DE EMPRESAS



Ing. Francisco Escutia Navarro

Noviembre 1976

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5, primer piso. México 1, D. F. Tels.: 521-40-23 521-73-35 5123-123

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

II. DISEÑO DE SISTEMAS E INSTRUMENTACION

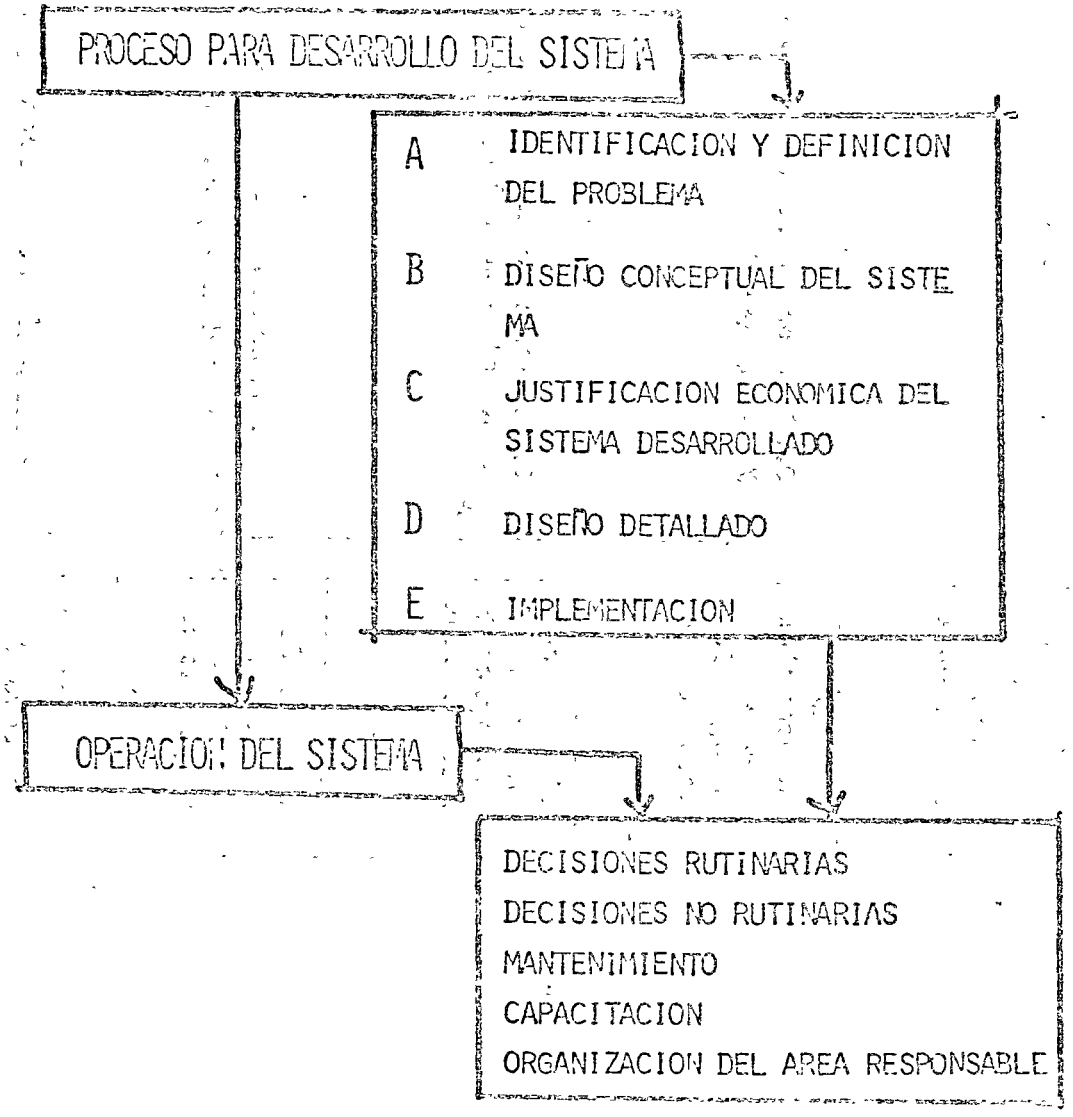


Figura 5

Subsistema de información del medio ambiente.

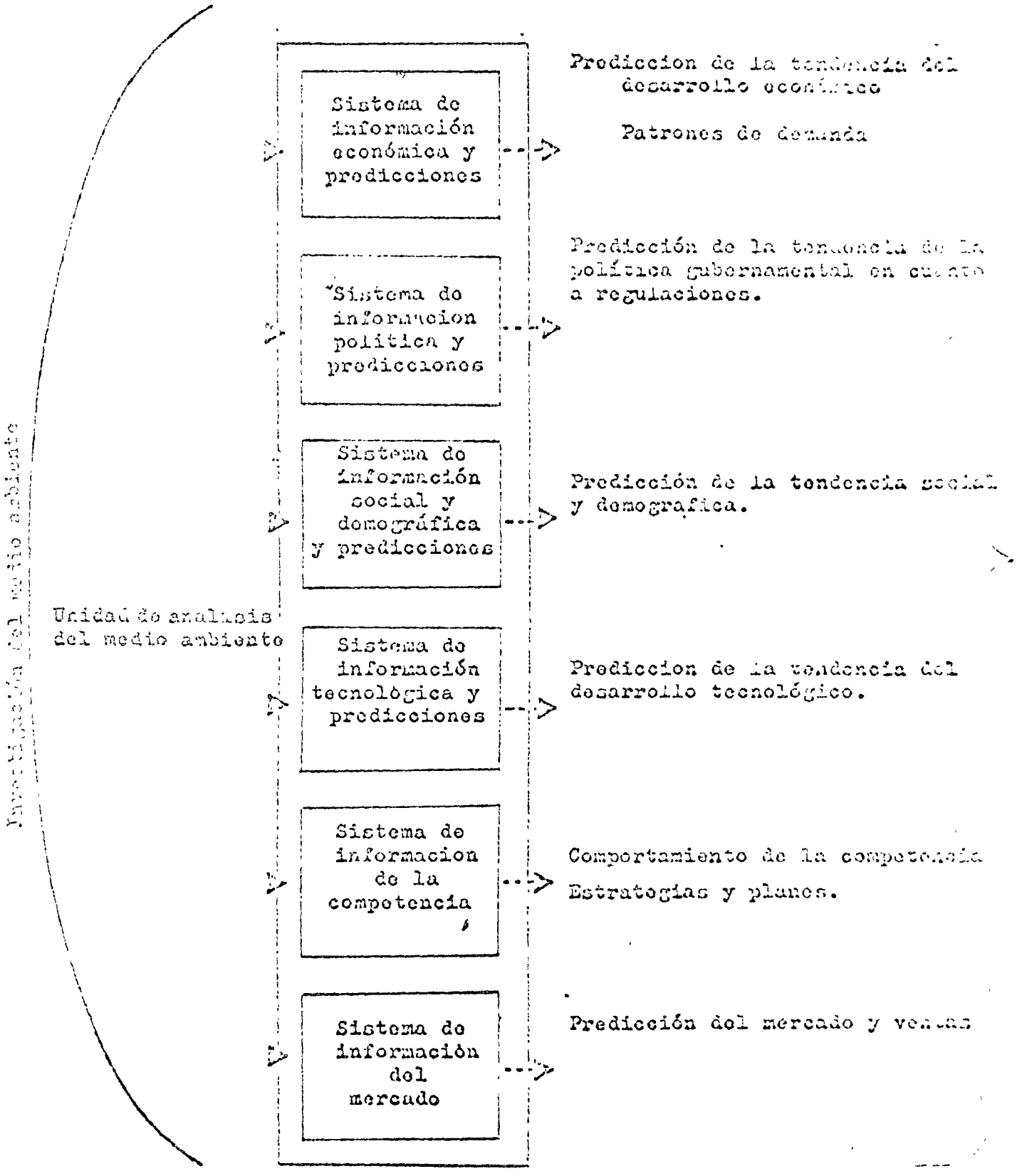


Figura 1 El ciclo gerencial

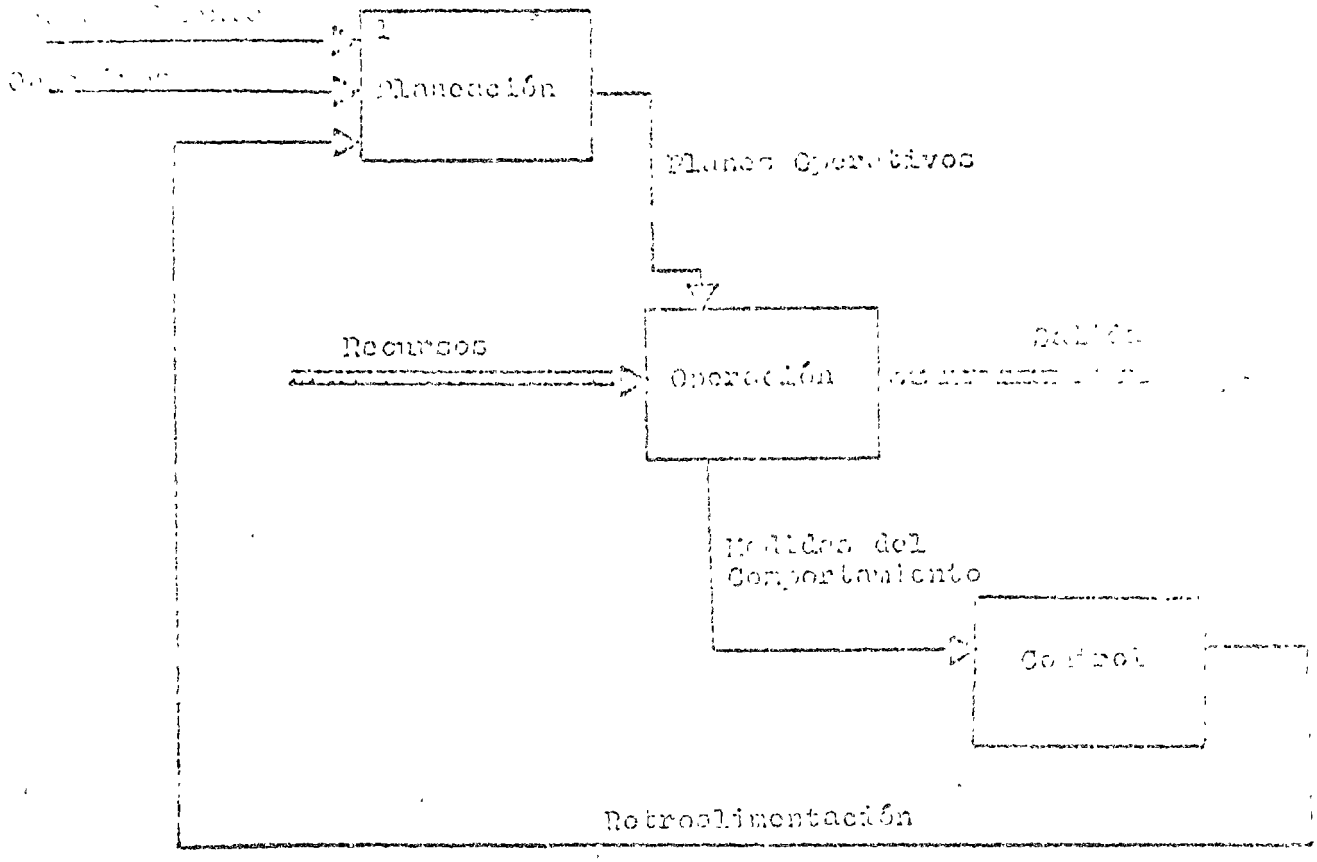
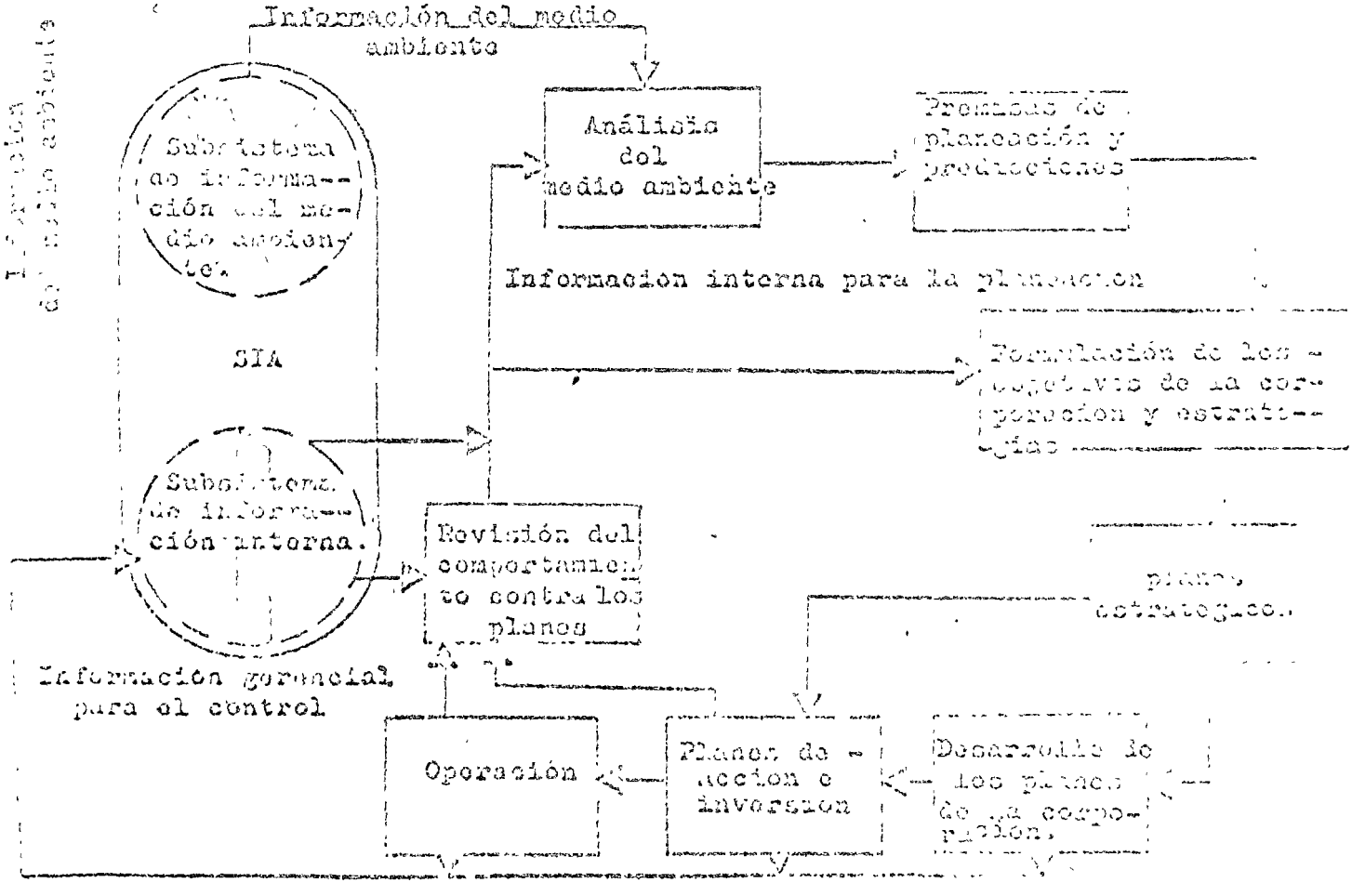


Figura 2 SIA en el ciclo de planeación y control



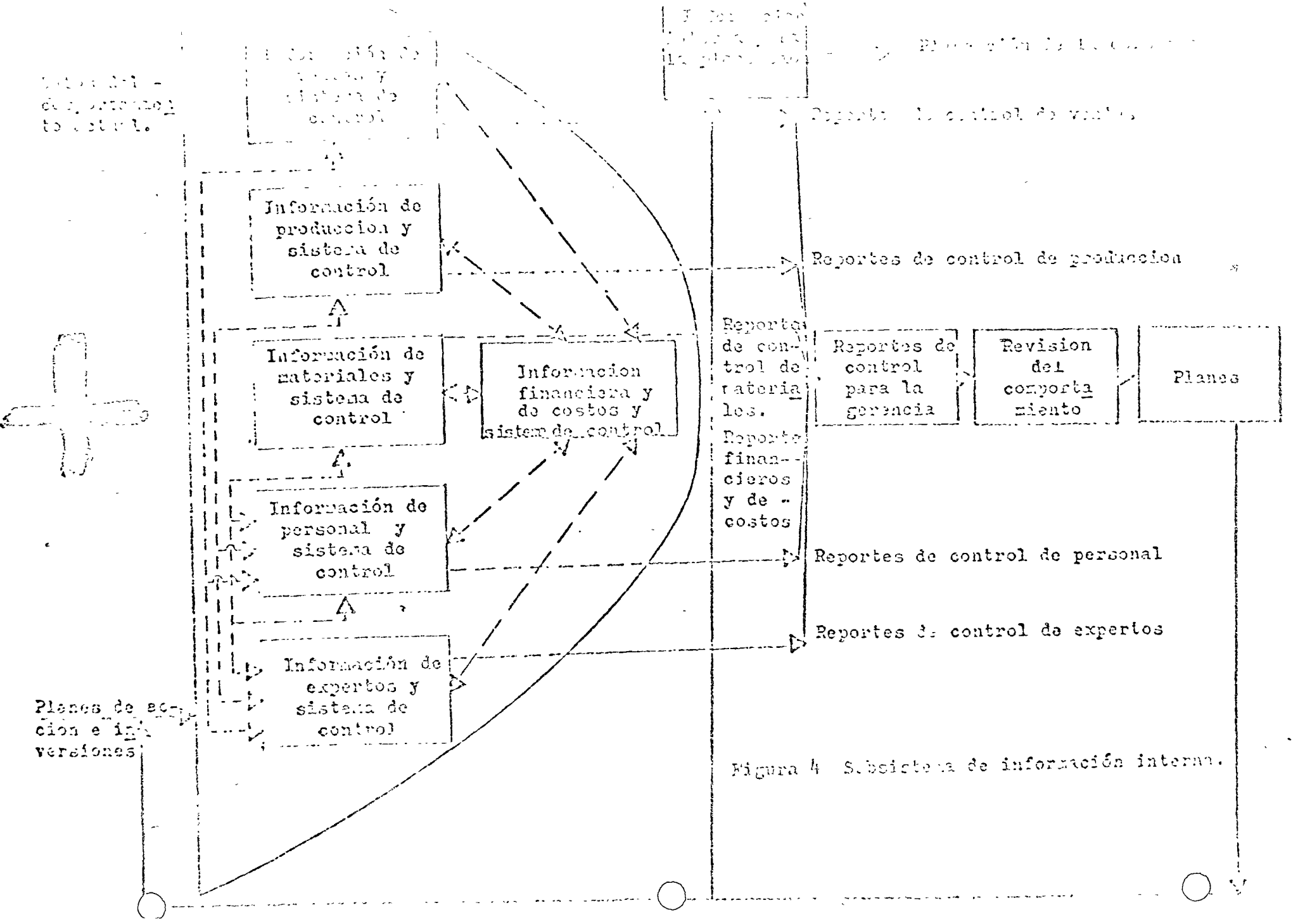


Figura 4 Subsistema de información interna.

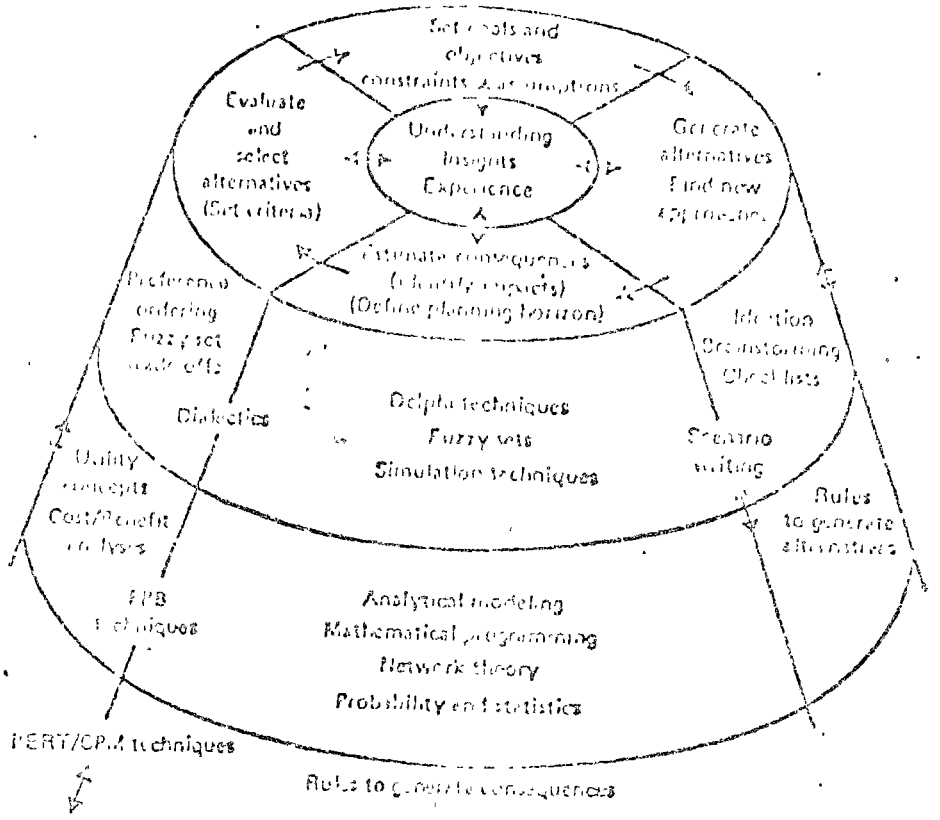


Figure 2-3. Gaku's framework.

2-6-2 Composite Structure: The Basic Framework of Gaku

Gaku's framework, which incorporates both of the structural characteristics shown in Figs. 2-1 and 2-2, is shown schematically in Fig. 2-3. It consists of a truncated cone structure with the top surface showing the four-step feedback loop similar to that in Fig. 2-1. The tower-like appearance of the structure suggests the hierarchical nature—the higher on the cone, the nearer to the conceptual stage of planning. The four sections at the top with clockwise arrows indicate the [illegible] of steps, but two-way arrows connecting [illegible] four sections indicate that any section [illegible] completing the visits to all four sections in sequence. These four sections and the common center comprise a guiding mechanism for interaction, which is called a "user-modifiable feedback loop."

A variety of decision-aiding tools and techniques are shown along

I. EL MARCO DE LA PLANEACION

TECNICAS APLICABLES A LA PLANEACION

1. BRAINSTORMING: DINAMICA DE GRUPO DISENADA QUE PROPICIE LA CREATIVIDAD E IMAGINACION MEDIANTE UNA EXPOSICION DESINHIBIDA DE IDEAS
2. DELPHI TECHNIQUE: PROCEDIMIENTO SISTEMATICO DE COLECCION DE OPINIONES DE EXPERTOS PROPICIANDO LA CONVERGENCIA AL CONSENSO MEDIANTE LA RETROALIMENTECION
3. EXPERT OPINION
4. LITERARY FICTION
5. SCENARIOS: CONSTRUCCION IMAGINATIVA DEL FUTURO MEDIANTE UNA SECUENCIA LOGICA DE EVENTOS BASADOS EN SUPUESTOS ESPECIFICADOS Y LAS CONDICIONES INICIALES
6. HISTORICAL ANALOGY
7. HISTORICAL SEQUENSES
8. CONTENT ANALYSIS
9. SOCIAL ACCOUNTING
10. PRIMARY DETERMINANT: INTERPRETACION DE EVENTOS Y CONDICIONES SOCIOCULTURALES, -

PADADO PRESENTE Y FUTURO EN TERMINOS DE LAS CONSECUENCIAS DE UN FACTOR DETERMINATE

11. TIME SERIES EXTRAPOLATION

12. CONTEXTUAL MAPPING

13. RELEVANCE TREES

14. DECISION MATRICES

15. DETERMINISTIC MODELS

16. PROBABILISTIC MODELS

17. GAMING: PROPORCIONA UN PRESENTE O FUTURO OPERACIONAL SIMULADO PERMITIENDO MULTIPLES INTERACCIONES ENTRE LOS JUGADORES

18. OPERATIONAL SIMULATION

19. BENEFIT-COST ANALYSIS

20. MATRICES INSUMO PRODUCTO

21. DIALECTICAL PLANNING

22. PERT-CPM

23. PLANNING, PROGRAMMING AND BUDGETING (PPB)

24. NORMATIVE PLANNING

25. CONFRONTATION TECHNIQUES

ment. The planning/system development space has a significant property, probably not obvious at first glance. In essence, it indicates that all levels of planning occur at all points throughout the system development process. That is, normative, strategic, tactical, and operational planning occur not only when the system is still a gleam in someone's eye, but also throughout the definition, design, operation, and obsolescence of the system. This portrayal thus emphasizes both the gestalt nature of planning and its evolutionary thrust. It also provides a backdrop for scientific test and evaluation of planning in a systems context.

Note that planning techniques are distributed in the system development/planning stage space in Fig. 1-5 in six groups. Starting from earliest planning and earliest system development stages, the first group of techniques consists of brainstorming, Delphi, expert opinion, scenarios, dialectical planning, confrontation, contextual analysis,

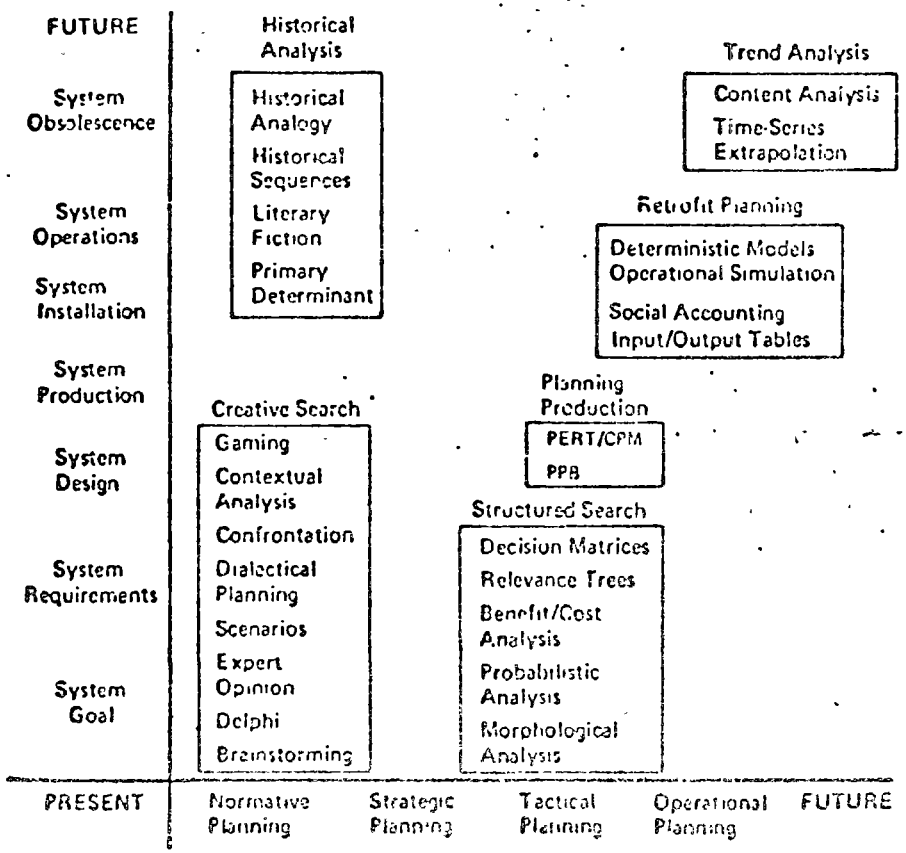


Figure 1-5. Temporal distribution of planning techniques in system planning and system development.

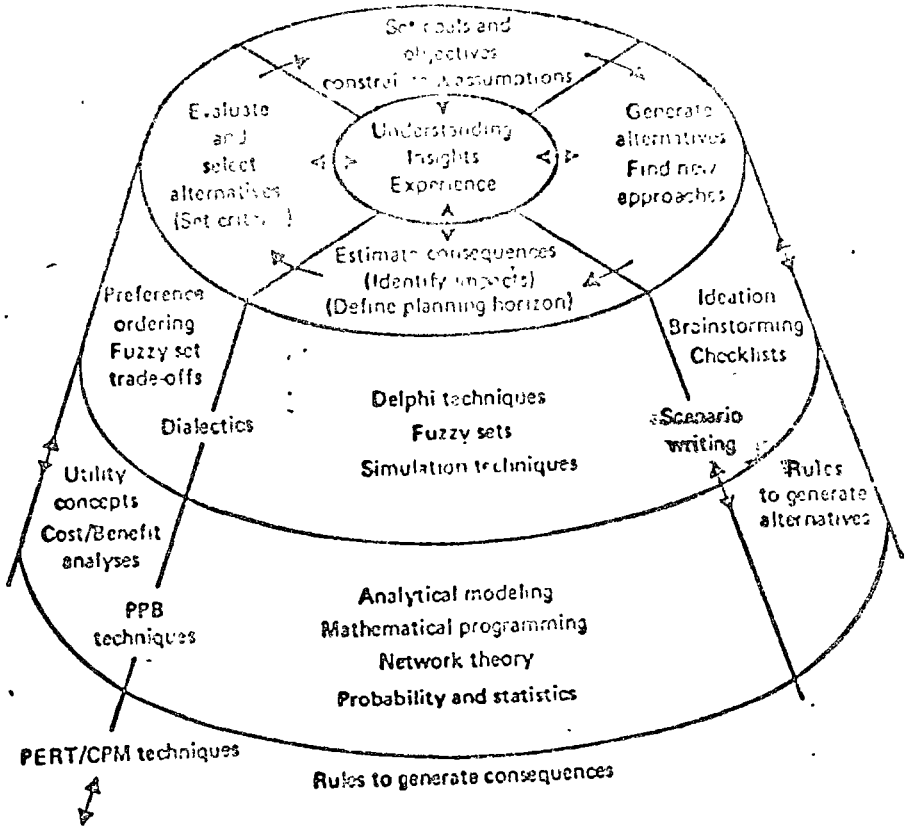


Figure 2-3. Gaku's framework.

2-6-2 Composite Structure: The Basic Framework of Gaku

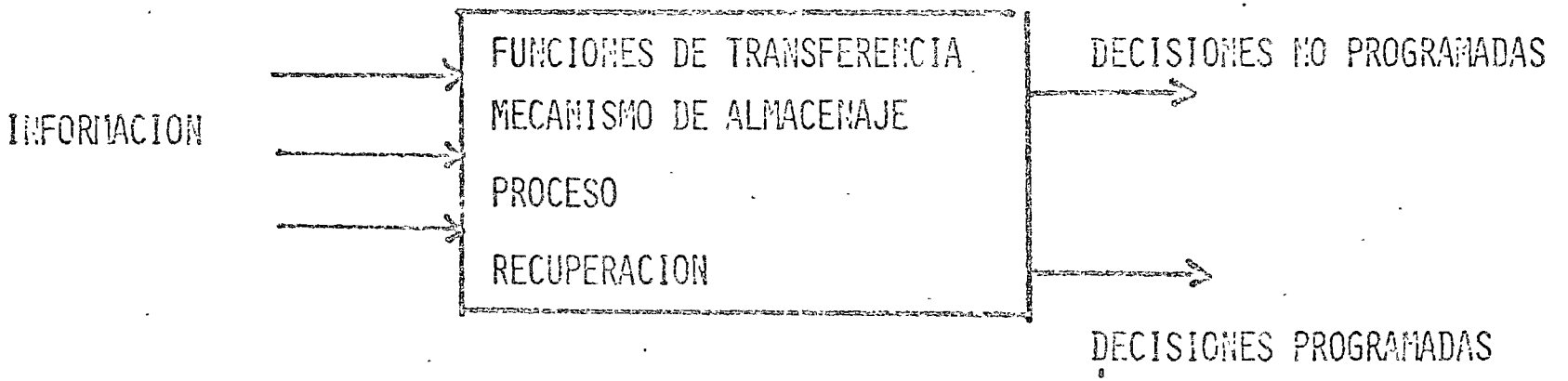
Gaku's framework, which incorporates both of the structural characteristics shown in Figs. 2-1 and 2-2, is shown schematically in Fig. 2-3. It consists of a truncated cone structure with the top surface showing the four-step feedback loop similar to that in Fig. 2-1. The tower-like appearance of the structure suggests the hierarchical nature—the higher on the cone, the nearer to the conceptual stage of planning. The four sections at the top with clockwise arrows indicate the usual sequence of steps, but two-way arrows connecting the center circle with each of the four sections indicate that any section may be revisited at any time before completing the visits to all four sections in sequence. These four sections and the common center comprise a guiding mechanism for interaction, which is called a "user-modifiable feedback loop."

A variety of decision aiding tools and techniques are shown along

II. EL SISTEMA DE INFORMACION

- EL SISTEMA DE INFORMACION INCLUYE TODOS LOS COMPONENTES HUMANOS Y AUTOMATICOS INVOLUCRADOS EN LA TOMA DE DECISIONES LA COORDINACION Y EL CONTROL

- CATEGORIA DE INFORMACION: PARA DECISIONES NO PROGRAMADAS
  PARA DECISIONES PROGRAMADAS



DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE APLICACIONES DE LA INGENIERIA DE SISTEMAS A LA GESTION DE EMPRESAS (DEL 14 DE OCTUBRE AL 25 DE NOVIEMBRE DE 1976)

NOMBRE Y DIRECCION	EMPRESA Y DIRECCION
1. JORGE ALVA BARROSO Dr. Balmis 82-7 Col. Doctores México 7, D. F. Tel: 5-78-11-89	S.E.P. Parque Vía y Calzadas de las Armas Rosario A. Tel: 5-61-92-77
2. ING. EDUARDO BAROUSSE MORENO Providencia 815-5 Col. del Valle México 12, D. F.	DIN INGENIEROS, S.C. Quintana Roo 141-403 Col. Hipódromo México 11, D. F. Tel: 5-64-74-31
3. E. ARTURO CABALLERO RIVERO Escuadra No. 66 Col. Sevilla México 8, D. F. Tel: 7-68-01-77	SUBDIRECCION DE EVALUACION Y ACREDITACION, S.E.P. Parque Vía y Calz. Armas Azcapotzalco Tel: 5-61-92-77
4. ING. CARLOS DANIEL CALDERON V. Av. de los Maestros 560 Bis. Col. Nueva Sta. María México 16, D. F. Tel: 5-56-80-02	CENTRO NACIONAL DE INFORMACION Y ESTADISTICAS DEL TRABAJO Patriotismo No. 98 Escandón México 18, D. F. Tel: 2-77-47-22
5. ING. ALBERTO CALVET WARNERY Plaza Turipal No. 11 Arboledas Edo. de México	INDUSTRIAS RESISTOL, S.A. Pte. Masaryk No. 61 Col. Polanco México 5, D. F. Tel: 5-31-75-00
6. ING. ERNESTO ESPEJEL ZAVALA Lizardi 92 C. Novelistas Cd. Satélite Edo. de México Tel: 5-62-97-89	INSTITUTO MEXICANO DEL INVESTIGACIONES TECNOLOGICAS, A.C. Legaria 694 Col. Irrigación México 10, D. F. Tel: 5-57-10-11
7. GUADALUPE GOMEZ YAÑEZ Calle 21 No. 25 Col. Pro-Hogar México 15, D. F. Tel: 5-67-12-98	BUFETE INDUSTRIAL, D Y P., S.A. Tolstoi No. 22 Col. Anzures México 5, D. F. Tel: 5-33-15-00

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE APLICACIONES DE LA INGENIERIA DE SISTEMAS A LA GESTION DE EMPRESAS (DEL 14 DE OCTUBRE AL 25 DE NOVIEMBRE DE 1976)

NOMBRE Y DIRECCION	EMPRESA Y DIRECCION
8. ING. ROBERTO HEATLEY CORTES Augusto Rodín No. 358-307 Col. Nochebuena México 19, D. F. Tel: 5-98-16-35	SOCIEDAD DE EXALUMNOS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA Tacuba No. 5 Mezzanine México 1, D. F. Tel: 5-12-33-53
9. ING. JORGE MALOTTKY CASTAÑEDA Retorno 4 Sur 12-B No. 41 (Casa Altos) Col. Agrícola Oriental México 9, D. F. Tel: 7-63-19-62	PHILCO, S.A. Clavel No. 157 Col. Sta. Ma. la Ribera México, D. F. Tel: 5-47-46-00
10. ING. JOSE A. MARTINEZ FRIAS Olmos No. 235 Col. Villa de las Flores Coacaldo, Edo. de México	SUBDIRECCION DE EVALUACION Y ACREDITACION Parque Vía y Calzada de las Armas Rosario, Atzcapotzalco Tel: 5-61-92-77
11. ING. FERNANDO A. MENDOZA DEL OLMO Bahía de Perola No. 46-Bis Col. Verónica Anzures México 17, D. F. Tel: 5-45-88-02	IMPLEMENTOS AGRICOLAS MEXICANOS, S.A Av. Norte Sur No. 4 Naucalpan de Juárez Edo. de México Tel: 5-76-54-55
12. ING. ALBERTO MERCADO HERNANDEZ Piramides No. 41 Col. Claveria México 16, D. F. Tel: 5-27-44-27	I.M.I.T., A.C. Legaria No. 694 México 10, D. F. Tel: 5-57-10-11
13. ARQ. OSCAR R. MORALES ROJAS La Fontaine 243 Col. Polanco México 5, D. F. Tel: 2-50-09-21	U.N.A.M. PATRIMONIO Torre Rectoria - 1er. Piso Ciudad Universitaria México 20, D. F. Tel: 5-48-99-37
14. JUAN C. ELORZA PEREZ TEJADA Castilla No. 56 Col. San Rafael México, D. F. Tel: 5-91-04-36	TELEFONOS DE MEXICO, S.A. Parque Vía 196 Of. 602 San Rafael Atz. México 16, D. F. Tel: 5-61-20-49

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE APLICACIONES DE LA INGENIERIA DE SISTEMAS A LA GESTION DE EMPRESAS (DEL 14 DE OCTUBRE AL 25 DE NOVIEMBRE DE 1976)

NOMBRE Y DIRECCION	EMPRESA Y DIRECCION
15. ING. MARIO RAPOPORT MATZ González de Cosío 826-101 Col. del Valle México 12, D. F. Tel: 5-75-74-33	DIN INGENIEROS, S.C. Quintana Roo 141-403 Col. Hipodromo México 11, D. F. Tel: 5-64-74-31
16. CELIA SOLIS SANCHEZ Rosa Castilla No. 163 Col. Molino de Rosas México 10, D. F.	SUBDIRECCION DE EVALUACION Y ACREDITACION Parque Vía y Calzada de las Armas Rosario Atzcapotzalco
17. ACT. FERNANDO VAZQUEZ GUTIERREZ Benjamín Hill No. 11 Col. Condesa México 11, D. F. Tel: 5-16-84-35	CIA. DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S.A. Melchor Ocampo No. 171 Col. Chapultepec Anzures México, D. F. Tel: 5-46-43-93
18. ING. CARLOS ARTURO VELASCO SMITH Casma No. 581-2 Col. Lindavista México 14, D. F. Tel: 5-67-85-56	QUIRURGICA MEXICANA Lucerna No. 29 Col. Juárez México 6, D. F. Tel: 5-35-80-15
19. ING. JOSE LUIS ZAMUDYO ARIAS Av. San Jerónimo 70-Depto. 5 Villa Obregón México 20, D. F. Tel: 5-48-88-01	OMECSA Av. Insurgentes Sur 1650-10o.Piso México 20, D. F. Tel: 5-34-45-40
20. ROBERTO WONG URREA San Bernabe No. 393 Col. San Jerónimo México 21, D. F. Tel: 5-95-16-45	SECRETARIA DE LA PRESIDENCIA Paseo de la Reforma No. 445-11o.P. Col. Cuauhtémoc México 5, D. F. Tel: 5-11-95-00