

308917

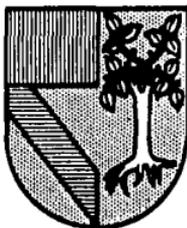
UNIVERSIDAD PANAMERICANA 8

ESCUELA DE INGENIERIA

CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

24



**PROPUESTA DE UNA METODOLOGIA PARA TRANSFORMAR
UN SISTEMA AUTORREGULADO EN ADAPTATIVO, MEDIANTE
MODELOS DE MONITOREO DEL AMBIENTE Y DE SU
INTERACCION CON EL SISTEMA**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
AREA: INGENIERIA INDUSTRIAL
P R E S E N T A
HECTOR MAURICIO TARACENA FIGUEROA

MEXICO, D. F.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1986



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

INTRODUCCION.....	1
1. APOYO TEORICO.....	4
1.1 Introducción.....	4
1.2 Teoría de Sistemas.....	4
1.2.1 Los sistemas.....	4
1.2.2 El enfoque de sistemas.....	8
1.2.3 Las metodologías.....	12
1.3 Los Modelos.....	15
1.3.1 Definición.....	15
1.3.2 Principios para su utilización.....	16
1.3.3 Tipos.....	17
1.3.4 Estructura.....	18
1.3.5 Proceso para su construcción.....	19
1.4 Simulación.....	20
1.4.1 Simulación de sistemas.....	20
1.4.2 Características de la simulación.....	22
1.5 Teoría de Decisiones.....	22
1.5.1 Factores que afectan la toma de decisiones...22	
1.5.2 Diagnóstico del problema.....	23
1.5.3 Enfoques para la toma de decisiones.....	24

2. PLANTEAMIENTO.....	29
3. PROPOSICION DE LA METODOLOGIA.....	49
4. VALIDACION.....	68
4.1 Introducción.....	68
4.2 Descripción del modelo.....	69
4.3 Supuestos.....	76
4.4 Estructura.....	79
4.4.1 Diagrama de flujo.....	80
4.5 Listado.....	82
5. ANALISIS DE RESULTADOS.....	91
CONCLUSIONES.....	108
BIBLIOGRAFIA.....	114
ANEXO 1 (Catálogo de subrutinas).....	116
ANEXO 2 (Catálogo de variables).....	119

INTRODUCCION

La palabra sistema define un conjunto de partes para lograr un conjunto de metas. El ambiente o medio ambiente de un sistema abierto no es tan sólo un algo que está fuera de él y de su control, si no que es algo que determina cómo debe ser el sistema y cómo se debe operar.

El siguiente trabajo trata sobre la importancia que tiene la influencia del ambiente sobre el sistema; de la forma de definir, registrar, seguir y analizar dicha influencia y sus efectos sobre el sistema con la ayuda de una metodología.

La evolución tecnológica de las últimas décadas, en particular en los campos de comunicaciones y los transportes ha propiciado un cambio continuo en las relaciones económicas, políticas y sociales en los centros de poder e influencia mundiales, y en las reglas bajo las que operan las naciones y las grandes organizaciones. Es un hecho innegable que las naciones del mundo están cada día más interrelacionadas, la relación entre el sistema (nación) y el medio ambiente (el mundo) es día con día más estrecha, aumenta en complejidad, velocidad de cambio y grado de influencia. Este fenómeno, no es exclusivo a nivel de las naciones del mundo, se presenta además en todos los sistemas cuya medida de desempeño esté en función del grado de satisfacción que logre de las necesidades del ambiente, es decir, cuando la supervivencia y el desarrollo de un sistema depende

de qué necesidades satisface, de cómo lo hace y de la eficiencia con que lo hace, donde el qué y el cómo son determinados por el medio ambiente, la eficiencia depende del sistema, de su habilidad para conocer el qué y el cómo y para obtener el qué realizando el cómo de forma óptima. Debido a que el ambiente cambia constantemente y su velocidad de cambio va en aumento, se hace necesario que el sistema lleve a cabo continuamente la definición, registro, seguimiento y análisis del comportamiento del ambiente y de sus relaciones con éste. El continuo definir, registrar, seguir y analizar el ambiente y sus relaciones con el sistema, nos proporciona la información requerida para determinar la situación en la que se encuentra el ambiente y el curso que sigue su desarrollo general y el de los aspectos que influyen directamente en el sistema, así como la situación en que se encuentra el sistema con respecto al ambiente. Si comparamos ambas situaciones, obtendremos la diferencia entre lo que el sistema es y lo que demanda de él el ambiente, es decir, entre lo que es y lo que debe ser. Esta diferencia determina cómo se debe operar el sistema y qué curso de desarrollo debe seguir para que logre satisfacer lo que le demanda el ambiente en todo momento de manera eficiente, para que sea lo que debe ser. El proceso anterior, debe hacerse de una forma ordenada y continua, mediante un modelo formal, sin embargo, hasta la fecha no se han diseñado modelos de este tipo aún cuando existen los elementos necesarios para hacerlo.

En concreto, este trabajo propone una metodología que ayude al diseño de modelos de monitoreo del ambiente y de su interacción con el sistema con el que se determine qué debe hacer éste para adaptarse al ambiente a lo largo del tiempo y cómo lo debe hacer.

Este trabajo es el resultado de una serie de razonamientos, basadas en la observación, en los conceptos de teoría de sistemas y en las técnicas de modelos.

La primera parte trata el apoyo teórico que requieren el planteamiento y las técnicas utilizadas, en la segunda se hace el planteamiento, en la tercera parte se propone la metodología, la cuarta parte trata de la validación de ésta, utilizando la simulación en computadora, y la última parte trata del análisis de los resultados obtenidos en la simulación.

CAPITULO 1

APDOYO TEORICO

1.1 INTRODUCCION

En el presente capitulo se verán en términos generales las áreas teóricas en que nos basamos para ubicar la metodología y se tratará de profundizar en los conceptos relevantes, para definir el apoyo teórico lo más claramente posible.

1.2 TEORIA DE SISTEMAS

1.2.1 LOS SISTEMAS

DEFINICION:

En general el concepto de sistema está definido como un conjunto organizado de partes interrelacionadas que buscan un objetivo común y constituyen un "todo" que mantiene su identidad bajo un cierto rango de condiciones.

PARTES:

Para poder hacer explícito el significado de "sistema", es conveniente definir y describir sus características básicas. Según Churchman existen cinco atributos identificables en cualquier sistema: sus objetivos, sus medidas de desempeño, su dirección, sus recursos, sus componentes y su ambiente.

Los objetivos son los estados deseables que un sistema trata de lograr.

Las medidas de desempeño son los criterios que se utilizan para evaluar el grado en que un sistema ha alcanzado sus objetivos o estados deseables.

La dirección de un sistema es la parte de éste que coordina y dirige a las demás partes que lo constituyen, y es responsable de definir los objetivos, las medidas de desempeño y planear y controlar las actividades que en él se realicen.

Los recursos del sistema son todos los medios controlables por la dirección de los que puede disponer para lograr los objetivos; dichos medios incluyen las capacidades tanto tangibles como intangibles.

Los componentes de un sistema son las partes que contribuyen de alguna forma al logro de sus objetivos.

El ambiente de un sistema consiste en todos los factores significativos que afectan el desempeño del mismo pero que no pueden ser controlados por éste.

El ambiente tiene dos formas de influir sobre un sistema: la primera se refiere a lo que el ambiente demanda o espera del sistema, y la segunda a las restricciones que le impone.

JERARQUIA

Si se analiza la definición de sistema se podrá inferir que cualquier sistema es parte de, o se incluye en otro mayor, por lo que se pueden definir sus fronteras y su ambiente en función del propósito de su estudio, de su espectro de posibilidades y del grado de autoridad que tenga la persona que requiera o realice tal estudio.

A partir de la definición de las fronteras del sistema se le podrá ubicar dentro de una jerarquía cuyas niveles se definen en base a las diferencias en el grado de complejidad de los sistemas que componen cada uno de ellos.

Por ejemplo: si se quiere analizar la ciudad de México, se definirá el sistema 'ciudad', que estará compuesto por los sistemas 'delegaciones' y éstos por los sistemas 'colonias', etc. El sistema a su vez será parte del sistema 'estado', y éste del sistema 'país'.

REPRESENTACION

Para poder analizar un sistema es necesario tener una representación clara y sencilla de la situación real que sea manejable, lo cual se lleva a cabo en base a modelos.

En el análisis de sistemas, se suelen utilizar modelos gráficos denominados 'mapeo del sistema', compuestos por una simbología preestablecida que se describe en la figura 1

CLASIFICACION

Agrupados en base a propiedades comunes existen varios tipos de sistemas:

- Naturales: las partes que lo componen y sus funciones están conectadas para formar un todo orgánico integrado.

SÍMBOLOS DE LOS ELEMENTOS DE UN MAPEO

- EN TEORIA DE SISTEMAS

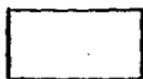


Indica una frontera



Indica relación o interacción.

- EN DINAMICA DE SISTEMAS



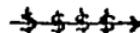
Indica un estado o nivel



Indica un flujo de recursos



Indica un flujo de información



Indica un flujo de dinero



Indica una función de decisión



Indica una fuente o una terminal.

(FIG. 1)

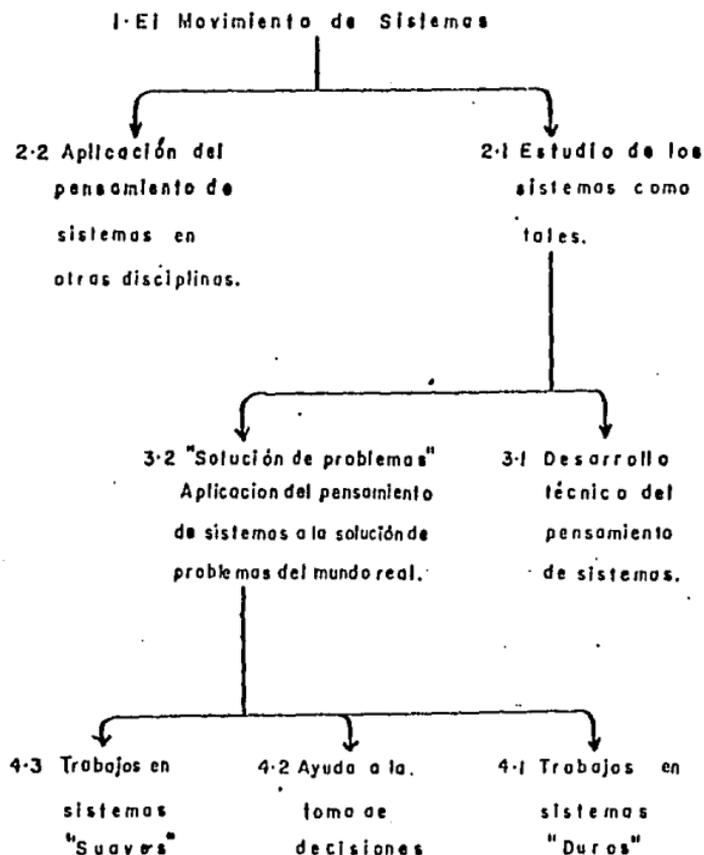
- Artificiales: las partes que lo componen y sus funciones son conectadas por el hombre para formar un todo integrado.
- Abiertas: el sistema afecta y es afectado por el ambiente.
- Cerrados: el sistema no afecta y no es afectado por el ambiente.
- Estables: cuando las variaciones en los valores de sus características básicas permanecen dentro de límites predeterminados.
- Inestables: cuando las variaciones en los valores de sus características básicas exceden los límites predeterminados.
- Adaptativos: cuando un sistema puede reestablecer la estabilidad por sí solo o redefinir sus objetivos y lograr una nueva estabilidad.
- Rígidos: cuando un sistema no es capaz de reestablecer su estabilidad por sí solo.
- Suaves: sus objetivos no están perfectamente definidos y estructurados, no son autorregulables.
- Duros: sus objetivos están bien definidos y son autorregulables.

1.2.2 ENFOQUE DE SISTEMAS

El enfoque de sistemas provee una estructura de análisis que facilita mantener la perspectiva del 'todo' que se esté estudiando mientras se analizan sus partes, al identificar, describir e interrelacionar el proceso y los componentes que constituyen un sistema dado; es decir, es una forma de análisis que tiene una visión amplia de las cosas, no reduccionista, que trata de tomar en cuenta todos los aspectos que afectan el sujeto de análisis y no lo aísla, concentrándose en las interacciones entre las diferentes partes, en lugar de analizar cada una por separado.

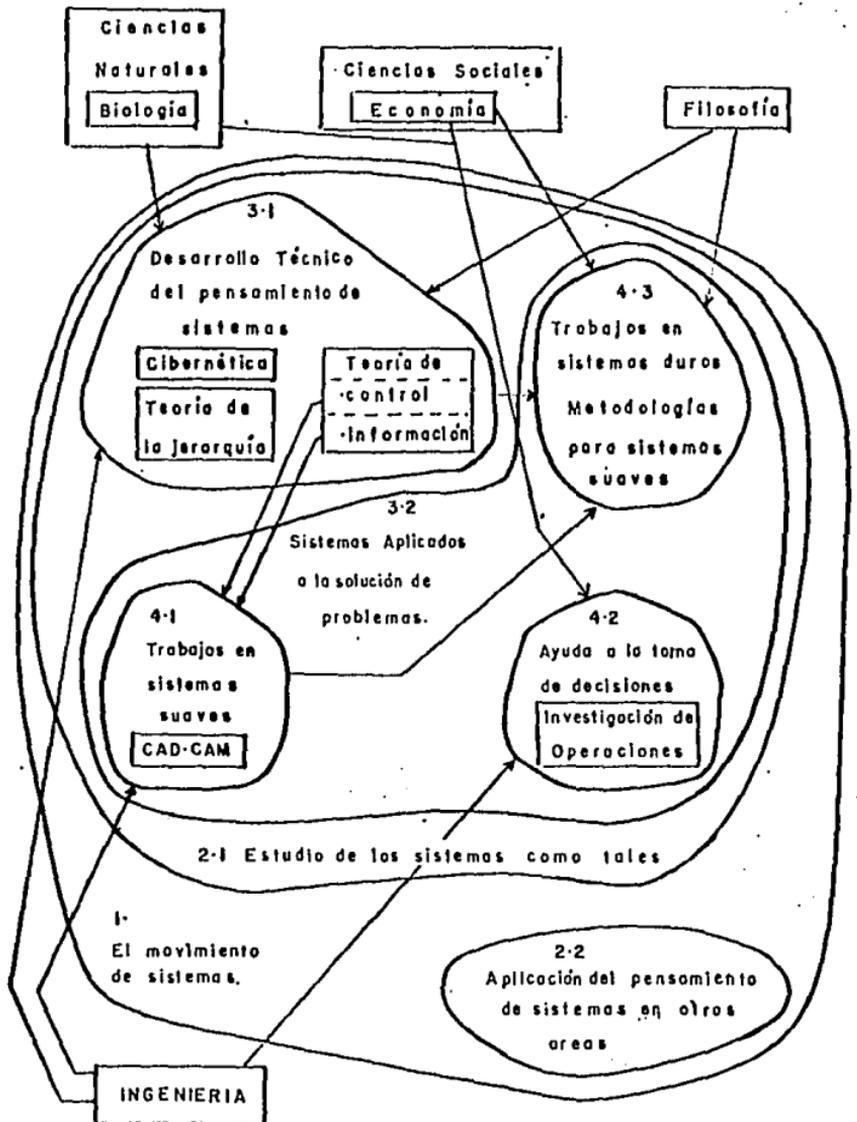
Este enfoque permite observar e interpretar el universo en base a una Jerarquía de 'todos' los sistemas interconectados e interrelacionados, lo cual ha provocado un movimiento de sistemas que se ha ido desarrollando de la siguiente manera:

(EN FORMA ESQUEMATICA)

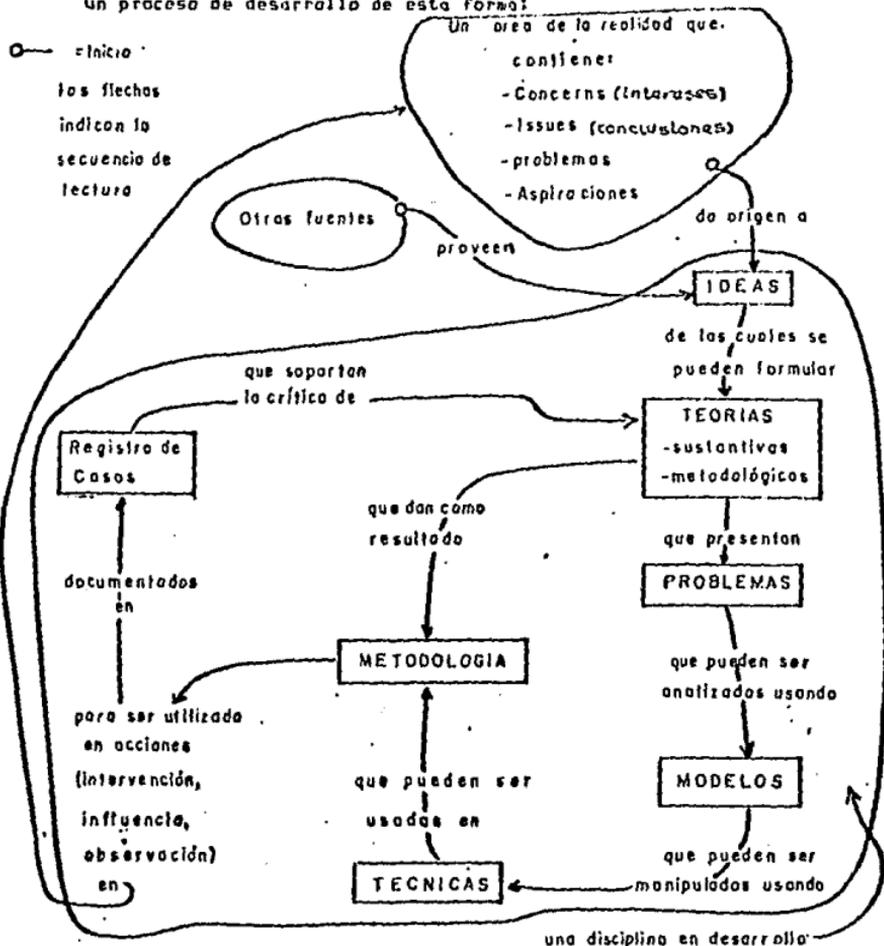


EN FORMA GRAFICA

E indicando las influencias externas mas importantes



Según la teoría general de sistemas, cualquier disciplina sigue un proceso de desarrollo de esta forma:



Esquema de interacción entre actividades y resultados que describe el proceso de desarrollo de cualquier disciplina.

1.2.3 LAS METODOLOGIAS

En sistemas el término metodología se define: como una serie de lineamientos generales bien definidos, que al aplicarse deben dar como resultado métodos para realizar una acción específica.

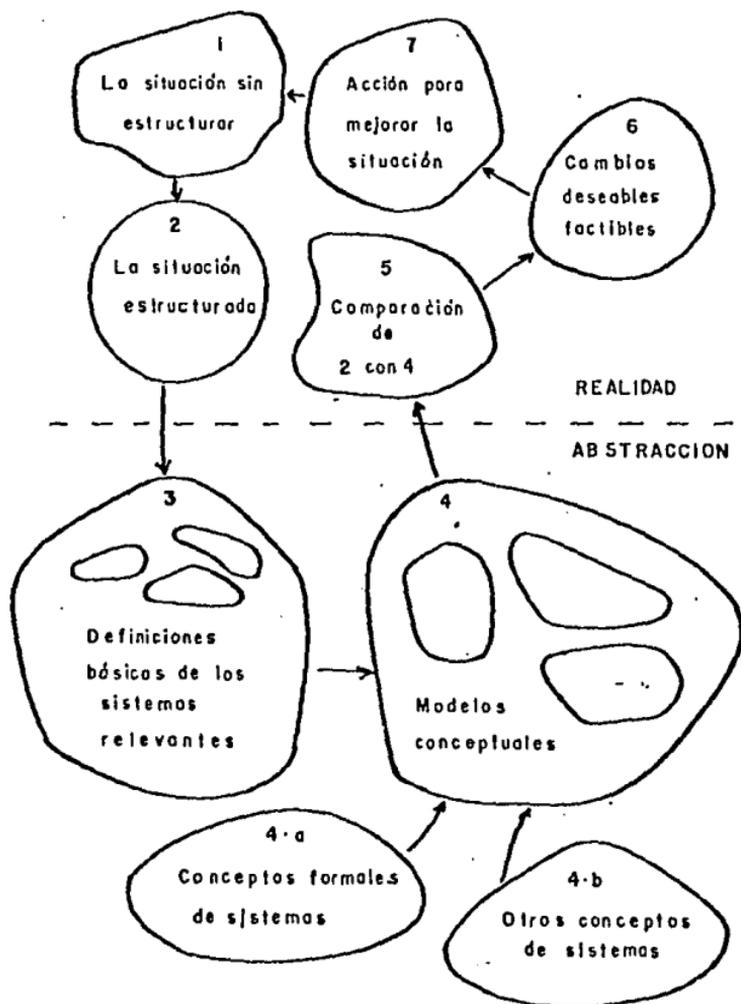
La metodología, está en un nivel intermedio entre una 'filosofía' en el sentido general, no profesional, que define 'el qué', y un 'método' o 'técnico' que define 'el cómo'.

De esta forma la metodología contiene ambos elementos: 'el qué', uno más detallado y concreto que el de la 'filosofía' y 'el cómo' menos preciso que el del 'método' o la 'técnica'. En este sentido, una metodología deberá tener las siguientes características:

- * Debe ser utilizable en situaciones reales.
- * Debe tener el 'qué' lo suficientemente definido como para que provea un estímulo más concreto que el de una 'filosofía'.
- * No debe ser tan preciso como una 'técnica'.
- * Debe permitir incluir juicios, lo cual podría ser excluido por la precisión y,
- * Debe ser de tal forma que cualquier desarrollo de la 'ciencia de sistemas' pueda ser incluido en la metodología y pueda ser utilizado cuando sea apropiado en una situación particular.

A continuación se presenta el diagrama general de una metodología que representa su secuencia cronológica 1 a 7 en sus fases, la cual es flexible.

DIAGRAMA GENERAL DE UNA METODOLOGIA



En la metodología existen dos tipos de actividades, las que se desarrollan en la realidad, (fases 1, 2, 5, 6 y 7) y las que se desarrollan en el enfoque de sistemas (abstracción).

Las fases 1 y 2, buscan expresar la situación que se analiza de la forma más completa posible, sin imponerle una estructura particular tratando de registrar los elementos de la estructura con cambio lento dentro del contexto de la situación y los elementos con proceso de cambio continuo, para formar una visión de 'cómo' se interrelacionan el proceso y la estructura dentro de la situación analizada de manera que se obtenga un espectro completo de la situación relevante.

La fase 3 enumera los sistemas que parecen ser relevantes a la situación definiendo qué son, y no qué hacen, con el objeto de explicar la naturaleza fundamental de tales sistemas, es decir su 'definición básica ó de raíz'.

La fase 4 consiste en construir modelos conceptuales de los sistemas que se han definido en la fase anterior. Se alimenta de las fases 4a y 4b; la primera consiste en utilizar cualquier modelo general de un sistema para verificar que los modelos constitutivos no sean deficientes en sus fundamentos, la segunda consiste en modificar ó transformar el modelo (si se desea) en alguna otra forma que sea adecuada a una situación particular.

La fase 5 lleva el modelo conceptual a la realidad, y ahí lo compara contra la situación que existe, lo cual generará un debate (polémico) entre o con las personas relacionadas a la situación analizada, lo que en la fase 6 determinará los cambios posibles que simultáneamente cumplan con los dos criterios: primero, que tales cambios sean discutiblemente deseables y, segundo, que sean factibles, dadas las estructuras de poder y las actitudes prevaletentes y

habiendo considerado la historia de la situación examinada.

La fase 7 busca llevar a cabo acciones basadas en lo definido en la fase anterior para mejorar la situación. Esto realmente define una nueva situación que puede ya estar analizada mediante lo obtenido con la ayuda de la metodología.

1.3 LOS MODELOS:

La mayor parte del análisis de situaciones reales se basa en la experiencia, y se realiza como un arte. Uno de los desarrollos más importantes en la evolución de la estructura del pensamiento del análisis ha sido el apoyar este proceso con el uso de modelos.

En cierta forma todas las personas analizan las situaciones en base a una imagen mental o "modelo" de una situación que se enfoca sobre las variables relevantes y en como pueden estar relacionadas.

El valor de los modelos en el análisis de sistemas se dá al hacer explícitos tales modelos de forma que podamos corroborar los supuestos en los que se basan y el grado de ayuda que nos puedan prestar para tomar mejores decisiones.

1.3.1 DEFINICION

Modelo: representación o abstracción de las partes significativas y sus interacciones de un sistema real.

Debido a que en la mayoría de los casos no es posible estudiar un sistema experimentando con él -ya que esto sería muy costoso y poco práctico-, y a que para fines de casi todos los estudios no es necesario tener en cuenta TODOS los detalles del sistema, se utilizan los modelos que constituyen una simplificación.

1.3.2 PRINCIPIOS PARA LA UTILIZACION DE MODELOS:

A continuación se describen los distintos puntos de vista que se pueden utilizar para juzgar la información a incluir en el modelo:

- a) Simulación en bloques: descripción del sistema organizado en bloques o subsistemas que simplifiquen la especificación de las interacciones en el sistema, y donde se vea al sistema como un todo en forma de bloques interconectados, un diagrama de bloques simple.
- b) Relevancia: incluir en el modelo solamente los aspectos relevantes del sistema.
- c) Tomar en cuenta la exactitud de la información que se recibe.
- d) Agregación: grado con el que se pueden agrupar las distintas partes en entidades más grandes y complejas.

El desarrollo de modelos se hace siguiendo los propósitos de:

- * Describir alguna parte de la realidad (el sistema que se estudia)
- * Entender la estructura y funcionamiento del sistema
- * Predecir el comportamiento de un sistema como un todo ó de sus partes bajo condiciones diversas.
- * Prescribir ó controlar el comportamiento del sistema para que logre sus objetivos de la manera más eficiente.

El proceso de análisis de sistemas se facilita usando modelos:

- Al representar únicamente las partes de la realidad que son relevantes así como su interacción, que simplifica el sistema al reducir su complejidad.
- Y, tener la capacidad para generalizar a partir del modelo facilita el estudio del mismo sistema bajo condiciones diferentes o bien, el entendimiento de otros sistemas similares.

1.3.3 TIPOS DE MODELOS

1) En base a su habilidad para generalizar

- a) icónicos: reproducción del sistema a una escala diferente
- b) análogos: representación de un tipo de sistema o variable mediante otro tipo de sistema o variable.
- c) matemáticos: representación de las actividades clave del sistema mediante variables matemáticas, los aspectos fijos por constantes y las relaciones relevantes por medio de ecuaciones, desigualdades o relaciones lógicas.

2) En base al horizonte de planeación dentro de los modelos matemáticos existen:

- C.1 Estático.- define qué ocurrirá al tomar ciertas decisiones en un sólo periodo de planeación.
- C.2 Dinámico.- provee soluciones para periodos sucesivos conforme se va disponiendo de nueva información.
- C.3 Determinístico.- cuando todas las variables del modelo se comportan en forma predecible, no permite incertidumbre en las variables y sus relaciones.
- C.4) Probabilístico.- cuando se toma en cuenta la incertidumbre en una o más variables del modelo y se obtiene la solución para un periodo de tiempo.
- C.5) Estocástico.- cuando se toma en cuenta la incertidumbre y se obtienen soluciones para periodos sucesivos.

3) En base al propósito de aplicación:

- a) descriptivo
- b) normativo

4) En base al método de solución que utilizan:

a) analítico.- métodos matemáticos

b) simulación.- el modelo que imita el comportamiento de un sistema con la ayuda de una computadora.

1.3.4 ESTRUCTURA DE LOS MODELOS

La estructura de los modelos se subdivide en dos partes, la primera se refiere al objeto que se persigue (la función objetivo utilizada para medir el desempeño del sistema). La segunda a la interacción de los componentes del sistema y a las restricciones internas y externas a las que están sujetas sus actividades (interrelaciones funcionales y restricciones del sistema).

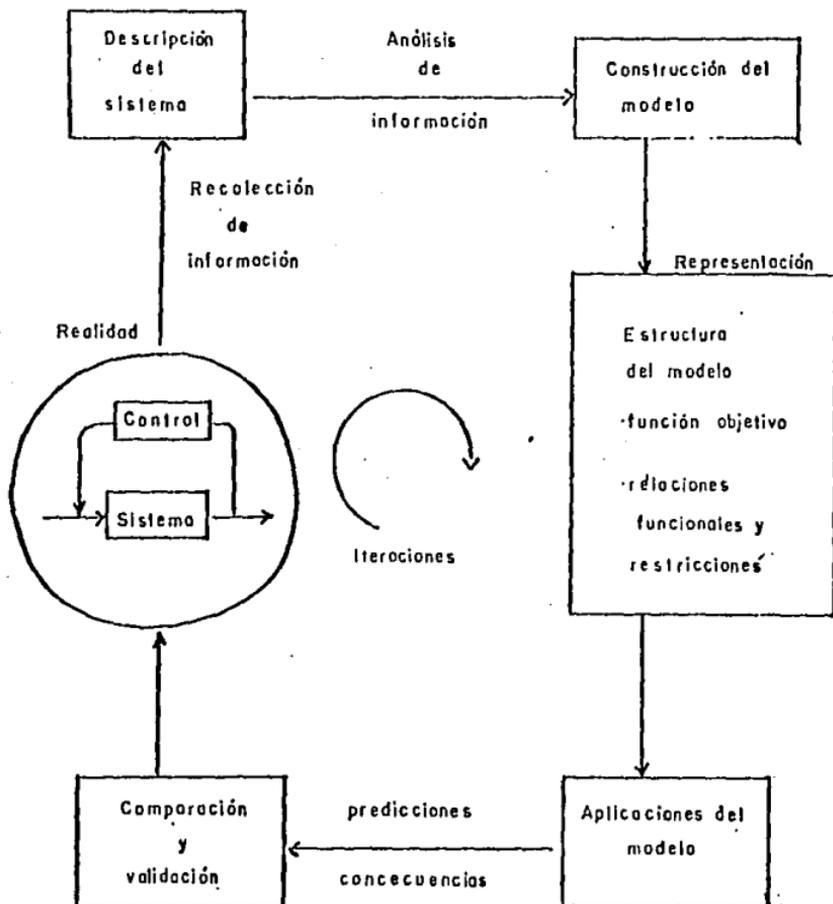
La función objetivo es la expresión cuantitativa del criterio para evaluar el desempeño del sistema en función de sus actividades, es decir, de las variables controlables y los no controlables.

Las interrelaciones funcionales son relaciones matemáticas que describen las condiciones de operación del sistema.

Las restricciones del sistema son desigualdades que describen las condiciones impuestas por el ambiente.

Para utilizar un modelo en la toma de decisiones, es necesario definir relaciones matemáticas que permitan tomar decisiones sobre variables controlables en función de variables no controlables y realizar un análisis de sensibilidad para la solución obtenida que mida el efecto que tienen sobre la eficiencia del sistema los cambios en sus características o en las del ambiente.

1.3.5 PROCESO PARA LA CONSTRUCCION DE UN MODELO



1.4 SIMULACION

1.4.1 SIMULACION DE SISTEMAS

Simulación es una técnica de análisis que utiliza el modelo de una situación o de un sistema y lo manipula, es decir, lleva a cabo una representación del comportamiento dinámico del sistema al moverlo de un estado a otro de acuerdo a decisiones de operación bien definidas con el objeto de imitar el comportamiento discreto o continuo del sistema a lo largo del tiempo para evaluar su desempeño. Se puede utilizar en modelos de cualquier tipo y puede ser estática o dinámica, determinística o estocástica. En la manipulación se realizan una serie de experimentos para probar los supuestos del sistema o evaluar políticas de operación a su desempeño.

El propósito de la simulación es:

- 1) Entender la estructura y operación de un sistema, de manera que se pueda explicar el comportamiento
- 2) Predecir el comportamiento de un sistema real a lo largo de su evolución en el tiempo, y
- 3) Evaluar los efectos de los cambios en la estructura o políticas de operación, a partir de los conocimientos obtenidos a través de una experimentación con un modelo dinámico del sistema, es posible influenciar o controlar el comportamiento futuro del sistema real.

Existen varias razones por las que se utiliza la simulación, generalmente es porque el sistema real bajo estudio es muy complejo como para ser representado por modelos analíticos, o en caso de que pudieran representar el sistema real, son muy difíciles de resolver, y además por lo general, no es posible experimentar con él.

Los métodos de simulación se pueden clasificar con base en diferentes tipos de criterio: el grado de abstracción del modelo (matemático, físico, etc), el grado de involucramiento humano en la simulación (competitivo, cooperativo, etc), o el grado de utilización de computadoras.

El objetivo principal de la simulación, es predecir y evaluar el comportamiento del sistema real, para lo cual se necesita una descripción acertada de los componentes clave y las reglas con las que es dirigido el sistema:

- Las variables de estado del sistema que son atributos del sistema que cambian con el tiempo, existen dos tipos: las variables exógenas independientes o de entrada (determinadas fuera del sistema); y las variables endógenas dependientes o de salida (generadas dentro del sistema).

- Los parámetros del sistema, son atributos del sistema que se mantienen sin cambio durante la simulación del sistema.

- Las reglas de decisión: conjunto de respuestas predeterminadas que toma el sistema sobre las variables controlables o dependientes a los valores que asumen las variables independientes.

El procedimiento para realizar una simulación es similar al utilizado en la construcción de modelos con algunas variaciones y es el siguiente:

- 1) formulación cuantitativa del problema
- 2) construcción del modelo de simulación
- 3) diseño de experimentos para recolección de datos
- 4) escribir y probar el programa de computadora
- 5) correr y validar el modelo
- 6) evaluación de los resultados de la simulación.

1.4.2 CARACTERISTICAS DE LA SIMULACION

Ventajas:

- 1) es versátil para el estudio del comportamiento de sistemas dinámicos complejos, sin utilizar matemáticas avanzadas.
- 2) hace posible comprimir el tiempo real (años a segundos) y elevar las decisiones basándose en un comportamiento imitado.
- 3) permite experimentar cuando esto es imposible en un sistema real.
- 4) la simulación requiere de cooperación directa de los directores y analistas con experiencia, lo cual lleva a una representación más real y una mayor facilidad para implementar las decisiones adoptadas.

Desventajas:

- 1) es un método relativamente caro.
- 2) los resultados pueden tener errores de muestreo, caros de corregir.
- 3) es descriptiva, no normativa.
- 4) los resultados sólo se aplican al sistema para el que se construyó el modelo.

1.5 TEORIA DE DECISIONES

Un estímulo es una acumulación de presión que motiva una acción para obtener un cambio.

En los individuos, el estímulo negativo es generalmente una sensación de disgusto por el estado actual o porque no se ha logrado algún desarrollo dentro de lo planeado, por lo que se provoca el deseo de lograr un cambio muchas veces dentro de un periodo de tiempo definido.

1.5.1 FACTORES QUE AFECTAN LA TOMA DE DECISIONES

- El número de tomadores de decisiones afecta el cómo se llega a tomar la decisión, en función del poder y la información que tenga cada uno.

- Los individuos o grupos con influencia.

- El ambiente, determinado por aspectos económicos, sociales, tecnológicos, etc, y otras características.

Las decisiones pueden ser programadas y no programadas. Las programadas son cursos de acción predeterminados para situaciones normales, y las no programadas se toman en situaciones anormales o imprevistas en donde existe algún problema.

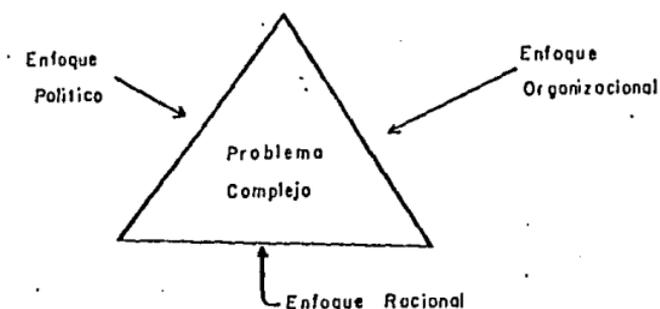
1.5.2 DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA

En un sistema, un problema se detecta cuando uno o varios de sus componentes no funciona como se espera; por ejemplo: tiempo perdido, ausentismo o cambios drásticos de ambiente (tecnología nueva, escasez de recursos o reglamentos).

Es común que cuando se estudian los síntomas de lo que se cree que es el problema, se encuentren causas ocultas en otras partes de la organización.

La rapidez del diagnóstico del problema depende del sistema de información utilizado y de su interpretación; una vez definido el problema se puede analizar de tres formas o puntos de vista denominados enfoques para la toma de decisiones.

1.5.3 ENFOQUES PARA LA TOMA DE DECISIONES



ENFOQUE RACIONAL

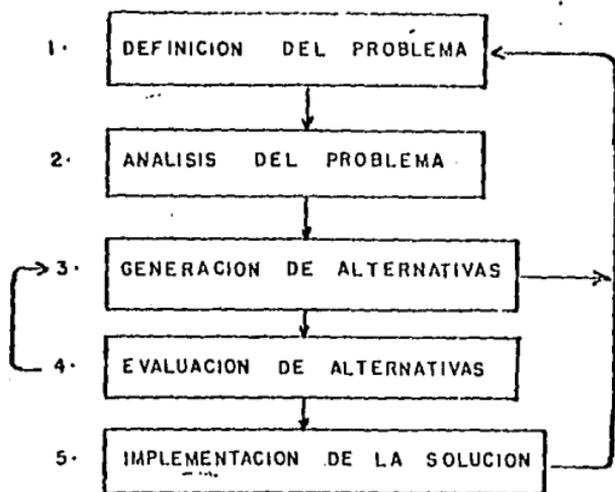
El enfoque racional se basa en los siguientes supuestos:

- * sólo hay un tomador de decisiones, el cual tiene un método consistente y que comprende bien para expresar sus preferencias; si la decisión involucra varias personas, se asume que actúan como una.

- * el objetivo es seleccionar la alternativa que permita al tomador de decisiones satisfacer al máximo un objetivo o criterio dado.

- * el tomador de decisiones tiene información completa acerca de las alternativas disponibles, sus resultados y sus valores.

PROCESO QUE SIGUE EL ENFOQUE RACIONAL

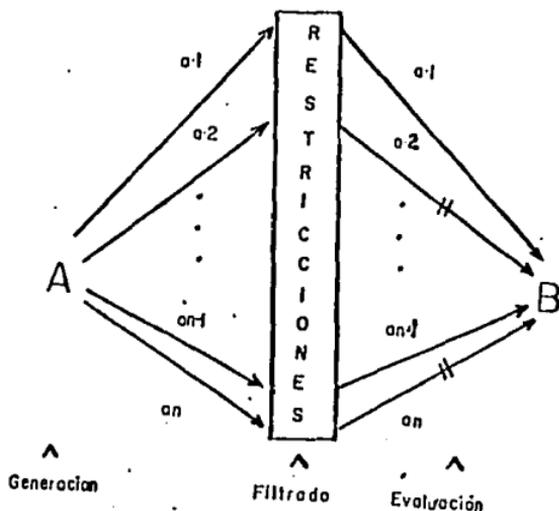


1) Recolección de información, clasificación, definición de los estados A y B en base a las características más significantes del sistema, el criterio para evaluar las alternativas y el lapso de tiempo que se tiene para resolver el problema, pasar de A a B.

2) Especificar los componentes claves del sistema en donde ocurre el problema, sus propiedades básicas y sus interrelaciones significativas, lo que mejora la comprensión del sistema. Para esto se utilizan los modelos para identificar variables críticas, interacciones y características dinámicas del comportamiento del sistema. La interpretación adecuada de las condiciones actuales, lleva a especificar las restricciones internas y externas que disminuyen el rango de opciones o alternativas para A y B; externas

(no se tiene control "ambiente"), internas (límites en capacidad, en preparación humana).

GENERACION Y EVALUACION DE ALTERNATIVAS



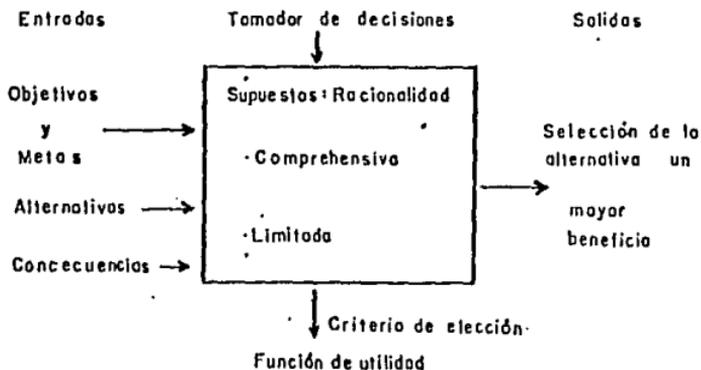
3) Generación de alternativas, el formular opciones o cursos de acción para llegar de A a B, debe ser creativo, fluir libremente y espontáneamente.

4) Evaluación de alternativas en función de lo obtenido en la fase dos; clasificando las alternativas en base a los criterios definidos en la fase uno, se logra filtrar algunas de las alternativas. Cuando se tienen múltiples criterios, se selecciona uno predominante y se toman a los demás como constantes o bien, se asignan pesos relativos a cada criterio y se evalúan las opciones, para obtener la mejor alternativa.

5) Lo anterior no sirve si no se aprovechan todas las oportunidades

que se tengan para implementar la alternativa óptima, por lo que desde el inicio de la fase uno, se debe dar a conocer a los responsables de la aprobación del cambio la necesidad del mismo, para que ellos transmitan esa necesidad y pidan la cooperación del personal que va a implementar la alternativa óptima durante su instalación, operación y mantenimiento para evitar la resistencia al cambio.

ELEMENTOS CLAVE PARA EL ENFOQUE RACIONAL



ENFOQUE ORGANIZACIONAL.

Las partes del sistema actúan siguiendo patrones predeterminados o reacciones, en lugar de llevar a cabo una selección consciente entre alternativas bien definidas.

Es necesario que exista una coordinación entre sus partes y la gente que las opera, a través del uso rutinario de reglas de decisión llamadas: "Procedimientos estándar de operación". Tomando en cuenta la capacidad humana para manejar mentalmente las variables significativas; se subdividen los problemas por áreas o entidades, y se trata de satisfacer, más no optimizar; por lo tanto, la búsqueda de alternativas es secuencial y termina al satisfacer la necesidad aunque no sea de la forma óptima, por lo que el espectro es reducido.

Los análisis no son a largo plazo para evitar tratar con incertidumbre, por lo tanto, se buscan soluciones inmediatas, desarrollándose un repertorio de procedimientos.

ENFOQUE POLITICO

Las decisiones son el resultado de la negociación política entre los participantes involucrados, con capacidad para influir en los solidos. Algunos factores que influyen son:

- tomadores de decisiones
- su forma de involucrarse
- proceso que siguen para llegar a una respuesta
- características que deberá tener la respuesta política.

CAPITULO 2

PLANTEAMIENTO

En teoría de sistemas, el ambiente se define como un conjunto constituido por los factores significativos que afectan al sistema y que no pueden ser controlados por éste. Tales factores, lo pueden afectar de tres formas ó en tres aspectos generales; el de la demanda, el de los recursos y el de las restricciones. El primero, se refiere a qué es lo que requiere el ambiente del sistema, cuál es la necesidad que va a satisfacer, en qué cantidad, a qué velocidad, con qué calidad, en dónde, cuándo y a cambio de qué (cuál debe ser el producto de su actividad y que beneficio puede esperar a cambio de ésta). El segundo se refiere a los recursos que el sistema puede obtener en el ambiente (cuáles, cuánto, cuándo, dónde, a qué velocidad, con qué calidad y a qué costo), para satisfacer el aspecto de la demanda y el tercero, a las restricciones provocadas por los recursos que no están disponibles con las características que se requieran y las limitaciones legales, políticas y sociales que existan para el desarrollo de las actividades del sistema. De lo anterior se deduce

que un sistema se debe diseñar y operar en función de el ambiente en el que va a existir. Los factores (incluyendo al sistema) pueden ser vistos, esencialmente, como un conjunto de elementos y estados más o menos distinguibles ya sea que se diferencien en función de relaciones o propiedades espaciales y/o temporales de los demás elementos y que los caracterizan como una variedad del ambiente (que es la suma de los elementos con las mismas relaciones o propiedades) o en función de las relaciones estables causales espaciales o temporales entre dichos elementos o las variedades que conformen, este tipo de relaciones serán las restricciones.

Si los elementos están relacionados de una forma muy casual, en la que exista la misma probabilidad para cada uno de ellos de relacionarse con cualquier otro, habrá caos; o una completa aleatoriedad y por lo tanto no habrá restricciones.

El ambiente natural, está caracterizado por un grado relativamente alto de restricciones (relaciones causales) sin el cual el desarrollo del conocimiento no hubiera sido posible. Los sistemas cerrados, pueden existir en cualquier tipo de ambiente ya que no tendrán alguna interacción con éste, esto es, que no les afecta en nada lo que sucede fuera de ellos. Esto no ocurre en el caso de los sistemas abiertos, los cuales mantienen un grado de interacción con el ambiente, es decir, que su actividad tiene un efecto en el ambiente y que los cambios del ambiente en los aspectos de demanda, recursos y restricciones modifican su desempeño, lo que se traduce en una desestabilización ya que las condiciones para las que fue diseñado han cambiado.

Cuando un sistema pierde estabilidad debido a alguna sobrecarga o alguna otra razón, el desequilibrio resultante puede propiciar cambios

importantes en sus características o más aún, su destrucción. Esto puede ser evitado sólo a través de acciones diseñadas para recobrar su estabilidad, redefinir su diseño o cambiar de ambiente, para lo cual es necesario que el sistema logre y mantenga una comunicación con su ambiente, y además que pueda procesarla para obtener los datos de qué es lo que está sucediendo en él, hacia donde va y en base a esto, qué debe hacer.

Como se mencionó en el capítulo uno, un sistema es adaptativo cuando puede reestablecer su estabilidad por sí mismo o modificar sus objetivos. En este tipo de sistema los efectos de desequilibrio provocados por causas ambientales o internas, activan automáticamente mecanismos de autocorrección diseñados para reestablecer la estabilidad o lograr una nueva condición estable en el sistema.

Esta propiedad está presente en menor extensión en los sistemas artificiales que en los naturales. La capacidad de adaptación de dichos sistemas depende de su estructura y de su 'sistema nervioso', es decir, del grado de coordinación e interacción de sus componentes, determinados por su sistema de información.

Los sistemas pueden tener distintos grados de adaptabilidad, siguiendo este criterio se pueden clasificar dentro de las siguientes categorías:

a) los sistemas estáticos o en equilibrio que están relativamente cerrados, para poder lograr el equilibrio continuamente pierden estructura y poseen un mínimo de energía libre.

b) El sistema autorregulado, es un sistema que está en proceso, en desarrollo, no está en equilibrio, mantiene un nivel moderado de energía dentro de los límites controlados. Una característica muy importante, es el mecanismo que utiliza para mantener su estructura

dada dentro de los límites preestablecidos, esto se lleva a cabo en base a circuitos de retroalimentación de información o energía producida por los intercambios que realiza con su ambiente, esto es utilizado para activar una autorregulación (el mantenimiento de la estructura) más que para una adaptación (el cambio de la estructura),

c) El sistema adaptativo simple también es abierto, y está en continuo desarrollo, pero en este caso la retroalimentación de información o energía con el exterior puede activar además de una autorregulación una adaptación, cuando ésta sea necesaria. Este tipo de sistema es abierto externamente, ya que se adapta en base a estímulos contenidos en el intercambio que mantiene con el exterior,

d) El sistema adaptativo complejo, es abierto tanto externamente (como en el caso anterior) como internamente es decir, que los estímulos contenidos en los intercambios que se den entre sus componentes, también pueden activar los mecanismos de adaptación que propicien cambios significativos en la naturaleza o estructura de los componentes mismos y sus relaciones, lo que afecta grandemente al sistema como un todo. En este tipo de sistema, el nivel de energía que puede ser movilizad por él, está sujeto a una fluctuación relativamente amplia, el sistema es muy flexible, los intercambios tanto internos como externos, se llevan a cabo generalmente por medio de flujos de información, aunque también puede hacerse por medio de flujos de energía. Gracias a los circuitos de retroalimentación y a la coordinación e interacción de sus componentes, el sistema puede no solamente autorregularse sino también adaptarse a un ambiente dinámico de forma que pueda mantener su eficiencia, o al menos sobrevivir.

Los mecanismos que soportan la evolución de los sistemas adaptativos complejos se activan con el intercambio de información

entre el sistema y su ambiente, y procesan tal información, para obtener los datos de lo que está ocurriendo en el ambiente, hacia donde está cambiando y lo que debe hacer para adaptarse a los cambios que afecten directamente a sus actividades presentes y futuras.

En un ambiente estable con pocos cambios o con una razón de cambio predecible, un sistema abierto no tendrá necesidad de mantener un intercambio formal y continuo de información con él, bastará con hacer una buena estimación del proceso de evolución que siga y de su razón de cambio, de forma que se puedan definir los ajustes periódicos necesarios del sistema, los cuales se deben incluir en su diseño .

Mientras más dinámico y complejo sea un ambiente, mayor será la necesidad que tendrá un sistema, de mantener un intercambio continuo de información, para percibir, registrar, analizar los cambios y estimar la dirección de la evolución del ambiente, por lo que su diseño deberá incluir un mecanismo que mantenga tal comunicación, que la procese y que active los cambios que sean necesarios, es decir, el sistema tendrá que ser adaptativo.

Un sistema adaptativo deberá ir adquiriendo dentro de su dirección (organización), habilidades o cualidades que le permitan diferenciar, seleccionar, analizar y responder a los estímulos de la variedad del ambiente (incluyendo a la que pertenece) y sus restricciones, de forma que logre hacer un "mapeo" dentro de su organización (dirección) de los elementos que proporcionan el estímulo, que pase a formar parte de él, dentro de su estructura y/o como información registrada de un subconjunto de elementos de la variedad que se analice, esta información es codificada y transmitida de alguna forma y por varios canales a todo el sistema, provocando un cambio en su estructura, de esta manera, se transforma imitando o reaccionando selectivamente al

ambiente, se transforma, por lo que el sistema resultante será isomorfo a ciertos aspectos de la variedad o variedades con las que interactúa, se podría decir en los mismos términos que está interrelacionando selectivamente con el ambiente en base a un proceso de "mapeo", esto se torna especialmente importante en los sistemas artificiales, los cuales por lo general carecen de los mecanismos que apoyen el mantenimiento de la interrelación con su ambiente.

La evolución de los sistemas adaptativos se estimula cuando se les ubica en un ambiente cambiante, caracterizado por variedades con restricciones, que les exija poner en práctica y mejorar su capacidad de adaptación. La velocidad de su evolución, depende de su habilidad para obtener un mapeo exitoso de algunas de las variedades y restricciones ambientales (las que determinan los factores externos significativos que la afectan) dentro de su organización, al menos de una forma o en una base semipermanente. Para esto el sistema adaptativo deberá tener las siguientes características:

- 1.- Algún grado de flexibilidad e irritabilidad por estímulos de su ambiente, de forma que pueda ser impulsado a un constante intercambio de los eventos del ambiente, actuando en y reaccionando a estos.
- 2.- Algún mecanismo para actuar en conjunto con otros elementos de su misma variedad y no tener que realizar él solo todos los mapeos de nuevo cada vez que ocurra un cambio en el ambiente.
- 3.- Un conjunto de criterios o mecanismos para seleccionar los elementos del conjunto que sean más aptos para realizar el mapeo del ambiente.
- 4.- Una forma de preservar y propagar los mapeos exitosos.

En el caso de que la adaptación se active por un estímulo interno, sus partes deberán tener estas mismas características.

En términos de un sistema adaptativo, la información, se puede denominar como el proceso de selección de los elementos esenciales de una variedad y la comunicación como el proceso por el cual la información acerca de una variedad, es transmitida en una forma u otra entre los sistemas, en este proceso se involucra codificación y decodificación de forma que la información se pueda asimilar en el lado del receptor,

La adaptación es una perspectiva racional que se ha desarrollado para definir (ordenadamente) el proceso de la evolución de los sistemas, si aplicamos esta perspectiva a los conocimientos obtenidos por el método científico, definiendo este método como una herramienta de apoyo a la obtención de conocimientos ciertos, la adaptación se utilizará para definir el proceso de evolución motivado por la selección, la asimilación, el procesamiento, la utilización, y la transmisión de los conocimientos ciertos, es decir el proceso de causa-efecto que motiva la búsqueda de nuevos conocimientos. El proceso de adaptación se está utilizando cada vez más como la herramienta técnica del análisis, (por ejemplo), si la aplicamos a lo que las personas se refieren comúnmente como el ambiente, quedaría de la siguiente forma:

A principios de este siglo, las personas podían esperar que ocurriesen solamente cambios menores a lo largo de sus vidas, ya que sus comunidades se encontraban relativamente aisladas, separadas entre sí por grandes distancias, cuyo recorrido requería mucho tiempo, por lo que no existía una estrecha relación entre ellas, un intercambio económico y de información considerable; así los cambios que se originaban en alguna comunidad tardaban mucho tiempo en afectar a otras comunidades y el impacto de la información sobre el cambio

disminuía por una pérdida gradual de la calidad de la información en proporción directa a la distancia que separaba la comunidad donde se originaba el cambio, y la comunidad a la cual llegaba. Sin embargo, como es sabido, una consecuencia de la evolución tecnológica, especialmente en los campos de comunicaciones y transportes fue la disminución del tiempo y costo necesario para recorrer distancias, facilitando las relaciones entre las comunidades, y propiciando un aumento en el intercambio económico entre ellas, de esta forma, cada quien podía dedicarse a realizar la actividad en la que era más eficiente y proveer de su producto o servicio a los demás, y obtener de ellos los otros bienes o servicios que necesitara. A medida que esto se fue dando, se fue incrementando la dependencia de una persona con los demás de su comunidad, y de una comunidad con los demás comunidades etc. Asimismo, poco a poco fue posible transmitir cada vez más información de cualquier tipo en menor tiempo y sin que perdiera su calidad original, esto provocó un aumento en la cantidad y el tipo de relaciones, haciéndolas cada vez más complejas. La información acerca de los cambios se transmitía rápidamente y mantenía el mismo grado de influencia a todas las comunidades, en las que la asimilarían y darían como resultado nuevos cambios cuya información se transmitiría a su vez a todas las comunidades, es decir, se dió una evolución como un proceso de intercambio (causa-efecto) entre el sistema adaptativo complejo y un ambiente dinámico, que acelera continuamente la evolución científica y la interdependencia económica, político y social, de los sistemas que componen el ambiente.

Si tomamos en cuenta que:

1.- La motivación para crear un sistema artificial, es la expectativa de beneficio o cambio del trabajo que requerirá el crearlo y operarlo.

2.- La cantidad de beneficios que de un sistema se puede obtener, está en función directa del grado de satisfacción de la demanda que provee y de la eficiencia con la que esto se haga, que en última instancia depende del grado de comprensión del aspecto de la demanda y de la eficiencia con la que se aprovechan los recursos disponibles dentro de las restricciones que existan.

3.- El ambiente en el que se ubican los sistemas artificiales es dinámico.

Se podrá concluir que el sistema artificial tendrá que ser adaptativo y complejo para lograr siempre el mejor desempeño posible, y por lo tanto el mayor beneficio. Actualmente, los sistemas suaves artificiales son diseñados con mecanismos adaptativos internos formales, es decir, con mecanismos que ayudan a detectar problemas y activar los mecanismos de ajuste o adaptación para solucionarlos (casi toda la investigación y desarrollo en administración científica está enfocada a esto).

Los problemas se detectan por una disminución de la eficiencia, que es causada por una diferencia entre lo que el sistema hace para satisfacer unas necesidades, y lo que debería hacer dadas unas nuevas condiciones del ambiente. Si un sistema se adapta con la suficiente rapidez a esas nuevas condiciones, no habrá diferencia entre lo que hace y lo que debería hacer, y por lo tanto no se originará el problema, es decir, que en vez de tratar de detectar los problemas más rápido, hay que tratar de evitarlos haciendo ajustes que se requieran cuando se necesiten, en el menor tiempo posible, y de esta forma, mantener la eficiencia. Cabe aclarar que no se trata de pronosticar los cambios de los factores que afectan al sistema y que no pueden ser

controlados por éste, ya que si se activan los mecanismos de adaptación, en base a pronósticos, se tiene siempre un mayor riesgo de equivocarse que si se tiene la capacidad para reaccionar con suficiente rapidez a los cambios imprevistos, con lo que no habrá necesidad de pronosticarlos, de conocerlos antes de que ocurran. Los sistemas suaves artificiales, no están diseñados con un mecanismo de adaptación externa formal, no mantienen una interacción adecuada con su ambiente, que les permita informarse y reaccionar a tiempo, por lo que desperdician parte de sus recursos para detectar y solucionar problemas disminuyendo su eficiencia y sus beneficios. Esto no quiere decir que no exista esa interrelación, sino que se mantienen de una manera informal, poco definida y se lleva a cabo por medio de la parte del sistema que lo dirige, por lo tanto, la eficiencia de la información dependerá de su grado de sensibilidad a los cambios, de su constancia, de su objetividad, de su capacidad para manejar grandes cantidades de datos, de su capacidad de comunicar la información y a la velocidad de adaptación del sistema. Si es poco sensible a los estímulos, los cambios necesarios serán actividades con un tiempo de retraso, y estos, quizá para cuando sean logrados se habrán vuelto obsoletos, si no tiene constancia, reaccionará algunas veces y otras no, a un mismo tipo de estímulo, si no tiene objetividad, reaccionará de diferente manera a un mismo tipo de estímulo, si se tiene poca capacidad para manejar grandes volúmenes de datos, será imposible obtener la información, es decir que actualmente en este tipo de sistemas, existe una baja eficiencia en la información acerca de su interacción con el ambiente. De lo anterior, se deduce que la tarea de mantener una interacción adecuada para un sistema artificial supera las capacidades humanas, si la parte que dirige el sistema está

formada por personas, lo mas probable es que la interrelación entre el sistema y el ambiente sea poca adecuada, ya que la eficiencia de la adaptación del sistema estará en proporción directa a la capacidad del o de los directores.

En el pasado, los modelos se han desarrollado para ayudar a las personas a analizar un sistema y resolver sus problemas de una forma mas adecuada, hoy en día, los aspectos sociales, económicos, políticos y tecnológicos de nuestro ambiente, están cambiando a tal ritmo y en tan diversas formas, que cada vez va siendo mas difícil tratar de detectar los problemas y resolverlos, por lo que se deben desarrollar modelos que apoyen el análisis del ambiente para que los sistemas puedan detectar los cambios y reaccionar a ellos a tiempo de forma que se evite desperdiciar recursos en la detección y solución de problemas, de no ser así, al paso que vamos, dentro de poco tiempo los sistemas suaves van a absorber la mayoría de sus recursos en la solución de sus problemas, por lo que es necesario en este momento, diseñar o rediseñar los sistemas para que sean también adaptativos hacia el exterior, es decir, que se conciben como un sistema que va a seguir un proceso de adaptación (con el apoyo de un modelo de monitoreo del ambiente) para mantener su eficiencia, el cual irá aprendiendo a mejorar su capacidad de adaptación en base al proceso mismo de selección de la información, de su comunicación y del ajuste, de manera que logra reaccionar a tiempo a los cambios para que estos no lleguen a causar problemas que requieran recursos extra para ser solucionados; se necesita diseñar modelos de monitoreo que apoyen el análisis de la interacción del sistema con su ambiente y que provean la información necesario para activar y controlar su proceso de adaptación.

Hasta este punto, se ha descrito la necesidad que tienen los sistemas suaves abiertos de lograr una interrelación con su ambiente, lo cual es indispensable que existan una serie de restricciones en el ambiente que estimulen y permitan llevar a cabo el proceso de información de los sistemas adaptativos que activa su evolución, es decir, como se vió en el capítulo anterior, no puede haber adaptación de un sistema en su ambiente, si en él no existe un grado considerable de relaciones causales o restricciones que supongan una interacción entre el sistema abierto y su ambiente.

Así, parte de la definición de sistema es:

un sistema es un conjunto de partes o componentes que interactúan entre sí.

Si se observa que un cambio en alguno de sus componentes provoca un cambio en los demás, se deducirá que existe una interdependencia (una relación entre las partes), la cual constituye una condición necesaria para los sistemas.

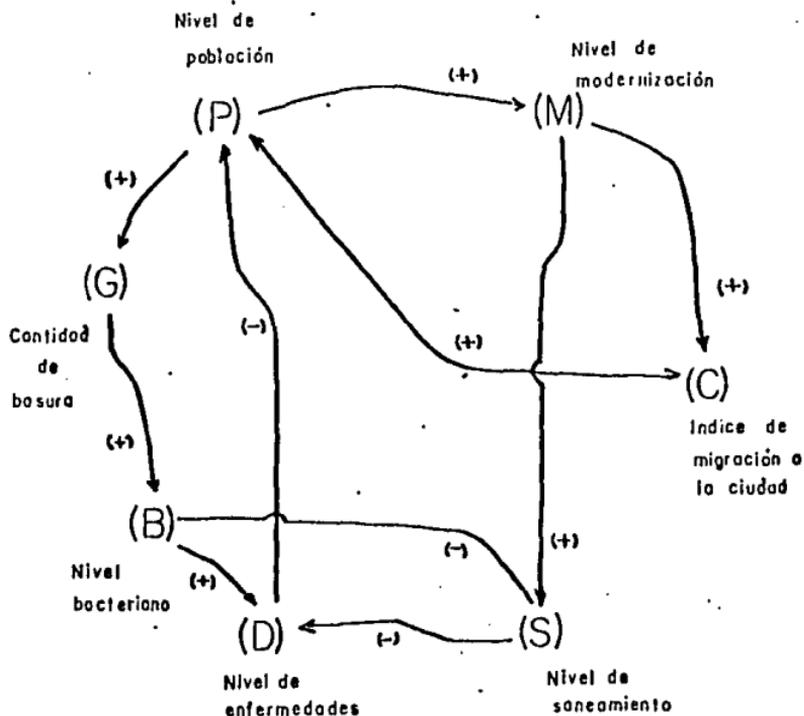
Si se define: A, B y C como atributos o dimensiones de tres componentes distintos de un sistema, y después de ciertas observaciones se ve que un aumento en A produce un aumento en B y al mismo tiempo una disminución en C, entonces se podrá definir la interrelación de A con B y C de la siguiente manera:



La dirección de las flechas indican de dónde proviene el estímulo para el cambio y a dónde llega, es decir, en dónde se produce. El signo indica la dirección del cambio; el signo positivo indica un cambio en la misma dirección que el estímulo, y el signo

negativo indica que el cambio es en dirección opuesta al estímulo.

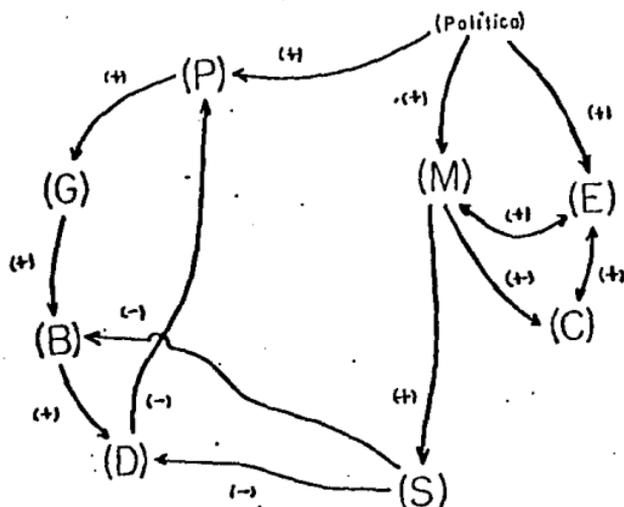
Si se hiciera un modelo de sistema urbano desde el punto de vista del departamento de Salubridad y Asistencia en donde se indique la relación que existe entre los componentes quedaría de la siguiente manera:



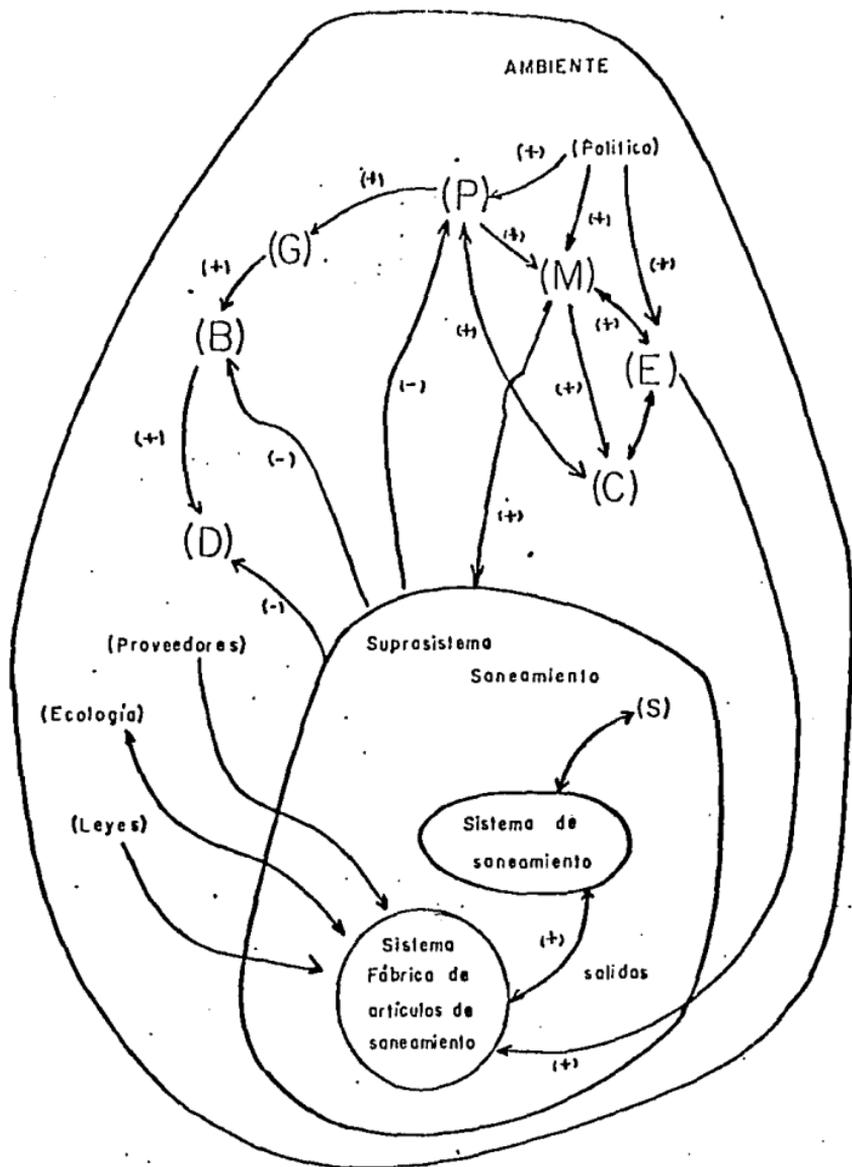
Los símbolos indican que un aumento del nivel de modernización de la ciudad produce un incremento en el nivel de saneamiento y una

reducción de la modernización, que implica una disminución del saneamiento. Un aumento del saneamiento produce una disminución del nivel de enfermedades y una reducción del saneamiento causa un aumento del nivel de enfermedades.

Si nuestro sistema abierto, es una empresa que fabrica productos que se utilizan en el saneamiento, entonces su ambiente será el modelo del sistema urbano desde el punto de vista de Salubridad y Asistencia, más los factores económico y político. El componente en el cual estará incluido el sistema abierto será el nivel de saneamiento que es parte del sistema "ambiente".



En la jerarquía apropiada, quedaría de la siguiente manera:



Se pueden determinar las relaciones entre los componentes del ambiente que afectan el factor de demanda y el de recursos y restricciones que definen al sistema, es decir, su eficiencia.

La demanda, se define en base al nivel de saneamiento existente o requerido, los recursos y las restricciones en base al nivel de (E) dinero disponible, los estímulos o limitaciones legales y el nivel de población así como el de la capacidad de los proveedores.

Si se analizan los 'lazos' de la red, se podrá observar que el lazo P - M - C - P, sugiere: 'un aumento de la población tiende a incrementar el nivel de modernización que estimula la migración a la ciudad, lo que hace que aumente el tamaño de la población'. Este es un lazo que va amplificando el efecto del cambio inicial, por lo tanto, es un lazo de amplificación.

Ahora, el lazo P - G - B - D - P, indica que un aumento de la población hace que aumente el nivel de basura el cual incrementa el nivel de bacterias que provoca un aumento en las enfermedades que reduce el nivel de población; aquí, el lazo tiene el efecto de disminuir el cambio, es un lazo que contrarresta el cambio.

Así, el lazo C - P - G - B - D - P - M - C, implica que un aumento en la migración a la ciudad, hace que disminuya indirectamente dicha migración. Cuál predomina?. Esto sólo se puede responder, si es posible definir más precisamente el tipo de interacción entre los componentes.

La relación se puede definir diciendo que un aumento en A induce un aumento en B, cosa muy diferente a expresar que:

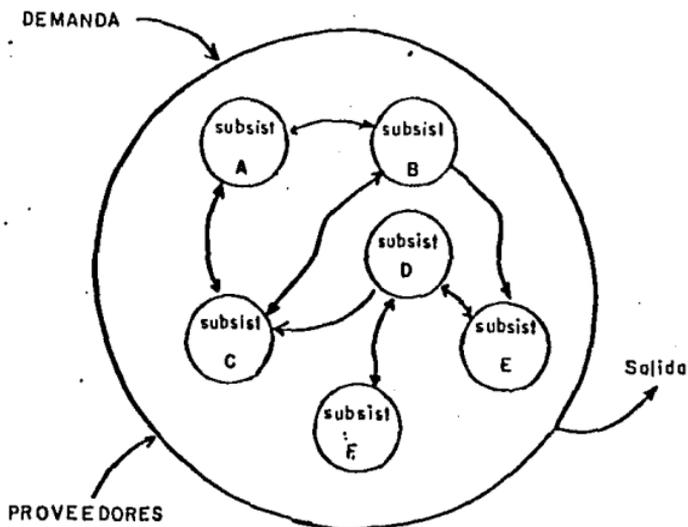
$$B = 2A + 0.4A$$

o bien, agregando una dimensión de tiempo:

$$B_n = 2A^{n-1} + 0.4 A^{n-1}$$

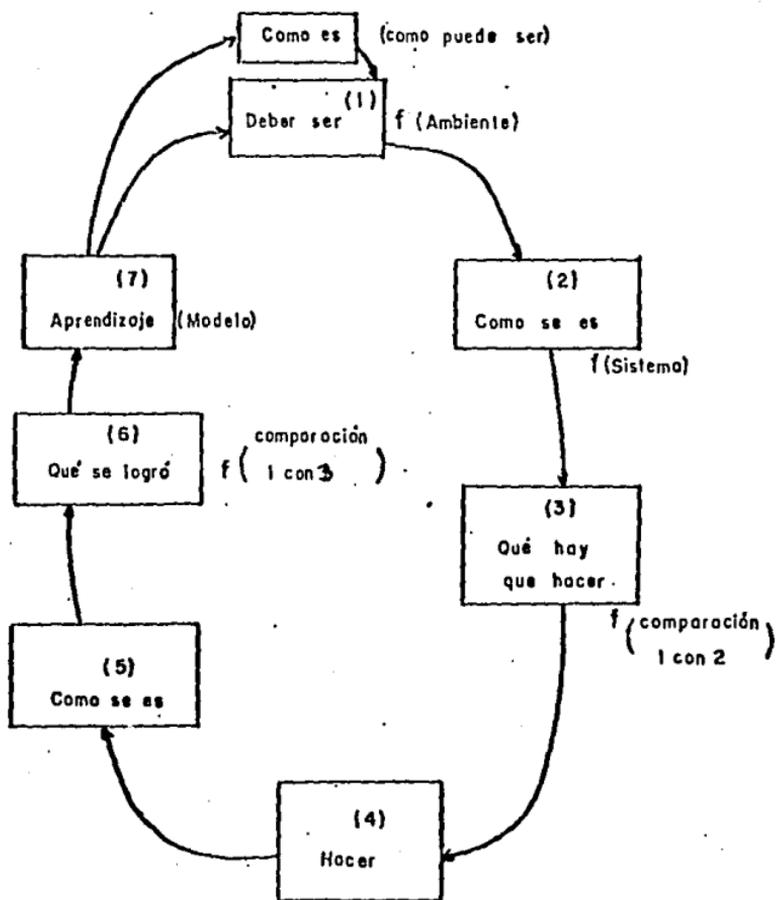
donde 'n' indica el enésimo período en un sistema dinámico discreto, es decir, se podrá definir la relación funcional entre un componente de un sistema y sus 'vecinos', y al analizar el comportamiento dinámico de cada uno de los componentes que interactúan, como resultado se logrará definir la conducta del sistema por medio de modelos.

Cabe recordar que este modelo sólo tiene las partes esenciales; En teoría de sistemas se han desarrollado métodos para modelar sistemas de componentes interactuantes para lo que se emplea un análisis formal y la simulación. Estos métodos han sido probados y se utilizan comúnmente.



Actualmente se simula el comportamiento interno de un sistema "total", tomando la demanda y los proveedores como entradas al sistema, y variando éstas en base pronósticos y a funciones de probabilidad, para así obtener el resultado de su actividad, (la salida) que es la suma de los resultados de la interacción de sus componentes (de su comportamiento), con lo que se puede saber cuál es el mejor curso de acción para mantener la eficiencia si ocurre un tipo de demanda, recursos y restricciones, sin embargo, esto no es suficiente ya que la eficiencia de un sistema está dada esencialmente en función de su habilidad para satisfacer correctamente el factor de demanda, aprovechando al máximo los recursos disponibles bajo las restricciones existentes. La demanda, los recursos y las restricciones son producto del comportamiento del ambiente a lo largo del tiempo, el cual es el resultado de la suma de las interacciones de sus componentes. Por lo tanto, la única manera de obtener la máxima eficiencia, cuando se tiene una buena eficiencia interna, será conociendo las interacciones de los componentes del sistema y el resultado de su combinación, para así determinar los factores de demanda, recursos y restricciones con los que debe actuar el sistema, que generalmente son definidos por el comportamiento de algunos componentes del ambiente en el cual está ubicado. Sólo conociendo qué debe hacerse con qué recursos y limitaciones, se podrá definir la mejor forma de hacerlo, y se tendrán los elementos necesarios para ejercer los controles sobre su actuación. si se define el comportamiento del ambiente, se podrá preparar la adaptación cuando uno de los componentes del ambiente cambie y active el proceso de cambio en el comportamiento global, que influye directamente en nuestro sistema.

CICLO DE ADAPTACION



El deber ser, se obtiene del monitoreo del ambiente que básicamente debe proporcionar el resultado de la suma de las interacciones que define el comportamiento actual (cómo es y qué está pasando), y el futuro (hacia dónde va), por medio de un pronóstico causal de los cambios que se darán, su magnitud y su tiempo estimado de ocurrencia.

Esta información activará la adaptación del sistema, que será un proceso iterativo, cuya función será mantener la eficiencia máxima de éste a lo largo de su vida.

CAPITULO 3

PROPOSICION DE LA METODOLOGIA

A continuación se propone la metodología para construir el modelo o subsistema de monitoreo del ambiente, y su interacción con el sistema que activará y mantendrá el proceso de adaptación.

En el capítulo anterior, se definió lo que se necesitaría en un sistema de monitoreo y sus características, esto será la base para desarrollar la metodología, la cual se estructurará siguiendo el concepto general de éstas y utilizando o adaptando algunas metodologías y tecnologías que ya hayan sido desarrolladas y probadas, por ejemplo las técnicas de simulación y el análisis formal, analizando cada una de ellas en cuanto a que necesidades satisface y sus características, utilizando la que mejor las satisfaga.

Básicamente, el producto de la metodología deberá ser un subsistema que cumpla con las siguientes funciones:

- 1.- Definir lo que el sistema debe ser, si es posible, en cada momento; esto se logrará al obtener los factores del ambiente que lo afectan, el de demanda, el de recursos y el de restricciones, para poder tratar de satisfacer adecuadamente el primero al utilizar

eficientemente los segundos.

2.- Definir lo que el sistema es al momento del análisis, es decir, qué hace; cuál es el factor de demanda que trata de satisfacer, cómo lo hace o qué recursos utiliza, cómo y por qué, bajo qué restricciones.

3.- Definir qué hay que hacer para satisfacer la demanda eficientemente; han cambiado los factores significativamente ?, si, qué cambios hay que hacer en el sistema ?, no, seguir igual.

4.- Definir la forma de llevar a cabo los cambios, buscar la mejor alternativa para lograr el cambio.

5.- Definir cómo quedó el sistema de igual manera que el número 2.

6.- Definir qué se logró, comparar 1 con 5 y obtener los resultados, es decir, obtener la medida de desempeño del sistema de monitoreo y la eficiencia de lo que se ha propuesto en el número 4.

7.- Utilizar el proceso anterior para modificar el subsistema de monitoreo, lo que ha dado resultado y lo que no, (adaptarlo en función de su propio desempeño).

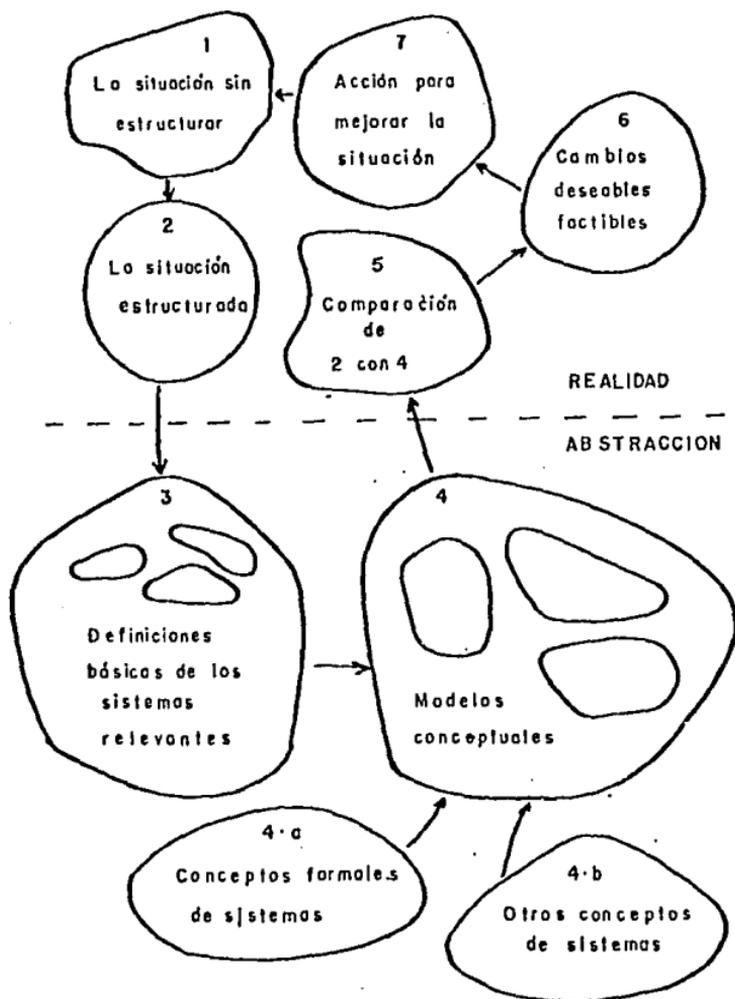
8.- Repetir el ciclo.

La estructura de la metodología propuesta seguirá el esquema general definido por Checland, (FIG. 2) los pasos serán modificados para lograr el producto anteriormente descrito. De esta forma, la nueva metodología quedará de la siguiente manera:

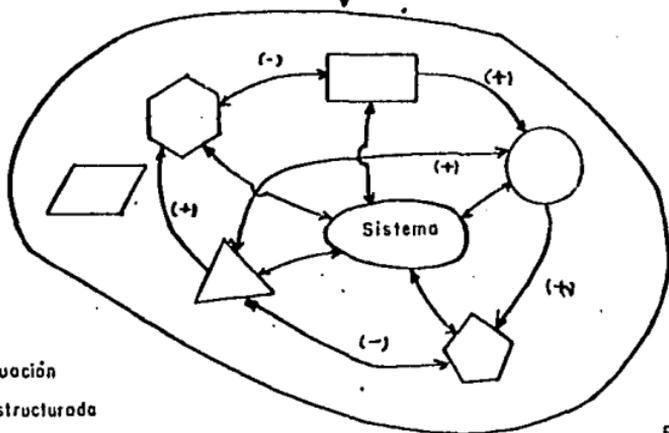
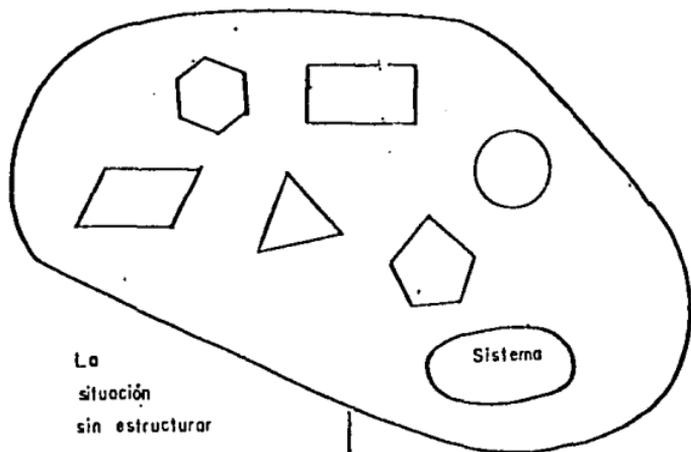
Los pasos 1 y 2 para el caso de esta metodología, tendrán que ser una fase de expresión en la cual se tratará de formar una descripción lo más amplia posible de la situación, es decir de el sistema que se analiza y de su ambiente, incluyendo todas las partes del sistema, y sus interrelaciones con los componentes del ambiente, los componentes mismos y sus interrelaciones, (FIG. 3) tratando hasta donde sea

posible de no imponer alguna estructura en particular a la descripción.

(FIG. 2)



(FIG. 3)



Realidad

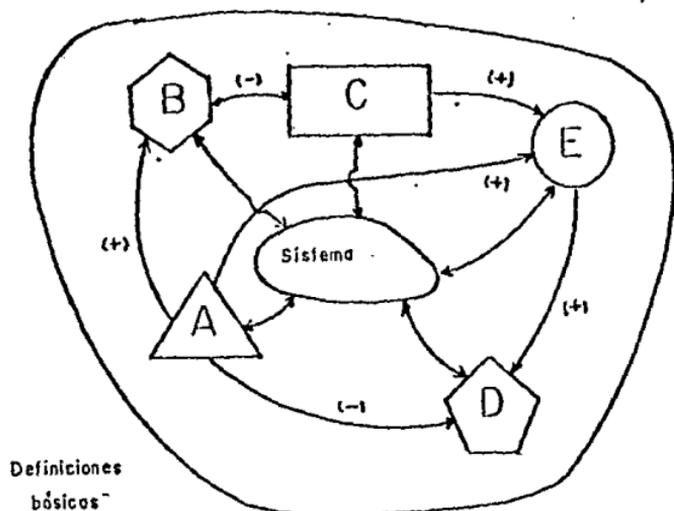
Abstracción

El análisis inicial deberá ser hecho registrando los elementos cuya estructura tienen una razón de cambio lento en el contexto de la situación y los elementos que tienen un proceso de cambio continuo, y describiendo la forma como se relaciona la estructura del sistema con la de su ambiente.

Es necesario que quien vaya a hacer el análisis, se dé tiempo para llevar a cabo los pasos 1 y 2, y así pueda obtener el mayor número de datos y puntos de vista de la situación que le sea posible, y que no trate de transformar el análisis en términos de sistemas, dado que en el ambiente se podrán encontrar tanto sistemas que persiguen objetivos definidos como sistemas cuyo propósito es mantener una relación, además, a partir de la descripción, se podrá seleccionar algún enfoque para estudiar la situación.

En suma, los pasos 1 y 2 permiten mostrar todo un espectro de alternativas relevantes, posibles y deseables.

Para mostrar los conceptos de "estructura", "proceso", y su interrelación sin ninguna predisposición, se ha encontrado que es útil examinar la estructura en términos de propiedades y restricciones espaciales y/o temporales, como por ejemplo; disposición física, jerarquía de poder, caminos de comunicación tanto formales como informales, etc. y el proceso en términos de las formas como se llevan a cabo las acciones, por ejemplo para decidir qué se va a hacer, cómo se va a hacer, y la forma de obtener las medidas de desempeño y los efectos, así como la de tomar medidas correctivas sobre la acción, considerando la interrelación en términos de cómo afecta el proceso a la estructura y viceversa.



El paso tres, consiste en enumerar los sistemas que aparentemente sean relevantes a la situación, incluyendo el sistema que se analiza y todos los sistemas que puedan afectar a los factores de demanda, recursos y restricciones. Además, se deberá proporcionar una definición concisa de lo que "son" y no de lo que "hacen", con el objeto de obtener una definición de la naturaleza de los sistemas, que más adelante podrían contribuir a mejorar la eficiencia y confiabilidad del subsistema de monitoreo; sin embargo, hasta este punto no se podrá garantizar su utilidad ya que la descripción de la situación podrá ser modificado conforme mejore su comprensión en base a iteraciones posteriores.

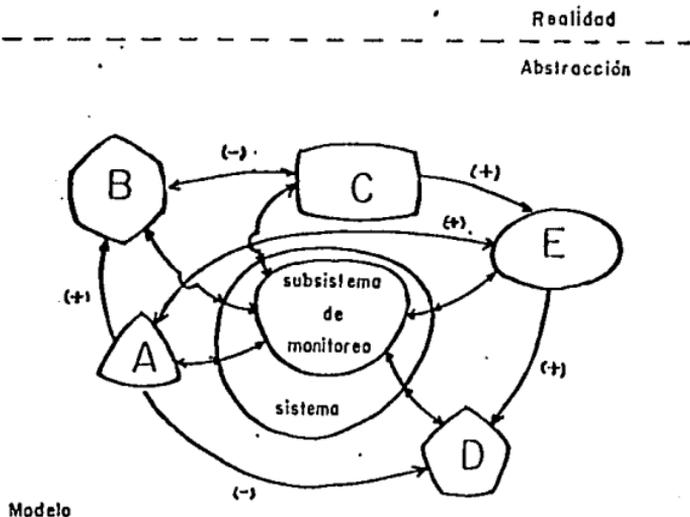
Las definiciones obtenidas en el paso 3, son definiciones básicas o de "raíz", que contienen la naturaleza fundamental de los sistemas

elegidos.

Al término del paso 2, se sabrá qué es lo relevante a la situación; en el 3, se proporcionará la naturaleza de sus componentes relevantes.

Cúales son los sistemas relevantes?. Es esencial contestar esta pregunta con mucho cuidado y de forma explícita, ya sea que lo haga el analista por su cuenta o dialogando abiertamente con las personas involucradas en la situación, anotando una 'descripción' precisa de la naturaleza del sistema o los sistemas elegidos, lo anterior constituirá una descripción particular de la situación. El propósito de enumerar los sistemas es tanto para hacer explícita la representación, como para proveer una base sobre la cual se pueden determinar las consecuencias de utilizar tal representación.

Paso 4



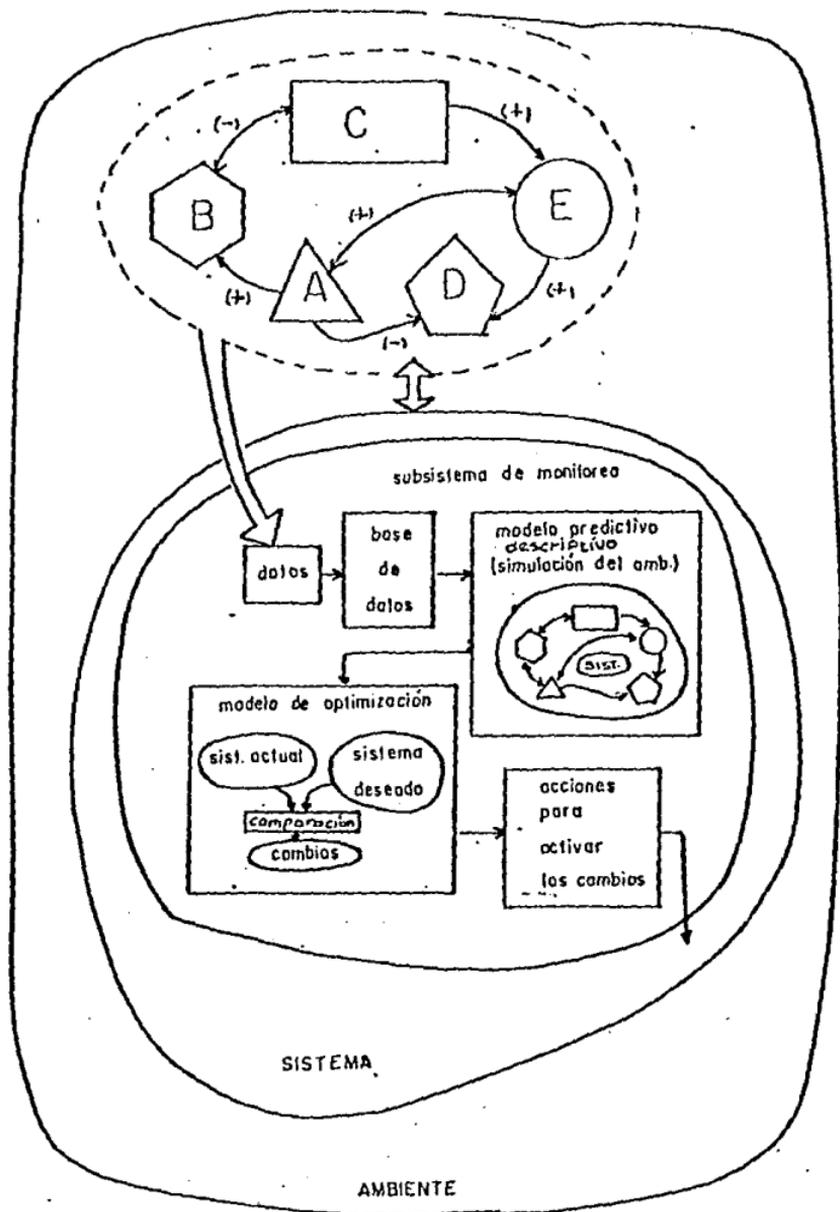
El paso cuatro consiste en hacer y probar modelos conceptuales de los sistemas enumerados y definidos, y con ellos construir un modelo de la representación de la situación, utilizando la fase 4a, mediante la cual se verifican o prueban los fundamentos del modelo, apoyándose en los modelos generales de sistemas.

La 4b, consiste en modificar o transformar el modelo a la forma de un sistema de administración de información 'mis', y utilizando el lenguaje de simulación de sistemas dinámicos.

Dentro del modelo de la situación, el sistema deberá ser descrito como una entidad que recibe ciertas entradas y produce ciertas salidas; el sistema en sí, 'transforma' las entradas en salidas, por lo que el modelo describirá el sistema de actividades necesario para lograr la transformación que logrará lo descrito en su definición básica.

La definición es una descripción de lo que el sistema 'es'; el modelo conceptual es una descripción de las actividades que el sistema debe 'hacer' para poder 'ser' lo definido, y el ambiente deberá ser descrito en términos de 'su estado' mediante la descripción de los elementos que lo componen: su condición actual, sus interrelaciones y la forma en que contribuyen a determinar los factores que definen al sistema y que constituirán sus entradas.

MODELO CONCEPTUAL DE LA SITUACION



Se necesita un subsistema de monitoreo que proporcione información acerca de la situación, lo cual se obtiene al procesar un conjunto de datos, por lo que se tendrá que desarrollar un sistema de administración de información.

"El propósito de un sistema de administración de información (mis) (1) es proporcionar lo que la dirección necesita saber tan eficiente, efectiva y económicamente como sea posible".

Por lo tanto, el valor de un sistema de administración está determinado en función de su capacidad para apoyar el proceso de toma de decisiones, al proporcionar la información relevante con mayor rapidez y corrección.

Ya que un modelo es una representación de un sistema, se puede utilizar para definir los requerimientos de información que se necesitan para describir el comportamiento del sistema, el agregado de tales requerimientos constituirá en sí el sistema de información. De esta forma, los modelos serán utilizados al mismo tiempo como bases conceptuales para definir los requerimientos de información del sistema, y como mecanismos que describen su operación.

Para lograr el mejor aprovechamiento de los modelos, se requiere que el concepto de modelo sea expandido para que incluya los modelos mentales, abstracciones que existen en la mente del tomador de decisiones.

(1) "mis": management information system

(sistema de administración de información)

explicación del modelo.

Existen cuatro características primarias de un modelo, que pueden ser utilizados para definir los requerimientos de información. Esos aspectos son las variables de descripción y/o predicción del modelo, su criterio de desempeño, su solución (regla de decisión) y el análisis de sensibilidad de dicha solución.

Las variables de descripción y/o predicción, definen la información necesaria que se procesa para obtener la descripción del estado actual y las predicciones de los futuros.

El criterio de desempeño, define de qué manera se procesa la información y por lo tanto, qué características deberá tener.

La solución, define de qué forma se obtiene la solución, y cómo afecta esto a la confiabilidad del modelo.

El análisis de sensibilidad, define el grado de variabilidad de la solución del modelo.

CONSECUENCIAS DEL DISEÑAR EL MIS EN BASE A MODELOS:

El proceso resalta la importancia de explicar y verbalizar los modelos mentales de los directores, que serán usados para definir los requerimientos de información del Mis.

El problema real es el de evaluar los modelos alternativos para ser utilizados (en mis), en función de su confiabilidad, exactitud, utilidad y el costo de su desarrollo y mantenimiento las cuales se obtienen para las características primarias de cada modelo, y de esta manera, el problema se reduce a evaluar modelos y no elementos individuales de información.

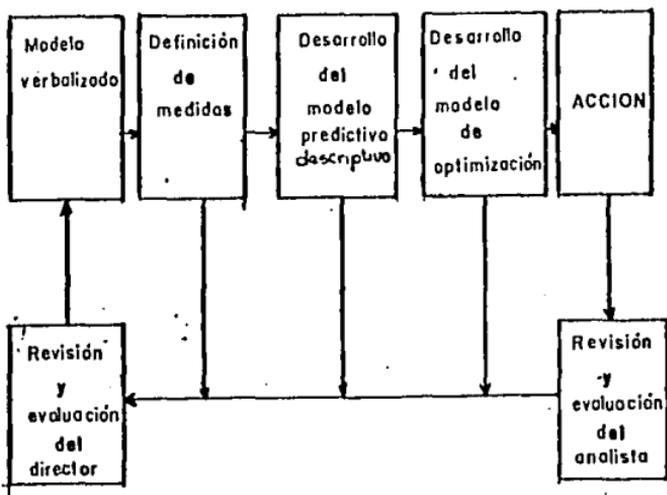
Una vez que se ha seleccionado el mejor modelo, se definirá la información requerida en base a sus características primarias. Quizás lo más importante para la evaluación sea la información contenida en

la solución y en su análisis de sensibilidad, ya que el director podrá en base a estos, cuestionar la utilidad del modelo y la necesidad de información adicional o diferente.

EL DISEÑO DEL MIS POR EL DIRECTOR Y EL ANALISTA

El director tiene los conocimientos y la experiencia de administración. El analista tiene los conocimientos para el diseño 'técnico' del sistema, por lo que si se logra un trabajo en conjunto, se podrá desarrollar un verdadero sistema de administración de información.

Dentro del proceso de diseño, se deben definir las responsabilidades compartidas y la interrelación entre el director y el analista, de esta manera, el modelo del proceso quedaría:



El proceso está compuesto de una serie de circuitos de retroalimentación con los que se revisa el trabajo de los pasos

anteriores, el resultado de la serie será el modelo del "mis".

El modelo verbalizado, será lo obtenido en la fase 2; la definición de medidas tendrá que hacerse en función de los datos históricos de los modelos verbalizados.

Estas medidas serán datos cuantitativos disponibles de la situación que definen los estados de los factores externos significativos relevantes al sistema.

El modelo descriptivo/predictivo, será desarrollado utilizando las técnicas de simulación continua, para describir el comportamiento dinámico de la situación desde el punto de vista del sistema, mediante un modelo matemático, estocástico y descriptivo, que represente al sistema, al ambiente y su interrelación por medio de variables matemáticas, constantes y ecuaciones, desigualdades o relaciones lógicas, que pueda proveer los estados presente y un estimado de los futuros (tomando en cuenta la incertidumbre de la situación) para periodos sucesivos conforme se vaya disponiendo de nueva información. (2)

Para verificar el modelo conceptual, se tendrá que comparar la descripción del estado futuro inmediato del análisis del periodo anterior con la del estado presente real. En caso de que haya diferencia significativa, se tendrá que revisar el modelo descriptivo/predictivo.

El modelo de optimización deberá ser desarrollado como un modelo matemático, estocástico, normativo, cuya función sea la de definir:

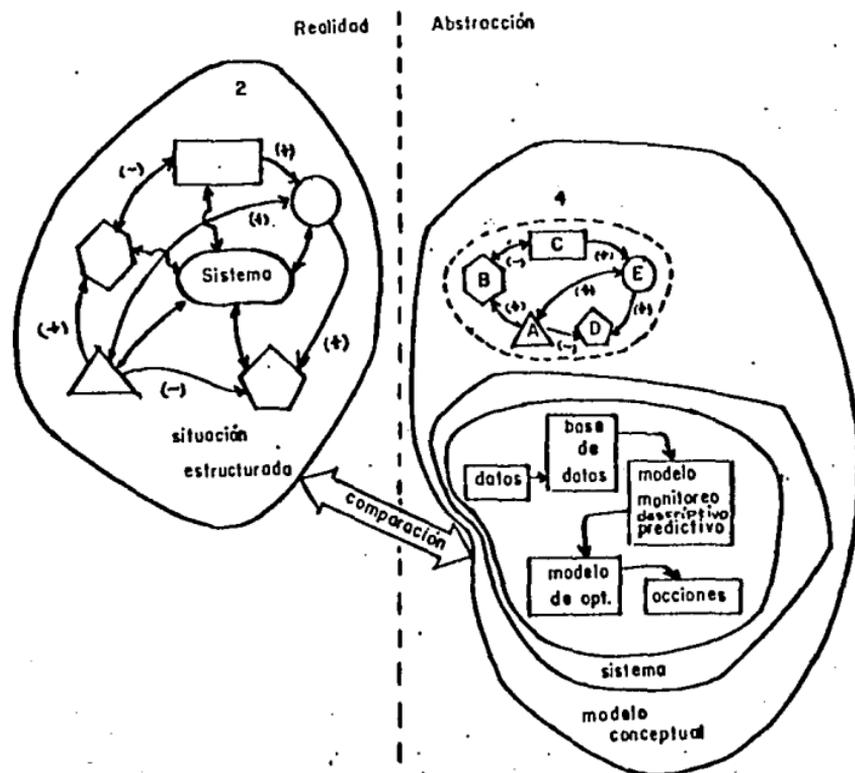
(2) para mayor información sobre las técnicas que se utilizan en la construcción de modelos predictivos, consultar (7), (8), (9), y (14) de la bibliografía

1.- Lo que el sistema debería ser, dadas las condiciones del estado presente del ambiente y los estados futuros estimados.

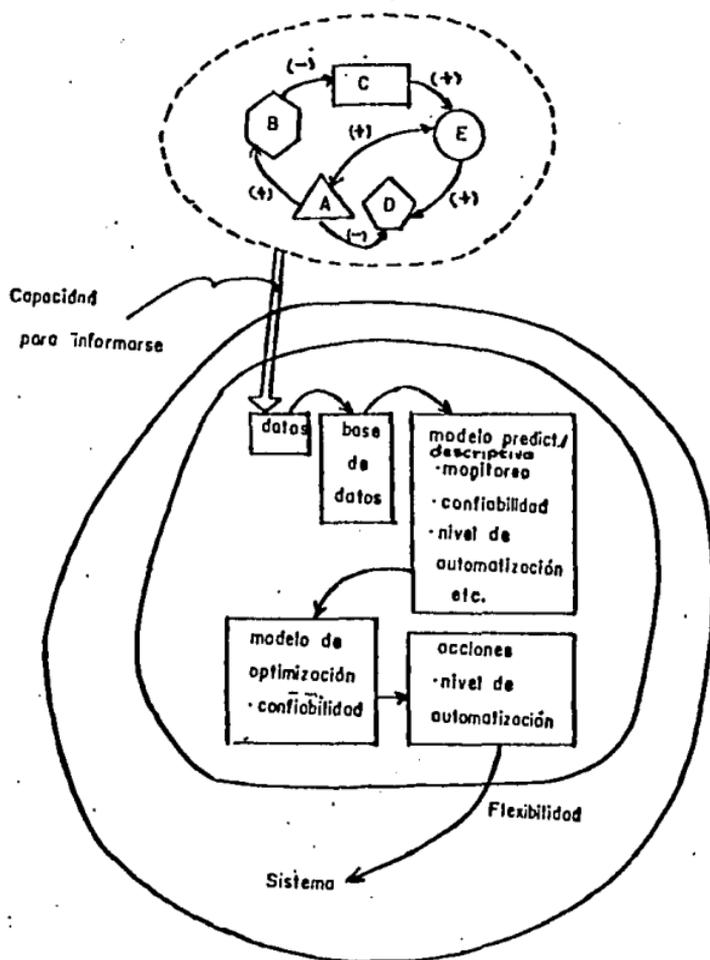
2.- La diferencia que existe entre lo que el sistema es y lo que debería ser.

3.- La forma óptima para llevar a cabo la adaptación (el cambio del ser al deber ser), incluyendo qué se debe hacer, cómo y cuándo.

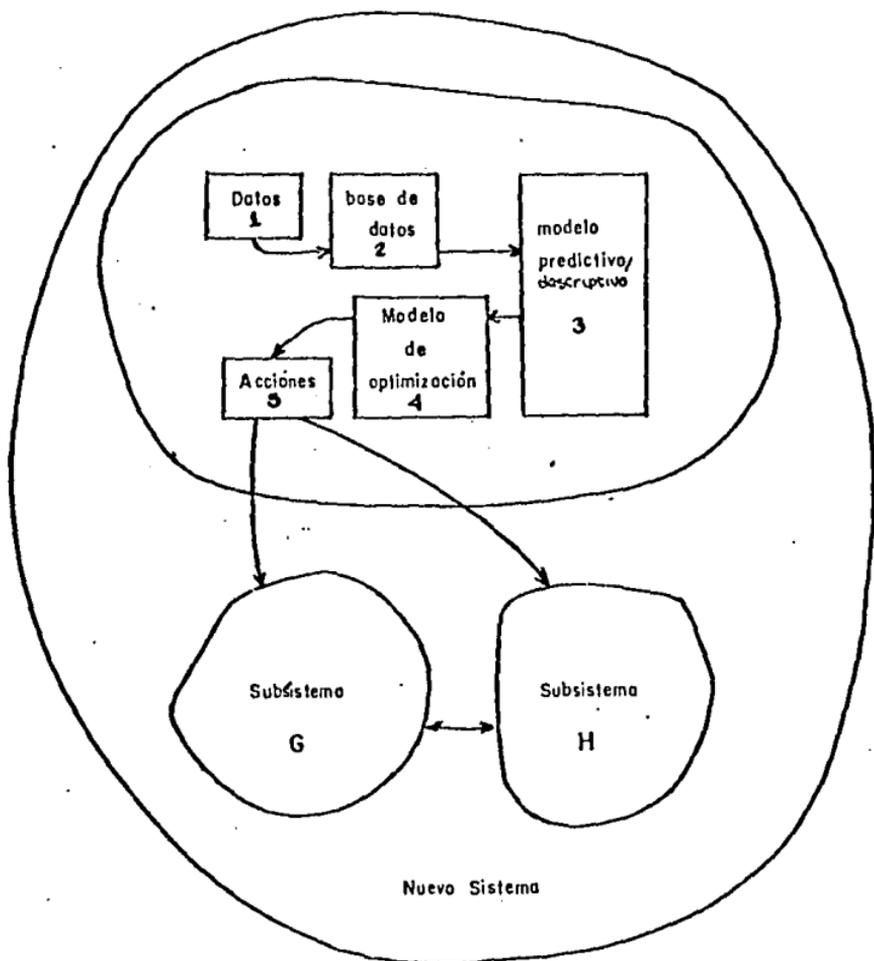
Al realizar la fase 5 de la metodología se obtiene la diferencia de lo que el sistema es (abierto) y lo que debería ser (adaptativo complejo) al comparar el modelo conceptual con la situación real.



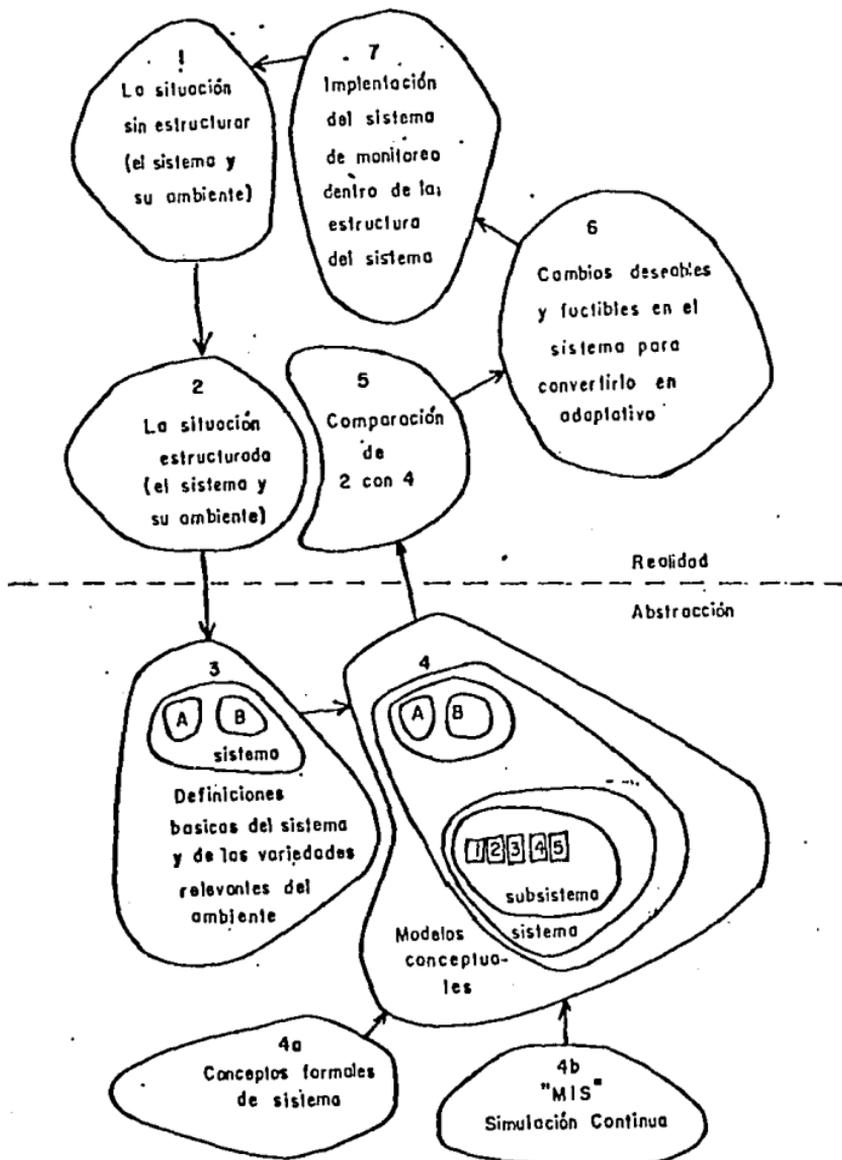
En la fase 6 se determinan los cambios posibles que sean simultáneamente necesarios y factibles, siguiendo el enfoque racional de toma de decisiones.



En la fase 7, se deberán realizar las acciones definidas en la fase anterior para dotar al sistema de un mecanismo adaptación dentro de su estructura.



En suma, la metodología propuesta será la siguiente:



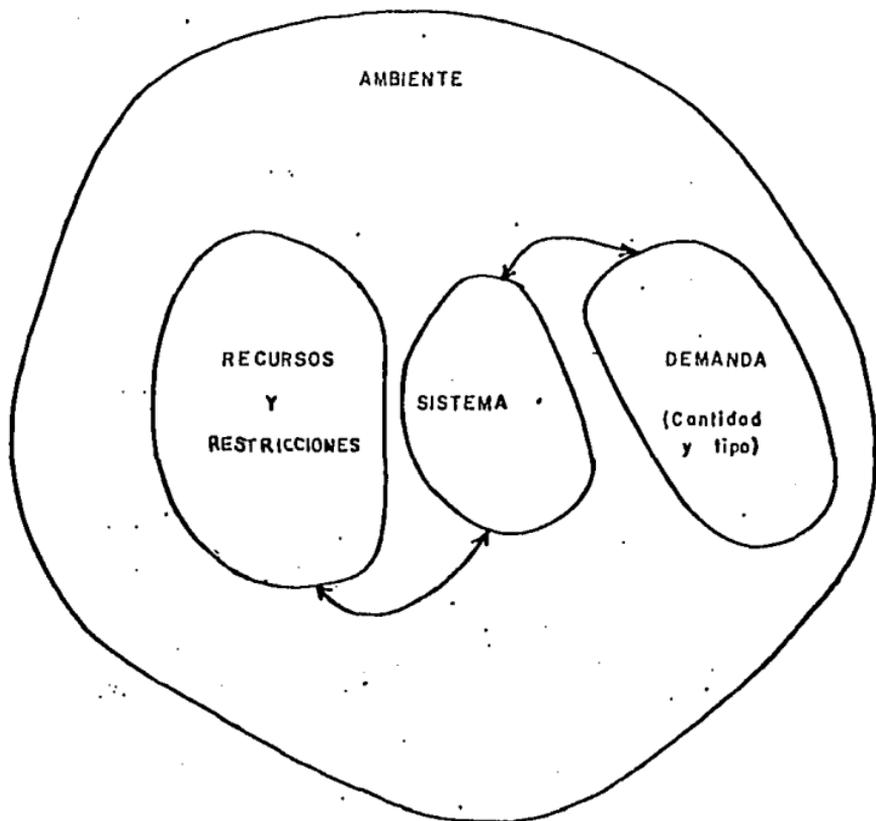
CAPITULO 4

VALIDACION

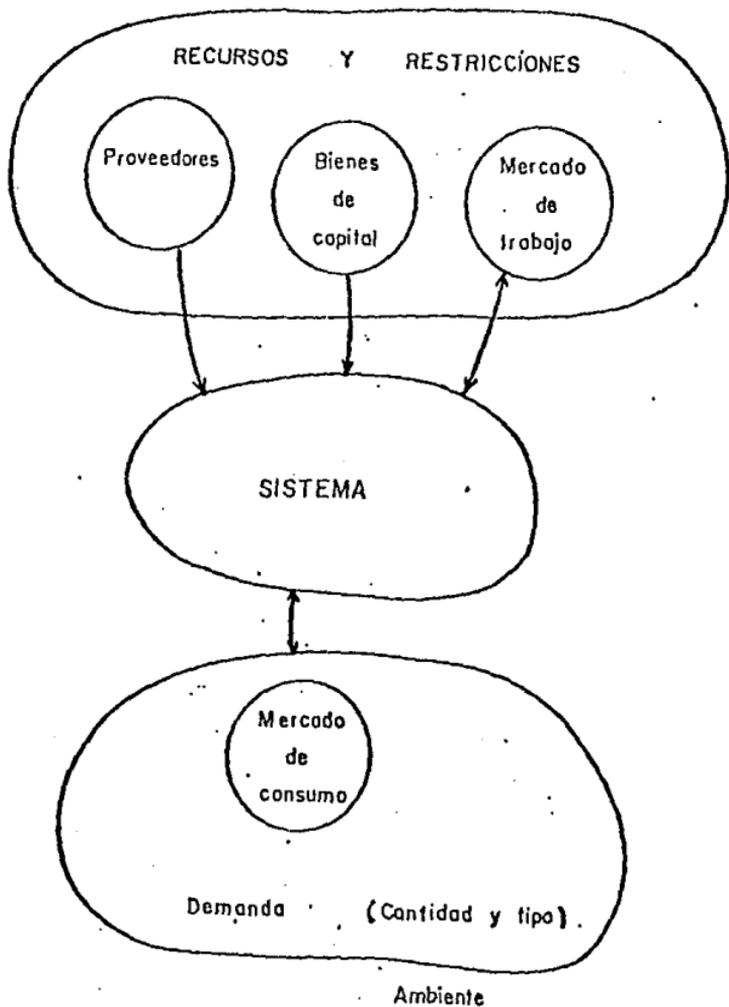
4.1 INTRODUCCION

En este capítulo se realizará una simulación en computadora mediante la cual se podrá comparar el desempeño de un sistema cuando es adaptativo, con el del mismo sistema cuando no es adaptativo, es decir autorregulable (como los que existen actualmente) y de esta forma definir si es posible obtener beneficios al transformar un sistema autorregulable en uno adaptativo, para esto, se ha construido un modelo matemático dinámico que describe el comportamiento del ambiente y de sus factores, así como de cada una de los sistemas, el modelo es de una empresa de producción y venta de bienes en general, el cual se ha simplificado al máximo, tratando de que no pierda su esencia y de que sea fácil de entender y de manipular. A continuación se describe el modelo en forma gráfica:

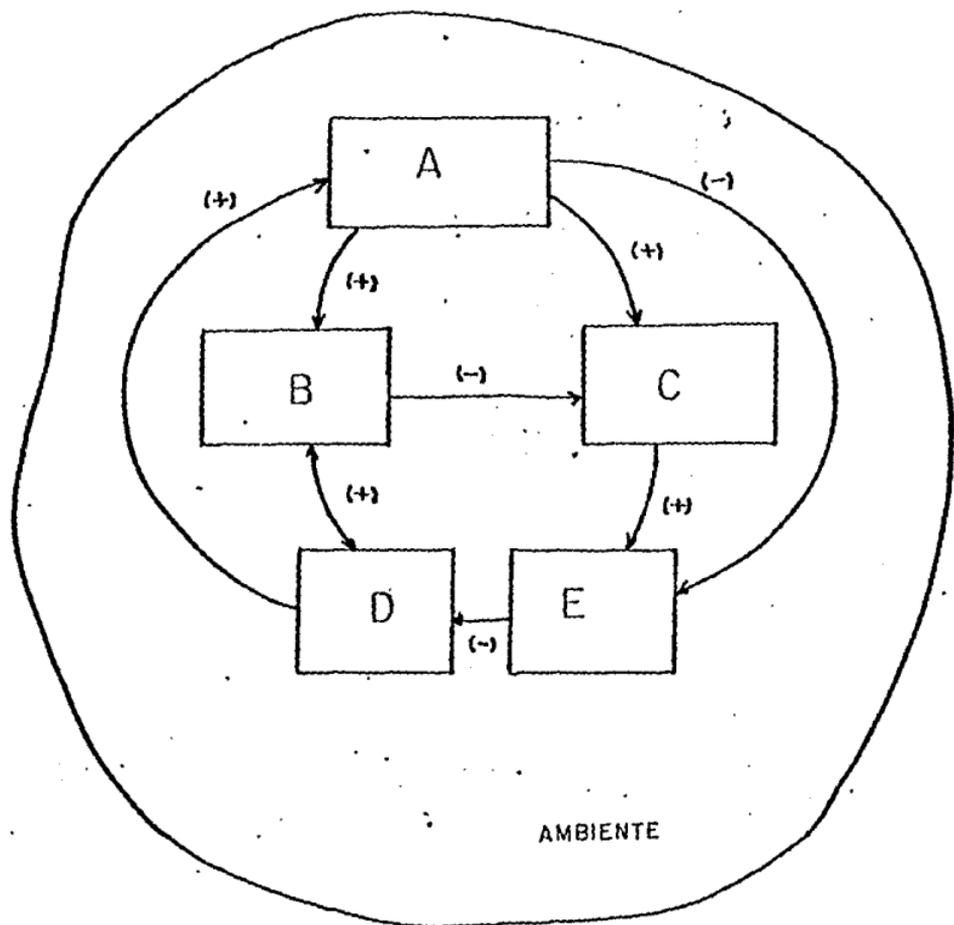
4.2 DESCRIPCION DEL MODELO



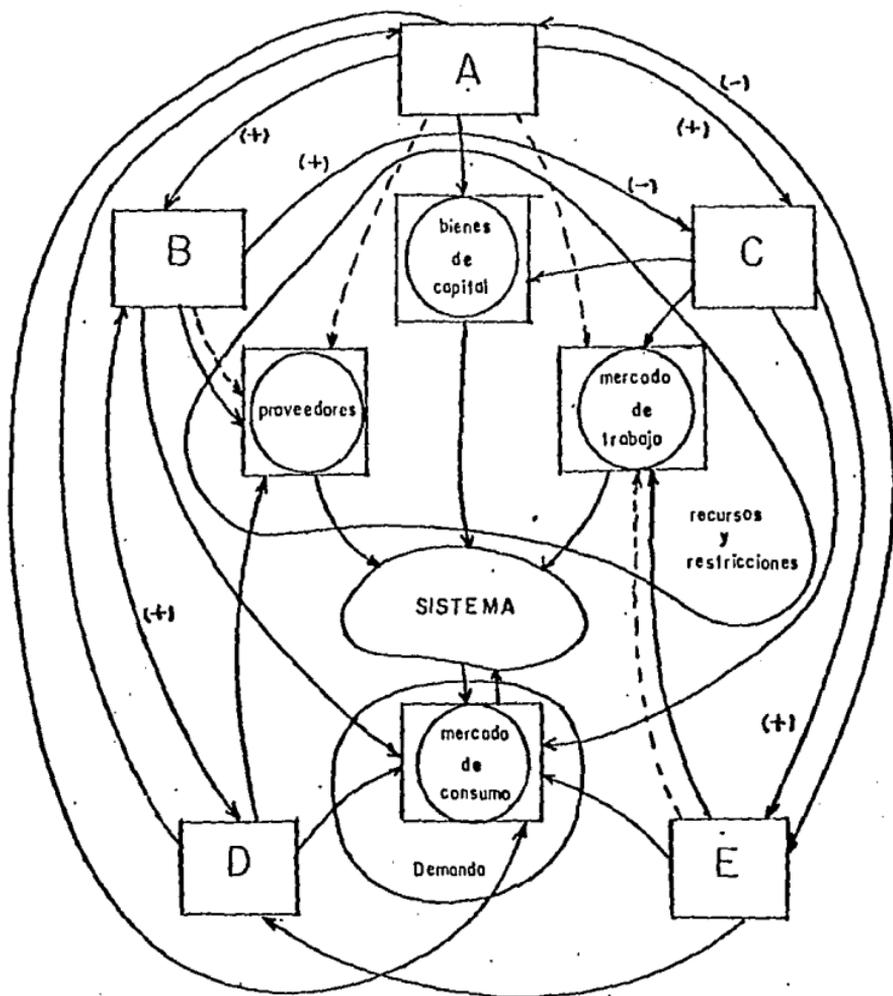
FACTORES QUE AFECTAN AL SISTEMA



FACTORES QUE DEFINEN EL COMPORTAMIENTO DEL AMBIENTE Y SU INTERACCION

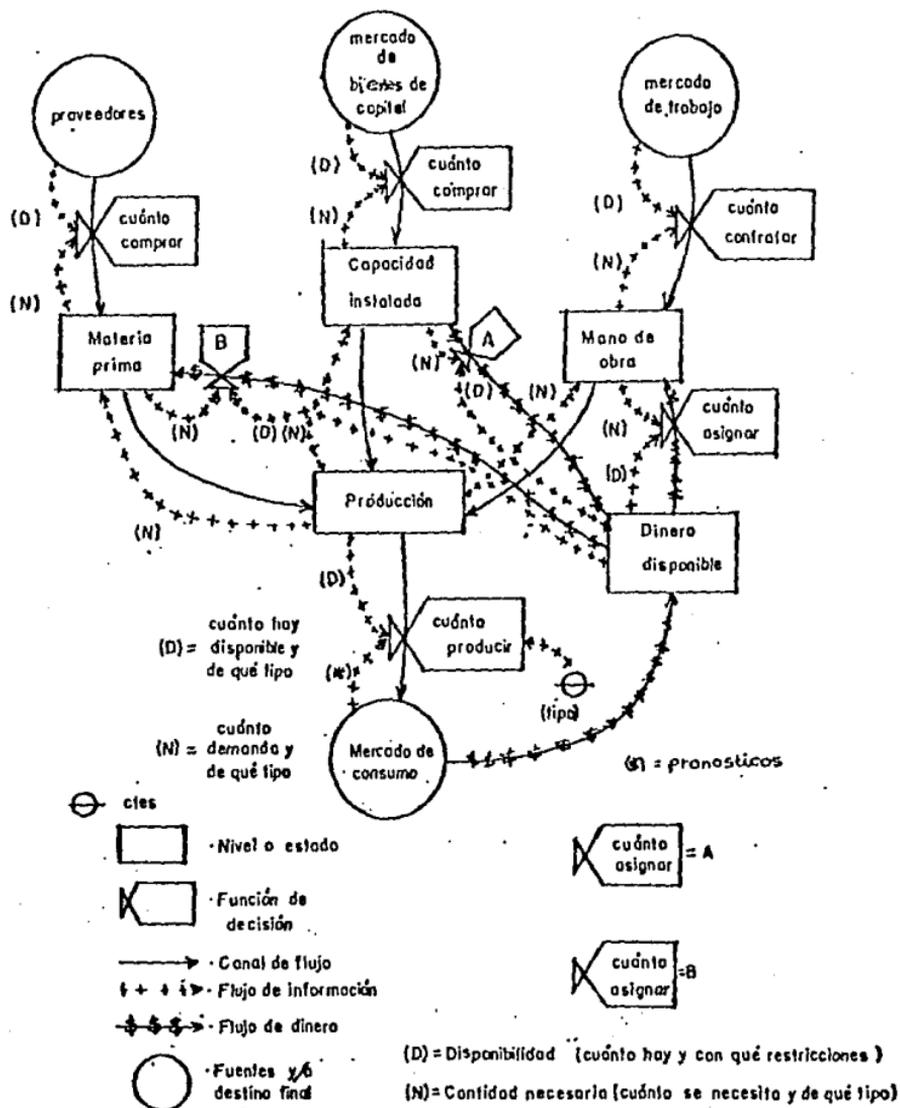


INTERACCION DEL AMBIENTE CON LOS FACTORES QUE AFECTAN AL SISTEMA

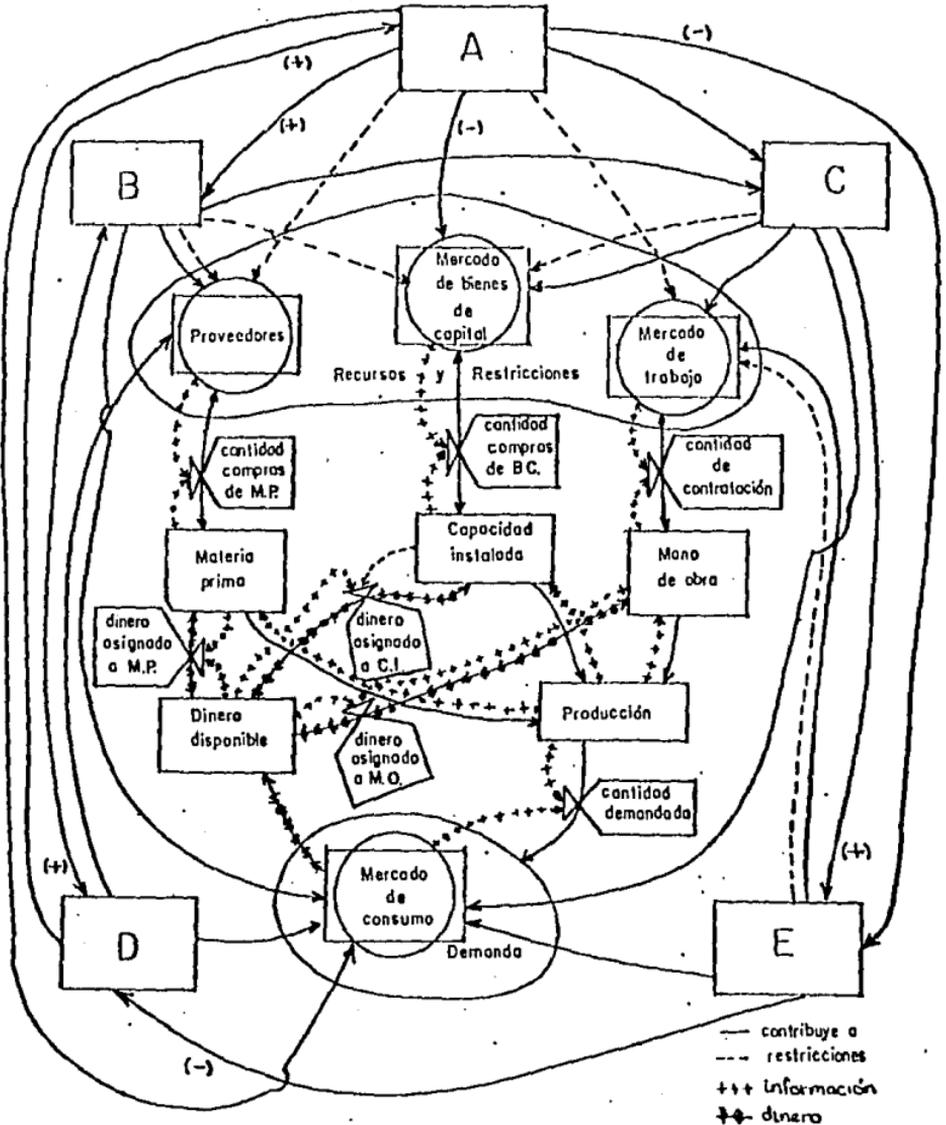


— recursos
 - - - restricciones

ESTRUCTURA DEL SISTEMA AUTORREGULABLE



ESTRUCTURA DEL SISTEMA ADAPTATIVO



4.3 SUPUESTOS DEL MODELO DE SIMULACION

Para poder realizar la simulación en computadora es necesario definir los siguientes supuestos:

1.- El comportamiento del ambiente está definido en un 90% en función de cinco variables o elementos del mismo (A,B,C,D y E), el 10% restante se define en base a variaciones aleatorias.

2.- Los factores del ambiente que definen al sistema tienen una correlación lineal con los elementos del ambiente.

3.- Se analiza un sólo producto que es básico y con precio constante.

4.- Existen solamente dos productores, cuya única diferencia es su capacidad de adaptación

5.- Del total de los recursos disponibles, se asigna la mitad para cada sistema.

6.- Las restricciones se reflejan en la calidad de la mano de obra y de la materia prima, lo que se traduce en una disminución de la producción debido a desperdicio y falta de eficiencia.

7.- El equipo tiene una calidad óptima, no requiere mantenimiento ni se descompone, su precio es constante, su vida es de diez periodos y no tiene valor de rescate, se deprecia linealmente en diez años.

8.- La capacidad de cada máquina es de una unidad de producto terminado por cada periodo.

9.- No existe la posibilidad de obtener productos por medio de maquila.

10.- El sistema adaptativo ha desarrollado un modelo de monitoreo del ambiente y lo ha incluido en su estructura mediante la metodología, este modelo tiene una confiabilidad mucho menor al 100% que aumenta en función de una curva de aprendizaje. Se ha simulado el

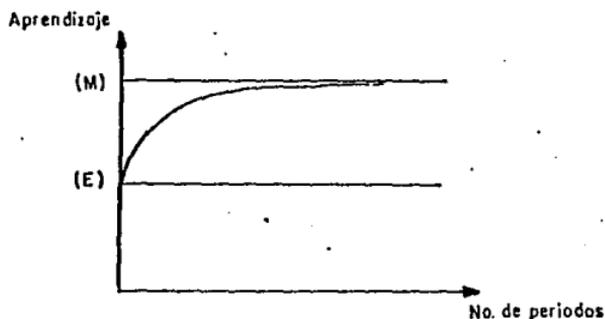
modelo de monitoreo ajustando los valores del comportamiento del ambiente y de los factores que afectan al sistema mediante un porcentaje de error que puede ser positivo ó negativo dado en función del porcentaje de confiabilidad del modelo de monitoreo, que se define por medio de la curva de aprendizaje, la cual se define de la siguiente manera:

$$\text{APRENDIZAJE} = E + (M - E) * (1 - (N^{-b}))$$

La curva parte de una eficiencia inicial (E) y aumenta en forma exponencial en función de el número de periodos transcurridos (N) y de la tasa de aprendizaje (TA) hasta un máximo (M), con:

$$b = (\text{Log}(TA) / \text{Log}(2))$$

$$1 - (TA) = \text{Tasa de progreso}$$



Curva de aprendizaje

La inversión necesario para la instalación del modelo de monitoreo es de 2 unidades monetarias, que es el equivalente a dos unidades de equipo, la operación y el mantenimiento del modelo le cuesta al sistema .2 unidades monetarias por periodo, lo que equivale al dos por ciento de la venta de diez unidades de producto.

11.- El sistema autorregulado realiza un pronóstico de ventas en función de datos históricos con un modelo de atenuación exponencial con un parámetro alpha que se puede variar:

$$P'_{t+1} = P'_t + \text{alpha} * (P_t - P'_t)$$

Donde:

P'_{t+1} = Pronóstico para el periodo $t+1$

P'_t = Pronóstico para el periodo t

P_t = Dato real para el periodo t

alpha = constante de atenuación.

Además, realiza un estudio de mercado cuando sus ventas reales son menores al cincuenta por ciento de lo calculado en el pronóstico. El estudio obtiene información acerca del tamaño y tipo de mercado con un noventa y cinco por ciento de confiabilidad, su simulación se lleva a cabo mediante el ajuste de los datos reales del mercado aplicando un factor de error de cinco por ciento que puede ser positivo ó negativo, y tiene un costo de .8 unidades monetarias que equivalen al ocho por ciento de la venta de diez unidades.

12.- El sistema autorregulado estima que existe un ocho por ciento de desperdicio de materia prima y de mano de obra en promedio.

13.- El sistema adaptativo estima las pérdidas debidas a las restricciones en el modelo de monitoreo y las utiliza para programar su operación.

14.- La mano de obra tiene una rotación promedio de una persona por cada cinco periodos.

15.- Cada sistema trata de utilizar al máximo sus recursos, el no utilizarlos genera un costo. (mano de obra ociosa, materia prima almacenada y costo de oportunidad de la inversión en equipo)

16.- El producto terminado que no se vende en el mercado tendrá que ser rematado a un diez porciento de su precio de venta, ya que no se puede mantener inventario de producto terminado.

17.- El tipo de producto que demanda el mercado varia en cada periodo, en base a éste se define la mezcla de mano de obra y de materia prima que se debe utilizar para producir cada unidad.

4.4 ESTRUCTURA DEL PROGRAMA

El programa de simulación deberá realizar cinco funciones básicas, mediante las cuales se manipule el modelo a lo largo del tiempo, tales funciones son:

a).- Obtener los estados, es decir, definir cuál es la situación en la que se encuentran el ambiente, los factores que determinan al sistema y los dos sistemas, en un momento determinado.

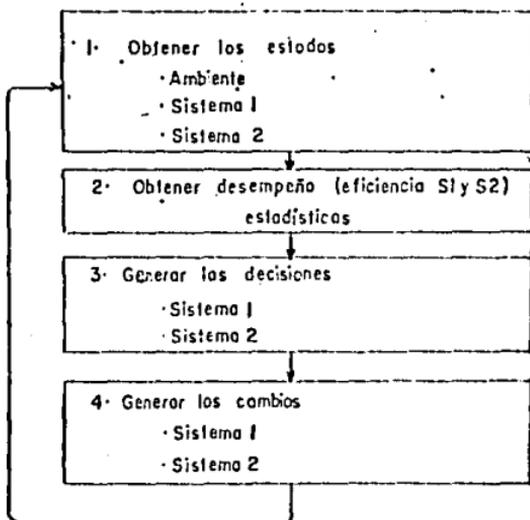
b).- Obtener el desempeño de los sistemas en base a los estados que hayan logrado.

c).- Obtener los estimados que hace cada sistema de la situación del ambiente.

d).- Generar las decisiones de cada sistema en base a sus estimados.

e).- Generar los cambios en los sistemas en función de sus decisiones.

ESQUEMA GENERAL DEL PROGRAMA



El programa se ha dividido en tres módulos:

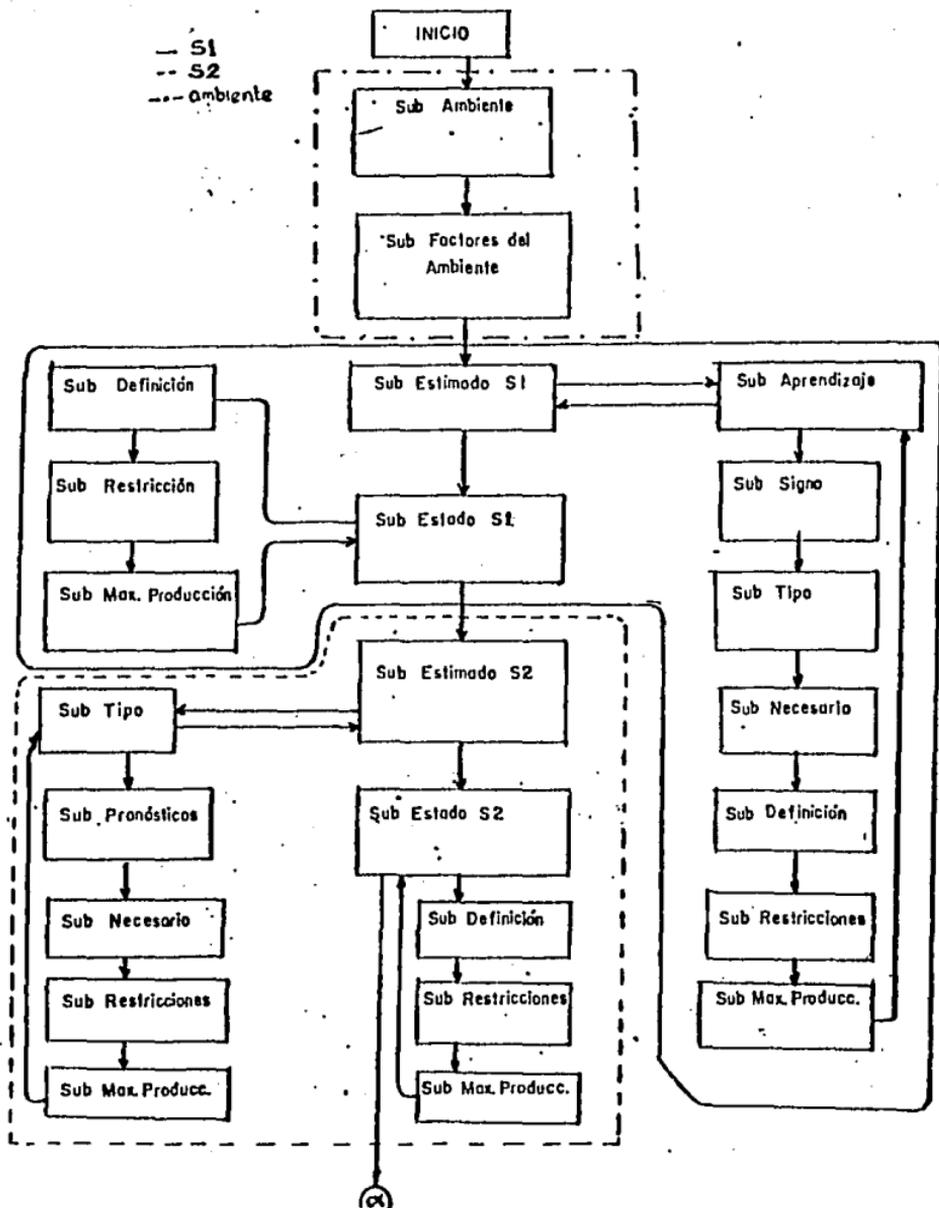
- 1).- El Ambiente
- 2).- El Sistema 1 (adaptativo)
- 3).- El Sistema 2 (autorregulado)

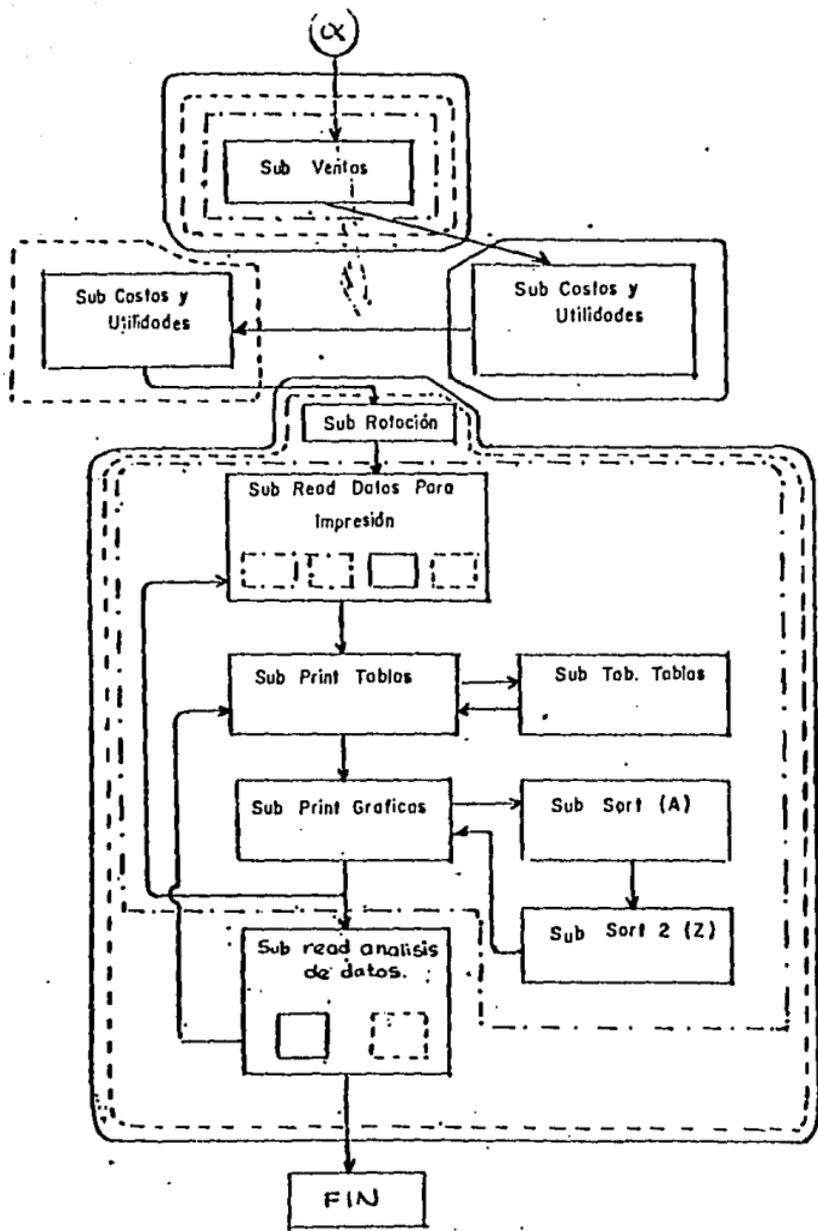
que se componen a su vez por subrutinas generales que llevan a cabo las cinco funciones básicas. De esta forma, en el módulo 1, se realiza la función a) para el ambiente y los factores que definen el sistema, en el 2, las funciones a),b),c),d) y e) para el sistema adaptativo, y en el 3 las funciones a),b),c)d) y e) para el sistema autorregulado.

A continuación, se presenta el diagrama de flujo general del programa, que contiene únicamente los módulos y las subrutinas que lo componen:

DIAGRAMA DE FLUJO GENERAL DEL PROGRAMA DE SIMULACION

- S1
 - - S2
 - - - Ambiente





LIST

```

100 SM = 3:8 = 1,3219:A1 = .5:VE = .95:VM = .95
110 DIM VA(SM + 1),PL(SM + 1),S1(11,SM + 1),S2(11,SM + 1),A(11,SM + 1),SD(7)
120 DIM A$(11,SM + 1),D(SM + 1),E(SM + 1),R(SM + 1),C(SM + 1),K(SM + 1),Z(12),Z$(11)
130 DIM DA(SM + 1),CR(SM + 1),CT(SM + 1),CP(SM + 1),ST(SM + 1),SP(SM + 1),TI(SM + 1)
140 D(1) = 2B:E(1) = 29:B(1) = 31:C(1) = 19:K(1) = 15:S1(10,0) = 10:S2(10,0) = 10
150 LC = .5:L1 = .13:L2 = .12:WK = .85:XC = 0:L3 = .065
160 LP = 0:LJ = 0
170 FOR J = 1 TO SM
180 IF J = 1 THEN 200
190 GOSUB 1260
200 GOSUB 1450
210 GOSUB 2760
220 GOSUB 4130
230 IF J = 1 THEN PL(0) = DA(1) / 2
240 GOSUB 3730
250 GOSUB 4420
260 GOSUB 990
270 M5 = S1(3,J):M6 = S1(4,J):P5 = S1(5,J):M8 = S1(8,J):PG = B1:RG = SP(J)
280 W1 = .02 * S1(10,(J - 1)):WD = S1(10,(J - 1)):WV = W1
290 GOSUB 900
300 N = WD: GOSUB 570:WD = N
310 S1(10,J) = WD
320 M5 = S2(3,J):M6 = S2(4,J):P5 = S2(5,J):M8 = S2(8,J):PG = B2:RG = SP(J)
330 W1 = WM:WD = S2(10,(J - 1)):WV = W2
340 GOSUB 900
350 N = WD: GOSUB 570:WD = N
360 S2(10,J) = WD
370 GOSUB 4810
380 NEXT J
390 GOSUB 3370
400 GOSUB 2500
410 GOSUB 1930
420 GOSUB 3440
430 GOSUB 2500
440 GOSUB 1930
450 GOSUB 3530
460 GOSUB 2500
470 GOSUB 1930
480 GOSUB 3630
490 GOSUB 2500
500 GOSUB 1930
510 GOSUB 4950: GOSUB 2500
520 GOSUB 5020: GOSUB 2500: GOSUB 5690
530 GOSUB 5140: GOSUB 2500: GOSUB 5690
540 GOSUB 5250: GOSUB 2500: GOSUB 5690
550 GOSUB 5400: GOSUB 2500
555 GOSUB 5520: GOSUB 2500: GOSUB 5690
560 END
570 REM SUB REDONDED
580 Y = N * 10:N = INT (Y) / 10
590 RETURN
600 REM SUB APRENDIZAJE
610 VA(J) = VE + (VM - VE) * (1 - (J ^ (- B)))
620 RETURN
630 REM SUB PRONOSTICOS
640 PL(J) = PL(J - 1) + (A1 * (RP - PL(J - 1)))
650 IF PL(J) = 0 THEN PL(J) = .01
660 RETURN
670 REM SUB SIGNO

```

```

680 IF RND (1) / 10 < .5 THEN SG = - 1: GOTO 700
690 SG = 1
700 RETURN
710 REM SUB TIPO
720 PX = (TI / 2 + .75) * (.5)
730 PF = 1 + PX
740 PM = (1 - PX) + 1
747 H = H + 3
750 RETURN
760 REM SUB NECESARIO P. PRODUCCION
770 M1 = (MC * PF) - (M3 * PF)
780 M2 = (MC * PM) - (M4 * PM)
790 IS = M2: GOSUB 4900: M2 = IS
800 C1 = MC - C2
810 IS = C1: GOSUB 4900: C1 = IS
820 IF M1 < 0 THEN M1 = 0
830 IF M2 < 0 THEN M2 = 0
840 IF C1 < 0 THEN C1 = 0
850 RETURN
860 REM SUB RESTRICCIONES
870 M5 = M3 * R7
880 M6 = M4 * R8
890 RETURN
900 REM SUB UTILIDAD
910 M9 = ((MB / PG) / RG)
920 W9 = M9 * L1 + ((M5 - M9) * L3)
930 W0 = (M6 * L2)
940 WC = (P5 / 10 * LC)
950 CW = WC + W9 + W0 + W1
960 WD = WD - CW
970 WD = WD + WU
980 RETURN
990 REM SUB VENTAS
1000 IF T1(J) = 0 THEN T1(J) = .01
1010 TA = T1(J)
1020 T1 = S1(2,J): T2 = S2(2,J)
1030 G1 = S1(8,J): G2 = S2(8,J): GA = DA(J)
1040 IF (T1 = TA) AND (T2 = TA) THEN F3 = .5: F4 = .5: GOTO 1090
1050 F1 = ABS ((TA - T1) / TA)
1060 F2 = ABS ((TA - T2) / TA)
1070 F3 = 1 - (F1 / (F1 + F2))
1080 F4 = 1 - (F2 / (F1 + F2))
1090 IF (G1 + G2) > (GA) THEN 1130
1100 V9 = G1: V0 = G2
1110 S1(9,J) = G1: S2(9,J) = G2
1120 V5 = G1: V6 = G1: GOTO 1230
1130 V3 = F3 * GA: V9 = V3
1140 V4 = F4 * GA: V0 = V4
1150 IF V3 > G1 THEN V9 = G1
1160 IF V4 > G2 THEN V0 = G2
1170 IF (V3 > G1) AND (V4 < G2) THEN V9 = G1: IF (G2 - (V4 + (V3 - G1))) < 0 THEN V0 = G2 - (G2
1180 IF (V3 < G1) AND (V4 > G2) THEN V0 = G2: IF (G1 - (V3 + (V4 - G2))) < 0 THEN V9 = G1 - (G1
1190 V5 = G1 - V3: V6 = G2 - V4
1200 N = V9: GOSUB 570: V9 = N
1210 N = V0: GOSUB 570: V0 = N
1220 S1(9,J) = V9: S2(9,J) = V0
1230 W1 = V9 * WK + (V5 * (WK / 10))
1240 W2 = V0 * WK + (V6 * (WK / 10))
1250 RETURN
1260 REM SUB COMPORTAMIENTO DEL AMBIENTE
1270 DU = O1EU = O1BU = O1CU = O1AU = O1H = J - 1

```

```

1280 GOSUB 670
1290 DU = D(H) + ((B(H) - E(H)) / 10 * (1 - SG * RND (1) / 10))
1300 M = DU: GOSUB 570:DU = M
1310 GOSUB 670
1320 EU = E(H) + ((K(H) - C(H)) / 10 * (1 - SG * RND (1) / 10))
1330 N = EU: GOSUB 570:EU = N
1340 GOSUB 670
1350 BU = B(H) + ((K(H) - D(H)) / 10 * (1 - SG * RND (1) / 10))
1360 M = BU: GOSUB 570:BU = N
1370 GOSUB 670
1380 CU = C(H) + ((D(H) - K(H)) / 10 * (1 - SG * RND (1) / 10))
1390 N = CU: GOSUB 570:CU = N
1400 GOSUB 670
1410 AU = K(H) + ((D(H) - E(H)) / 10 * (1 - SG * RND (1) / 10))
1420 N = AU: GOSUB 570:AU = M
1430 D(J) = DU:E(J) = EU:B(J) = BU:C(J) = CU:K(J) = AU
1440 RETURN
1450 REM SUB FACTORES DEL AMBIENTE
1460 DA = (.005 * K(J) + .006 * B(J) + 1.0 * C(J) + .004 * D(J) + .007 * E(J)) * (1 - RND (1) /
1470 N = DA: GOSUB 570:DA = N
1480 TX = (.01 * K(J) + .01 * B(J) + .01 * C(J) + .01 * D(J) + .01 * E(J))
1490 TA = 1 - (TX - INT (TX)) * N = TA: GOSUB 570:TA = N
1500 CB = (K(J) + C(J)) / 2: N = CB: GOSUB 570:CB = N
1510 CT = (C(J) + E(J)) / 2: N = CT: GOSUB 570:CT = N
1520 CP = (B(J) + D(J)) / 2: N = CP: GOSUB 570:CP = N
1530 S5 = (B(J) - K(J)) / 2: S6 = (E(J) - K(J)) / 2
1540 ST = 1 - (S5 - INT (S5)) / 10: SP = 1 - (S6 - INT (S6)) / 10
1550 N = ST * 10: GOSUB 570:ST = N / 10: N = SP * 10: GOSUB 570:SP = N / 10
1560 DA(J) = DA:CB(J) = CB:CT(J) = CT:CP(J) = CP:ST(J) = ST:SP(J) = SP:TI(J) = TA
1570 RETURN
1580 REM SUB DEFINICION DEL SISTEMA
1590 IF M1 = < CP THEN 1610
1600 M1 = CP:AU = MC:MC = M1 / PF: GOSUB 760:MC = AU
1610 IF M2 = < CT THEN 1630
1620 M2 = CT:AU = MC:MC = M2 / PM: GOSUB 760:MC = AU
1630 IF C1 = < CB THEN 1650
1640 C1 = CB:AU = MC:MC = C1: GOSUB 760:MC = AU
1650 IF WD > = ((C1 * LC) + (M1 * L1) + (M2 + M4) * L2) THEN 1700
1660 M1 = M1 - PF
1670 M2 = M2 - 1
1680 C1 = C1 - 1
1690 GOTO 1650
1700 M3 = M3 + M1
1710 M4 = M4 + M2
1720 IS = M4: GOSUB 4900:M4 = IS
1730 C2 = C2 + C1
1740 IB = C2: GOSUB 4900:C2 = IS
1750 RETURN
1760 REM SUB PRODUCCION MAXIMA
1770 MI = M5 / PM
1780 IF MI > (M6 / PF) THEN MI = M6 / PF
1790 IF MI > C2 THEN MI = C2
1800 PR = MI
1810 IS = PR: GOSUB 4900:PR = IS
1820 RETURN
1830 REM SUB SORT
1840 FOR K = 1 TO YD
1850 FOR I = 1 TO YD - 1
1860 IF A(I,J) < A(I + 1,J) THEN 1900
1870 Z = A(I,J):Z0 = A(I + 1,J)
1880 A(I,J) = A(I + 1,J):A(I + 1,J) = Z0

```

```

1890 A((I + 1),J) = Z:A*(I + 1),J) = Z%
1900 NEXT I
1910 NEXT K
1920 RETURN
1930 REM SUB PRINT GRAFICA
1940 PRINT : PRINT : PRINT *          GRAFICA DE DATOS DE*;T#: PRINT : PRINT
1950 PRINT 'EJE-Y: DE 0 A 50 CON INCREMENTOS DE 1 *;
1960 PRINT TAB( 18);'DATO < I *; PRINT TAB( 3);'DAT. = *; PRINT TAB( 3);'DATO > 50'
1970 PRINT
1980 HTAB 1: PRINT 'J*';
1990 FOR I = 1 TO 50
2000 PRINT '-*';
2010 NEXT I
2020 PRINT '[ '
2030 PRINT
2040 FOR J = 1 TO SM
2050 GOSUB 1830
2060 HTAB 1: PRINT 'J*';
2070 L = 4:V = 15:Q = 25:Y = 0:TB = 0:WZ = 0:A(0,J) = 1000
2080 FOR I = 1 TO YD
2090 I# = '0'
2100 IF (I = 1) AND (A(I,J) > = 1) THEN PRINT TAB( 1);'**';
2110 IF INT (A(I,J)) < > INT (A((I + 1),J)) THEN 2190
2120 IF INT (A(I,J)) < > INT (A((I - 1),J)) THEN 2140
2130 Y = Y - 1:A*(I,J) = Z*(Y + 1):V = V - 1
2140 IF A(I,J) < 1 THEN TY = V:L = L + 1:WZ = 1:V = L
2150 Z*(Y + 1) = A*(I,J):Z*(Y + 2) = A*(I + 1),J):A*(I,J) = I#
2160 A*(I + 1),J) = I#:Z(Y + 1) = V:V = V + 1:Z(Y + 2) = V:V = V + 1
2170 Y = Y + 2
2180 IF WZ = 1 THEN V = TY:WZ = 0
2190 IF A(I,J) < 50 THEN 2220
2200 A(I,J) = 50:Z*(Y + 1) = A*(I,J):A*(I,J) = '8':Z(Y + 1) = 0:Q = Q + 1
2210 Y = Y + 1
2220 IF (I = 1) AND (A(I,J) > = 1) THEN A(I,J) = A(I,J) + 1: GOTO 2300
2230 IF A(I,J) > = 1 THEN 2300
2235 IF INT (A(I,J)) < > INT (A((I + 1),J)) THEN 2240
2237 IF I = 1 THEN PRINT 'E*';
2239 GOTO 2340
2240 IF I = 1 THEN 2260
2250 IF INT (A(I,J)) = INT (A((I - 1),J)) THEN 2340
2260 Z*(Y + 1) = A*(I,J):Z(Y + 1) = L + 2:L = L + 1
2270 IF (A((I - 1),J) < 1) AND (I > 1) THEN 2290
2280 PRINT TAB( 1);'**';
2290 Y = Y + 1: GOTO 2350
2300 IF (A(I,J)) > 50 THEN PRINT TAB( (51 - TB));'C*';
2310 IF INT (A(I,J)) = INT (A((I - 1),J)) THEN 2340
2320 IF INT (A(I,J)) < TB THEN TB = INT (A(I,J))
2330 PRINT TAB( (A(I,J) - TB));A*(I,J);
2340 TB = INT (A(I,J))
2350 NEXT I
2360 IF (A(YD,J) < 50) AND (Y > 0) THEN 2380
2370 IF A(YD,J) < 50 THEN PRINT TAB( (51 - TB));'C*'; GOTO 2480
2380 PRINT TAB( (51 - TB));'C*';
2390 GOSUB 4710:TN = 0
2400 FOR I = 1 TO Y - 1
2410 PRINT TAB( (Z(I) - TN));Z*(I);
2420 TN = Z(I)
2430 NEXT I
2440 PRINT TAB( Z(Y) - TN);Z*(Y)
2450 FOR I = 1 TO Y
2460 A*(I,J) = Z*(I)

```

```

2470 NEXT I
2480 NEXT J
2490 RETURN
2500 REM SUB PRINT TABLAS
2510 PRINT : PRINT : PRINT '          TABLA DE DATOS DE';T$
2520 PRINT : PRINT
2530 PRINT TAB( 3);A$(1,1);
2540 FOR I = 2 TO YD
2550 PRINT TAB( 8);A$(I,1);
2560 NEXT I
2570 PRINT
2580 FOR J = 1 TO SM
2590 PRINT A(1,J);
2600 FOR I = 2 TO YD
2610 IF I > 1 THEN GOSUB 2670
2620 PRINT TAB( 1 + H);A(I,J);
2630 NEXT I
2640 PRINT
2650 NEXT J
2660 RETURN
2670 REM SUB TAB TABLAS
2680 H = 0
2690 IF ABS (A((I - 1),J)) < 1 THEN H = 5; GOTO 2730
2700 IF ABS (A((I - 1),J)) < 10 THEN H = 4; GOTO 2730
2710 IF ABS (A((I - 1),J)) < 100 THEN H = 3; GOTO 2730
2720 IF ABS (A((I - 1),J)) < 1000 THEN H = 2
2730 IF A((I - 1),J) > 0 THEN H = H + 1
2740 IF A((I - 1),J) - INT (A((I - 1),J)) = 0 THEN H = H + 2
2750 RETURN
2760 REM SUB ESTIMADO S1
2770 IF J > 1 THEN 2790
2780 S1(9,0) = DA(1) / 2; S2(9,0) = S1(9,0); S1(3,0) = 0; S1(4,0) = 0; S1(5,0) = 0
2790 GOSUB 600
2800 GOSUB 670
2810 ED = DA(J) + (SG * DA(J) * (1 - VA(J)))
2820 IF J = 1 THEN EP = DA(J) / 2; EI = TI(J); GOTO 2880
2830 IF (S1(9,(J - 1)) + S2(9,(J - 1))) = 0 THEN ED = ED / 2; GOTO 2900
2840 ED = ED * (S1(9,(J - 1)) / (S1(9,(J - 1)) + S2(9,(J - 1))))
2850 GOTO 2890
2860 IF LJ < > 0 THEN 2890
2870 IF ABS (EP - ED) < .05 THEN LJ = 1
2880 E1 = EP; GOTO 2900
2890 E1 = ED
2900 GOSUB 670
2910 ET = TI(J) + (SG * TI(J) * (1 - VA(J)))
2920 IF LD < > 0 THEN 2950
2930 IF (E1 - ET) < .05 THEN LD = 1
2940 E2 = E1; GOTO 2960
2950 E2 = ET
2960 GOSUB 670
2970 E3 = CP(J) / 2 + (SG * CP(J) / 2 * (1 - VA(J)))
2980 GOSUB 670
2990 E4 = CT(J) / 2 + (SG * CT(J) / 2 * (1 - VA(J)))
3000 GOSUB 670
3010 E5 = CB(J) / 2 + (SG * CB(J) / 2 * (1 - VA(J)))
3020 GOSUB 670
3030 E6 = (SP(J) + (SG * SP(J) * (1 - VA(J))))
3040 GOSUB 670
3050 E7 = (ST(J) + (SG * ST(J) * (1 - VA(J))))
3060 GOSUB 670
3070 N = E1; GOSUB 570; E1 = N

```

```

3080 N = E2: GOSUB 570:E2 = N
3090 N = E6 * 10: GOSUB 570:E6 = N / 10
3100 N = E7 * 10: GOSUB 570:E7 = N / 10
3110 S1(1,J) = E1:S1(2,J) = E2:S1(6,J) = E6:S1(7,J) = E7
3120 T1 = E2
3130 GOSUB 710
3140 C2 = S1(5,(J - 1))
3150 M4 = S1(4,(J - 1))
3160 M3 = S1(3,(J - 1))
3170 MC = E1
3180 GOSUB 760
3190 IF E6 = < 0 THEN E6 = .01
3200 M1 = M1 / E6
3210 IF E7 = < 0 THEN E7 = .01
3220 M2 = M2 / E7
3230 E5 = C1
3240 CP = E3
3250 CT = E4 + 1
3260 CB = E5
3270 WD = S1(10,(J - 1))
3280 GOSUB 1580
3290 S1(4,J) = M4
3300 S1(3,J) = M3
3310 S1(5,J) = C2
3320 R7 = E6:RB = E7
3330 GOSUB 860
3340 GOSUB 1760
3350 EB = PR
3360 RETURN
3370 REM SUB READ AMB X PRNT
3380 FOR I = 1 TO SM
3390 A$(1,I) = 'D':A$(2,I) = 'E':A$(3,I) = 'B':A$(4,I) = 'C':A$(5,I) = 'A'
3400 A(1,I) = D(I):A(2,I) = E(I):A(3,I) = B(I):A(4,I) = C(I):A(5,I) = K(I)
3410 NEXT I
3420 YD = S1(6) = 'L AMBIENTE'
3430 RETURN
3440 REM SUB READ F.A X PRNT
3450 FOR I = 1 TO SM
3460 A$(1,I) = 'D':A$(7,I) = 'T':A$(2,I) = 'B':A$(3,I) = '0'
3470 A$(4,I) = 'P':A$(5,I) = '1':A$(6,I) = '2'
3480 A(1,I) = DA(I):A(2,I) = CB(I):A(3,I) = CT(I):A(4,I) = CP(I)
3490 A(5,I) = ST(I):A(6,I) = SP(I):A(7,I) = TI(I)
3500 NEXT I
3510 YD = S1(7) = ' LOS FACTORES DEL AMBIENTE '
3520 RETURN
3530 REM SUB READ ESTADOS DE S1
3540 FOR I = 1 TO SM
3550 A$(1,I) = 'D':A$(2,I) = 'T':A$(3,I) = 'P':A$(4,I) = 'O':A$(5,I) = 'B'
3560 A$(6,I) = '1':A$(7,I) = '2':A$(8,I) = 'R':A$(9,I) = 'V':A$(10,I) = 'S'
3570 A(1,I) = S1(1,I):A(2,I) = S1(2,I):A(3,I) = S1(3,I):A(4,I) = S1(4,I)
3580 A(5,I) = S1(5,I):A(6,I) = S1(6,I):A(7,I) = S1(7,I):A(8,I) = S1(8,I)
3590 A(9,I) = S1(9,I):A(10,I) = S1(10,I)
3600 NEXT I
3610 YD = S1(10) = ' LOS ESTADOS DE EL SIST 1 '
3620 RETURN
3630 REM SUB READ ESTADOS DE S2
3640 FOR I = 1 TO SM
3650 A$(1,I) = 'D':A$(2,I) = 'T':A$(3,I) = 'P':A$(4,I) = 'O':A$(5,I) = 'B'
3660 A$(6,I) = '1':A$(7,I) = '2':A$(8,I) = 'R':A$(9,I) = 'V':A$(10,I) = 'S'
3670 A(1,I) = S2(1,I):A(2,I) = S2(2,I):A(3,I) = S2(3,I):A(4,I) = S2(4,I)
3680 A(5,I) = S2(5,I):A(6,I) = S2(6,I):A(7,I) = S2(7,I):A(8,I) = S2(8,I)

```

```

3690 A(9,1) = S2(9,1):A(10,1) = S2(10,1)
3700 NEXT I
3710 YD = 10:TA = ' LOS ESTADOS DE EL SIST 2 '
3720 RETURN
3730 REM SUB ESTIMADO S2
3740 IF J > 1 THEN 3760
3750 S1(9,0) = DA(1) / 2: S2(9,0) = S1(9,0): S2(3,0) = 0: S2(4,0) = 0: S2(5,0) = 0: S2(2,0) = T1(1)
3760 WM = 0: WD = S2(10,(J - 1))
3770 S2(2,J) = S2(2,(J - 1))
3780 N2 = S2(2,(J - 1))
3790 T1 = N2
3800 IF J = 1 THEN PL(1) = DA(1) / 2: GOTO 3830
3810 IF (S2(9,(J - 1)) < PL(J - 1)) AND ((PL(J - 1) - S2(9,(J - 1)) / PL(J - 1)) < .5) THEN
3820 REM THEN GOSUB 6800
3830 GOSUB 710
3840 RP = S2(9,(J - 1))
3850 GOSUB 630
3860 U = PL(J)
3870 M = U: GOSUB 570: U = M
3880 S2(1,J) = U
3890 N1 = U
3900 MC = N1
3910 M3 = S2(3,(J - 1))
3920 M4 = S2(4,(J - 1))
3930 C2 = S2(5,(J - 1))
3940 GOSUB 760
3950 S2(3,J) = (M1 / .95) + (S2(3,(J - 1)))
3960 S2(4,J) = (M2 / .95) + (S2(4,(J - 1)))
3970 N3 = S2(3,J): N4 = S2(4,J)
3980 S2(5,J) = C1 + S2(5,(J - 1))
3990 C2 = S2(5,J)
4000 N6 = .95: N7 = .95: S2(6,J) = N6: S2(7,J) = N7
4010 M3 = N3: M4 = N4
4020 R7 = N7: R8 = N6
4030 GOSUB 860
4040 GOSUB 1760
4050 NB = PR
4060 RETURN
4070 REM SUB ESTUDIO DE MERCADO
4080 SQ = .95 * T1(J)
4090 N = SQ: GOSUB 570: SQ = N
4100 S2(2,(J + 1)) = SQ
4110 WM = .3 * S2(10,(J - 1))
4120 RETURN
4130 REM SUB ESTADO S1
4140 M1 = S1(3,J) - S1(3,(J - 1))
4150 M2 = S1(4,J) - S1(4,(J - 1))
4160 C1 = S1(5,J) - S1(5,(J - 1))
4170 M3 = S1(3,(J - 1))
4180 M4 = S1(4,(J - 1))
4190 C2 = S1(5,(J - 1))
4200 CB = CB(J) / 2
4210 CT = CT(J) / 2
4220 CP = CP(J) / 2
4230 T1 = S1(2,J)
4240 GOSUB 710
4250 B1 = PF
4260 GOSUB 1580
4270 IF C2 < 0 THEN C2 = 0
4280 IF M4 < 0 THEN M4 = 0
4290 IF M3 < 0 THEN M3 = 0

```

```

4300 S1(5,J) = INT (C2)
4310 IS = M4: GOSUB 4900:M4 = IS
4320 S1(4,J) = M4
4330 M = M3: GOSUB 570:M3 = M
4340 S1(3,J) = M3
4350 R7 = SP(J)
4360 RB = ST(J)
4370 GOSUB 860
4380 GOSUB 1760
4390 IF PR < 0 THEN PR = 0
4400 S1(8,J) = PR
4410 RETURN
4420 REM SUB ESTADO S2
4430 M1 = S2(3,J) - S2(3,(J - 1))
4440 M2 = S2(4,J) - S2(4,(J - 1))
4450 C1 = S2(5,J) - S2(5,(J - 1))
4460 M3 = S2(3,(J - 1))
4470 M4 = S2(4,(J - 1))
4480 C2 = S2(5,(J - 1))
4490 CB = CB(J) / 2
4500 CT = CT(J) / 2
4510 CP = CP(J) / 2
4520 T1 = S2(2,J)
4530 GOSUB 710
4540 B2 = PF
4550 GOSUB 1500
4560 IF C2 < 0 THEN C2 = 0
4570 IF M4 < 0 THEN M4 = 0
4580 IF M3 < 0 THEN M3 = 0
4590 S2(5,J) = INT (C2)
4600 IS = M4: GOSUB 4900:M4 = IS
4610 S2(4,J) = INT (M4)
4620 M = M3: GOSUB 570:M3 = M
4630 S2(3,J) = M3
4640 R7 = SP(J)
4650 RB = ST(J)
4660 GOSUB 860
4670 GOSUB 1760
4680 IF PR < 0 THEN PR = 0
4690 S2(8,J) = INT (PR)
4700 RETURN
4710 REM SUB SORT2
4720 FOR K = 1 TO Y
4730 FOR I = 1 TO Y - 1
4740 IF Z(I) < Z(I + 1) THEN 4780
4750 Z = Z(I):Z% = Z%(I)
4760 Z(I) = Z(I + 1):Z%(I) = Z%(I + 1)
4770 Z(I + 1) = Z:Z%(I + 1) = Z%
4780 NEXT I
4790 NEXT K
4800 RETURN
4810 REM SUB UTILIZAC. DE EQUIP Y ROTAC. DE PERSONAL
4820 XC = XC + 1
4830 IF XC < 5 THEN 4870
4840 S1(4,J) = S1(4,J) - 1
4850 S2(4,J) = S2(4,J) - 1
4860 XC = 0
4870 S1(5,J) = S1(5,J) - (.1 * S1(5,J))
4880 S2(5,J) = S2(5,J) - (.1 * S2(5,J))
4890 RETURN
4900 REM SUN ROUND

```

```

4910 IF IS - INT (IS) > .5 THEN 4930
4920 IS = INT (IS): GOTO 4940
4930 IS = INT (IS) + 1
4940 RETURN
4950 REM SUB READ UTILIDADES S1 Y S2
4960 FOR I = 1 TO SM
4970 A(1,I) = '1':A(2,I) = '2'
4980 A(1,I) = S1(10,I):A(2,I) = S2(10,I)
4990 NEXT I
5000 YD = 2: T(1) = ' LA UTILIDAD DE LOS SISTEMAS (1(S1) Y 2(S2))'
5010 RETURN
5020 REM SUB READ DEMANDA
5030 FOR I = 1 TO SM
5040 A(1,I) = '1':A(2,I) = '2':A(3,I) = 'A'
5045 A(4,I) = '3':A(5,I) = '4':A(6,I) = '5':A(7,I) = '6'
5050 A(1,I) = S1(1,I):A(2,I) = S2(1,I):A(3,I) = DA(I):A(4,I) = S1(9,I)
5060 A(5,I) = S2(9,I):A(6,I) = ( ABS (S1(8,I) - S1(9,I))):A(7,I) = ( ABS (S2(8,I) - S2(9,I)))
5070 N = A(6,I) * 10: GOSUB 570:A(6,I) = N / 10
5080 N = A(7,I) * 10: GOSUB 570:A(7,I) = N / 10
5090 NEXT I
5100 YD = 7
5110 T(1) = 'DEMANDA ESPERADA,(1,2) REAL(3,4 Y A(AHD)) Y ERROR(5,6)'
5120 YY = 6: YZ = 7
5130 RETURN
5140 REM SUB READ TIPO DE DEMANDA
5150 FOR I = 1 TO SM
5160 A(1,I) = '1':A(2,I) = '2':A(3,I) = 'A':A(4,I) = '3':A(5,I) = '4'
5170 A(1,I) = S1(2,I):A(2,I) = S2(2,I):A(3,I) = TI(I)
5175 A(4,I) = TI(I) - S1(2,I):A(5,I) = TI(I) - S2(2,I)
5180 N = A(4,I) * 10: GOSUB 570:A(4,I) = N / 10
5190 N = A(5,I) * 10: GOSUB 570:A(5,I) = N / 10
5200 NEXT I
5210 YD = 5
5220 T(1) = 'TIPO DE DEMANDA ESPERADA,(1,2) REAL(A) Y ERROR(3,4)'
5230 YY = 4: YZ = 5
5240 RETURN
5250 REM SUB READ RESTRICC
5260 FOR I = 1 TO SM
5270 A(3,I) = '1':A(4,I) = '2':A(5,I) = 'P':A(6,I) = 'T':A(7,I) = '3':A(8,I) = '4'
5280 A(9,I) = '6':A(10,I) = '5':A(11,I) = '9':A(12,I) = '0'
5290 A(3,I) = S1(6,I):A(4,I) = S1(7,I):A(5,I) = SP(I):A(6,I) = ST(I)
5295 A(7,I) = SP(I) - S1(7,I):A(8,I) = ST(I) - S1(6,I)
5300 A(9,I) = S2(6,I):A(10,I) = S2(7,I):A(11,I) = SP(I) - S2(7,I):A(12,I) = ST(I) - S2(6,I)
5310 N = A(7,I) * 10: GOSUB 570:A(7,I) = N / 10
5320 N = A(8,I) * 10: GOSUB 570:A(8,I) = N / 10
5330 N = A(9,I) * 10: GOSUB 570:A(9,I) = N / 10
5340 N = A(10,I) * 10: GOSUB 570:A(10,I) = N / 10
5350 NEXT I
5360 YD = 10
5370 T(1) = 'RESTRICC, REAL,(P,T) ESPE.(1,2(S1),5,6(S2)) Y ERR.(3,4(S1),9,0(S2))'
5380 YY = 7: YZ = 10
5390 RETURN
5400 REM SUB READ RECURSOS
5410 FOR I = 1 TO SM
5420 A(1,I) = 'P':A(2,I) = 'T':A(3,I) = 'B':A(4,I) = '1':A(5,I) = '2'
5430 A(6,I) = '5':A(7,I) = '3'
5440 A(8,I) = '4':A(9,I) = '6'
5450 A(1,I) = CP(I):A(2,I) = CI(I):A(3,I) = CB(I)
5460 A(4,I) = S1(3,I):A(5,I) = S1(4,I):A(6,I) = S1(5,I)
5470 A(7,I) = S2(3,I):A(8,I) = S2(4,I):A(9,I) = S2(5,I)
5480 NEXT I

```

```

5490 YD = 9
5500 T% = * LOS RECURSOS RALES,(P,T,B) ESPERADOS (1,2,5(S1) Y 3,4,6(S2)) *
5510 RETURN
5520 REM          SUB READ RECURSOS (ERROR)
5530 FOR I = 1 TO SM
5540 A$(1,I) = *7*:A$(2,I) = *8*:A$(3,I) = *+*
5550 A$(4,I) = *9*:A$(5,I) = *0*:A$(6,I) = *8*
5560 A(1,I) = CP(I) / 2 - S1(3,I):A(2,I) = CT(I) / 2 - S1(4,I):A(3,I) = CB(I) / 2 - S1(5,I)
5570 A(4,I) = CP(I) / 2 - S2(3,I):A(5,I) = CT(I) / 2 - S2(4,I):A(6,I) = CB(I) / 2 - S2(5,I)
5580 N = A(1,I) * 10: GOSUB 570:A(1,I) = N / 10
5590 N = A(2,I) * 10: GOSUB 570:A(2,I) = N / 10
5600 N = A(3,I) * 10: GOSUB 570:A(3,I) = N / 10
5610 N = A(4,I) * 10: GOSUB 570:A(4,I) = N / 10
5620 N = A(5,I) * 10: GOSUB 570:A(5,I) = N / 10
5630 N = A(6,I) * 10: GOSUB 570:A(6,I) = N / 10
5640 NEXT I
5650 YD = 6
5660 T% = * EL ERROR (7,8,(S1) Y 9,0,(S2)) DE LOS RECURSOS ESTIMADOS*
5670 YY = 1:YZ = 6
5680 RETURN
5690 REM SUB CALCULO DEL ERROR STD
5700 LK = 1
5710 FOR I = YY TO YZ
5715 ED = 0:EW = 0
5720 FOR J = 1 TO SM
5730 ED = ED + A(I,J)
5735 EW = EW + (A(I,J) ^ 2)
5740 NEXT J
5750 Z(LK) = ED / SM
5760 N = Z(LK) * 10: GOSUB 570:Z(LK) = N / 10
5770 SD(LK) = SQR (EW / SM) * 1.96
5790 N = SD(LK) * 100: GOSUB 570:SD(LK) = N / 100
5800 LK = LK + 1
5810 NEXT I
5820 PRINT :J = 1
5830 PRINT *ERROR ESTANDAR *;
5840 FOR I = YY TO YZ - 1
5850 PRINT * *;A$(I,J);* *;
5860 NEXT I
5865 PRINT * *;A$(YZ,J)
5870 PRINT :HTAB (15): PRINT * *;
5880 JL = (YZ - YY) + 1
5900 FOR I = 1 TO JL - 1
5930 PRINT Z(I);* +- *;SD(I);* *;
5940 NEXT I
5945 PRINT Z(JL);* +- *;SD(JL)
5950 RETURN

```

JPR#3

3

CAPITULO 5

CAPITULO 5

ANALISIS DE RESULTADOS

Se realizaron tres simulaciones, cambiando el rango de variación del tamaño de la demanda, con lo que se afecta significativamente el desempeño del sistema ya que su utilidad dependerá directamente de su habilidad para producir lo que se le demanda en cantidad y tipo, de esta forma, si la demanda es baja y la producción es alta ó si la demanda es alta y la producción es baja, las utilidades que obtenga el sistema no serán óptimas debido a los costos de almacenamiento y/o a los fijos, así, la primera simulación se realizó utilizando un rango de variación pequeño, dando como resultado una mayor eficiencia del sistema auto regulado, debido a que cuando las variaciones son pequeñas (el ambiente tiene pocos cambios y a una velocidad lenta) éste sistema tiene una buena estimación de lo que puede suceder mediante el uso de un modelo de pronósticos, el cual no supone costos

fijos muy elevados, en cambio el sistema adaptativo tiene una menor eficiencia en cuanto a utilidad (no en cuanto a operación) debido a que el mantener un sistema de monitoreo del ambiente, supone un costo fijo mucho mayor que el de un modelo de pronósticos .

En la segunda simulación, se definió un rango de variación intermedio y en la cual el el sistema adaptativo obtuvo una eficiencia en cuanto a utilidades significativamente mayor que el autorregulado, ya que con el modelo de pronosticos, este último no logró hacer una buena estimación de la demanda futura cuando las variaciones aumentaron en tamaño y velocidad.

En la tercera se definió un rango de variación grande y se encontró que la eficiencia del sistema adaptativo era mucho más grande que la del autorregulado, es decir, como se podrá observar en los resultados de la segunda simulación que se presentan a continuación, que conforme aumentan los cambios en su tamaño y en su velocidad, va siendo más necesario tener un modelo de monitoreo que permita al sistema operar de manera eficiente, ya que la única diferencia entre los dos sistemas en la simulación es la forma como definen que es lo que deben hacer en cada periodo.

Los resultados de la simulación se presentan de la siguiente manera: Primero se presenta una tabla con los estados de las variables que determinan el comportamiento ya sea del ambiente, de sus factores, del sistema uno (adaptativo) o del sistema dos, (autorregulado) después la grafica de dichos estados, y al final se presentan las tablas comparativas de los estados del los sistemas y los errores estandar de las variables, con respecto a el ambiente.

RUN

TABLA DE DATOS DEL AMBIENTE

D	E	B	C	A
28	29	31	19	15
28.2	28.5	29.6	20.6	14.8
28.3	27.8	28.1	22.1	14.7
28.3	27	26.6	23.5	14.7
28.2	26	25.2	24.8	14.8
28.1	24.9	23.7	25.9	15
27.9	23.7	22.2	26.7	15.3
27.7	22.5	20.8	27.4	15.7
27.5	21.2	19.5	27.9	16.2
27.3	19.9	18.3	28.2	16.8
27.1	18.7	17.1	28.3	17.5
26.9	17.6	16.1	28.2	18.3
26.7	16.5	15.2	27.9	19.2
26.5	15.6	14.3	27.4	20.2
26.3	14.8	13.6	26.7	21.3
26.1	14.2	13	25.8	22.4
25.9	13.8	12.6	24.8	23.7
25.7	13.6	12.3	23.5	24.9
25.5	13.7	12.2	22.1	26.2
25.3	14.1	12.2	20.5	27.4
25.1	14.8	12.4	18.9	28.6
24.8	15.8	12.7	17.2	29.6
24.4	17	13.1	15.4	30.5
23.9	18.5	13.7	13.6	31.3
23.3	20.3	14.4	11.8	31.8
22.6	22.3	15.2	9.9	32.1
21.8	24.6	16.1	8.1	32.1
20.8	27.1	17.1	6.3	31.7
19.7	29.7	18.2	4.7	31
18.4	32.3	19.4	3.3	29.9
17	35	20.6	2.1	28.5
15.5	37.7	21.8	1.2	26.5
13.7	40.3	22.9	.7	24.1
11.8	42.7	24	.5	21.3
9.7	44.9	25	.7	18
7.6	46.6	25.9	1.4	14.2
5.3	47.9	26.5	2.6	10.1
2.9	48.6	27	4.3	5.6
.6	48.7	27.2	6.4	1
-1.7	48.1	27.2	9	-4.2
-4	46.6	26.9	12.3	-9.5
-6	44.3	26.3	16.2	-14.6
-7.9	40.9	25.3	20.6	-19.8
-9.6	36.6	24	25.4	-25
-10.9	31.2	22.4	30.5	-29.9
-11.8	25.1	20.3	35.9	-34.5
-12.3	17.4	17.8	41.8	-38.3
-12.3	9.2	15.1	47.7	-41.6
-11.7	-.2	11.9	53.7	-43.9
-10.5	-10.5	8.3	59.5	-45.1

GRAFICA DE DATOS DEL AMBIENTE

EJE-Y: DE 0 A 50 CON INCREMENTOS DE 1

DATO <1

DAT. *

DATO >50

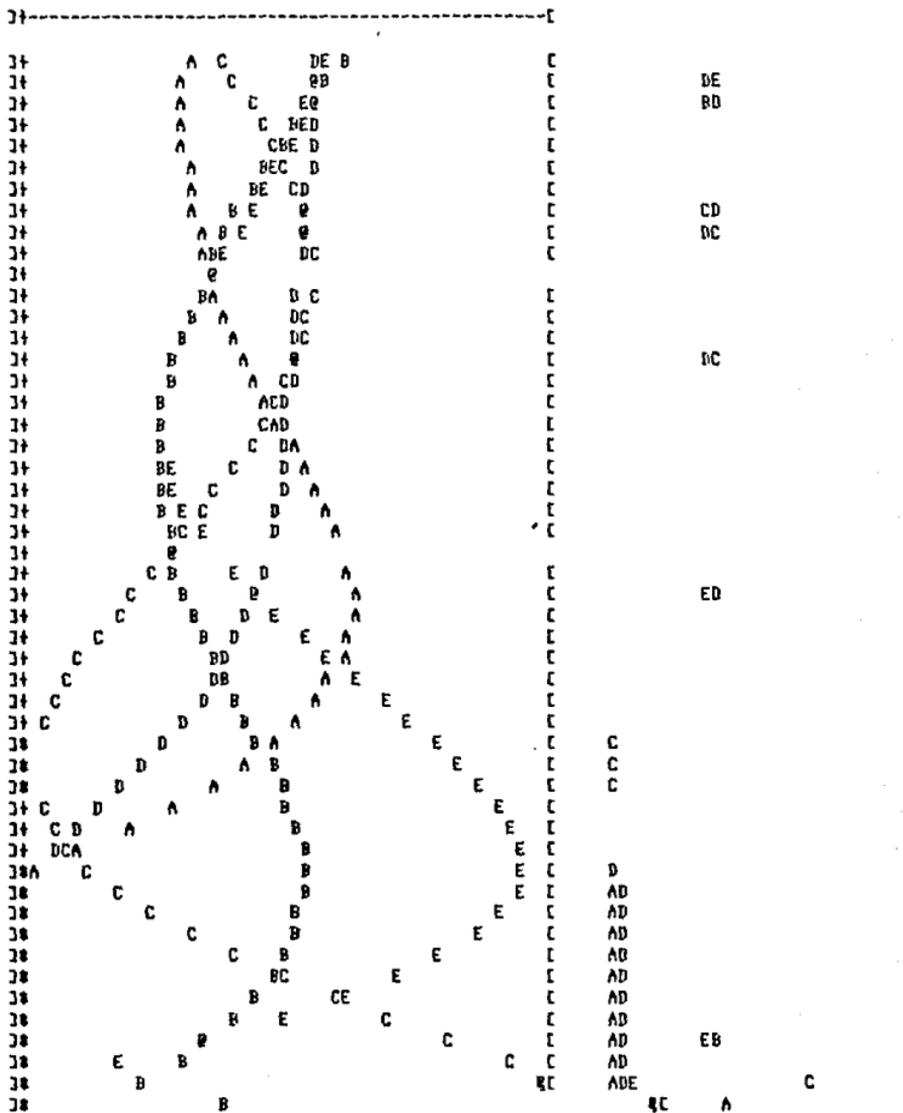


TABLA DE DATOS DE LOS FACTORES DEL AMBIENTE

D	B	O	P	1	2	T
17.6	17	24	29.5	1	1	.7
20.9	17.7	24.5	28.9	.96	.91	.7
22.4	18.4	24.9	28.2	.93	.94	.7
23.5	19.1	25.2	27.4	.9	.98	.7
23.4	19.8	25.4	26.7	.98	.94	.8
24	20.4	25.4	25.9	.96	.9	.8
26.1	21	25.2	25	.95	.98	.8
27.2	21.5	24.9	24.2	.94	.96	.8
25.6	22	24.5	23.5	.93	.95	.8
26.2	22.5	24	22.8	.92	.94	.8
27.3	22.9	23.5	22.1	.92	.94	.9
26.7	23.2	22.9	21.5	.9	.93	.9
26.3	23.5	22.2	20.9	.9	.93	.9
26.1	23.8	21.5	20.4	.99	.93	.9
26.5	24	20.7	19.9	.98	.92	.9
24.3	24.1	20	19.5	.97	.9	.9
24.3	24.2	19.3	19.2	.95	.99	.9
23.1	24.2	18.5	19	.93	.96	1
21	24.1	17.9	18.8	.9	.92	.01
19.3	23.9	17.3	18.7	.96	.96	.01
18.7	23.7	16.8	18.7	.91	.99	.01
16.4	23.4	16.5	18.7	.94	.99	.9
15.4	22.9	16.2	18.7	.97	.97	.9
13.8	22.4	16	18.8	.98	.94	.9
11.9	21.8	16	18.8	.97	.97	.9
9.5	21	16.1	18.9	.94	.99	.9
7.9	20.1	16.3	18.9	.99	.97	.9
6.3	19	16.7	18.9	.93	.93	.9
5.2	17.8	17.2	18.9	.94	.96	.9
3.5	16.6	17.8	18.9	.92	.98	.9
2.4	15.3	18.5	18.8	.99	.97	.9
1.6	13.8	19.4	18.6	.93	.94	.9
1.1	12.4	20.5	18.3	.96	.99	.9
1	10.9	21.6	17.9	.96	.92	.9
1.1	9.3	22.8	17.3	.95	.95	.01
1.9	7.8	24	16.7	.91	.98	.01
2.9	6.3	25.2	15.9	.98	.9	.01
4.4	4.9	26.4	14.9	.93	.95	.1
6.8	3.7	27.5	13.9	.99	.91	.1
8.7	2.4	28.5	12.7	.92	.98	.2
11.7	1.4	29.4	11.4	.97	.99	.2
15.4	.8	30.2	10.1	.95	.95	.3
19.5	.4	30.7	8.7	.94	.96	.4
24.4	.1	31	7.2	.95	.92	.4
27.8	.3	30.8	5.7	.98	.94	.5
33.9	.7	30.5	4.2	.96	.91	.6
40.3	1.7	29.6	2.7	.99	.91	.7
43.9	3	28.4	1.4	.96	.96	.8
49	4.8	26.7	0	.9	.91	.9
53.3	7.2	24.5	-1.1	.93	.97	.9

TABLA DE DATOS DE LOS ESTADOS DE EL SIST 1

D	T	P	O	B	1	2	R	V	\$
8.8	.7	13.1	12	7.2	.95	.95	8	8	13.5
9.9	.6	13.1	12	9	.86	.91	8	8	16.8
11.3	.6	13.1	12	9.9	.89	.88	7	7	19.2
11.1	.6	13.1	12	9.9	.93	.85	7	7	21.6
11.1	.7	13.1	11	9.9	.89	.93	8	8	24.7
12.1	.7	13.1	13	10.8	.85	.91	8	8	27.6
13.2	.7	13.2	13	11.7	.93	.9	8	8	30.4
13.7	.7	14	14	12.6	.91	.89	8	8	32.9
12.9	.7	14	14	11.7	.9	.88	8	8	35.4
13.2	.7	14	13	11.7	.89	.87	8	8	37.8
13.8	.8	14	14	12.6	.89	.87	8	8	40.2
14.4	.8	14.7	15	13.5	.88	.85	9	9	43.1
14.9	.8	15	15	12.6	.88	.85	9	9	46
14.8	.8	15	15	13.5	.88	.94	9	9	48.8
15.1	.8	15.1	14	13.5	.87	.93	9	9	51.5
13.8	.8	15.1	14	11.7	.85	.92	9	9	54.3
13.8	.8	15.1	14	12.6	.94	.9	8	8	56.3
12.5	.9	15.1	14	11.7	.91	.88	8	8	58.3
12.2	0	15.1	14	10.8	.87	.85	9	9	61
11.7	0	15.1	13	10.8	.91	.91	9	9	63.7
11.4	0	15.1	13	10.8	.94	.86	9	9	66.5
10	.8	15.1	13	9.9	.94	.89	8	8	68.5
9.7	.8	15.1	13	9	.92	.92	8	8	70.5
8	.8	15.1	13	8.1	.89	.93	8	8	72.5
7.5	.8	15.1	12	7.2	.92	.92	8	7.9	74.4
6	.8	15.1	12	6.3	.94	.89	7	6.3	75.2
5	.8	15.1	12	5.4	.92	.94	6	5.2	75.2
3.9	.8	15.1	12	4.5	.88	.88	5	4.2	74.4
3.3	.8	15.1	12	3.6	.91	.89	4	3.4	73
2.2	.8	15.1	11	3.6	.93	.87	4	2.3	70.8
1.5	.8	15.1	11	3.6	.92	.94	4	1.6	68.2
1	.8	15.1	11	3.6	.89	.88	4	1	65.2
.6	.8	15.1	11	3.6	.94	.91	4	.7	62.1
.6	.8	15.1	11	3.6	.87	.91	4	.6	58.9
.6	0	15.1	10	3.6	.9	.9	4	1	56.1
1.8	0	15.1	10	3.6	.93	.86	4	1.8	54.1
2.7	0	15.1	10	3.6	.85	.93	4	2.8	52.9
4.1	0	15.1	10	3.6	.9	.88	4	3.7	52.4
5.5	0	15.1	10	3.6	.86	.94	4	4	52
6.7	.1	15.1	9	3.6	.93	.87	4	4	51.7
6.3	.1	15.1	9	3.6	.94	.92	4	4	51.6
8.3	.2	15.1	9	3.6	.9	.9	4	4	51.5
12.3	.3	15.1	9	3.6	.91	.89	4	4	51.4
15.4	.3	15.1	9	3.6	.87	.9	4	4	51.3
17.6	.4	15.1	8	3.6	.89	.93	4	4	51.2
18.4	.5	15.1	8	3.6	.86	.91	4	4	51.2
25.5	.6	15.1	8	3.6	.86	.94	4	4	51.2
27.8	.7	15.1	8	3.6	.91	.91	4	4	51.2
31	.8	15.1	8	3.6	.86	.85	4	4	51.2
33.7	.8	15.1	7	3.6	.92	.88	4	4	51.2

GRAFICA DE DATOS DE LOS ESTADOS DE EL SIST 1

EJE-Y: DE 0 A 50 CON INCREMENTOS DE 1

DATO <1 DAT. = DATO >50

-----C

J0	00	00	C	T12	VRDP	\$
J0	00	0P	C	T12	RVBD	\$
J0	0B	DOP	C	T21	RV	\$
J0	0B	DOP	C	T21	RV	\$
J0	0B	0P	C	T12	RVOD	\$
J0	0B	00	C	T12	RVDP	\$
J0	0B	00	C	T21	RVODP	\$
J0	0B	00	C	T21	RVPO	\$
J0	0B	00	C	T21	RVPO	\$
J0	0B	0P	C	T21	RVDD	\$
J0	0B	00	C	T21	RVPO	\$
J0	0B	00	C	T21	RVDP	\$
J0	0B	00	C	T21	RVPO	\$
J0	0B	00	C	T12	RVPO	\$
J0	0B	00	C	T12	RVDP	\$
J0	0B	00P	C	T12	RV	\$
J0	0B	00P	C	T21	RV	\$
J0	0B	00P	C	T21	RV	\$
J0	0B	00P	C	T21	RV	\$
J0	0B	00P	C	T21	RV	\$
J0	0B	00P	C	T21	RV	\$
J0	0B	00P	C	T12	RVBD	\$
J0	0B	00P	C	T12	RVDB	\$
J0	0B	00P	C	T21	DVB	\$
J0	0B	00P	C	T12	DVB	\$
J0	0B	00P	C	T12	VB	\$
J0	0B	00P	C	T21	DVB	\$
J0	0B	00P	C	T21	DV	\$
J0	0B	00P	C	T12	DV	\$
J0	0B	00P	C	T21	DV	\$
J0	0B	00P	C	DVT21		\$
J0	0B	00P	C	VDT12		\$
J0	0B	00P	C	TB21		\$
J0	0B	00P	C	T21	DV	\$
J0	0B	00P	C	T12	DV	\$
J0	0B	00P	C	T21	BVRD	\$
J0	0B	00P	C	T12	VR	\$
J0	0B	00P	C	T21	VR	\$
J0	0B	00P	C	T12	VR	\$
J0	0B	00P	C	T21	VR	\$
J0	0B	00P	C	T12	VRPD	\$
J0	0B	00P	C	T12	VR	\$
J0	0B	00P	C	T12	VR	\$
J0	0B	00P	C	T12	VR	\$
J0	0B	00P	C	T12	VR	\$
J0	0B	00P	C	T21	VR	\$
J0	0B	00P	C	T21	VR	\$

TABLA DE DATOS DE LOS ESTADOS DE EL SIST 2

D	T	P	O	B	1	2	R	U	\$
8.8	.7	12.8	12	7.2	.95	.95	8	8	13.7
8.4	.7	12.8	12	7.2	.95	.95	7	7	16.6
7.7	.7	12.8	12	6.3	.95	.95	7	7	19.6
7.3	.7	12.8	12	6.3	.95	.95	7	7	22.6
7.1	.7	12.8	11	6.3	.95	.95	7	7	25.6
7	.7	12.8	11	6.3	.95	.95	7	7	28.7
7	.7	12.8	11	6.3	.95	.95	7	7	31.8
7	.7	12.8	11	6.3	.95	.95	7	7	34.9
7	.7	12.8	11	6.3	.95	.95	7	7	38
7	.7	12.8	10	6.3	.95	.95	7	7	41.1
7	.7	12.8	10	6.3	.95	.95	6	6	43.5
6.5	.7	12.8	10	5.4	.95	.95	6	6	45.9
6.2	.7	12.8	10	5.4	.95	.95	6	6	48.3
6.1	.7	12.8	10	5.4	.95	.95	6	6	50.7
6	.7	12.8	9	5.4	.95	.95	6	6	53.1
6	.7	12.8	9	5.4	.95	.95	6	6	55.7
6	.7	12.8	9	5.4	.95	.95	6	6	58.3
6	.7	12.8	9	5.4	.95	.95	5	5	60.1
5.5	.7	12.8	9	4.5	.95	.95	5	5	61.9
5.2	.7	12.8	8	4.5	.95	.95	5	5	63.7
5.1	.7	12.8	8	4.5	.95	.95	5	5	65.6
5	.7	12.8	8	3.6	.95	.95	4	4	66.8
4.5	.7	12.8	8	4.5	.95	.95	5	5	68.7
4.7	.7	12.8	8	3.6	.95	.95	4	4	69.9
4.3	.7	12.8	7	4.5	.95	.95	5	3.9	71
4.1	.7	12.8	7	3.6	.95	.95	4	3.1	71.6
3.6	.7	12.8	7	3.6	.95	.95	4	2.6	71.8
3.1	.7	12.8	7	3.6	.95	.95	4	2	71.6
2.5	.7	12.8	7	3.6	.95	.95	4	1.7	71.1
2.1	.7	12.8	6	3.6	.95	.95	4	1.1	70.2
1.6	.7	12.8	6	3.6	.95	.95	4	.7	69.1
1.1	.7	12.8	6	3.6	.95	.95	4	.5	67.8
.8	.7	12.8	6	3.6	.95	.95	4	.3	66.4
.5	.7	12.8	6	3.6	.95	.95	4	.3	45.1
.4	.7	12.8	5	3.6	.95	.95	4	0	29.9
.2	.7	12.8	5	3.6	.95	.95	3	0	19.4
.1	.7	12.8	5	3.6	.95	.95	3	0	12
0	.7	12.8	5	3.6	.95	.95	3	.6	7.3
.3	.7	12.8	5	3.6	.95	.95	3	.9	6.4
.6	.7	12.8	4	3.6	.95	.95	3	3	7.1
1.8	.7	12.8	4	3.6	.95	.95	3	3	8
2.4	.7	12.8	4	3.6	.95	.95	2	2	8
2.2	.7	12.8	4	3.6	.95	.95	2	2	8.1
2.1	.7	12.8	4	3.6	.95	.95	2	2	8.1
2	.7	12.8	3	3.6	.95	.95	3	3	9
2.5	.7	12.8	3	3.6	.95	.95	2	2	9.2
2.2	.7	12.8	3	3.6	.95	.95	2	2	9.4
2.1	.7	12.8	3	3.6	.95	.95	2	2	9.6
2	.7	12.8	3	3.6	.95	.95	2	2	9.8
2	.7	12.8	2	3.6	.95	.95	2	2	10

TABLA DE DATOS DE LA UTILIDAD DE LOS SISTEMAS (1(S1) Y 2(S2))

1	2
13.5	13.7
16.8	16.6
19.2	19.6
21.6	22.6
24.7	25.6
27.6	28.7
30.4	31.8
32.9	34.9
35.4	38
37.8	41.1
40.2	43.5
43.1	45.9
46	48.3
48.8	50.7
51.5	53.1
54.3	55.7
56.3	58.3
58.3	60.1
61	61.9
63.7	63.7
66.5	65.6
68.5	66.8
70.5	68.7
72.5	69.9
74.4	71
75.2	71.6
75.2	71.8
74.4	71.6
73	71.1
70.8	70.2
68.2	69.1
65.2	67.8
62.1	66.4
58.9	45.1
56.1	29.9
54.1	19.4
52.9	12
52.4	7.3
52	6.4
51.7	7.1
51.6	8
51.5	8
51.4	8.1
51.3	8.1
51.2	9
51.2	9.2
51.2	9.4
51.2	9.6
51.2	9.8
51.2	10

TABLA DE DATOS DE DEMANDA ESPERADA, (1,2) REAL (3,4 Y A(AMB)) Y ERROR(5,6)

1	2	A	3	4	5	6
8.8	8.8	17.6	8	8	0	0
9.9	8.4	20.9	8	7	0	0
11.3	7.7	22.4	7	7	0	0
11.1	7.3	23.5	7	7	0	0
11.1	7.1	23.4	8	7	0	0
12.1	7	24	8	7	0	0
13.2	7	26.1	8	7	0	0
13.7	7	27.2	8	7	0	0
12.9	7	25.6	8	7	0	0
13.2	7	26.2	8	7	0	0
13.8	7	27.3	8	6	0	0
14.4	6.5	26.7	9	6	0	0
14.9	6.2	26.3	9	6	0	0
14.8	6.1	26.1	9	6	0	0
15.1	6	26.5	9	6	0	0
13.8	6	24.3	9	6	0	0
13.8	6	24.3	8	6	0	0
12.5	6	23.1	8	5	0	0
12.2	5.5	21	9	5	0	0
11.7	5.2	19.3	9	5	0	0
11.4	5.1	18.7	9	5	0	0
10	5	16.4	8	4	0	0
9.7	4.5	15.4	8	5	0	0
8	4.7	13.8	8	4	0	0
7.5	4.3	11.9	7.9	3.9	.09	1.09
6	4.1	9.5	6.3	3.1	.69	.9
5	3.6	7.9	5.2	2.6	.8	1.4
3.9	3.1	6.3	4.2	2	.8	2
3.3	2.5	5.2	3.4	1.7	.59	2.3
2.2	2.1	3.5	2.3	1.1	1.7	2.9
1.5	1.6	2.4	1.6	.7	2.4	3.3
1	1.1	1.6	1	.5	3	3.5
.6	.8	1.1	.7	.3	3.3	3.7
.6	.5	1	.6	.3	3.4	3.7
.6	.4	1.1	1	0	3	4
1.8	.2	1.9	1.8	0	2.2	3
2.7	.1	2.9	2.8	0	1.2	3
4.1	0	4.4	3.7	.6	.29	2.4
5.5	.3	6.8	4	.9	0	2.1
6.7	.6	8.7	4	3	0	0
6.3	1.8	11.7	4	3	0	0
8.3	2.4	15.4	4	2	0	0
12.3	2.2	19.5	4	2	0	0
15.4	2.1	24.4	4	2	0	0
17.6	2	27.8	4	3	0	0
18.4	2.5	33.9	4	2	0	0
25.5	2.2	40.3	4	2	0	0
27.8	2.1	43.9	4	2	0	0
31	2	49	4	2	0	0
33.7	2	53.3	4	2	0	0

ERROR ESTANDAR 5 6

.46 +- 2.103 .78 +- 2.989

TARLA DE DATOS DE LOS RECURSOS RALES, (P,T,B) ESPERADOS (1,2,5(S1) Y 3,4,6(S2))

P	T	B	1	2	5	3	4	6
24.5	24	17	17.4	10	7.0	10.0	10	7.0
24.9	24.5	17.0	17.4	10	7	10.0	10	7.0
25.0	24.9	17.4	17.4	10	9.9	10.0	10	7.0
27.8	27.0	18.1	17.4	10	9.9	10.0	10	6.7
24.7	24.4	17.0	17.4	11	10.0	10.0	11	6.7
25.4	25.4	20.4	17.4	12	10.0	10.0	12	6.7
25.1	25.0	21	17.7	14	10.1	10.0	14	6.3
24.3	24.9	20.6	17.7	14	10.1	10.0	14	6.3
25.1	24.5	20.1	17.7	14	10.1	10.0	14	6.3
25.9	24	20.6	18.0	12	10.1	10.0	12	6.3
25.1	24.9	22	18.0	14	10.1	10.0	14	6.3
24.5	24.9	20.4	18.1	14	10.1	10.0	14	6.4
25.9	25.0	20.7	18.1	14	10.2	10.0	14	6.4
25.4	24.1	24	18.1	15	10.1	10.0	15	6.4
25	25.7	24.0	18.1	14	10.1	10.0	9	6.4
19.1	21	24.2	18.0	15	10.1	10.0	9	6.4
19.1	19.1	24.4	18.0	15	10.1	10.0	9	6.4
19.2	18.1	24.4	18.0	15	10.2	10.0	9	6.4

19	19	24.2	18.0	15	10.2	10.0	9	6.5
18.9	17.4	24.0	18.0	14	10.2	10.0	9	6.5
18.9	16.9	23.9	18.0	14	10.0	10.0	9	6.5
19.9	18.1	23.1	18.0	14	9.9	10.0	8	6.6
19	18.1	23.0	18.0	14	9	10.0	8	6.5
19.1	18.2	23.1	18.0	14	9.1	10.0	9	6.6
19.0	18.1	23.9	18.0	12	7.0	10.0	7	6.5
19.7	18.0	23.1	18.0	12	6.3	10.0	7	6.6
19.3	18.1	23.2	18.0	12	6.4	10.0	7	6.6
19.4	18.0	19.2	18.0	13	4.5	10.0	7	6.6
19.2	17.2	19	18.0	12	3.6	10.0	7	6.6
19.2	17.9	18.9	18.0	12	3.6	10.0	1	6.6
19.0	19.6	18.5	18.0	12	3.6	10.0	1	6.6
19	19.1	18.1	18.0	12	3.6	10.0	1	6.6
19.7	20.1	12.7	18.0	12	3.6	10.0	1	6.6
19.3	21.7	11.1	18.0	12	3.6	10.0	6	6.6
17.7	22.9	9.6	18.0	11	3.6	10.0	5	6.6
16.9	24.1	8	18.0	11	3.6	10.0	5	6.6
16.1	25.3	6.5	18.0	11	3.6	10.0	5	6.6
15.1	26.5	5	18.0	11	3.6	10.0	5	6.6
14.1	27.7	3.5	18.0	11	3.6	10.0	5	6.6
12.7	28.7	2.0	18.0	10	3.6	10.0	4	6.6
11.4	29.6	1	18.0	10	3.6	10.0	4	6.6
9.9	30.4	.3	18.0	10	3.6	10.0	4	6.6
8.2	31.0	-.4	18.0	10	3.6	10.0	4	6.6
6.7	31	-.7	18.0	10	3.6	10.0	4	6.6
5	31	-.8	18.0	9	3.6	10.0	3	6.6
3.2	30.4	-.3	18.0	9	3.6	10.0	3	6.6
1.7	29.3	.5	18.0	9	3.6	10.0	3	6.6
.1	28	1.6	18.0	9	3.6	10.0	3	6.6
-1.3	24	3.0	18.0	9	3.6	10.0	3	6.6
-2.3	24	5.4	18.0	8	3.6	10.0	2	6.6

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

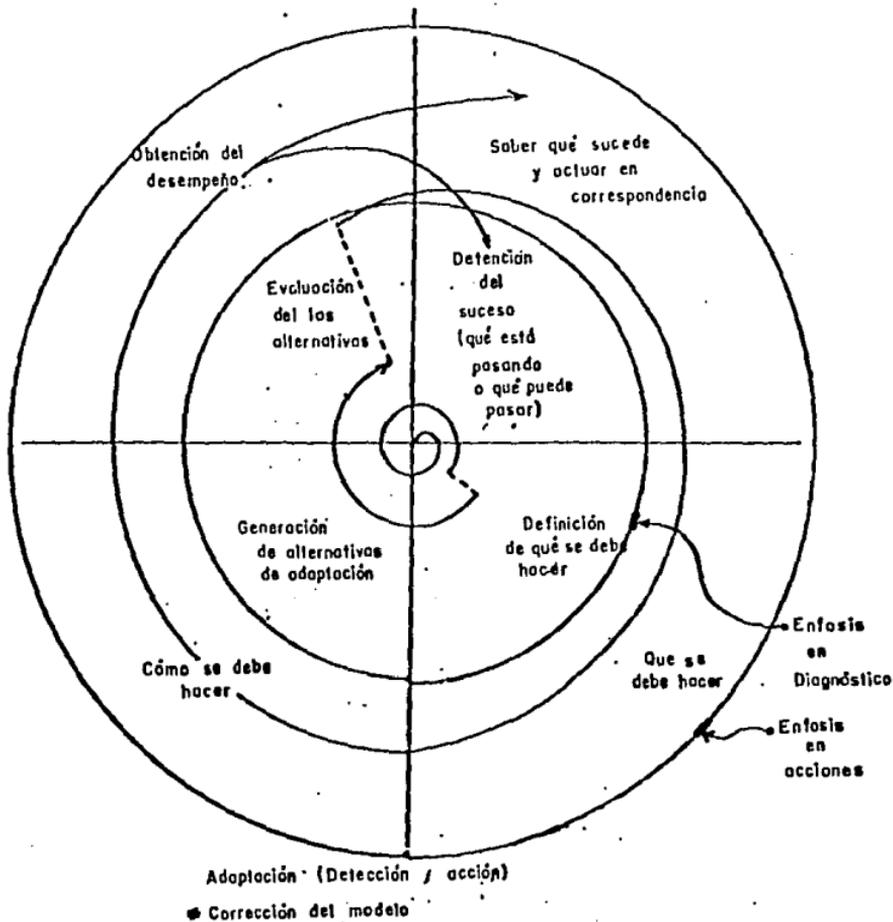
Después de haber hecho el trabajo, se puede concluir que:

- 1.- Cualquier sistema abierto que sea parte de un ambiente dinámico deberá:
 - a).- Ser definido continuamente en función del ambiente
 - b).- Hacer un análisis para definir cuáles son los factores que lo afectan directamente y en función de qué se determinan, así como tratar de conseguir sus datos.
 - c).- Hacer un modelo en base a los datos históricos disponibles, que defina el comportamiento del ambiente, su curso de evolución más probable y su interacción con éste, tomando en cuenta que existen variaciones naturales que están fuera de control, que son aleatorias, por lo que se debe considerar en el modelo un rango de variabilidad definido mediante un porcentaje de confianza.
 - d).- Realizar el proceso de adaptación como sigue:
 - i).- Definir qué es lo más probable que suceda.
 - ii).- En función de lo anterior, definir lo que se debería hacer.
 - iii).- Llegado el momento, saber que sucede realmente.
 - iv).- Hacer lo que se deba, como se deba para ese momento.

v).- Obtener el desempeño del modelo.

vi).- En caso de que sea necesario corregir el modelo.

EN FORMA GRAFICA:



2.- La diferencia entre llevar a cabo la adaptación de un sistema mediante un modelo de monitoreo del ambiente y autorregularlo utilizando un modelo de pronósticos es la siguiente:

La autorregulación por medio de pronósticos cubre únicamente los incisos i), ii), v) y vi) del proceso de adaptación descrito en el inciso d) del punto anterior, faltando los incisos iii) y iv) en los que se define qué está pasando en el momento y qué se debe hacer para ese momento en particular, es decir, que la autorregulación realiza parcialmente el proceso de adaptación, lo cual hace ineficiente este proceso. Por ejemplo, si utilizamos la autorregulación para llevar a cabo la maniobra de tomar una curva en la carretera ocurrirá lo siguiente:

i).- Al ver la curva a lo lejos, sabremos que vamos a tener que cambiar el rumbo. (definimos aproximadamente lo que va a suceder)

ii).- Para cambiar el rumbo, tendremos que modificar la velocidad y la dirección del automóvil, por lo que definimos qué tanto debemos hacerlo. (definimos qué se debe hacer)

iii).- No se realiza.

iv).- No se realiza.

v).- En este punto hay dos posibles situaciones!

a).- que se haya logrado pasar la curva, esto puede ser, que lo definido en el inciso ii) en cuanto a velocidad y dirección haya sido lo adecuado para esa curva en particular con lo que el resultado habrá sido satisfactorio (eficiente) o que se haya definido bien la dirección, pero mal la velocidad (inferior a lo adecuado), con lo que el resultado habrá sido insatisfactorio (poco eficiente)

b).- que no se haya logrado pasar la curva, esto puede ser,

que lo definido en el inciso ii) en cuanto a la velocidad haya sido correcto y en cuanto a la dirección incorrecto, que la velocidad sea incorrecta (muy alta) y la dirección correcta o, que tanto la velocidad como la dirección sean incorrectas, con lo que el resultado habrá sido insatisfactorio. (nos habremos salido de la curva)

Lo anterior quiere decir que si falla el pronóstico, falla toda la operación, y en el mejor de los casos la realizaremos de forma ineficiente. Entonces la única forma de asegurar resultados satisfactorios más eficientes para cualquier situación sería llevar a cabo también los incisos iii) y iv) del proceso:

iii).- Conforme nos vamos aproximando a la curva vamos teniendo una mejor apreciación de ésta, este proceso continúa al entrar a ella logrando una definición mucho más opegada a la realidad, (casi exacta) (llegado el momento saber qué está sucediendo)

iv).- En base a lo que se vaya definiendo en el inciso iii) se irá ajustando la velocidad y la dirección del automóvil para que se obtengan las condiciones adecuadas para tomar la curva. (hacer lo que se deba, como se deba en el momento preciso)

De donde se deduce que es muy poco probable que la operación falle, a menos de que el conductor no sepa manejar, y que la eficiencia de la operación, en este ejemplo dependerá de la habilidad que tenga el conductor para definir la velocidad y dirección adecuadas para la situación particular, la cual estará determinada por su experiencia.

3.- Cuando un sistema abierto ha logrado la máxima eficiencia posible de operación interna, la única forma de aumentar su eficiencia total es transformarlo en adaptativo.

4.- La máxima eficiencia total (100%) de un sistema sólo puede ser

alcanzada por un sistema con capacidad de adaptación instantánea.
(sistema adaptativo instantáneo)

5.- No podrá existir un sistema que tenga una eficiencia total igual que un sistema adaptativo instantáneo.

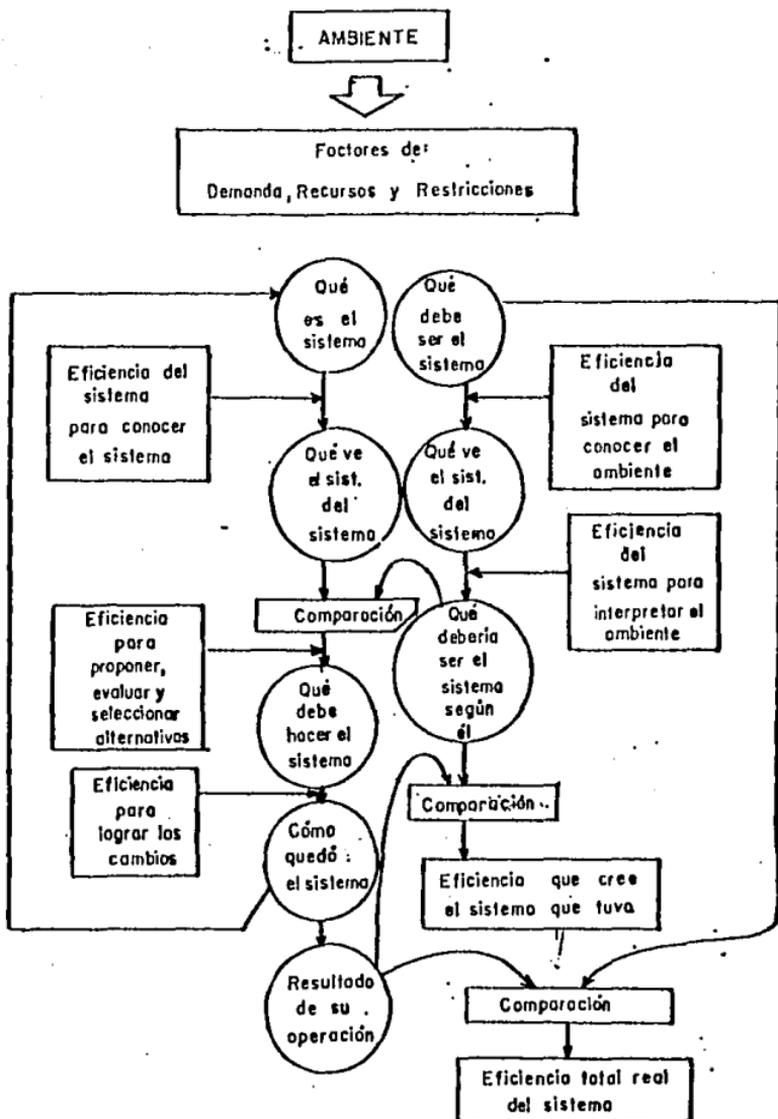
6.- La eficiencia total de un sistema adaptativo estará dada en función de las siguientes eficiencias:

- a).- del sistema para conocerse a sí mismo.
- b).- del sistema para conocer el ambiente.
- c).- del sistema para interpretar el ambiente.
- d).- del sistema para proponer, evaluar y seleccionar cursos de acción alternativos.
- e).- del sistema para realizar los cambios.
- f).- de operación interna del sistema.

Las cuales están ubicadas dentro del proceso de adaptación de la forma en que se muestra en la figura 4. ' .

(FIG. 4)

DIAGRAMA DEL PROCESO DE ADAPTACION



BIBLIOGRAFIA

RIBLIOGRAFIA

- 1.- ACKOFF Russell L. * UN CONCEPTO DE PLANEACION DE EMPRESAS *
MEXICO, LIMUSA, 1982. 151pp.
- 2.- ACKOFF Russell L. * PLANEACION DE LA EMPRESA DEL FUTURO *
MEXICO, LIMUSA, 1983. 351pp.
- 3.- CLELAN David et al. * SYSTEMS ANALYSIS AND PROJECT MANAGEMENT *
2a. ed. JAPON, Mc GRAW HILL, 1975. 393pp.
- 4.- CHECKLAND Peter * SYSTEMS THINKING, SYSTEMS PRACTICE *
GREAT BRITAIN, JOHN WILEY & SONS LTD. 1981. 327pp.
- 5.- CHURCHMAN West C. * EL ENFOQUE DE SISTEMAS *
MEXICO, DIANA, 1981. 267pp.
- 6.- DERVITSIOTIS Kostas N. * OPERATIONS MANAGEMENT *
JAPON, Mc GRAW HILL, 1981. 761pp.
- 7.- FORRESTER Jay W. * PRINCIPLES OF SYSTEMS *
2a. ed. preliminar CAMBRIDGE MASS. MIT PRESS, 1980. 369pp.

- 8.- FORRESTER Jay W. * DINAMICA INDUSTRIAL *
2a. ed. ARGENTINA, EL ATENEO, 1981. 442pp.
- 9.- GORDON Geoffrey * SIMULACION DE SISTEMAS *
MEXICO, DIANA, 1982. 334pp.
- 10.- HALL Arthur D. * INGENIERIA DE SISTEMAS *
MEXICO, CECSA, 1980. 569pp.
- 11.- KAST & ROSENZWEIG * ORGANIZATION AND MANAGEMENT A SYSTEMS APPROACH *
2a. ed. JAPON, Mc GRAW HILL, 1974. 639pp.
- 12.- MAKRIDAKIS Spyros et al. * FORECASTING METHODS AND APPLICATIONS *
2a. ed. USA, JOHN WILLEY & SONS INC. 1983. 915pp.
- 13.- Mc MILLAN Claude * ANALISIS DE SISTEMAS *
MEXICO, TRILLAS, 1970. 653pp.
- 14.- PRITSKER Alan B. * INTRODUCTION TO SIMULATION AND SLAM II *
2a. ed. USA, HALSTED PRESS, 1984. 439pp.
- 15.- SCHROEDER Roger G. * ADMINISTRACION DE OPERACIONES *
MEXICO, Mc. GRAW HILL, 1983. 734pp.

ANEXO 1
CATALOGO DE SUB RUTINAS

No. línea	Nombre	Descripción
1.-	500	SUB REDONDEO Redondea a un decimal
2.-	600	SUB APREND Genera el grado de aprendizaje
3.-	630	SUB PRONOST Obtiene el pronóstico de ventas
4.-	670	SUB SIGNO Da el signo para las variaciones aleatorias
5.-	710	SUB TIPO Define la proporción de materia prima y mano de obra del producto
6.-	760	SUB NECESARIO Define cuanto se necesita de cada recurso para producir X unidades
7.-	860	SUB RESTRICC Define cuanto se desperdicia de mo. y mp. en función de las restricciones
8.-	900	SUB CTOS Y UT Define los costos y las utilidades
9.-	990	SUB VENTAS Genera las ventas de cada sistema
10.-	1260	SUB AMBIENTE Genera el comportamiento del ambiente
11.-	1450	SUB FACT AMB Genera los factores del ambiente
12.-	1580	SUB DEF Define al sistema
13.-	1760	SUB MAX PR Obtiene la producción máxima posible
14.-	1830	SUB SORT A Ordena de menor a mayor los elementos de la matriz A
15.-	1930	SUB GRFICAS Realiza la impresión de gráficos

No. línea	Nombre	Descripción
16.- 2500	SUB TABLAS	Realiza la impresión de tablas
17.- 2670	SUB TAB TABLAS	Define el formato de impresión de tablas
18.- 2760	SUB ESTIMADO S1	Estima el estado futuro del ambiente y en base a esto el del sistema 1
19.- 3370	SUB READ AMB P	Lee los datos del ambiente para impresión
20.- 3440	SUB READ FAC P	Lee los datos de los factores para impresión
21.- 3530	SUB READ EST 1	Lee los datos del estado del sistema 1 para impresión
22.- 3630	SUB READ EST 2	Lee los datos del estado del sistema 2 para impresión
23.- 3730	SUB ESTIMADO 2	Estima el estado futuro del ambiente y en base a esto el del sistema 2
24.- 4070	SUB EST DE MER	Realiza el estudio de mercado
25.- 4130	SUB ESTADO S1	Obtiene el estado del sistema 1 al final del período
26.- 4420	SUB ESTADO S2	Obtiene el estado del sistema 2 al final del período
27.- 4710	SUB SORT Z	Ordena de menor a mayor los elementos del vector z
28.- 4810	SUB UTL MO,EQ	Genera el desgaste de equipo y la rotación de personal

No. linea	Nombre	Descripción
29.- 4900	SUB ROUND	Redondea los numeros
30.- 4950	SUB READ UT	Lee los datos de las utilidades de 1,2
31.- 5020	SUB READ DEMAND	Lee los datos de la demanda
32.- 5140	SUB READ TIPODI	Lee los datos del tipo de of. y dem
33.- 5250	SUB READ RESTR	Lee los datos de las restricciones
34.- 5400	SUB READ RECUR	Lee los datos de los recursos
35.- 5520	SUB READ RERRD	Lee los datos de los errores de rec.
36.- 5690	SUB C ERR ESTD	Calcula el error estándar

ANEXO 2
CATALOGO DE VARIABLES

A.- VARIABLES NORMALES, COMPUESTAS POR DOS CARACTERES:

Los números pares corresponden a mano de obra

Los números nones corresponden a materia prima

1 y 2 = necesario

3 y 4 = disponible

5 y 6 = real disponible

7 y 8 = disponible en el ambiente

9 y 0 = real utilizado u obtenido

W corresponde a dinero

R corresponde a restricciones

F corresponde a porcentaje

C corresponde a bienes de capital

L corresponde a precio

V corresponde a ventas

Y corresponde a número de

T corresponde a tipo

M corresponde a recursos

P corresponde a proveedores

B.- VARIABLES ESPECIALES, COMPUESTAS POR DOS CARACTERES

SM = número de periodos que se simulan

VE = porcentaje de eficiencia inicial del modelo de monitoreo

VM = porcentaje de eficiencia máximo del modelo de monitoreo

PL = pronóstico

A1 = alpha

RP = dato real para el pronóstico

SG = signo (+ ó -)

YD = número de elementos en el vector a imprimir

PX = variable auxiliar

PF = porcentaje de materia prima por unidad de producto

PM = porcentaje de mano de obra por unidad de producto

C.- VARIABLES AUXILIARES, COMPUESTAS POR UN CARACTER

Y, L, V y Q

D.- VECTORES

A(J) = factor A

E(J) = factor E

B(J) = factor B

DA(J) = tamaño de demanda (ambiente)

C(J) = factor C

TI(J) = tipo de producto demandado

D(J) = factor D

donde: J = número del periodo

Z(I) = variable de paso para impresión

Z\$(I) = variable de paso alfanumérica para impresión

donde: I (\$)

E.- MATRICES

S1(I,J) = estados del sistema 1

S2(I,J) = estados del sistema 2

A(I,J) = variable de paso para impresión

A\$(I,J) = variable alfanumérica de paso para impresión

(\$) donde I corresponde a:

1 = demanda

6 = restricciones de materia prima

2 = tipo

7 = restricciones de mano de obra

3 = recursos de materia prima

8 = producción

4 = recursos de mano de obra

9 = ventas

5 = recursos de bienes de capital 10 = dinero disponible