

1984  
24  
2 of 7

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

APLICACION DE LA SIMULACION DIGITAL A UN PROCESO DE  
ABASTECIMIENTO DE MATERIALES.

T E S I S

Que para obtener el Título de:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA.

Presenta:

SALVADOR BENJAMIN MAR BRAVO.

DIRECTOR DE TESIS:

ING. JUAN JOSE ZAMUDIO VAZQUEZ.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

# I N D I C E

PROLOGO.	1
INTRODUCCION.	1
CAPITULO I.	
INTRODUCCION A LA SIMULACION DIGITAL.	3
1.1 INVESTIGACION DE OPERACIONES.	3
1.1.1. Líneas de espera.	4
1.2 SIMULACION DE SISTEMAS.	9
1.2.1 Sistemas.	9
1.2.1.1 Modelos.	13
1.2.2 Simulación.	16
1.2.2.1 Métodos de Monte Carlo.	16
1.2.2.2 Lenguajes de Simulación.	19
CAPITULO II.	
GASP IV.	20
2.1 Generalidades.	20
2.2 Descripción del lenguaje GASP IV	20
2.3 Almacenamiento y recuperación de información.	24
2.4 Descripción de subrutinas de GASP IV	26
CAPITULO III	
DESCRIPCION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE MATERIALES EN LA SONDA DE CAMPECHE.	36
3.1 Generalidades.	36
3.2 Particularidades del sistema.	37
3.3 Enfoque del sistema como un modelo de líneas de espera.	41
3.4 Características del sistema.	43

3.4.1	Características de los puertos.	43
3.4.2	Características de las plataformas.	44
3.4.3	Características de los buques de carga.	45

## CAPITULO IV

APLICACION DEL LENGUAJE DE SIMULACION GASP IV AL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE MATERIALES		46
4.1	Descripción del programa.	46
4.1.1	Subprogramas que intervienen en la simulación.	47
4.1.2	Alimentación de datos al programa de simulación.	50
4.1.2.1	Subrutina INTLC	50
4.1.2.2	Subrutina DATIN	56
4.2	Diagramas de bloques del programa.	63

## CAPITULO V

ANALISIS DE RESULTADOS DE LA SUMULACION.		79
5.1	Resultados de la simulación.	79
5.2	Análisis de los resultados.	108
5.3	Costos de la simulación.	112

## CAPITULO VI

CONCLUSIONES.		116
APENDICE A		A-1
BIBLIOGRAFIA.		

## P R O L O G O

Con el advenimiento de la computadora digital después de la segunda Guerra Mundial, día a día se encuentran más y mejores soluciones a los problemas considerados con alto grado de complejidad de cálculo y del manejo de grandes volúmenes de información, la solución de dichos problemas la podemos encontrar mediante métodos que nos proporcionan ciertas técnicas modernas como la Dinámica de Sistemas y la Investigación de Operaciones, esta última en especial encuentra un gran campo de aplicación en la Ingeniería Industrial tal como lo son los modelos de reemplazo, sistemas de inventario, líneas de espera, simulación, programación lineal, etc.

Enfocando específicamente los temas de simulación y líneas de espera, el objetivo principal de este trabajo es el de implementar en una computadora digital el modelo matemático que represente el sistema de abastecimiento de materiales de perforación empleados por Petróleos Mexicanos en las plataformas marinas situadas en la Sonda de Campeche. Este modelo una vez ya implementado en la computadora, es susceptible de manipulación por parte del usuario con el objeto de simular el comportamiento que pueda presentar bajo las circunstancias que le sean previamente determinadas.

Una forma posible para simular el comportamiento de este sistema pudo haber sido mediante el desarrollo de un programa utilizando solamente un lenguaje de propósitos generales (FORTRAN, BASIC, etc.) pero presenta muchas dificultades en cuanto a las complejidades del control de la secuencia durante su elaboración. Debido a esto y a las facilidades que se obtienen con el uso de los lenguajes de propósitos especiales de simulación es más conveniente la aplicación de GASP IV, del que, también es propósito en este trabajo, presentar su filosofía y establecerla como una

muy buena alternativa para simular algunos de los diferentes procesos industriales más comunes, ya que cuenta con la principal ventaja de ser el único lenguaje de simulación - combinada disponible ( para los casos de sistemas discretos y/o continuos ) independientemente de que se puede ejecutar en cualquier computadora que tenga compilador FORTRAN, lenguaje científico de alto nivel en el cual se apoya GASP IV.

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento al Ing. Juan José Zamudio Vázquez por su valiosa ayuda en la dirección y elaboración de este trabajo, así como también a los ingenieros Manuel Téllez-Girón Pacheco y Graciela Quiroz -- Franco por la asesoría prestada, al M. en C. Arturo García del Busto y a su grupo de simulación del I.M.P. por las facilidades brindadas.

## I N T R O D U C C I O N

El presente trabajo se encuentra orientado a la aplicación del lenguaje de simulación GASP IV a un problema de -- abastecimiento de materiales en las plataformas marinas de Petróleos Mexicanos ubicadas en la Sonda de Campeche. El desarrollo de las actividades de este proceso de abastecimiento de materiales nos genera un modelo de líneas de espera. Muchos sistemas industriales se caracterizan por la llegada de algún tipo de unidades de entrada a una o más estaciones de servicio, en el caso específico de este problema, las -- unidades de entrada son los buques que se encargan de transportar los materiales desde los puertos de abastecimiento -- hasta las plataformas, que a su vez, son considerados como las estaciones de servicio. Para la solución de este problema de teoría de colas se recurrió a la simulación en computadora digital.

Con el objeto de comprender mejor este trabajo se hace referencia en el capítulo I a una introducción a la simulación digital en la que se bosqueja la teoría de los temas -- básicos tanto de líneas de espera ( por su relación con el sistema presentado ) así como también de la simulación de -- sistemas, la que es una herramienta muy poderosa como técnica de investigación operacional y que se encuentra aquí -- aplicada al modelo de abastecimiento de materiales.

En el capítulo II se muestra el diseño, conceptos y bases de programación del lenguaje de simulación GASP IV y el conjunto de subrutinas en que consiste. En sí, el contenido de este capítulo es sobre la filosofía de este lenguaje de simulación y puede considerarse como una especie de manual -- de usuario el cual provee la información necesaria para programar con GASP IV.

El capítulo III presenta el tema central consistente -- en el sistema de interés que comprende el abastecimiento de

materiales en la Sonda de Campeche y específicamente en las plataformas de perforación de Petróleos Mexicanos, describiendo las características del sistema, sus componentes, relaciones funcionales y el enfoque del mismo como un modelo de líneas de espera.

En el capítulo IV se muestra el sistema en estudio ya modelado con GASP IV y las subrutinas de que consta el programa. Se hace mención a la alimentación de la información y a los diagramas de bloques de las subrutinas que intervienen en el programa.

Finalmente, los resultados del sistema de interés modelado con GASP IV se presentan y son analizados en el capítulo V.



# C A P I T U L O I

## INTRODUCCION A LA SIMULACION DIGITAL

Para poder dar a conocer el lenguaje de simulación GASP IV y su aplicación al sistema de abastecimiento de materiales en la Sonda de Campeche, el cual también se describirá, se hace necesario poner en antecedentes algunos conceptos relacionados con estos temas, de manera tal que sea más sencilla la comprensión de estos últimos.

Dichos conceptos son la investigación de operaciones y la simulación de sistemas, los cuales se describen a continuación.

### 1.1 INVESTIGACION DE OPERACIONES

La investigación de operaciones ( IO ) es un enfoque científico de la toma de decisiones extendido hasta las organizaciones industriales y junto con la llegada de la computadora digital se ha venido desarrollando como enfoque común de los problemas de organización.

La investigación de operaciones describe algún sistema mediante un modelo que posteriormente se manipula para determinar la mejor forma de operación del sistema. En IO, después de la formulación de un problema, el siguiente paso es construir un modelo del sistema en estudio ( usualmente es un modelo matemático ), una vez establecido éste, se busca la obtención de la solución al problema a partir del modelo. Esto se lleva a cabo determinando la solución óptima del modelo y posteriormente aplicando esta solución al problema real.

Entre los modelos tradicionales de IO tenemos principalmente los de reemplazo, de inventario y teoría de colas ( líneas

de espera), esta última, debido al enfoque que tiene en este trabajo, se describe en seguida.

### 1.1.1 Líneas de espera

Todo tipo de empresa; escuelas, hospitales, industrias, tienen problemas de colas. Esta técnica de IO, aunque es la de mayor aplicación potencial, es probablemente, la más difícil de utilizar.

La mayor parte de las dificultades que presenta se pueden superar combinando una buena comprensión de la teoría de colas con la imaginación.

Los términos usados en los problemas de líneas de espera son los siguientes:

- Cliente                      Unidad que entra al sistema requiriendo la realización de algún servicio. Los clientes pueden ser personas, máquinas, partes, etc.
- COLA (Línea de espera)      Número de clientes que esperan ser atendidos. Normalmente, la cola no incluye el cliente que está siendo atendido.
- CANAL DE SERVICIO            Es el proceso o sistema que está efectuando el servicio para el cliente. Este puede ser simple o multicanal.

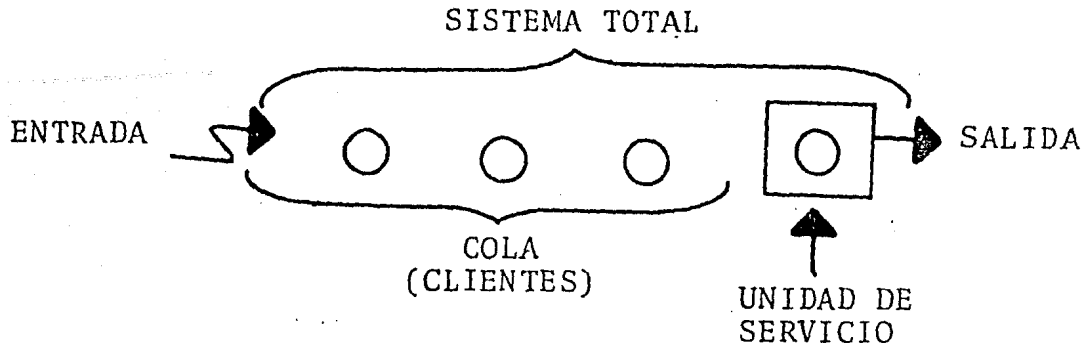


Fig. 1.1 Representación del sistema de colas.

Un problema de teoría de colas consta de dos elementos principales: Unidad de servicio y cola. La cola está formada por uno ó más clientes esperando atención, la figura 1.2 muestra el diagrama de bloque de arriba de un cliente al sistema. En caso de que el sistema se encuentre vacío, el cliente que llega pasa a ser atendido inmediatamente, si se encuentra ocupado, espera hasta ser atendido pasando a formar parte de la cola. La fig. 1.3 muestra el diagrama de la salida del cliente del sistema de colas.

La tasa a la cual llegan los clientes al sistema se denomina tasa de llegada  $\lambda$  ( lambda ) y la tasa a la cual la unidad de servicio puede atender al cliente se denomina tasa de servicio  $\mu$  ( mu ). Estas tasas, las cuales están dadas en cantidad de clientes por unidad de tiempo, representan un promedio de muchos valores posibles que se pueden describir mediante una distribución de Poisson. Los problemas de colas consisten en encontrar una tasa aceptable de llegadas de clientes para una capacidad de servicio determinado a una tasa de servicio compatible con la tasa de llegada dada.

Además de las tasas de llegada y de servicio existen otros conceptos involucrados en la deducción de ecuaciones de un modelo de líneas de espera. Estos conceptos son el tamaño de la población y el número de canales de servicio del sistema.

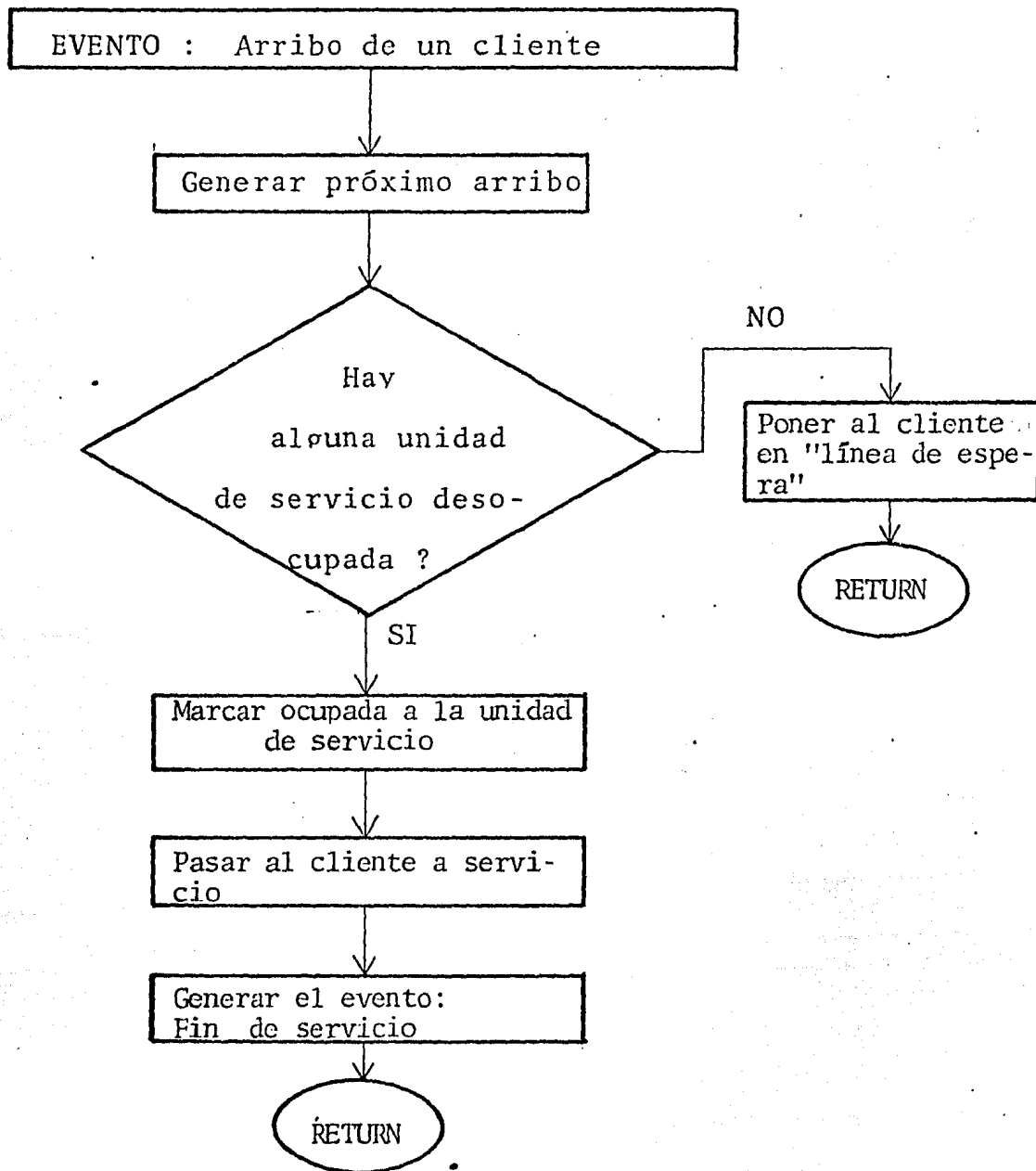


Fig. 1.2 Diagrama de bloque del arribo de una entidad (cliente) al sistema de "colas".

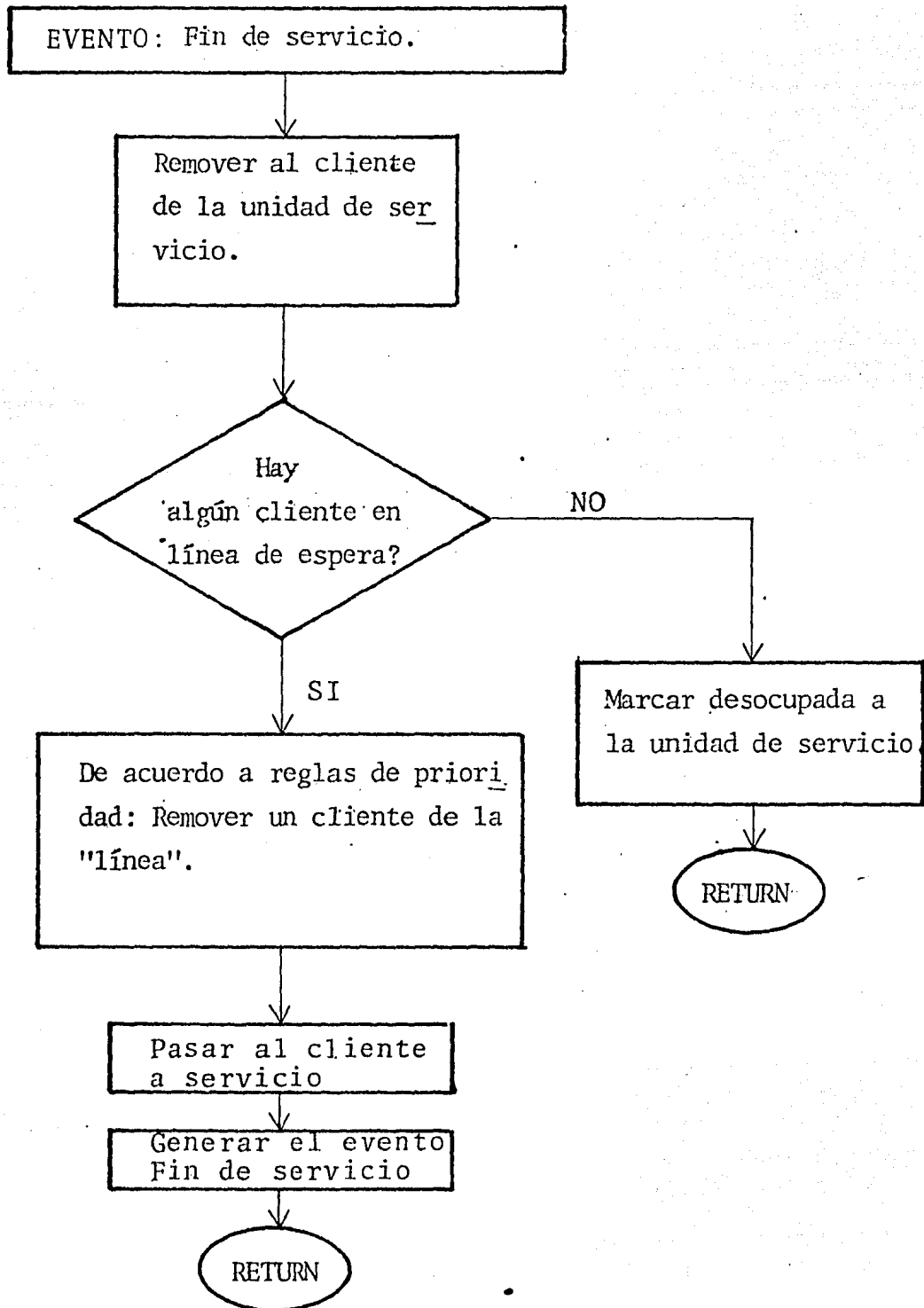


Fig. 1.3 Diagrama de bloque de salida de la entidad (cliente) del sistema de "colas".

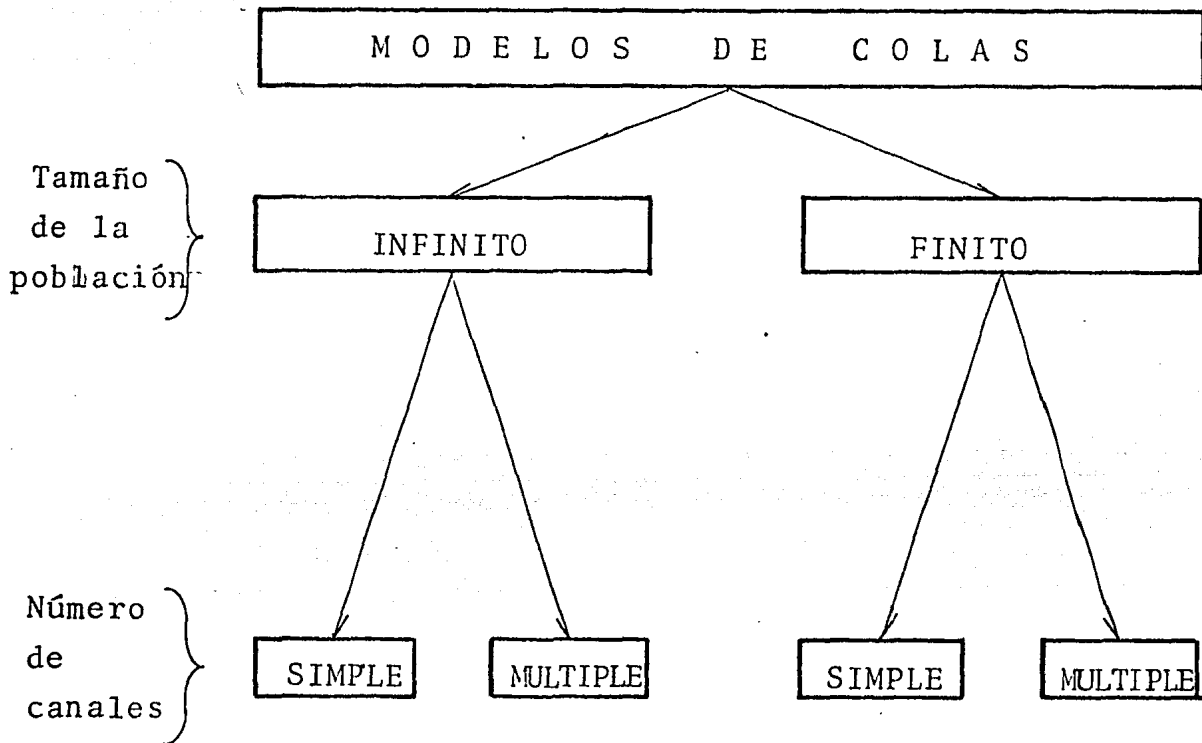


Fig. 1.4 Clasificación de los modelos de colas.

Una población es finita cuando hay pocos clientes potenciales y se considera infinita cuando es mayor de 30 ó cuando se considera que la población de clientes potenciales es lo suficientemente grande como para significar que la llegada de un cliente no afecta apreciablemente la probabilidad de otra llegada.

Cuando un sistema consta de un solo canal de servicio se dice que se trata de un problema simple, y en el caso de existir dos o más canales de servicio es múltiple ( múlticanal ).

## 1.2 SIMULACION DE SISTEMAS

### 1.2.1 Sistemas.-

Existen varias acepciones para la palabra "SISTEMA". Desde el punto de vista de la simulación, podemos decir - que sistema es un conjunto de objetos o entidades relacionados entre sí de alguna manera.

El enfoque de sistemas, que nació por la misma época que la investigación de operaciones, cuenta también con - una metodología similar. Sus funciones son: diseño, planeación, ejecución, puesta en marcha y operación de sistemas complejos.

La dinámica de sistemas, es una aproximación a la solución de problemas complejos la cual hace énfasis en el - aspecto estructural del modelo del sistema.

Para describir un sistema hay que definirlo. La relación entre las partes de un sistema es igual a la estructura del mismo, la cual, depende del objetivo del análisis - ( en sistemas es indispensable evitar el exceso de detalles). Como fase inicial es muy necesario fijar las fronteras del sistema.

En los sistemas, constituidos por objetos, entidades y procesos, que interactúan mediante relaciones causa-efecto, se producen cambios a través del tiempo. Si nosotros - deseamos analizar los cambios que ocurren en ciertos aspectos o variables de los sistemas desde el punto de vista de la simulación, y dependiendo de la forma en que se producen esos cambios, los sistemas se clasifican como continuos, discretos o mixtos. Si los cambios ocurren en intervalos - infinitesimales de tiempo, el sistema será continuo (fig.1.5);

Velocidad

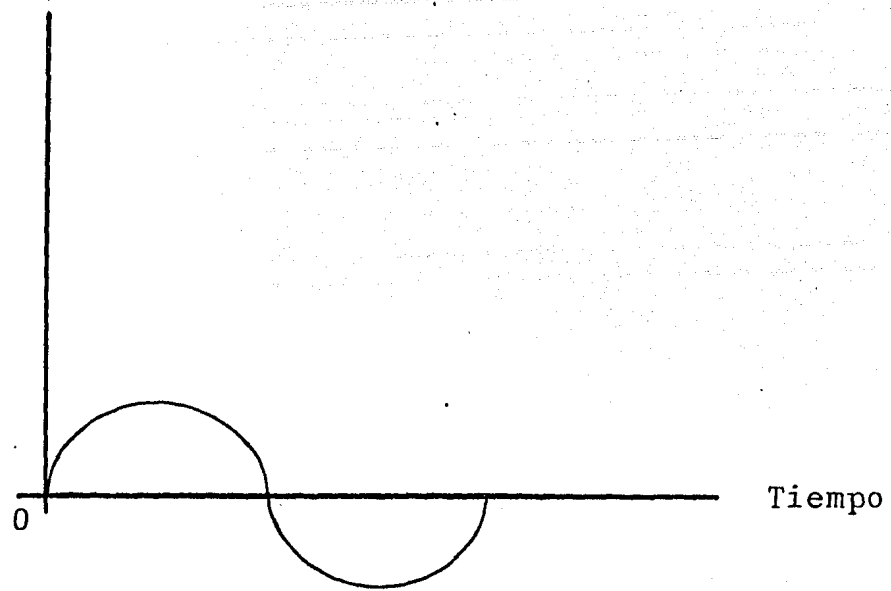


Fig 1.5 Simulación de un sistema continuo.

Número de personas  
en un elevador

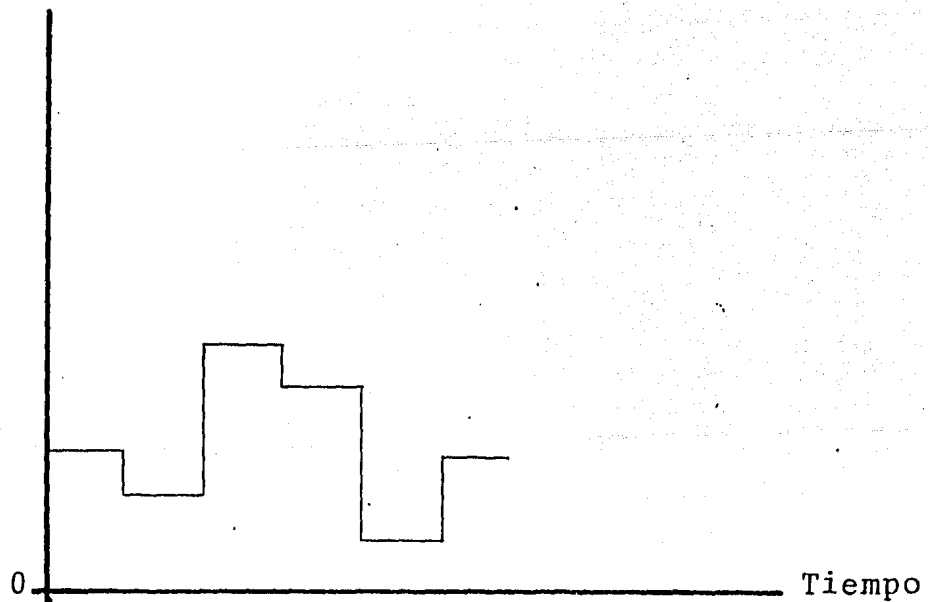


Fig. 1.6 Simulación de un sistema discreto.

Si las variaciones ocurren alatoriamente en puntos específicos de tiempo, el sistema se considera como discreto (fig-1.6); y, cuando intervienen variaciones tanto discretas como continuas, se trata de un sistema combinado (fig.1.7).



Velocidad

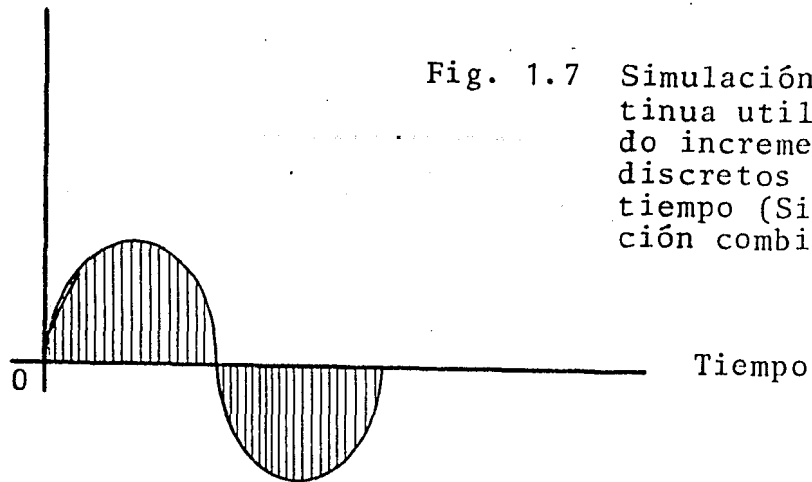


Fig. 1.7 Simulación continua utilizando incrementos discretos de tiempo (Simulación combinada).

Desde otro punto de vista, los sistemas pueden clasificarse como deterministas o como estocásticos.

Cuando en un sistema, la ocurrencia de los cambios, o la duración de los procesos no depende en lo absoluto de situaciones aleatorias, entonces se dice que el sistema es determinista.

Por el contrario, si la ocurrencia de los cambios o la duración de los procesos pueden expresarse únicamente en términos probabilísticos, entonces el sistema se considera estocástico.

A continuación se definen algunos de los términos utilizados en simulación de sistemas:

Todos los objetos de interés dentro de un sistema reciben el nombre de ENTIDADES.

Las entidades poseen ciertas características distintivas; las características que tienen importancia para la simulación del sistema se denominan ATRIBUTOS.

Todo proceso que consume tiempo y ocasiona cambios en un sistema se llama ACTIVIDAD.

Al principio o fin de una actividad se le denomina EVENTO ( al realizarse no consume tiempo ).

Para visualizar mejor estos términos, se dan a continuación algunos ejemplos de sistemas con sus entidades, atributos y actividades correspondientes:

SISTEMA	ENTIDADES	ATRIBUTOS	ACTIVIDADES	EVENTOS
Gasolinera	Bombas	Capacidad	Llenado de Tanques	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inicia llenado el tanque.</li> <li>- Finaliza llenado el tanque.</li> </ul>
Banco	Cliente	Estado de Cuenta.	Depósitos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se presenta a iniciar depósito.</li> <li>- Se retira al terminar los depósitos.</li> </ul>
Carreteras	Número de Automóviles.	Tipo de los automóviles.	Circulación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inicia trayecto.</li> <li>- Finaliza trayecto.</li> </ul>
Teléfonos	Llamadas	Distancia	Transmisión	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se recibe llamada.</li> <li>- Fin de la llamada.</li> </ul>

Las variables que intervienen en los sistemas se emplean para relacionar un componente con otro y se clasifican, convenientemente, como variables exógenas, variables de estado y variables endógenas.

Las VARIABLES EXOGENAS son las independientes o de entrada del modelo y se supone que han sido predeterminadas y proporcionadas independientemente del sistema que se modela. Estas variables actúan sobre el sistema, pero no reciben acción alguna de parte de él. Es posible clasificar las variables exógenas en controlables y no controlables. Las primeras son susceptibles de manipulación. El medio ambiente en el cual se encuentra el sistema modelado genera las variables no controlables.

Las VARIABLES DE ESTADO describen el estado de un sistema o uno de sus componentes, ya sea al comienzo, al final o durante un período ( de tiempo ). Estas variables interactúan con las variables exógenas del sistema y con las endógenas, de acuerdo a las relaciones funcionales supuestas para el sistema.

Las VARIABLES ENDOGENAS son las dependientes o de salida del sistema y son generadas por la interacción de las variables exógenas con las de estado.

Como ejemplos de variables exógenas controlables tenemos: en una empresa la capacidad de controlar la cantidad de materias primas que compra y el número de trabajadores que emplea; los funcionarios encargados de la política económica en un gobierno central pueden especificar el monto de los impuestos o la cantidad y naturaleza de los gastos gubernamentales para un determinado período de planeación. Por parte de las variables exógenas no controlables es posible citar los efectos climatológicos que actúan directamente sobre una flota de buques; la situación económica de un país bajo la influencia de factores económicos del ámbito mundial. Las variables de estado de una empresa podrían incluir el activo, el inventario y el pasivo de un período particular ( de tiempo ), así como también las ventajas en algún período precedente y los gastos de propaganda para algún período futuro. Las variables endógenas de una industria comprenderían la mano de obra total, los precios, las ventas y producciones totales.

### 1.2.1.1. Modelos

Otro concepto íntimamente ligado a la simulación de sistemas es el MODELO.

Aunque existen varias definiciones de modelo, nos parece -- que una de las más adecuadas, es la siguiente:

"Modelo, es el conjunto de información que se tiene acerca de un sistema organizado, de tal forma que nos permite estudiar su comportamiento bajo determinadas condiciones".

Los modelos físicos son aquellos que pueden representarse como modelo de un avión o, más generalmente, una réplica a escala de un sistema. Existen modelos esquemáticos que abarcan dibujos, mapas y diagramas.

Entre los modelos abstractos encontramos los MATEMATICOS y los DESCRIPTIVOS.

Los modelos matemáticos consisten en un conjunto de relaciones matemáticas, que normalmente derivan en expresiones conteniendo ecuaciones diferenciales. La Fig. 1.2.1 muestra una clasificación de los modelos.

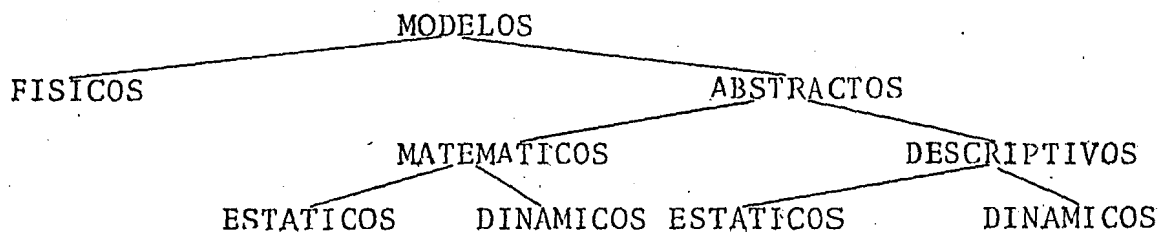


Fig. 1.2.1 Clasificación de los modelos desde el punto de vista de su naturaleza.

Los modelos descriptivos, constituyen básicamente un puente entre los modelos físicos y matemáticos. Estos modelos describen prácticamente lo que ocurre empleando un concepto matemático como lo es la probabilidad.

Desde otro punto de vista los modelos pueden clasificarse como ESTATICOS O DINAMICOS.

Son estáticos aquellos que representan a un sistema en forma - independiente del paso del tiempo.

Los modelos dinámicos están elaborados de tal forma que permiten observar los cambios que ocurren en un sistema a través del tiempo. Este tipo de modelo es el que interesa para la simulación de sistemas.

Ventajas y desventajas de los diferentes tipos de modelos:

MODELOS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Físicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realismo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Costo.</li> <li>- Tiempo de construcción.</li> <li>- Poca flexibilidad.</li> <li>- No siempre es posible su construcción.</li> </ul>
Matemáticos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gran flexibilidad.</li> <li>- Económicos.</li> <li>- Rápida elaboración.</li> <li>- Excelente respuesta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abstracción.</li> <li>- Simplificación.</li> </ul>
Descriptivos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Casi siempre son posibles.</li> <li>- Gran flexibilidad.</li> <li>- No requieren Matemáticas avanzadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Relativamente inexactos.</li> </ul>

## 1.2.2 SIMULACION.

### Definición.-

En la descripción de un sistema por medio de un modelo, se encuentra en algunos casos, que el sistema es demasiado complicado para describirlo o que el modelo, una vez deducido, no permite una solución analítica. En estos casos, la simulación puede ser instrumento valioso para obtener la respuesta de un problema particular.

De lo expuesto anteriormente podemos definir a la simulación de sistemas, como una "técnica que nos permite estudiar los cambios que ocurren en un sistema a través del tiempo, mediante el empleo de un modelo abstracto y dinámico".

### 1.2.2.1 METODOS MONTECARLO.

La simulación es un procedimiento que sirve para resolver un problema, para definir y analizar un modelo. El uso moderno de esta palabra se remonta hasta a fines de 1940, cuando Von Neumann y Ulam acuñaron el término "análisis de Monte Carlo" para aplicarlo a una técnica matemática que usaban entonces para resolver ciertos problemas de protección nuclear que eran, o demasiado costosos para resolverse experimentalmente o demasiado complicados para ser tratados analíticamente.

El análisis de Monte Carlo involucraba la solución de un problema matemático no probabilístico, mediante la simulación de un proceso estocástico cuyos momentos o distribuciones de probabilidad satisfacen las relaciones matemáticas del problema no probabilístico.

Con el advenimiento de la computadora de gran velocidad, a principios de 1950, la simulación tomó otro significado, ya que surgió la posibilidad de experimentar con modelos abstractos ( que describen algún sistema de interés ) en una computadora.

Aunque en términos generales, y de acuerdo a la definición, la simulación de sistemas no implica necesariamente la utilización de una computadora, para el caso de este trabajo sí se considera a la computadora como la herramienta indispensable para la utilización de los modelos de simulación.

En los modelos de simulación Monte Carlo, dada una distribución de frecuencias relativas de una variable es necesario obtener su distribución acumulativa y posteriormente formar una tabla con números índice asignados. Los números índice se asignan de manera que puedan reflejar la probabilidad de diversas demandas.

El patrón de demanda en un proceso estocástico se obtiene mediante NUMEROS ALEATORIOS, los cuales, se distribuyen dentro de los intervalos de los números índice.

Número aleatorio es aquel que pertenece a una secuencia cuya probabilidad de ocurrencia es igual a la de cualquier otro número de la secuencia.

Algunas de las formas más comunes para obtener números aleatorios son los siguientes:

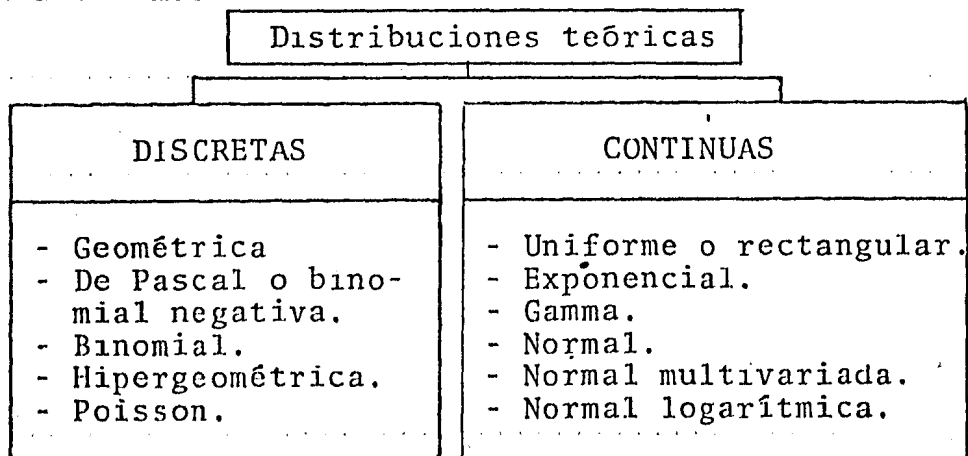
- Métodos manuales.
- Tablas de números aleatorios.
- Métodos de computación analógica.
- Métodos de computación digital.

Los métodos manuales para obtenerlos son laboriosos y no muy prácticos. El proceso más común es generar números pseudoaleatorios por medio de un programa de computadora. Una secuencia pseudoaleatoria no es realmente aleatoria ya que se obtiene utilizando un proceso matemático completamente determinístico. Sin embargo, los números generados de esta manera se consideran aleatorios ya que satisfacen varias pruebas estadísticas de aleatoriedad. Dos métodos de generar números pseudoaleatorios son las técnicas de elevar al cuadrado el número intermedio y las técnicas congruenciales.

En la simulación Monte Carlo, si se conoce la probabilidad para cada variable y por consecuencia su frecuencia, no se sabe cual es el orden de ocurrencia, el cual, se supone aleatorio y es el que se simula.

Cuando la función de distribución de probabilidad no es conocida debido a que el método de muestreo estadístico resulta imposible o económicamente impracticable, se debe recurrir al uso de una distribución de probabilidad teórica convencional, y aún así, en caso de que sea difícil encontrar una distribución teórica que describa adecuadamente un proceso estocástico, éste se puede reproducir mediante un muestreo obtenido por la generación de números aleatorios aplicado sobre distribuciones empíricas conocidas.

Entre las principales distribuciones de probabilidad teórica tenemos:





Por parte de las distribuciones empíricas, básicamente se tienen 3 métodos para generar los valores de variables aleatorias a partir de las distribuciones de probabilidad:

1° Método de la transformación inversa.

2° Método del rechazo.

3° Método de composición.

#### 1.2.2.2 Lenguajes de Simulación.

Anteriormente se dijo que los sistemas pueden clasificarse como continuos, discretos y mixtos. La Simulación de un sistema de cualquier tipo mediante el uso de una computadora digital puede efectuarse utilizando un programa elaborado con un lenguaje de uso genérico como FORTRAN, ALGOL, BASIC, etc.

Existen también, para la simulación de sistemas, lenguajes de propósitos especiales que se utilizan ya sea para casos discretos, continuos o para ambos ( como es el caso de GASP IV ).

ALGUNOS LENGUAJES DISPONIBLES PARA SIMULACION DE SISTEMAS:

SISTEMAS	LENGUAJES
CONTINUOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- De uso genérico (FORTRAN,ALGOL,etc)</li> <li>- Continuous System Modeling Program</li> <li>- DYNAMO</li> <li>- GASP IV</li> <li>- MIMIC</li> </ul>
DISCRETOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- De uso genérico</li> <li>- General Purpose Simulation System</li> <li>- GASP II</li> <li>- GASP IV</li> <li>- SIMSCRIPT</li> </ul>
MIXTOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- De uso genérico</li> <li>- GASP IV</li> </ul>

## C A P I T U L O    I I

### GASP IV

#### 2.1    Generalidades.

El lenguaje de simulación GASP IV está formado por un conjunto de subrutinas escritas en FORTRAN IV, por lo cual es fácilmente implantable en cualquier computador que tenga compilador FORTRAN. Por otra parte, fué el primer lenguaje suficientemente documentado, utilizable en la simulación de sistemas discretos, continuos o combinados.

#### 2.2    Descripción del lenguaje GASP IV.

En GASP IV, considera a un sistema compuesto fundamentalmente por ENTIDADES, ATRIBUTOS y VARIABLES DE ESTADO, sistema en el cual ocurren EVENTOS.

En GASP IV se hace necesario descomponer el modelo físico en dos dimensiones: Tiempo y estado del sistema.

La dimensión estado del sistema, puede ser separada en sus entidades; las cuales están descritas por sus atributos.

Los atributos pueden ser discretos o continuos; el valor de los primeros permanecerá constante en el tiempo que transcurre entre eventos, mientras que el valor de los segundos puede cambiar entre ellos. A estos últimos se les da el nombre de variables de estado, por lo que la palabra atributos se utilizará únicamente cuando se trate de atributos discretos.

La filosofía en que se basa el lenguaje GASP IV es que los sistemas continuos se pueden obtener modelando los eventos del sistema e incrementando el tiempo de simulación de evento a evento.

En GASP IV se distinguen dos clases de eventos:

- EVENTOS TIEMPO
- EVENTOS ESTADO

Los eventos tiempo, asociados generalmente a los sistemas discretos, ocurren en puntos específicos de la línea del tiempo; coinciden con el inicio o fin de una actividad y pueden ser programados para ocurrir en el futuro. Esta clase de eventos también tiene atributos, de los que se requerirán dos por lo menos; el tiempo en que ocurrirá y el tipo de evento.

Entre la ocurrencia de dos eventos tiempo, únicamente pueden cambiar los valores de las variables de estado.

Los eventos estado, ocurren cuando las variables de estado toman valores establecidos de antemano. Ya que estas variables están cambiando continuamente sus valores, dependiendo de las condiciones en que se encuentra el sistema, esta clase de eventos no son programados para ocurrir en el futuro.

Básicamente, el proceso de simular un sistema con GASP IV, consiste en lo siguiente:

Si en el modelo intervienen variables continuas ( variables de estado ), el avance del tiempo se hace en pequeños incrementos; en cada uno de estos, se calculan los valores

de las variables de estado y se comparan contra valores previamente establecidos por el usuario, a fin de determinar si ha ocurrido algún evento estado; por otra parte, se determina si no se ha pasado un evento tiempo. En caso de que haya ocurrido algún evento, ya sea tiempo o estado, se procesa dicho evento modificando el estado del sistema y se continúa avanzando el tiempo.

Si en el modelo no intervienen variables continuas, el avance del tiempo se hace en forma de saltos discretos, correspondiendo cada salto a la ocurrencia de un evento - tiempo.

Al ocurrir un evento, el sistema puede comportarse en una o más de las siguientes maneras:

- Alterando el valor de las variables de estado o los atributos de las entidades.
- Alterando las relaciones que existen entre variables de estado o entre entidades.
- Alterando el número de entidades presentes en el sistema.

En general, un modelo de simulación programado con GASP IV, consiste de:

- 1.- Un conjunto de subrutinas escritas por el usuario que le da la forma deseada al modelo, y en donde se describe en que forma cambia el estado del sistema al ocurrir los eventos tiempo, o bien, un conjunto de ecuaciones que describen como calcular los valores de las variables de estado, o bien, ambos conjuntos.
- 2.- Areas para almacenar información, arreglos en varias dimensiones.

- 3.- Una rutina ejecutiva que dirige el flujo de información y ejerce el control.
- 4.- Subrutinas de apoyo.

La organización de GASP IV está hecha de tal forma que cumple ocho funciones específicas, cuatro de ellas básicas:

- 1.- Inicialización del estado del sistema.
  - 2.- Evaluación de las variables de estado, usando integración si es necesario.
  - 3.- Control de eventos.
  - 4.- Monitoreo y detección de errores.
- y 4 de apoyo:
- 5.- Almacenamiento y recuperación de información.
  - 6.- Recolección de datos sobre el comportamiento del sistema simulado.
  - 7.- Cálculos estadísticos y generación de reportes.
  - 8.- Obtención de muestras aleatorias de distribuciones probabilísticas.

### 2.3 Almacenamiento y recuperación de información.

Las entidades que poseen alguna característica en común, son agrupadas en lo que en GASP IV se denominan ARCHIVOS.

El sistema de almacenamiento de la información de esas entidades, puede considerarse como una matriz, en la que cada columna corresponde a una entidad, y los renglones corresponden a los atributos de esas entidades.

Los diferentes archivos son numerados del 1 en adelante; el archivo número 1 será siempre el archivo de eventos tiempo siempre y cuando el sistema que se pretende simular presente características de sistema discreto.

De acuerdo a las dimensiones estándar de GASP IV, podrá haber hasta 100 archivos, cada uno hasta con un máximo de 25 atributos.

Las entidades agrupadas en un archivo, deberán estar, - por lo general, ordenadas o clasificadas de acuerdo a un cierto criterio. El proceso de ordenamiento o clasificación, lo realiza automáticamente GASP IV, bastando únicamente indicarle qué atributo va a tomar como base para el ordenamiento y bajo qué criterio va a efectuar el ordenamiento.

Los cuatro posibles criterios de clasificación y ordenamiento, son los siguientes:

- 1.- LVF ( Low Value First )
- 2.- HVF ( High Value First )
- 3.- FIFO ( First Input First Output )
- 4.- LIFO ( Last Input First Ourput )

En el archivo número 1 ( archivo de eventos tiempo ) se utiliza el criterio LVF, en base al atributo número 1, el cual contiene el tiempo de ocurrencia de eventos.

Cuando se utilizan los criterios FIFO o LIFO, no se toma en cuenta ningún atributo para el ordenamiento.

A continuación se muestran las principales variables y arreglos utilizados por GASP IV, en el almacenamiento y recuperación de información relacionada con entidades y eventos tiempo:

NSET (.) } Arreglos unidimensionales, hechos correspondientes -  
mediante una declaración no ejecutable denominada  
QSET (.) } EQUIVALENCE, y en donde se almacena la información.  
NNFIL = Número de archivos definidos.  
NNATR = Número máximo de atributos en los archivos.  
MFA = Número de la primera columna disponible en la matriz.  
IINN (I) = Criterio para ordenar las columnas del archivo I.  
KKR NK (I) = Número del atributo que se utilizará para ordenar el  
archivo I.  
MFE (I) = Número de la columna que es la primera en el archivo I.  
MLE (I) = Número de la columna que es la última en el archivo I.  
NNQ (I) = Número de columnas que contiene el archivo I.  
QQTIM (I) = Tiempo simulado en que se accesó por última vez el ar  
chivo I.  
ATTRIB (.) = Almacén temporal en donde queda la información al ser  
removida una columna de la matriz, o en donde debe co  
locarse la información antes de almacenar una columna  
en la matriz.

Las principales variables y arreglos utilizados por GASP IV, en el almacenamiento y recuperación de información relacionada con variables de estado, son las siguientes:

TNOW = Tiempo en el que están siendo evaluadas las variables de estado.

TTLAS = Tiempo al principio del intervalo.

DTNOW=TNOW-TTLAS.

SS (I)=Valor de la variable de estado I, en el instante TNOW.

SSL (I)=Valor de la variable de estado I, en el instante TTLAS.

DD (I)=Valor de la derivada de la variable de estado I, en TNOW.

DDL (I)=Valor de la derivada de la variable de estado I, en TTLAS.

Las formas principales de expresar las ecuaciones de estado en GASP IV son:

- 1.- Utilizando directamente variables de estado ( ecuaciones de diferencias finitas, tipo SS):  
Ejemplo:  $SS(I)=SSL(I)+DTNOW*RATE$
- 2.- Utilizando la derivada de la variable de estado (ecuaciones diferenciales, tipo DD):  
Ejemplo:  $DD(I)=RATE$ .

GASP IV realiza automáticamente la integración mediante un algoritmo RUNGE-KUTTA-ENGLAND (RKE).

Hay tres variables de GASP IV que determinan el número de ecuaciones de cada tipo, involucradas en el modelo:

NNEQD = Número de ecuaciones diferenciales ( tipo DD ).

NNEQS = Número de ecuaciones de diferencias ( tipo SS).

NNEQT = NNEQD+NNEQS

Si NNEQT = 0, el sistema será considerado como discreto.

#### 2.4 Descripción de subrutinas de GASP IV.

El lenguaje GASP IV está estructurado en dos secciones; una parte del mismo GASP IV y otra que deberá ser estructurada por el usuario. En la Fig. 2.1 se presenta un esquema que muestra la relación existente entre las subrutinas del usuario y las de GASP IV. Las líneas en este diagrama representan el llamado de una subrutina por otra, las enmarcadas con línea punteada son las que el usuario debe construir.



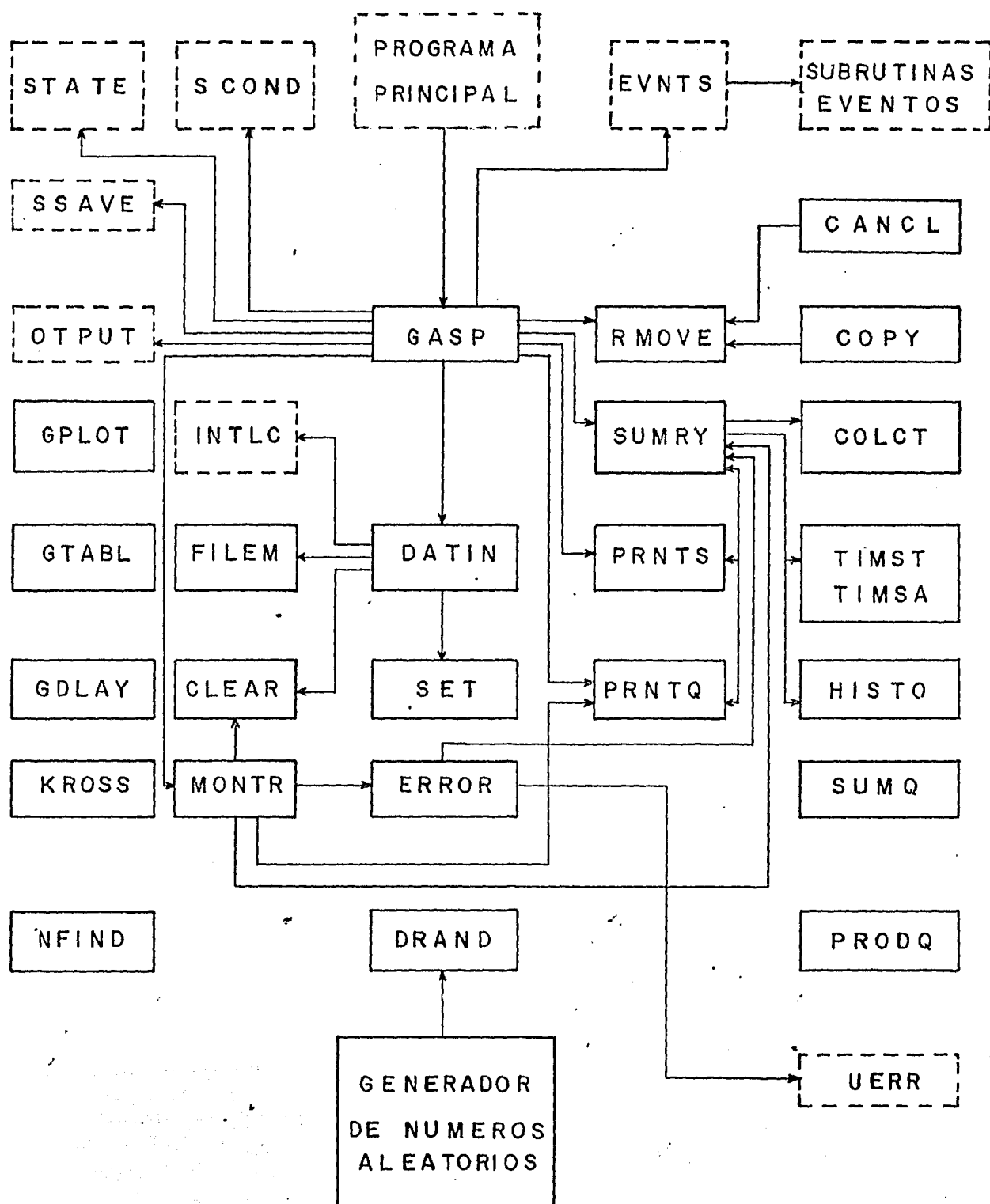


Figura 2.1- Subrutinas de GASP IV

De acuerdo a su función; las subrutinas de GASP IV y las que requieren codificar el usuario, se clasifican en los siguientes grupos:

FUNCION	GASP IV	USUARIO
1.- Avance del tiempo y actualización del estado del sistema.	S.GASP	S.STATE S.SCOND S.EVNTS S.Eventos
2.- Inicialización.	S.DATIN  S.CLEAR S.SET'	Programa principal. S.INTLC Datos de entrada.
3.- Almacenamiento y recuperación de información.	S.FILEM S.RMOVE S.CANCL S.COPY	
4.- Detección de eventos estado y localización de entidades.	F.KROSS F.NFIND	
5.- Recolección de datos, cálculos estadísticos y generación de reportes.	S.COLCT S.TIMST S.TIMSA S.HISTO S.GPLOT S.PRNTQ S.PRNTS S.SUMRY	S.SSAVE S.OTPUT
6.- Monitoreo y reporte de errores	S.MONTR S.ERROR	S.UERR

7.- Obtención de muestras aleatorias de distribuciones probabilísticas.	F.DRAND F.UNFRM F.TRIAG F.RNORM F.RLOGN F.ERLNG F.GAMA F.BETA F.NPSSN F.GAM	
8.- Misceláneos (auxiliares)	F.SUMQ F.PRODQ F.GTABL S.GDLAY	

S = Subrutina

F = Función

A continuación se describen las subrutinas de GASP IV:

La Subrutina GASP, constituye la parte medular del lenguaje de simulación GASP IV. Es la rutina ejecutiva que se encarga de avanzar el tiempo, realizar la integración de variables en caso necesario y llamar a las diferentes subrutinas que sean indispensables para llevar a cabo una simulación completa. La subrutina GASP es llamada únicamente por el programa principal escrito por el usuario.

La Subrutina DATIN, que es llamada únicamente por la subrutina GASP al principio de cada "corrida", es el mecanismo mediante el cual se inicializan las variables de GASP IV.

En esta subrutina se leen los datos que se van a utilizar en cada "corrida". Estos datos serán codificados por el usuario en doce tipos diferentes de tarjetas, las cuales se definen en la página 56.

Durante la ejecución de esta subrutina, y solamente si el usuario lo requiere, son llamadas las subrutinas INTLC (escrita por el usuario), CLEAR Y SET, cuyas funciones se describen más adelante.

La Subrutina CLEAR, inicializa los apuntadores asociados a los arreglos NSET Y QSET en los que se guarda la información estadística ( recolectada mediante las subrutinas COLCT, TIMST,---TIMSA e HISTO ) acerca del comportamiento del sistema que se está simulando.

La Subrutina SET, inicializa automáticamente NSET y QSET.  
La Subrutina FILEM, es una de las más utilizadas directamente por el usuario.

Su uso consiste en almacenar en un archivo, ya sea un evento - tiempo o una entidad.

Antes de llamar a la subrutina, es necesario que la información que se desea almacenar, se encuentre en el arreglo ATTRIB.

La Subrutina REMOVE, también utilizada directamente por el usuario, permite remover de un archivo dado, una determinada columna. El número del archivo y el de la columna, son proporcionados a la subrutina como argumentos.

La Subrutina CANCL, funciona en forma idéntica a la subrutina - REMOVE. excento que siempre es utilizada para el archivo número uno ( archivo de eventos tiempo). Unicamente será necesario como argumento el número de la columna que se desea cancelar.

La Subrutina COPY, es utilizada para copiar el contenido de una columna de la matriz, en el arreglo ATTRIB, pero sin remover dicha columna. El argumento es el número de la columna que se pretende copiar.

La Función CROSS, que el usuario utiliza generalmente como - postulado en la subrutina SCOND (prueba de condiciones), permite la detección de eventos estado o su derivada, alcanza o cruza un cierto valor; este valor de prueba puede ser una constante o bien el valor de otra variable de estado o de su derivada. Los argumentos de esta función, determinan el tipo de cruce que se está tratando de detectar, así como la dirección del cruce y la tolerancia. Si al tratar de avanzar el tiempo desde TTLAS hasta

TNOW, GASP IV detecta un cruce que excede la tolerancia fijada por el usuario, automáticamente intentará reducir el tamaño - del incremento, a fin de lograr que el cruce ( o sea el evento estado) quede dentro de la tolerancia establecida.

La Función NFIND, se utiliza para localizar en un determinado archivo de la matriz, alguna columna ( evento tiempo o entidad) que en cierto atributo, tenga un valor estipulado, dentro de - cierta tolerancia. El número del archivo, el número del atributo, el valor estipulado, la tolerancia y el tipo de búsqueda se deben proporcionar como argumentos en la función.

Si se encuentra alguna columna que satisfaga el criterio de la búsqueda, la función toma como valor el número de la columna en la matriz, el cual puede ser utilizado en las subrutinas RMOVE, COPY, etc; si no encuentra ninguna, toma el valor de cero, en - cuyo caso no puede usarse en dichas subrutinas.

Las subrutinas COLCT, TIMST, TIMSA, HISTO y GPLOT, tienen dos - funciones: La primera, para recolectar información estadística sobre el comportamiento del sistema que se está simulando; la - segunda, para efectuar los cálculos estadísticos e imprimir los resultados.

La Subrutina COLCT, se utiliza para variables basadas en obser- vaciones individuales, como puede ser: Tiempo que pasa una enti- dad en el sistema, tiempo que dura una cierta actividad, etc.

La Subrutina TIMST, se utiliza para variables persistentes en - el tiempo como por ejemplo: la longitud de una línea de espera, el estado de una entidad ( ocupado o desocupado). Esta subruti- na asume que el valor de la variable permanece constante entre dos llamados a la subrutina.

La Subrutina TIMSA, se utiliza de la misma manera que TIMST, - excepto que el valor de la variable no fue constante durante el intervalo entre dos llamados, sino que toma el promedio de los - valores que tiene la variable en los dos llamados.

La Subrutina HISTO, se utiliza para la recolección de información en forma de histogramas. Obviamente, la subrutina deberá utilizarse para variables basadas en observaciones individuales.

La Subrutina GPLOT, se utiliza para recolectar información sobre la forma en que varían las variables de estado; en un solo llamado, puede recolectar la información de hasta diez variables dependientes y una independiente. Cuando GASP IV llama a esta subrutina, no realiza cálculos estadísticos, sino que produce una gráfica y/o una tabla, por medio de la impresora.

La información acerca del número de variables que se van a trabajar con cada una de las cinco subrutinas anteriores, los nombres de las variables; el número y ancho de las celdas de los histogramas, etc., son proporcionados a GASP IV mediante las tarjetas tipos 2,3,4,5 y 6 leídas por la subrutina DATIN, (ver pág. 56).

Las Subrutinas PRNTS, PRNTQ y SUMRY, normalmente no son utilizadas directamente por el usuario. Al terminarse una "corrida", GASP IV las llama automáticamente, para efectuar cálculos estadísticos e impresión editada de: contenido de archivos, contenido de los arreglos para las variables de estado, y en general, toda la salida estándar que proporciona GASP IV.

La Subrutina MONTR, proporciona los medios para realizar el monitoreo o rastreo del proceso de la simulación. Es sumamente útil, sobre todo en la etapa de prueba y validación de los modelos.

Puede ser llamada directamente por el usuario, o bien pueden almacenarse previamente eventos tiempo que al ocurrir, produzcan el monitoreo deseado. Las funciones que puede realizar esta subrutina, mediante el código de eventos tiempo adecuado, son: iniciar o parar la impresión de cada evento tiempo que ocurra, imprimir el contenido de los archivos, restaurar las estadísticas de los archivos y limpiar los arreglos para variables de estado, imprimir el reporte sumario, o bien, causar una salida por error.

La Subrutina ERROR, es llamada automáticamente cuando se detecta alguna situación de error en alguno de los subprogramas de GASP IV, por ejemplo, tratar de remover una columna que no existe, o recolectar estadísticas para una variable no definida previamente, etc. Al presentarse el error, GASP IV produce un mensaje, transfiere el control a la subrutina UERR, escrita por el usuario, y finalmente produce un reporte sumario con la información recopilada hasta el momento en que se presentó el error.

Por lo general, en los sistemas discretos o combinados, la ocurrencia de eventos tiempo, la duración de actividades y el valor que toman algunas variables, solo pueden establecerse en términos probabilísticos, o sea, son variables aleatorias.

Para la obtención de muestras aleatorias de distribuciones probabilísticas GASP IV cuenta con las siguientes funciones:

DRAND genera los números aleatorios uniformemente distribuidos entre ( 0.0 y 1.0 )

UNFRM obtiene muestras aleatorias de una distribución uniforme cualquiera. Hace un cambio de los límites de los números pseudo aleatorios dados por DRAND.

Las siguientes funciones generan una desviación de los números aleatorios dentro de una distribución determinada:

FUNCION	TIPO DE DISTRIBUCION:
- TRIAG	- Triangular
- RNORM	- Normal
- RLOGN	- Logarítmica
- ERLNG	- Erlang
- NPSSN	- Poisson
- BETA	- Beta
- GAMA	- Función Gama

La Función GAM, es utilizada por la función GAMA para obtener una muestra de esa distribución.

Los subprogramas que realizan funciones misceláneas de soporte son: Funciones SUMQ, PRODQ y GTABL y la subrutina GDLAY.

La Función SUMQ, calcula la suma de todos los valores de un determinado atributo, de las columnas que están en un determinado archivo. El número del atributo y el número del archivo son los argumentos de esta función.

La Función PRODQ, es idéntica a SUMQ, solo que calcula el producto en vez de la suma.

La Función GTABL, permite calcular por interpolación lineal, el valor de una función definida por el usuario.

La Subrutina GDLAY, es muy utilizada en simulación de sistemas, enfocados bajo la técnica de dinámica de sistemas; calcula un retraso ( delay ) exponencial de orden variable.

A continuación se describen las subrutinas que requieren codificación por parte del usuario:

La Subrutina STATE, realiza los cálculos de las variables de estado. El usuario debe idear esta subrutina de tal forma que permita calcular los valores de SS (.) (variables de estado), - así como de DD(.) (derivada de las variables de estado).

La Subrutina SCOND, realiza una comprobación del valor de SS(.) y DD(.) siempre que se efectúen los cálculos. Dicha comprobación cumple con la finalidad de especificar dentro del lenguaje si las variables de estado han alcanzado el valor de las condiciones iniciales. Si no ha ocurrido un evento, el valor de esta comprobación será cero, por lo que la subrutina GASP incrementará el tiempo de simulación.



La Subrutina EVNTS, es llamada por la subrutina GASP cuando el valor de TNOW alcanza el de un evento. Esta subrutina llama al evento correspondiente por medio de la instrucción (FORTRAN) GO TO condicional. (Para cada evento el usuario debe codificar una subrutina)\*.

En el Programa Principal, se inicializan todas las variables que requieran un valor constante en el caso de existir más de una simulación en el proyecto. Se inicializan también los valores de las variables NCRDR y NPRNT que son las unidades lógicas de lectura e impresión.

En la Subrutina INTLC, se inicializan todas aquellas variables requeridas por el usuario en la simulación.

La Subrutina SSAVE, se emplea para realizar los cálculos estadísticos o gráficos requeridos por el usuario.

En la Subrutina OTPUT, se realizan todos los cálculos finales y la impresión de éstos por el usuario.

La Subrutina UERR, permite al usuario la impresión de un mensaje o información específica en caso de ocurrir un error.

\* Nota: La cantidad de subrutinas de eventos son determinados a partir de las necesidades del modelo. Si ponemos como ejemplo un automóvil que entra a una gasolinaria, las subrutinas de eventos correspondientes al modelo de dicho sistema serían dos, la de inicio de carga de combustible y la de fin de carga.

## CAPITULO III.

### DESCRIPCION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE MATERIALES EN LA SONDA DE CAMPECHE.

#### 3.1 Generalidades.

De los problemas actuales más críticos a nivel mundial está el de satisfacer la demanda de energéticos, la que a pesar de problemas económicos internacionales observa una demanda -- creciente. La necesidad de aumentar las reservas de hidrocarburos para un horizonte de tiempo mayor, implica el invertir recursos de un alto monto en la localización, explotación, refinación, distribución y comercialización de los productos petroleros.

El petróleo en México cumple un doble propósito como es el de proveer de materia prima a su naciente industria y la de proporcionarle los recursos económicos para financiar su desarrollo. Petróleos Mexicanos ha venido realizando una serie de exploraciones a lo largo del territorio nacional, explotando en forma racional primero los yacimientos de fácil localización y acceso. En la actualidad dichas exploraciones después de haber pasado por zonas terrestres, lacustres y/o pantanosas han llegado a la plataforma continental, zona marina relativamente cercana a la costa en donde se ha conseguido localizar yacimientos de hidrocarburos en el Golfo de México, en un lugar denominado Sonda de Campeche.

La explotación de estos yacimientos implica el generar nuevas técnicas y afinar algunas otras ya en uso, el solo hecho de instalar un equipo de perforación en el mar a 100 km. de la costa y con un tirante de agua variando entre 30 y 50 m. hace bastante más complicada la operación de perforar un pozo. En la imposibilidad de cambiar continuamente la ubicación del equipo para desarrollar la perforación vertical de los pozos sobre el yacimiento, se hace menester recurrir a procedimientos de perforación direccional, terminación marina, etc.

Para efectuar la perforación de pozos que drenen de la mejor manera posible las diferentes partes del yacimiento -- se hace necesario localizar la posición de la plataforma -- desde la cual se llevará a cabo en forma direccional la perforación de varios de estos pozos de acuerdo a un patrón establecido de drene. Ya a estas alturas se puede inferir que la plataforma de perforación es una estructura metálica hincada en el fondo marino que sirve como sostén del equipo de perforación y sirve para apoyar las funciones relativas como son el proporcionar albergue a los operadores, el almacenamiento de los materiales empleados, el punto de comunicación con otras plataformas y con los centros técnicos administrativos en tierra, etc.

### 3.2 Particularidades del Sistema.

La perforación de cada uno de los pozos petroleros se efectúa por etapas obedeciendo a un programa previamente establecido por personal calificado de Ingeniería Geológica e Ingeniería Petrolera, tomando en cuenta la columna estratigráfica por atravesar y los requerimientos en la terminación del pozo, lo cual implica perforar con diferentes diámetros iniciando desde el diámetro mayor y cementando la correspondiente tubería de revestimiento, la cual ayuda aislando los problemas de derrumbe y control de los fluidos de las formaciones perforadas, además de permitir acoplar un sistema de seguridad para casos de flujos imprevistos o reventones.

La perforación rotatoria es la de uso más común actualmente y consiste en acoplar una barrena en el extremo de la tubería de perforación y hacer girar ésta, apoyando en la barrena parte del peso de la misma tubería. El recorte que se va generando es menester extraerlo, para lo cual se hace circular dentro de la tubería de perforación un fluido con propiedades tixotrópicas ( capacidad de gelatinización cuando cesa su movimiento ) conocido como lodo de perforación, el cual al llegar a la barrena remueve los recortes que está generando y los desplaza hacia arriba al arrastrarse por el espacio anular comprendido entre el diámetro exterior de la tubería de perforación y el diámetro del agujero que se va formando.

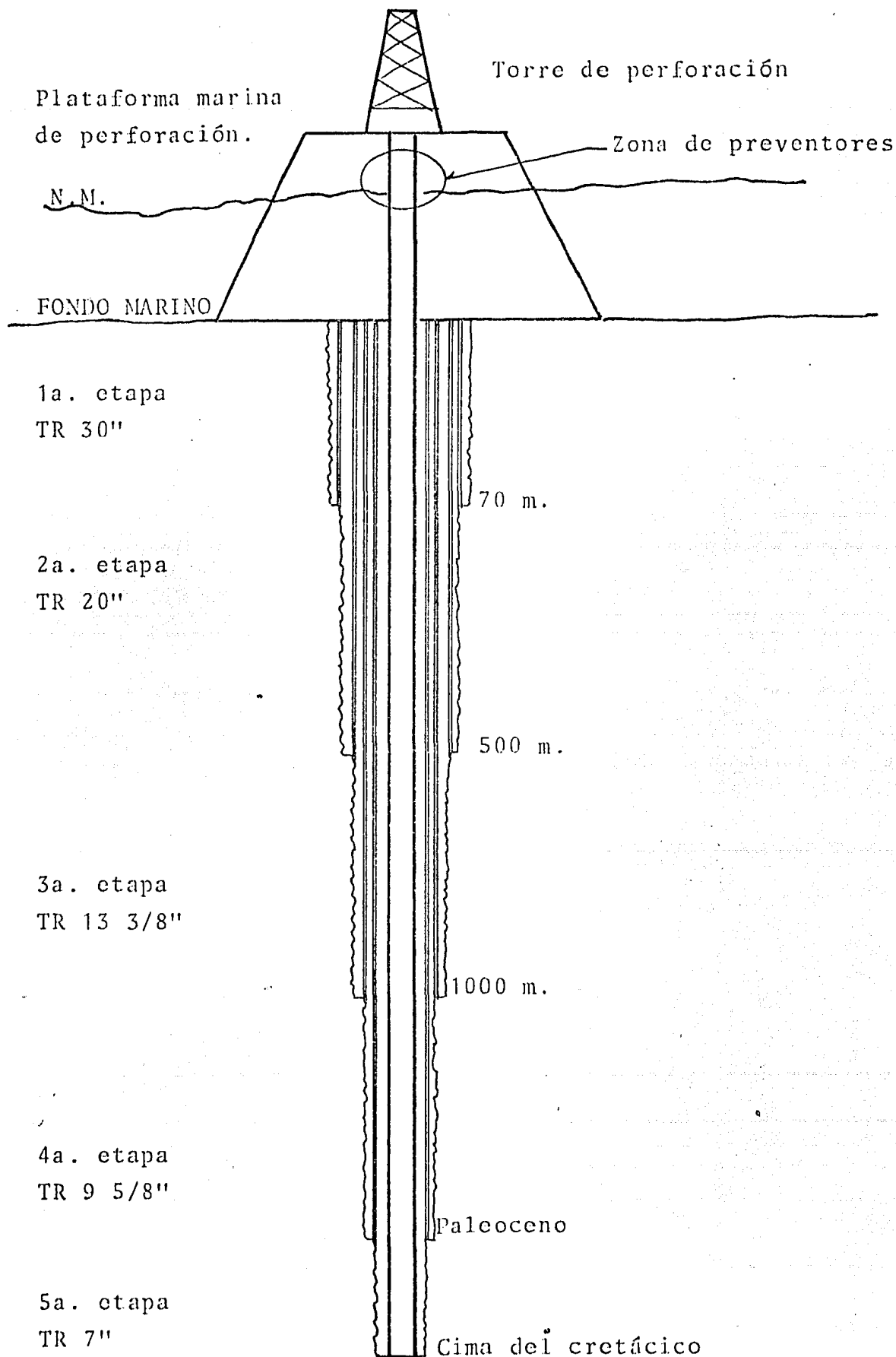


Fig. 3.1. Etapas en la perforación de un pozo petrolero ( corte esquemático ).

La fig. 3.1 da una idea de las diversas etapas en la perforación de un pozo petrolero.

Debido a la alta producción de los pozos, se requiere de un programa de tuberías de revestimiento, que permita la utilización de un aparejo de producción para manejar gastos hasta de 58,000 barriles por día.

Las tuberías de revestimiento utilizadas son las siguientes:

El tubo conductor de 30" se hinca en el fondo marino a una profundidad aproximada de 70 m.

La tubería de 20" se cementa a 500m y tiene como objetivo aislar las formaciones someras no consolidadas y la instalación del sistema de control superficial.

La de 13-3/8" se cementa a 1000m, esto nos permite atravesar la zona de alta presión, que se presenta en las formaciones mioceno y oligoceno. Con esto, se está en condiciones de incrementar la densidad del fluido de perforación necesaria para mantener bajo control las paredes del agujero por presión hidrostática.

Una vez atravesadas las formaciones de alta presión y antes de penetrar las formaciones del paleoceno, que es una formación de baja presión, se cementa la tubería de 9 5/8", permitiendo así disminuir la densidad del fluido de perforación.

La tubería de 7" se cementa en la cima del cretácico, debido a las pérdidas de circulación y manifestación de hidrocarburos que se presentan al atravesar el paleoceno.

Para controlar la presión de los fluidos contenidos en algunas formaciones cortadas es menester aumentar proporcionalmente la densidad del lodo de tal forma que la presión ejercida por esa columna mantenga bajo control el pozo. Por estas funciones y algunas otras, este fluido forma un sistema hidráulico que requiere de diversos materiales para conservarlo bajo control. Los materiales más comunes son agua, diesel, bentonita, barita, emulsificantes, etc.

Conforme el pozo aumenta su profundidad, el volumen de este fluido aumenta y también los requerimientos de productos que hagan segura la perforación no siendo posible la perforación sin un fluido adecuado en calidad y cantidad.

Una vez perforado el pozo a una determinada profundidad se hace necesario protegerlo de posibles derrumbes entre otras cosas, mediante una tubería de revestimiento, facilitando así la explotación posterior de los hidrocarburos una vez que éste haya sido terminado. Dicha tubería de revestimiento es fijada en el agujero del pozo mediante una cementación.

En esta forma, pues, observamos que es indispensable durante el proceso de perforación de cada pozo, tomar en cuenta la existencia de los seis diferentes materiales anteriormente ya mencionados y que son: agua, diesel, cemento, barita, sacos de aditivos y tubos.

Estos materiales resulta obvio que para disponer de ellos, necesitan ser transportados y distribuidos por buques de carga, los cuales son cargados en 2 puertos, Nanchital y Dos Bocas.

Cada uno de estos puertos tiene características o atributos como son su nombre, número de muelles, tiempo de viaje sencillo del centroide de plataformas al puerto, número de turnos de trabajo y los tiempos de inicio y fin de cada turno.

Tanto los buques de transportación así como las plataformas cuentan con una limitante común que es la capacidad de almacenamiento.

Para nuestro caso específico, el sistema a simular se comporta como un modelo de líneas de espera, en el que la cola se encuentra formada por los barcos de transporte y las estaciones de servicio son tanto los muelles de cada uno de los respectivos puertos así como también las plataformas. Los buques forman parte de una población finita y los muelles de carga de los puertos constituyen una estación de servicio que puede ser multicanal, mientras que cada una de las plataformas son del tipo simple ( un solo canal de servicio ).

El modelo de líneas de espera que genera este sistema sigue una secuencia de etapas;

- 1.- Los buques cargan en los muelles,
- 2.- En el caso de que todos los muelles se encontrasen ocupados, los buques pasan a formar parte de la cola, entrando a cargar en cuanto se desocupe algún canal de servicio.
- 3.- Una vez cargado un buque inicia su transportación hacia las plataformas marinas de perforación.
- 4.- En cuanto el buque llega a una plataforma determinada, si está desocupada, se procede a efectuar la descarga, en caso contrario pasa a formar parte de la cola esperando turno para descargar,
- 5.- Al concluir la descarga, el buque inicia su viaje de regreso a alguno de los puertos,

En base a la serie de actividades que se desarrollan en el sistema, se observa que los procesos de carga, transportación y descarga de materiales necesitan programarse anticipadamente para lograr una optimización real de sus funciones, para lo cual es necesario tomar en cuenta las capacidades de almacenamiento tanto de los buques así como de las plataformas marinas y considerando también los requerimientos de cada material en particular.

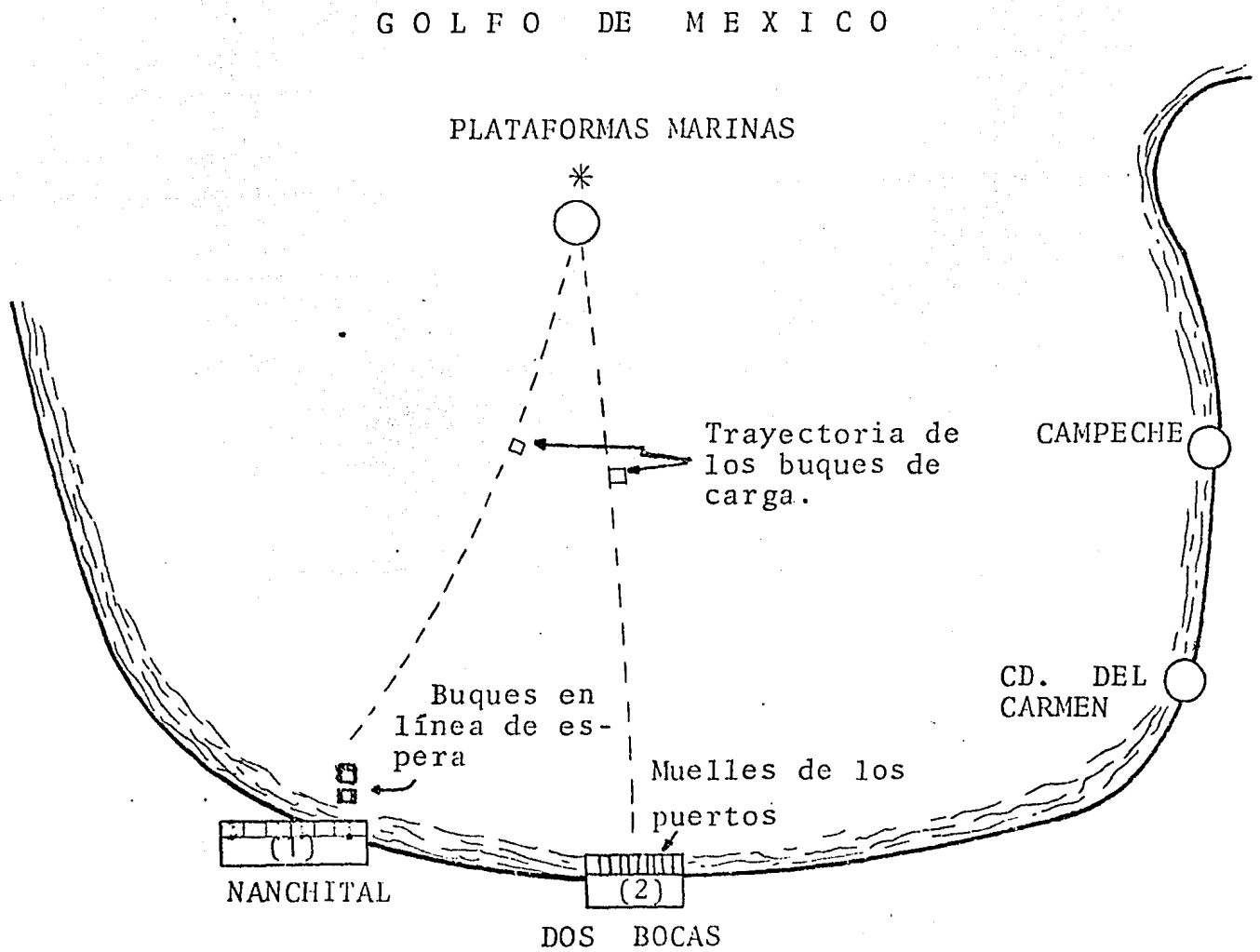


Fig. 3.2 Diagrama del modelo de abastecimiento de materiales.



### 3.4 CARACTERISTICAS DEL SISTEMA.

Básicamente, el sistema de abastecimiento de materiales se encuentra constituido por 3 diferentes entidades; puertos, plataformas y buques, las cuales cuentan con una serie de atributos de la manera siguiente:

#### 3.4.1 CARACTERISTICAS DE LOS PUERTOS.

ATRIBUTOS	PUERTO	
	1.- NANCHITAL	2.- DOS BOCAS
Número de muelles	6	10
Tiempo del viaje de puerto a plataformas ( días )	0.5000	0.3533
Número de turnos de trabajo	2	1
Tiempo de inicio del primer turno	8 hrs.	0 hrs.
Tiempo final del primer turno	12 hrs.	24 hrs.
Tiempo inicial del segundo turno	16 hrs.	—
Tiempo final del segundo turno	20 hrs.	—

Nota: El tiempo de carga del buque es de 0,5 días y el tiempo de viaje entre plataformas es de 0,0833 días. Estos tiempos son considerados como valores promedios fijos.

### 3.4.2 CARACTERISTICAS DE LAS PLATAFORMAS.

La simulación se efectuará con 41 plataformas de perforación.

Las capacidades de almacenamiento de las plataformas para cada material son las siguientes:

1.- Agua	=	200.0	Ton.
2.- Diesel	=	50.0	Ton.
3.- Cemento	=	180.0	Ton.
4.- Barita	=	226.0	Ton.
5.- Sacos de Aditivos	=	20.0	Ton.
6.- Tubos	=	400.0	Ton.

Cabe aclarar que en el programa de simulación se considera que las capacidades de almacenamiento son iguales para todas las plataformas, tanto iniciales como futuras.

Las características propias para cada una de las 41 -- plataformas iniciales son;

#### ATRIBUTOS;

Etapa de Perforación = 0  
( Ø TR )

Número de Pozos = 0  
perforados

Número máximo de po = 12  
zos a perforar

3.4.3 CARACTERISTICAS DE LOS BUQUES DE CARGA.

En condiciones iniciales se consideran 21 buques de carga para el sistema de abastecimiento de materiales en la sonda de Campeche.

BUQUE	PUERTO DE DESTINO	CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO					
		Agua (TON)	Diesel (TON)	Cemento (TON)	Barita (TON)	Sacos (TON)	Tubos (TON)
1	1	616.0	68.0	98.0	132.0	119.0	265.0
2	1	616.0	68.0	98.0	132.0	119.0	265.0
3	1	616.0	68.0	98.0	132.0	119.0	265.0
4	1	396.0	70.0	136.0	183.0	88.0	194.0
5	1	396.0	70.0	136.0	183.0	88.0	194.0
6	1	396.0	70.0	136.0	183.0	88.0	194.0
7	1	489.0	175.0	103.0	139.0	84.0	186.0
8	1	489.0	175.0	103.0	139.0	84.0	186.0
9	1	550.0	113.0	109.0	146.0	79.0	176.0
10	1	550.0	122.0	109.0	146.0	96.0	213.0
11	1	550.0	122.0	109.0	146.0	96.0	213.0
12	1	50.0	50.0	110.0	149.0	10.0	21.0
13	1	50.0	50.0	110.0	149.0	10.0	21.0
14	1	461.0	147.0	110.0	149.0	84.0	177.0
15	1	444.0	326.0	113.0	152.0	79.0	176.0
16	1	444.0	326.0	113.0	152.0	79.0	176.0
17	1	667.0	431.0	163.0	220.0	103.0	23.0
18	1	562.0	447.0	113.0	152.0	76.0	170.0
19	1	643.0	80.0	98.0	132.0	112.0	248.0
20	1	303.0	46.0	110.0	149.0	62.0	137.0
21	1	395.0	70.0	46.0	62.0	97.0	215.0

Puerto de destino 1.- Nanchital.  
2.- Dos Bocas.

C A P I T U L O     I V

APLICACION DEL LENGUAJE DE SIMULACION GASP IV AL  
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE MATERIALES.

4.1 DESCRIPCION DEL PROGRAMA.

Anteriormente se explicó que GASP IV es un conjunto de subrutinas escritas en FORTRAN IV, que están divididas en dos partes, una de las cuales debe codificarla el usuario para darle forma a su modelo y la otra que viene proporcionada por el mismo lenguaje de simulación y sirven de apoyo. Las subrutinas elaboradas por el usuario fueron realizadas para simular el sistema bajo las condiciones actuales de operación, y además con opción a incorporar las características futuras de puertos, plataformas y buques ( es decir por su constitución modular es capaz de ser modificada ).

Descripción de los atributos de las entidades ( Barcos, Plataformas y Puertos ) del modelo.-

NO. DE ATRIBUTO:	DESCRIPCION;
1	Tiempo de ocurrencia del evento tiempo.
2	Tipo de evento.
3	Tiempo de espera de un barco en puertos.
4	Tiempo de espera de un barco en plataformas.
5	1er. destino del barco para descarga.
6	2do. destino del barco para descarga.
7	3er. destino del barco para descarga.
8	Número de identificación del barco.
9	Número de plataformas a visitar por el barco.
10	Número de plataformas ya visitadas por el barco.
11	Número del puerto de carga a visitar por el barco.
12	Indice del material que está descargando el barco en un período de tiempo.

13	Indicador del arribo a descarga de un barco que llega a descarga de mar abierto ( $\emptyset$ ), o sale de línea de espera a descargar.
14	Número de identificación de la plataforma.
15	Etapas en desarrollo de la plataforma.
16	Subetapa en desarrollo de la plataforma
17	Número de pozos que se han perforado en la plataforma.
18	No se usa
19	No se usa
20	No se usa

} Disponibles por si es necesario usarlos en el futuro

### Descripción de los eventos del modelo.-

NO.	EVENTO	DESCRIPCION
1	ARRL	Arribo de barcos a carga
2	FINL	Fin de carga
3	ARRUL	Arribo de barcos a descarga
4	FINULP	Fin parcial de descarga
5	FINULT	Fin total de descarga
6	PERFOR	Subetapa de perforación
7	TR	Subetapa de corrido de tubería
8	CEMENT	Subetapa de cementación
9	TERM	Subetapa de terminación
10	BUQUES	Incremento del número de barcos en 1
11	PUERTO	Incremento del número de puertos en 1
12	PLATA	Incremento del número de plataformas en 1.
13	EVENTO ESTADO	

### 4.1.1 SUBPROGRAMAS QUE INTERVIENEN EN LA SIMULACION,-

- Programa principal	- INVENT	- CEMENT
- GASP	- FINL	- TERM
- INTLC	- TURNO	- PUERTO
- OPUT	- ITINER	- BUQUES
- SCOND	- SHELL	- PLATA
- SSAVE	- ARRUL	- TIMST (*)
- COLCT 1	- FINULP	- RMOVE (*)
- COLCR 1	- FINULT	- KROSS (*)
- STATE	- POLIT	- GPLOT (*)
- UERR	- PERFOR	- FILEM (*)
- ARRL	- TR	- NFIND (*)
		- DRAND (*)

### (\*) Subprogramas GASP

Debido al flujo de control de subprogramas de GASP - IV, algunas subrutinas como TIMST, INTLC, FILEM y UERR, - necesariamente implican el uso indirecto de otras como - SUMRY, DATIN, MONTR y ERROR, las cuales son llamadas por la subrutina GASP.

#### NOTA.

En la figura 4.1 aparecen estas subrutinas sombreadas; las subrutinas GASP codificadas por el usuario son - las que aparecen enmarcadas con línea discontinua; las que están dentro de doble línea discontinua son las - requeridas por las subrutinas EVNTS y , las que se encuentran dentro de líneas continuas, son aquellas que proporcionan el mismo lenguaje GASP IV.

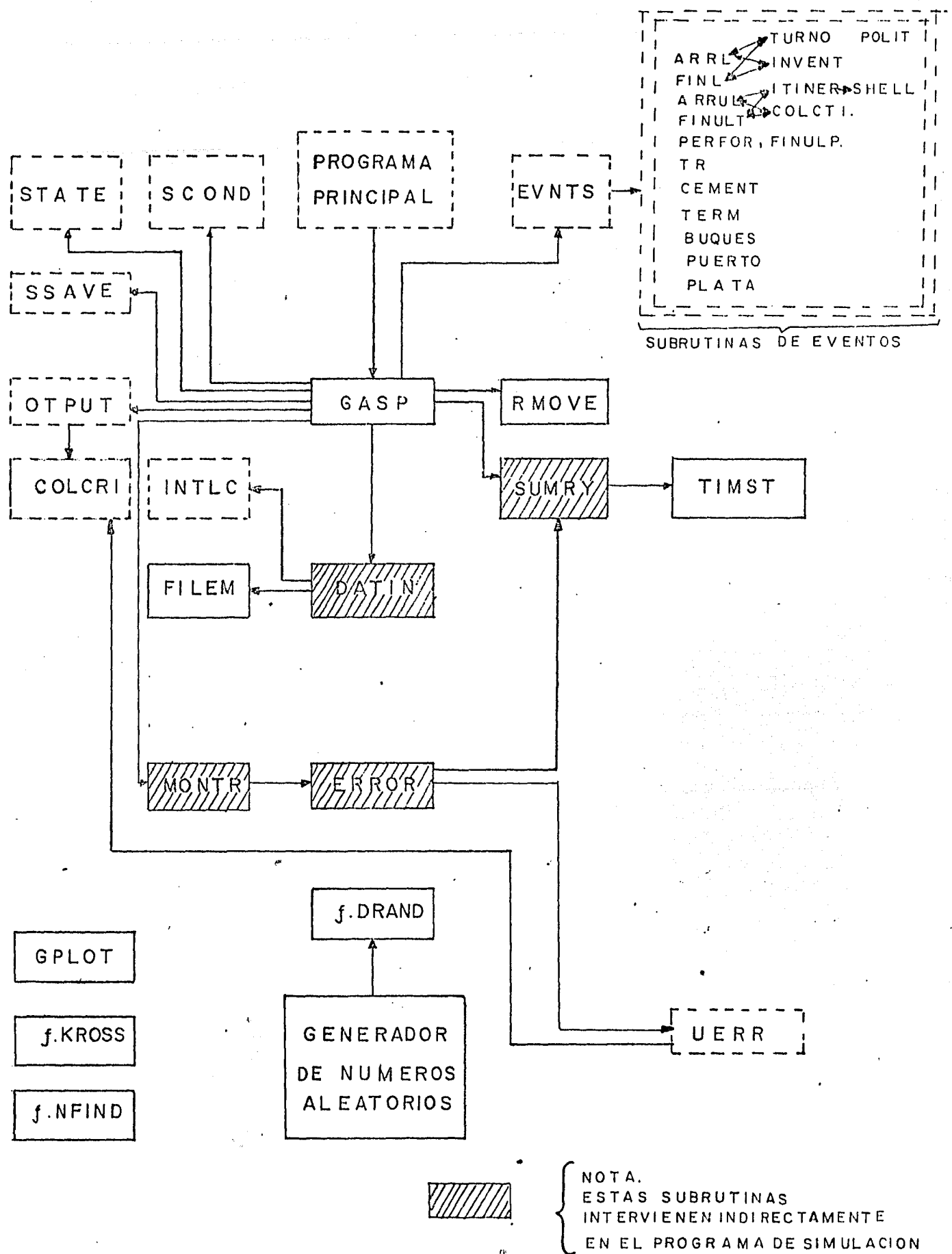


FIG. 4.1 DIAGRAMA DE RELACION DE LAS SUBROUTINAS PARA LA SIMULACION EN LA SONDA DE CAMPECHE

NOTA. ESTAS SUBROUTINAS INTERVIENEN INDIRECTAMENTE EN EL PROGRAMA DE SIMULACION

#### 4.1.2 ALIMENTACION DE DATOS AL PROGRAMA DE SIMULACION.

Este programa de simulación se alimenta con los datos de la información concerniente a las características del modelo del sistema ( subrutina INTLC, da valores a las variables con las que se inicia la simulación) y para darle instrucciones de control sobre los requerimientos del mismo ( subrutina DATIN). Tarjetas de control para el número de corridas y/o características de cada una de ellas.

##### 4.1.2.1 SUBROUTINA INTLC.

TARJETA TIPO 1: Lectura de las capacidades de almacenamiento de todas las plataformas para cada material.

La lectura de esta tarjeta consiste en asignar valores al vector CP de 6 elementos. Este vector está definido en un postulado NAME LIST llamado CAPLA, por lo cual para asignar valores al vector CP se deben respetar las reglas que rigen a dicho postulado.

TARJETA TIPO 2: Lectura del número de puertos a considerar al inicio de la simulación.

La lectura de esta tarjeta se hace con formato libre y consiste en asignar un valor a la variable entera NPORTS ( número inicial de puertos en la simulación ).

SERIE DE TARJETAS TIPO 3: Lectura de las características propias de cada puerto inicial.

El número de tarjetas tipo 3 es igual al valor asignado a la variable NPORTS leída en la tarjeta tipo 2. En cada tarjeta tipo 3 se definen las características propias de cada puerto, su lectura se hace para asignar valores a las variables NOMPUE que es una variable alfanumérica que define el nombre del puerto; NUMMUE la cual es una variable entera que define el número de muelles que tiene el puerto; la variable real TVJE que define el tiempo de viaje sencillo de las plataformas al puerto; la variable entera NT que define el número de turnos de trabajo del puerto; y los vectores reales



TIN (I) y TFI (I), donde I varía de 1 a 3, que sirven para indicar los tiempos inicial y final de cada turno de trabajo. Estas variables están definidas en un postulado NAMELIST llamado PORTI.

TARJETA TIPO 4: Lectura de número inicial de plataformas a considerar en la simulación.

En esta tarjeta se lee únicamente la variable entera NNPLAT con formato libre y define el número inicial de plataformas en la simulación.

SERIE DE TARJETAS TIPO 5: Lectura de las características propias de cada plataforma inicial en la simulación.

El número de tarjetas tipo 5 será igual al valor asignado a la variable NNPLAT en la tarjeta tipo 4. En cada una de estas tarjetas se definen las características iniciales propias de cada plataforma. En ellas se asignan valores a las variables enteras NETAPA ( etapa de perforación ), NPPER ( número de pozos perforados en la plataforma al inicio de la simulación ), y NPAPER ( número máximo de pozos a perforar en la plataforma correspondiente ). Estas 3 variables se encuentran definidas en un postulado NAMELIST llamado PLATAI.

TARJETA TIPO 6: Lectura del número de buques existentes al inicio de la simulación.

En esta tarjeta se lee la variable entera NTANK con formato libre que sirve para definir el número de buques al inicio de la simulación.

SERIE DE TARJETAS TIPO 7: Lectura del índice del puerto destino de cada buque al inicio de la simulación.

El número de tarjetas tipo 7 será igual al número de barcos definidos al inicio de la simulación por la variable NTANK especificada en la tarjeta tipo 6. En cada una de estas tarjetas se especifica el destino a puertos de cada buque inicial a través de la variable entera IDESTI, la cual se encuentra definida en el postulado NAMELIST llamado TANKI.

SERIE DE TARJETAS TIPO 8: Lectura de las capacidades de almacenamiento de materiales de cada buque.

El número de tarjetas tipo 8 será igual al número de tarjetas tipo 7 o sea, igual al número de barcos iniciales en la simulación dado por la variable NTANK. En estas tarjetas se leen las capacidades de los diferentes materiales de cada buque existente al inicio de la simulación, su lectura se hace para asignar valores al vector CB de 6 elementos, el cual se encuentra definido en el postulado NAMELIST llamado CABAB.

Nota: Las tarjetas tipo 7 y 8 se deben codificar intercaladas, es decir, .. una después de la otra.

TARJETA TIPO 9: Lectura de índices indicadores de la ausencia o la existencia dentro de la simulación de condiciones futuras.

En esta tarjeta se lee el vector ICF de 3 elementos, cada uno de ellos está asociado a las diferentes entidades del programa ( puertos, plataformas y buques ) respectivamente, así pues:

Si	ICF (1) = 0	No van a existir puertos futuros en la corrida
	ICF (1) = 1	Si " " " " " " " "
	ICF (2) = 0	No van a existir plataformas futuras.
	ICF (2) = 1	Si " " " " "
	ICF (3) = 0	No van a existir buques en el futuro.
	ICF (3) = 1	Si " " " " " " "

Nota: Esta tarjeta debe aparecer codificada con formato libre.

TARJETA TIPO 10: Lectura opcional del número de puertos que van a funcionar en un tiempo futuro dentro de la simulación.

En esta tarjeta se lee la variable entera INCPUE con formato libre, la cual especifica el número de puertos que entrarán en servicio en tiempos futuros de la simulación.

SERIE DE TARJETAS TIPO 11: Lectura opcional de las características propias de cada puerto futuro.

Las siguientes variables están definidas en un postulado NAMELIST llamado PORTF por lo que se deberán respetar las reglas que lo rigen para la codificación; la variable entera NOMPUE que define el nombre del puerto, NUMMUE ( entera ) que asigna el número de muelles, TVJE ( real ) asigna el tiempo de viaje sencillo de las plataformas a dicho puerto, TPU ( real ) asigna el tiempo futuro en la simulación a partir del cual entra en funcionamiento el puerto, NT ( entera ) nos define el número de turnos de trabajo de dicho puerto, y los elementos de los vectores reales TIN (I) y TFI (I) que definen los tiempos iniciales y finales de cada turno.

TARJETA TIPO 12: Lectura opcional del número de plataformas futuras dentro de la simulación.

En esta tarjeta se le asigna valor a la variable entera INCPLA, la cual se lee con formato libre.

SERIE DE TARJETAS TIPO 13: Lectura opcional de las características propias de cada plataforma.

El número de tarjetas tipo 13 está definido por el valor asignado a la variable INCPLA en la tarjeta tipo 12. En cada una de estas tarjetas se van a leer únicamente dos variables. La variable entera NPAPER que nos define el número de pozos a perforar y la variable real TPL que nos define el tiempo de simulación en el cual entra a funcionar la plataforma. Estas variables están definidas en un postulado NAMELIST llamado PLATAF.

TARJETA TIPO 14: Lectura opcional del número de buques a operar en tiempos futuros dentro de la simulación.

En esta tarjeta se va a leer con formato libre la variable entera INCTAN la cual representa el número de buque a operar en tiempos futuros de la simulación.

SERIE DE TARJETAS TIPO 15; Lectura opcional del destino en puerto y del tiempo en la simulación en que el nuevo buque entra en operación.

El número de tarjetas tipo 15 es igual al valor asignado a la variable INCTAN en la tarjeta anterior y se utilizan para asignar valores a la variable entera IDESTI ( destino inicial del buque correspondiente ) y a la variable real TTA ( tiempo en la simulación a partir del cual el buque correspondiente entra en operación ). Estas variables se encuentran definidas en un postulado NAMELIST llamada TANKF,

SERIE DE TARJETAS TIPO 16; Lectura opcional de las capacidades nominales de cada nuevo buque.

El número de tarjetas tipo 16 es igual al valor asignado a la variable INCTAN. En estas tarjetas se asignan valores a los 6 elementos del vector CP correspondientes a los 6 diferentes materiales mencionados anteriormente. El vector CP esta definido en un postulado NAMELIST llamado CABAR.

NOTA: Las tarjetas tipo 15 y 16 se codifican en forma intercalada.

DATOS PARA SUBROUTINA INTLC, -

TIPO DE TARJETA	DESCRIPCION;
1	Ø\$CAPLAØCP=200.0,50.0,180.0,226.0,20.0,400.0Ø\$END
2	2
3	ØPORTIØNOMPUE=6HNANCH.,NUMMUE=6,TVJE=0.5,NT=2, ØTIN(1)=8.0,TFI(1)=12.0,TIN(2)=14.0,TFI(2)=20.0 Ø\$ENDØPORTIØNOMPUE=6H2ØBOCAS,NUMMUE=4,TVJE=0.3, NT=1,ØTIN(1)=0.0,TFI(1)=24.0Ø\$END
4	41
5	Ø\$PLATAIØNETAPA=1,NPPER=0,NPAPER=12ØEND (Las siguientes 40 tarjetas son iguales)
6	21
7	Ø\$TANKIØIDESTI=1Ø\$END
8	Ø\$CABARØCB=616.0,68.0,98.0,132.0,119.0,265.0ØEND (Estas tarjetas, 7 y 8, se colocan intercaladas para los 21 barcos)
9	0 0 0

#### 4.1.2.2 Subrutina DATIN.

Definición de variables:

Tipo de Tajeta de datos	Variables GASP a iniciar	Descripción
1	NNAME	Nombre del usuario.
	NNPRJ	Número del proyecto.
	MMON	Número del mes.
	NNDAY	Número del día.
	NNYR	Número del año.
	NNRUN	Número de corridas de simulación a efectuar.
	LLSUP(I), I=1,12	Código de supresión de lectura e impresión.  0-Lee e imprime tipo de tarjeta I. 1-Lee tipo de tarjeta I. 2-Salta lectura e impresión de tarjeta tipo I.
LLSUP(13)	Llave que suprime impresión: 0-Imprime archivos iniciales de entrada si es que los -- hay; 1-Salta impresión.	
LLSUP(14)	Llave que suprime impresión: 0-Imprime valores iniciales de SS (.) y DD (.) Si es que los hay; 1-Salta impresión.	
LLSUP(15)	Llave que suprime impresión: 0-llama a subrutina SUMRY al final de la simulación para obtener el reporte final; -- 1-Salta impresión del reporte final.	
2	NNCLT	Número de arreglos estadísticos recolectados por COLCT.
	NNSTA	Número de arreglos estadísticos que pueden ser recolectados por TIMST y TIMSA.

Tipo de Tarjetas de datos	Variables GASP a iniciar	Descripción
2	NNHIS	Número de histogramas.
	NNPRM	Número de parámetros <u>consi</u> derados.
	NNPLT	Número de tablas/gráficas.
	NNSTR	Número de corrientes de números aleatorios.
	NNTRY	Número máximo permitido de entradas en NSET/QSET.
	NNATR	Número máximo de atributos por entrada en NSET/QSET.
	NNFIL	Cantidad de archivos en NSET/QSET.
	NNSET	Dimensión de NSET/QSET. Cantidad de palabras permitidas para almacenamiento de datos= $NNSET - NNTRY * (NNATR + 2)$
	NNEQD	Número de ecuaciones <u>diferen</u> ciales.
	NNEQS	Número de ecuaciones de estado.
3	NFLAG	Número de banderas de condición de estado (LFLAG) <u>emplea</u> dos.
	I	Indice.
4	LLABC(I)	Etiqueta asociada con la Ié-sima variable usada en COLCT.
	I	Indice.
	LLABT(I)	Etiqueta asociada con la ié-sima variable usada en TIMST.
	SSTPV(I,0)	* Valor inicial de la variable I persistente en el tiempo.

Tipo de Tarjeta de datos	Variab <sup>les</sup> GASP a iniciar	Descripción
5	I	Indice.
	LLABH(I)	Etiqueta asociada con el <u>iésimo</u> histograma.
	NNCEL(I)	Número de celdas en el <u>iésimo</u> histograma.
	HHLOW(I)	Límite superior de la primera celda del <u>iésimo</u> histograma.
	HHWID(I)	Anchura de la celda para el <u>iésimo</u> histograma.
6A	I	Indice.
	LLABP(11)	Etiqueta asociada con la variable independientemente para <u>iésima</u> gráfica.
	IITAP(I)	Indice de la cinta en la cual están almacenados los datos para la gráfica I. Si IITAP(I)=0, los datos son almacenados en --QSET.
	NNVAR	Número de variables a ser graficados/tabulados en la gráfica/tabla I.
	LLPLT	Llave para especificar tipo de gráfica/tabla. Valores para LLPLT: < 0-Gráfica-rápida; 0-solo gráfica; 1-solo-tabula; >1-tabula y grafica.
	DTPLT(I)	El incremento de la variable <u>independiente</u> entre puntos gráficos sucesivos para la gráfica I.
6B	IJ	Indice (hay NNVAR (I) tarjetas-de tipo 6B)
	LLSYM(IJ)	Símbolo gráfico para la variable IJ de la gráfica I.
	LLABP(IJ)	Etiqueta asociada con la variable IJ de la gráfica I.



Tipo de Tarjetas de datos	Variables GASP a iniciar	Descripción.
6B	LLPLO(IJ)	Llave para especificar el límite mínimo de la escala para la variable IJ de la gráfica I. Valores de LLPLO(IJ) son: 0-uso mínimo de simulación; 1-uso de PPLO(IJ); 2-uso mínimo de simulación redondeado cerca de PPLO(IJ).
	LLPHI(IJ)	Llave para especificar límite-máximo de la escala para la variable IJ de la gráfica I. Las llaves son similares a las de LLPLO(IJ).
	PPLO(IJ)	Valor asociado con el límite -mínimo de gráfica ordinaria.
	PPHI(IJ)	Valor asociado con el límite -máximo de gráfica ordinaria.
7	KKRNK(I),	Ordenamiento de atributos para el archivo I.
	I=1, NNFIL	
8	IINN(I),	Llave de prioridad del sistema que se usará en el archivo I.
	I=1, NNFIL	Los valores para IINN(I) son: -1-LVF; 2-IVF; 3-FIFO; 4-LIFO.
9	II EVT	Código de evento estado.
	LLERR	Llave que indica el margen de error cuando la exactitud no puede ser mantenida por el método de integración Runge-Kutta. -1-Procede sin enviar mensaje de advertencia. 0-Procede con mensaje de advertencia. +1-Error fatal. • La exactitud se requiere que sea menor o igual que AERR+RE-RR*SS(I) para toda I.

Tipo de Tarjetas de datos	Variab <u>l</u> es GASP a iniciar	Descripción.
9	AAERR	Error de truncamiento absoluto local permitido en la integración Runge-Kutta.
	RRERR	Error relativo permitido en integración Runge-Kutta.
	DIMIN	Tamaño mínimo del paso permitido.
	DIMAX	Tamaño máximo del paso permitido.
	DTSAV	Tiempo entre puntos de comunicación si es positivo. Si DTSAV=0 la comunicación ocurre para cada punto actualizado aceptado. Si DTSAV<0, solo hay comunicación en --- evento tiempo.
10	J	Número de parámetros considerados.
	PPARM(J,K), K=1,4	Valores de parámetros. Las definiciones dependen del tipo de distribución u opción del usuario.
11	MSTOP	Llave para especificar método de paro: 0-Fin del evento de simulación provisto por el usuario. 1-Para al valor TTFIN.
	JJCLR	Llave para especificar si los arreglos estadísticos pueden ser limpiados durante la inicialización. 0-No limpia. 1-Limpia.
	JJBEG	Llave para inicializar DRAND, TNOW y variables de estado: 0-No inicializa. 1-Inicializa
	IICRD	Llave para especificar el tipo de datos que se leerá al inicio de la próxima corrida.

Tipo de Tarjeta de datos	Variables GASP a iniciar	Descripción
11	TTBEG	Valor inicial de TNOW
	TTFIN	Tiempo final de simulación si MSTOP > 0
	JJFIL	Llave para iniciar el sistema de archivo: 0-No inicializa; 1-Inicializa.
	IISED(I) I=1, NNSTR	Número semilla aleatorio inicial para corriente del número aleatorio I.
12	IFILE	Número del archivo para atributos. Si es negativo, inicializa el sistema de archivo. Si es cero, finaliza tarjeta - tipo 12.
	ATRIB(I) I=1, NNATR	Atributos para entrar a archivar.
0	LLSUP(I), I=1, 15	Llaves para suprimir lectura e impresión de las tarjetas de datos.
	IICRD	Llave para determinar el tipo de tarjeta de datos que se leerá al iniciar la próxima corrida.

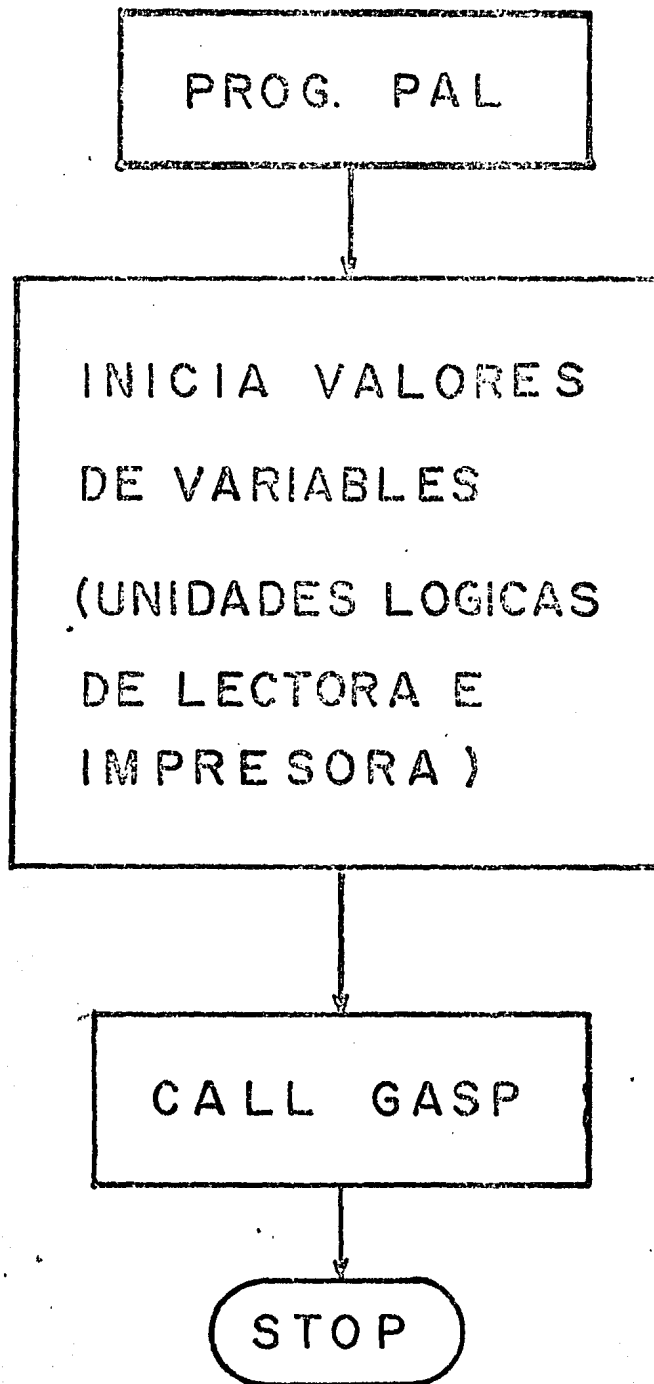
DATOS PARA SUBROUTINA DATIN.

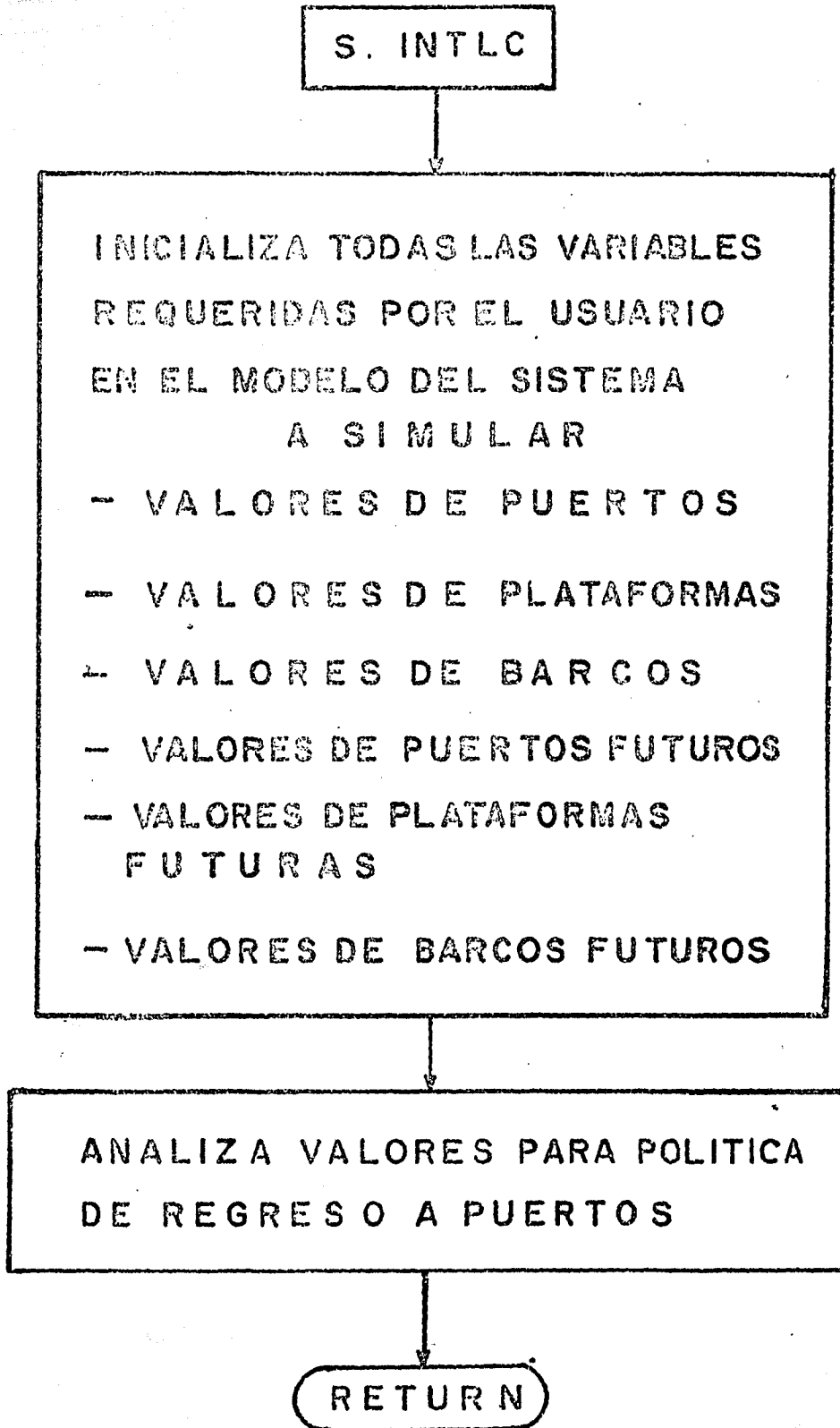
Tarjeta tipo	Descripción
1	KDA 12 7 1982 1 00202000020000
2	0 1 0 0 0 2 100 20 562500 0 6 0
3	(No hay; opción 2)
4	1NPLPARO 0.0
5	(No hay; opción 2)
6	(No hay; no se dió valor a PLOT)
7	1 1
8	1 1
9	13 0 0.00001 0.00001 0.1 0.1 0.0
10	(No hay ; opción 2)
11	1 1 1 0 0.0 100.0 11798765397
12	0

#### 4.2 Diagramas de bloques del programa.

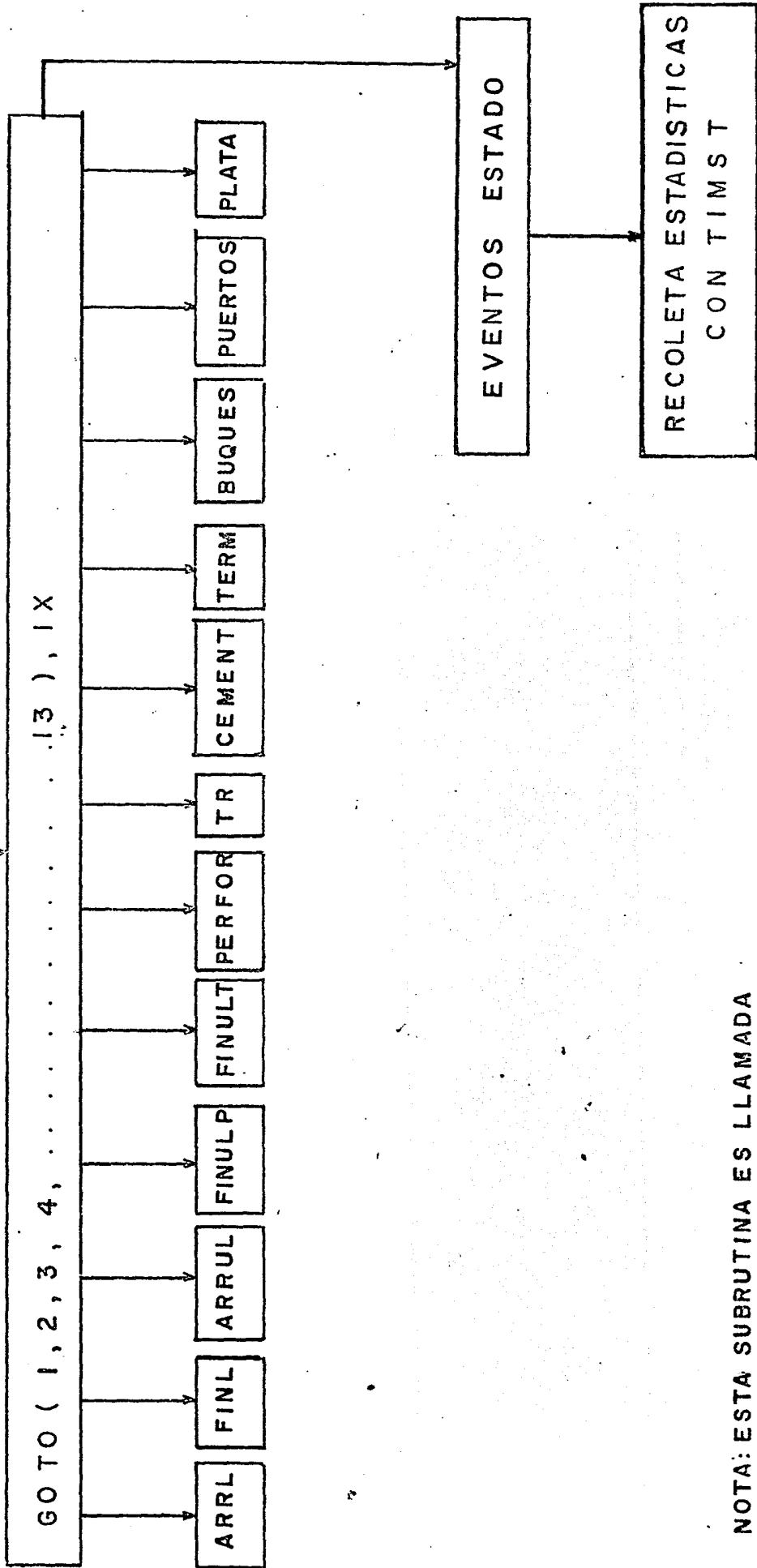
A continuación se presentan los diagramas de bloques que consti-  
tuyen las subrutinas del modelo de abastecimiento de materiales,  
los cuales cabe aclarar, en un principio la idea fué presentar-  
los en conjunto con el programa fuente del modelo, cosa que -  
no fué posible debido a que se desarrolló como un proyecto de -  
investigación en el Instituto Mexicano del Petróleo y como tal  
se reserva la política de guardar la información correspondien-  
te al desarrollo de dicho modelo.

DIAGRAMAS DE BLOQUES  
DEL  
MODELO DE ABASTECIMIENTO



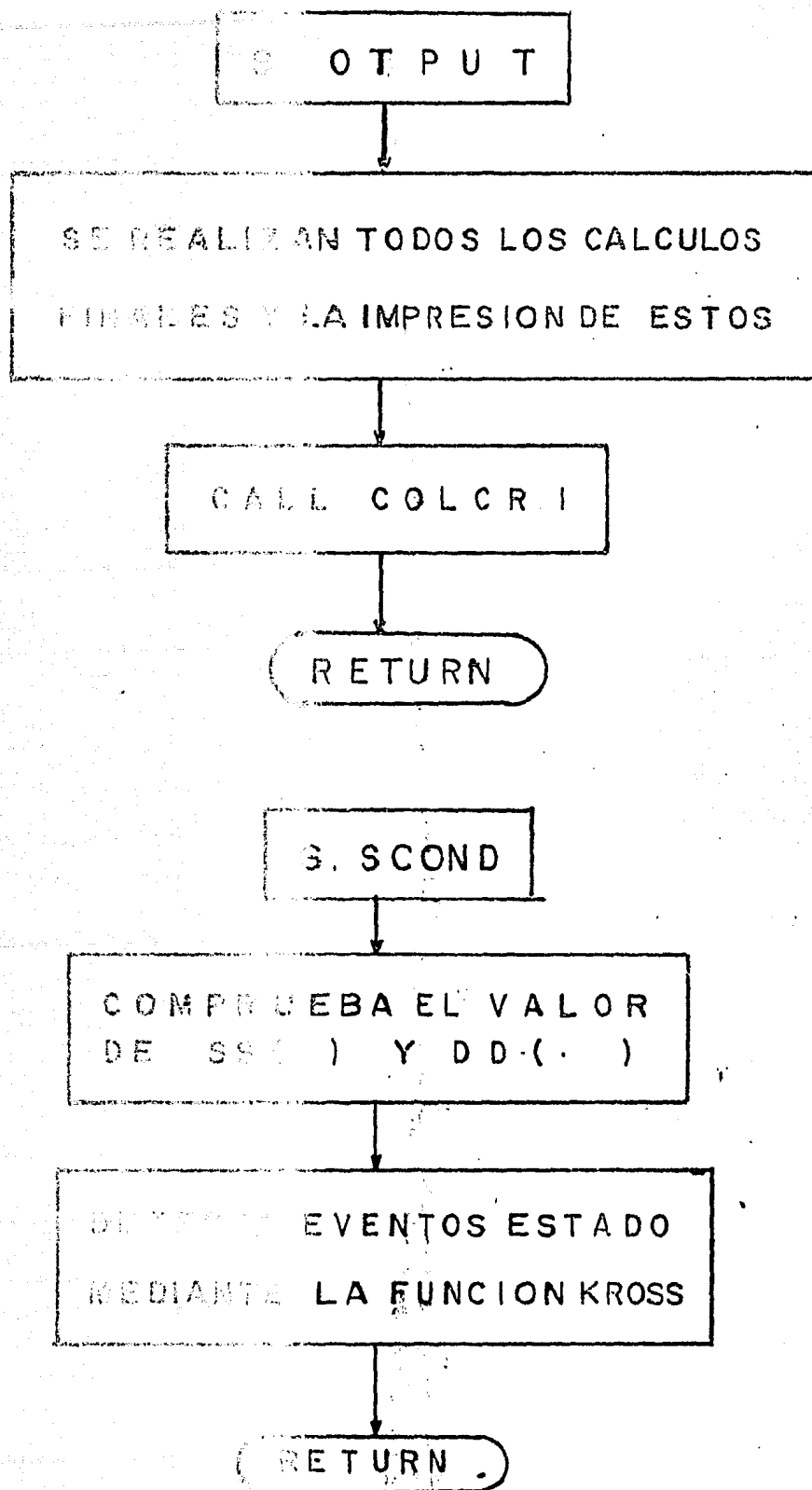


S. EVENTS.

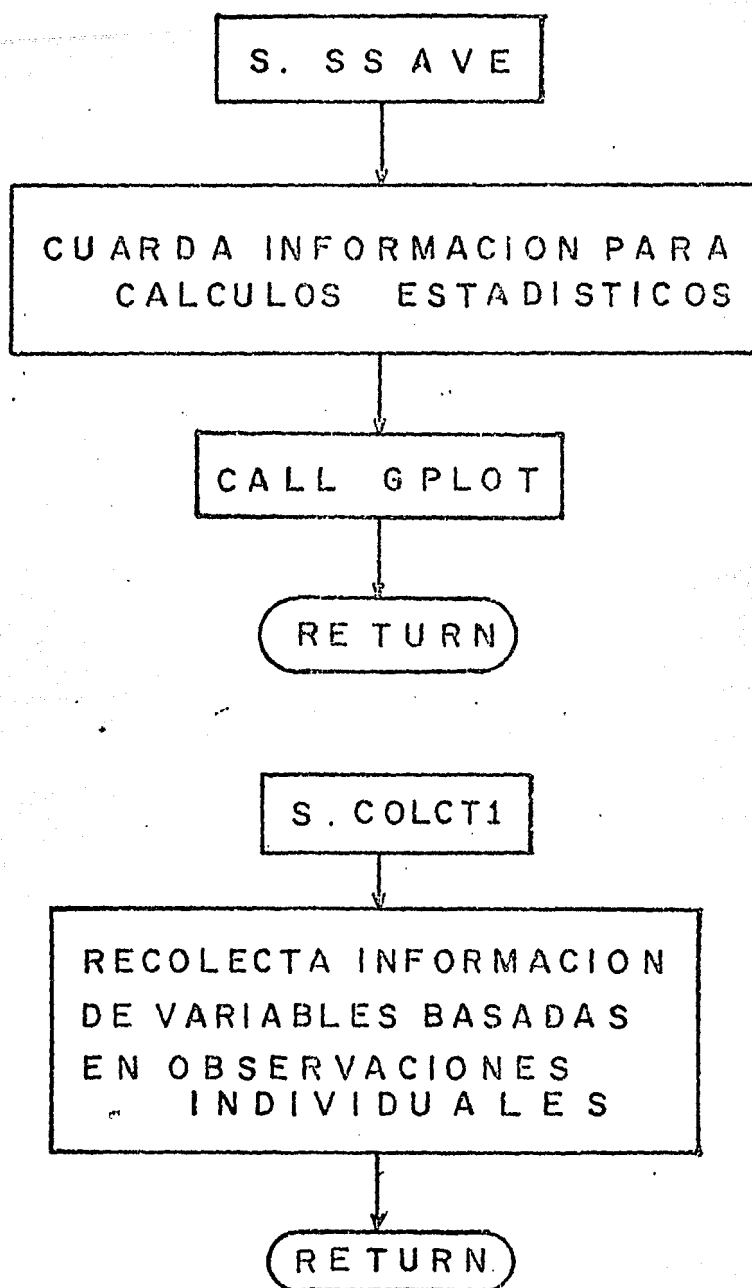


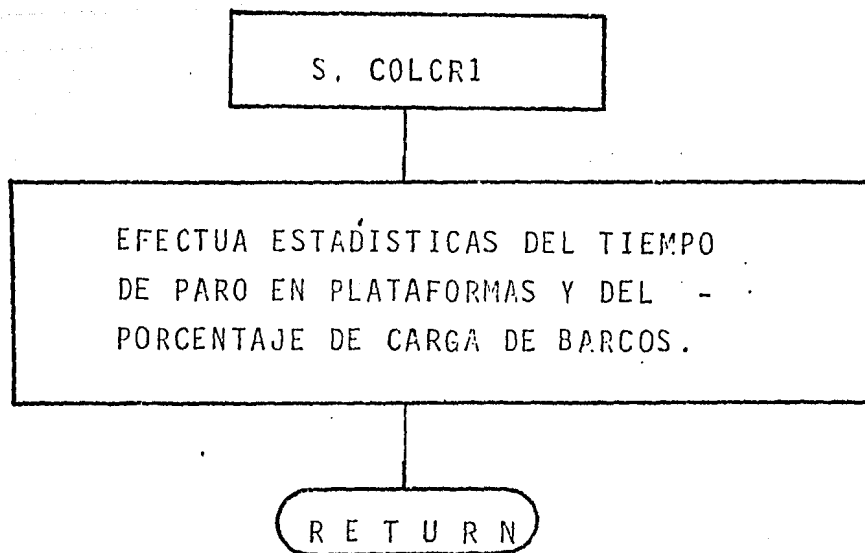
NOTA: ESTA SUBROUTINA ES LLAMADA CUANDO EL VALOR DE TNOW ALCANZO EL DE UN EVENTO DETERMINADO.



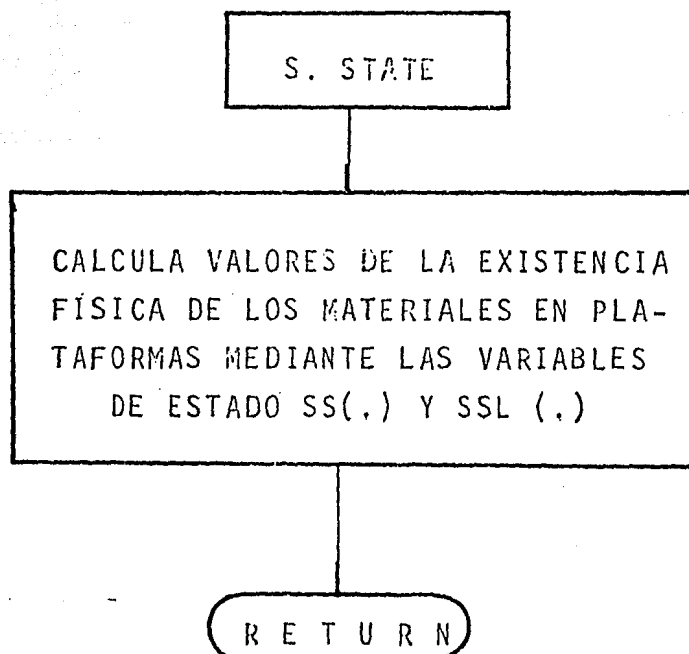


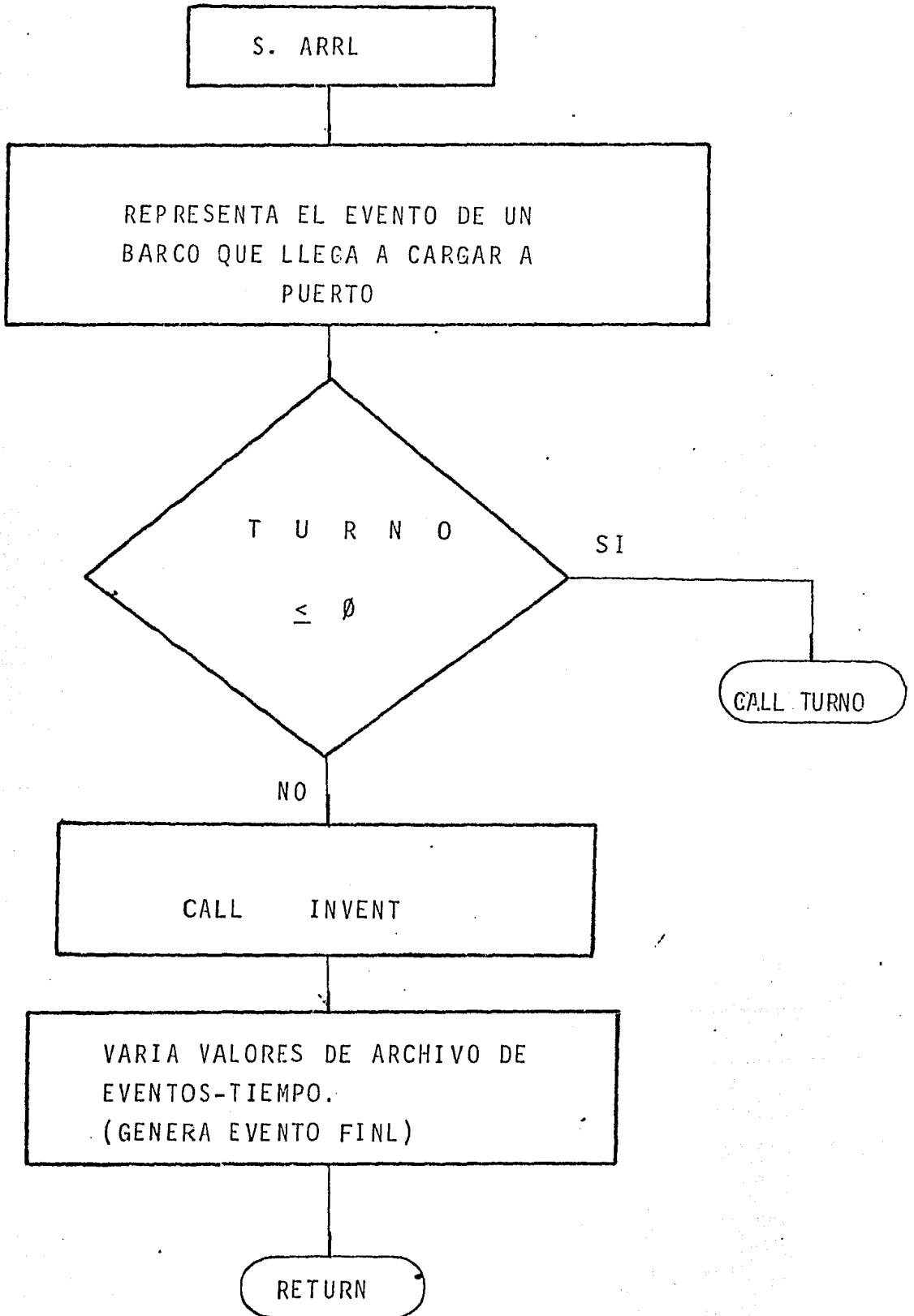
Nota: La subrutina PPPP tiene exactamente lo mismo que la subrutina

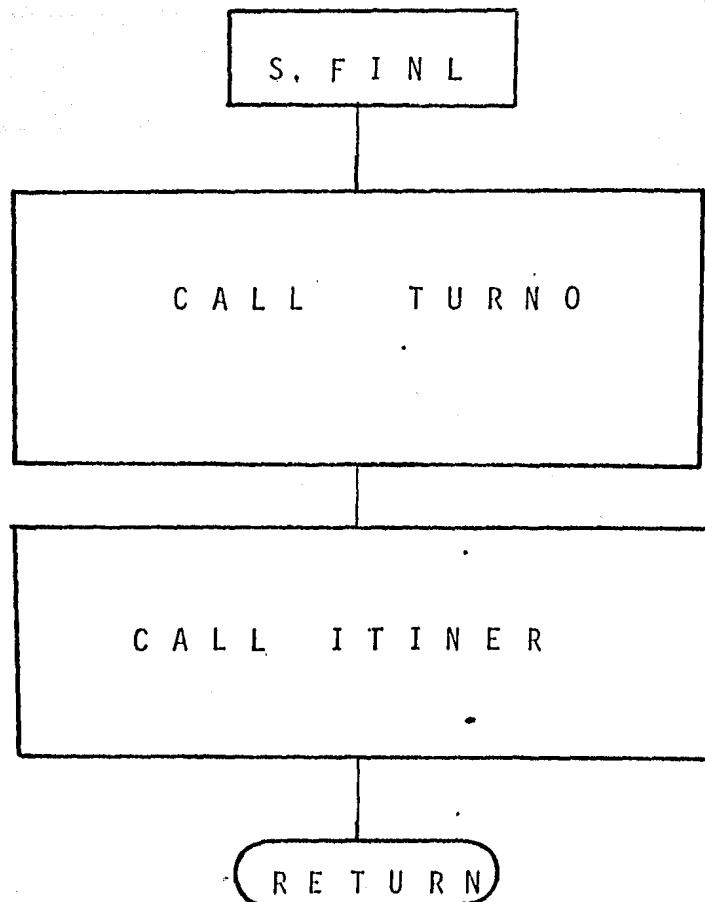
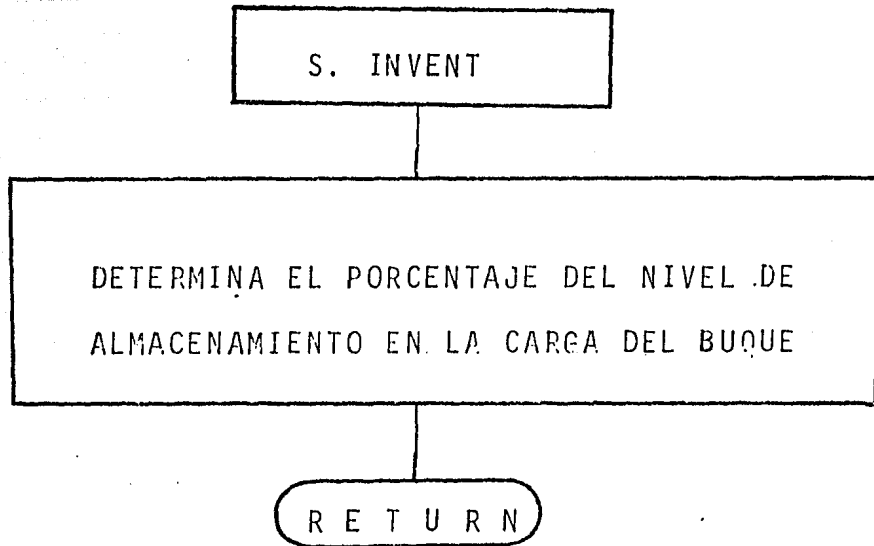


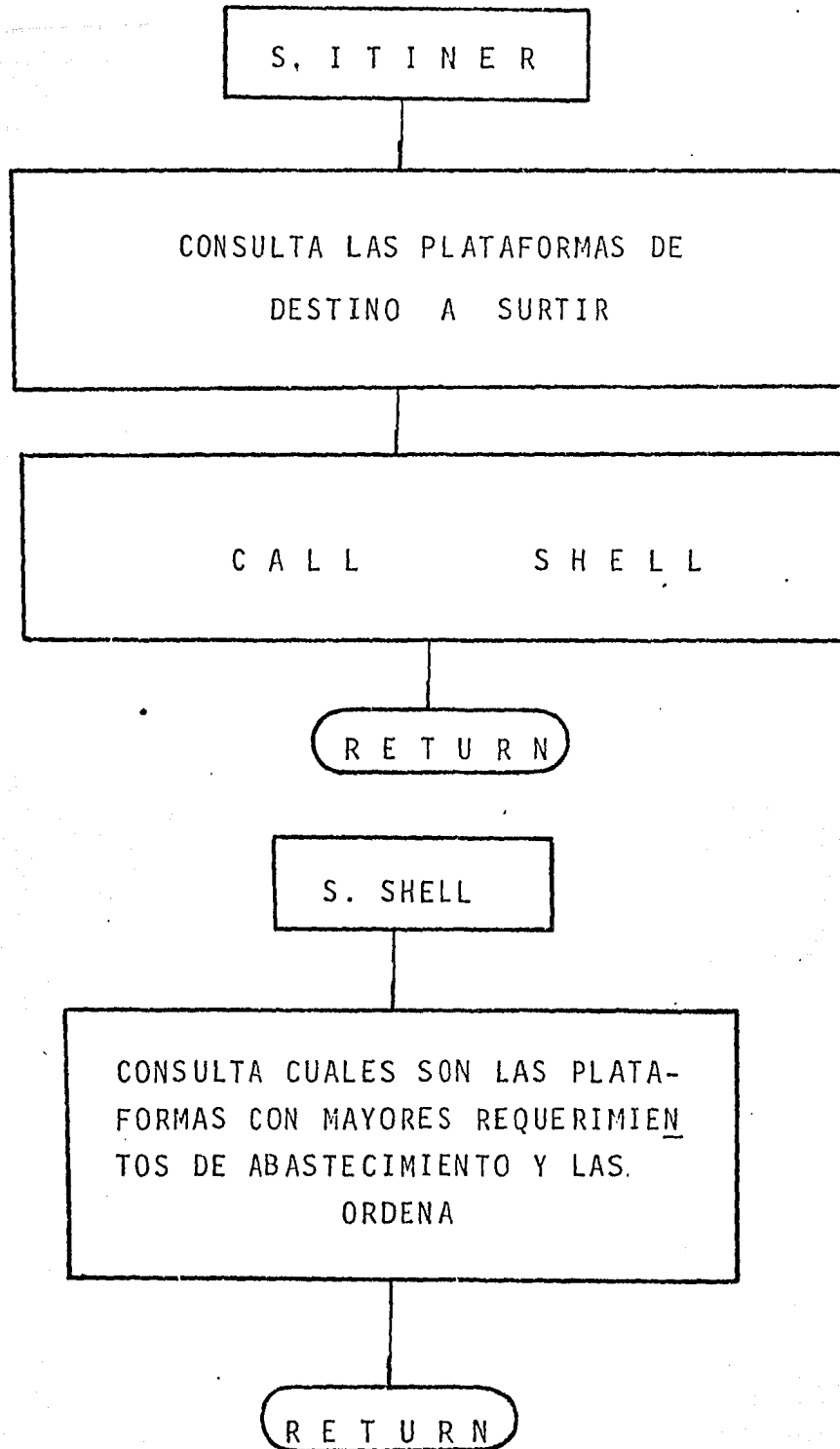


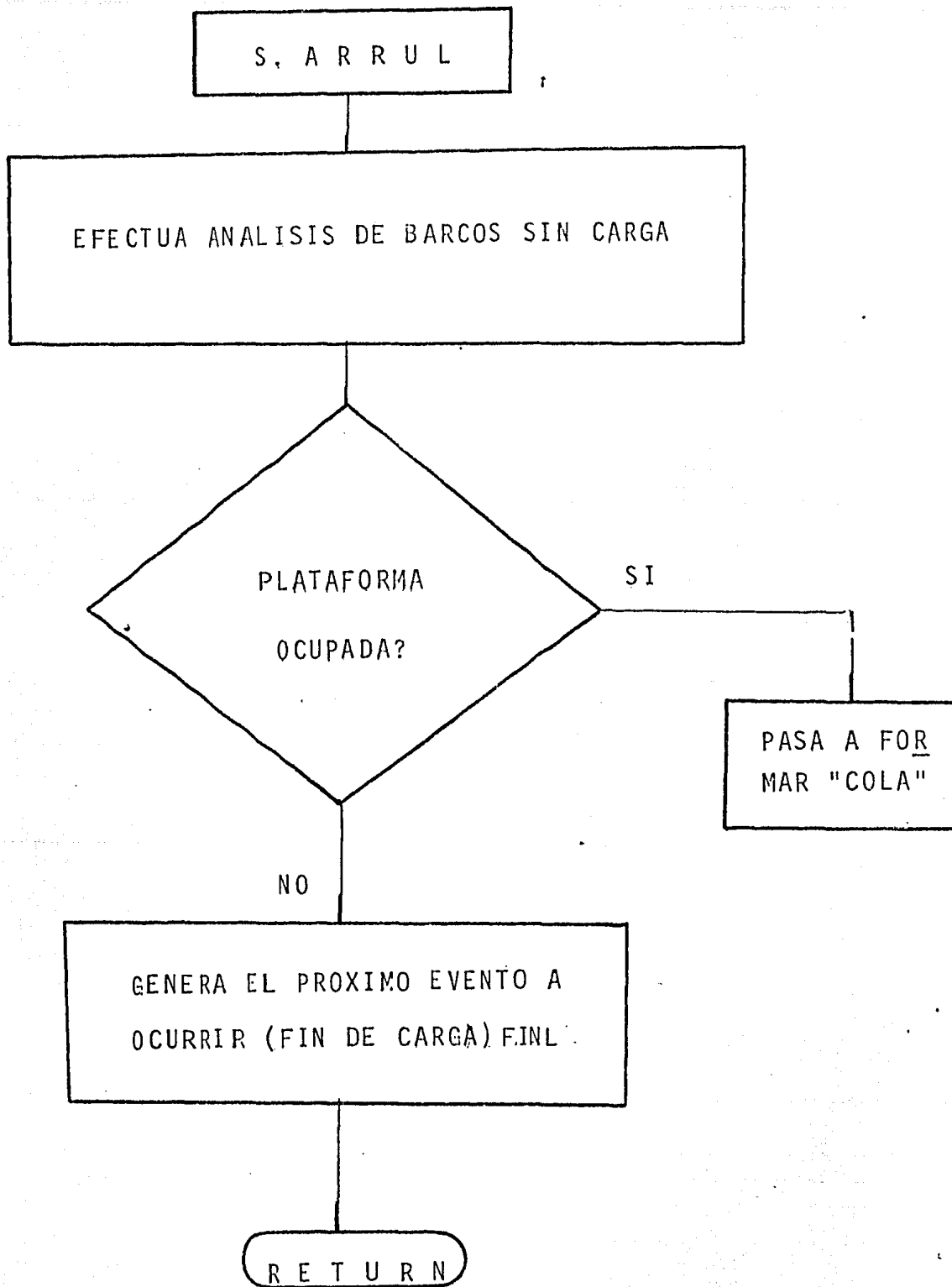
NOTA: LAS SUBRUTINAS COLCT1 Y LA COLCRI CONFIGURAN LAS S. COLCT.

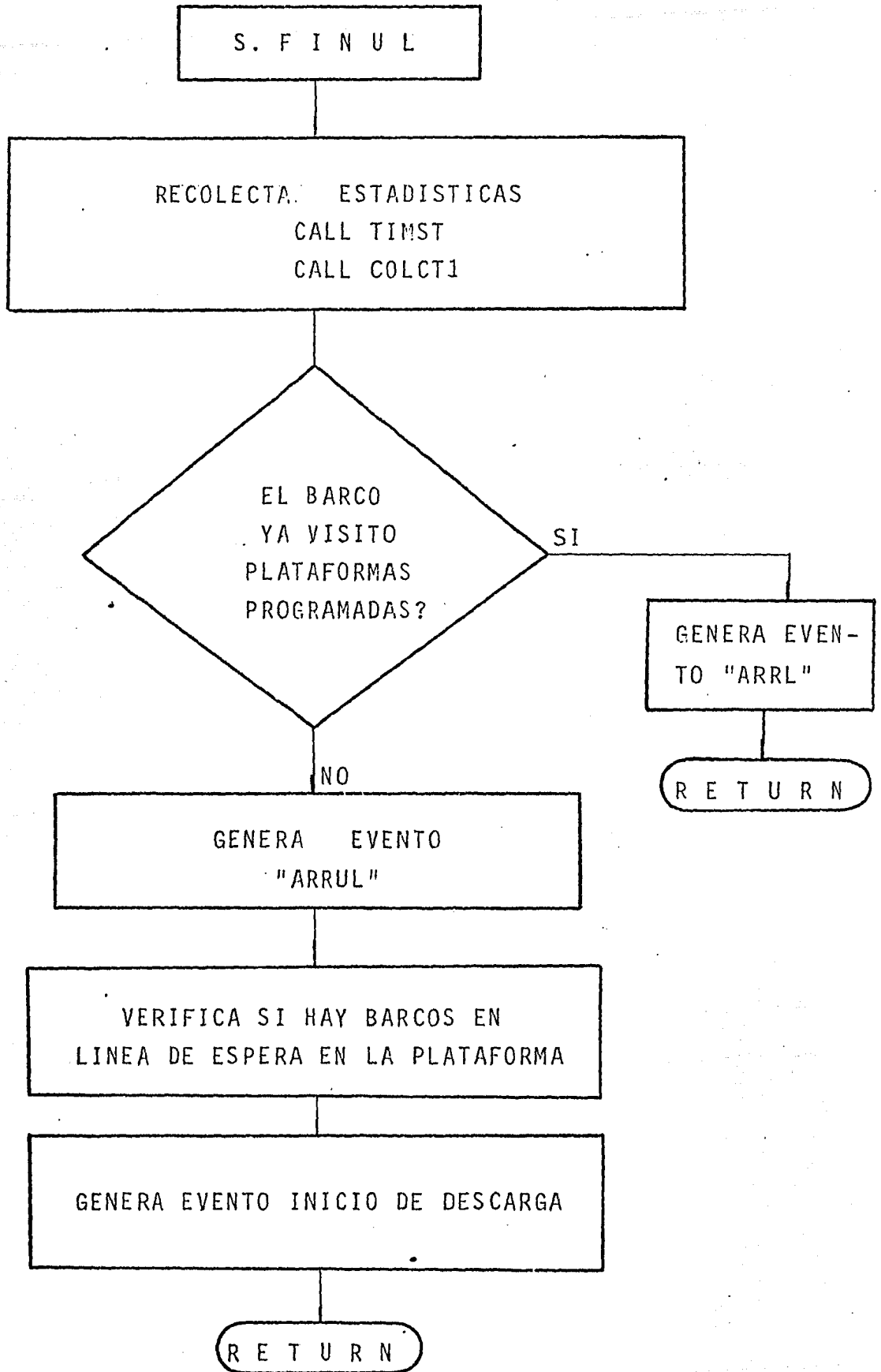




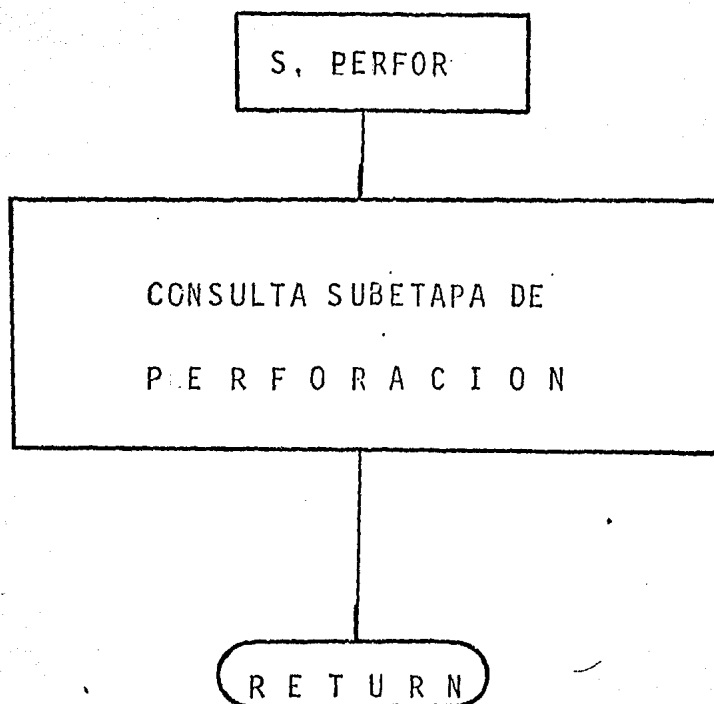
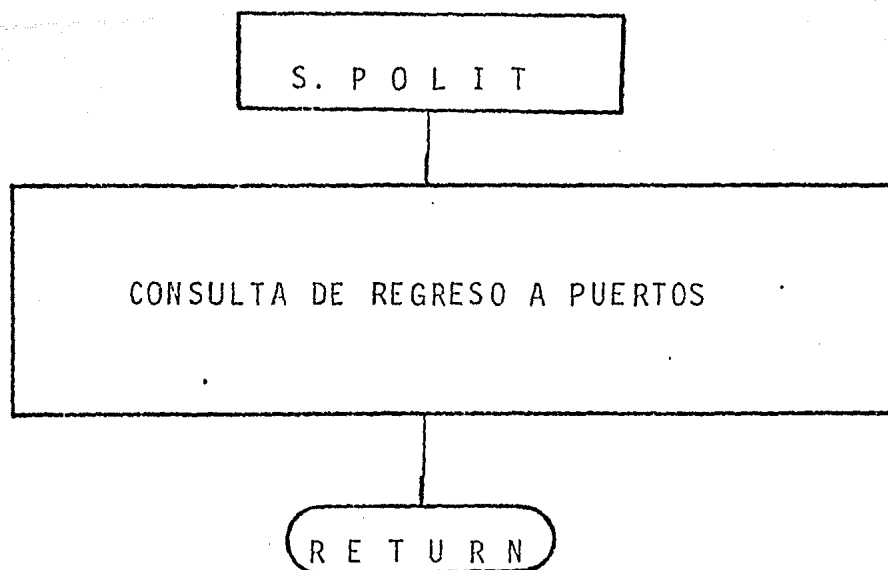


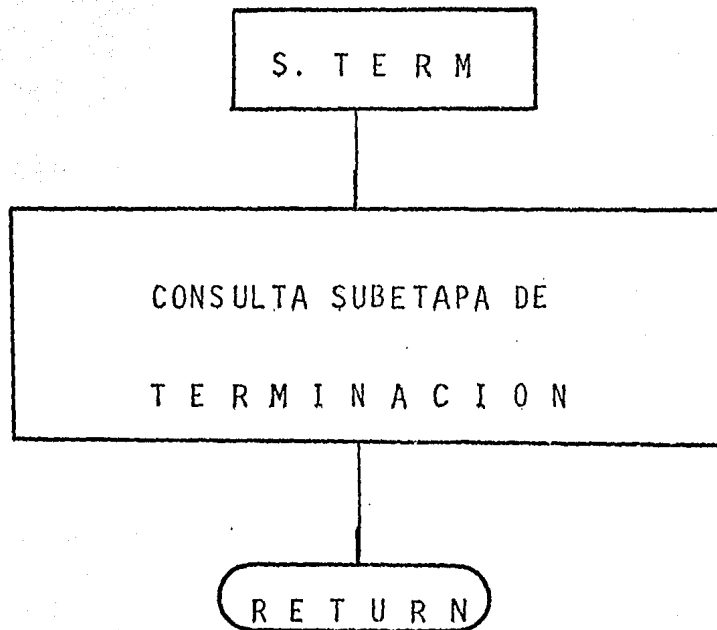
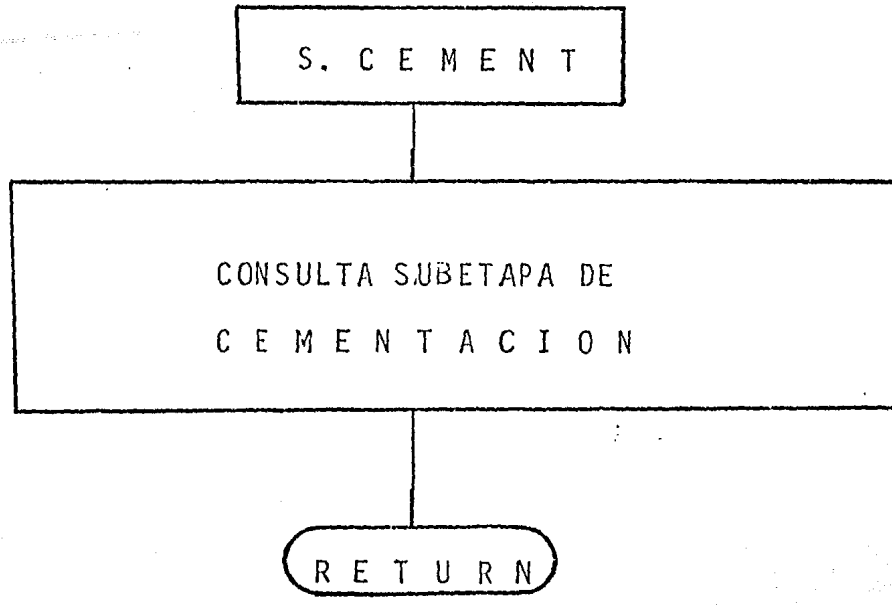


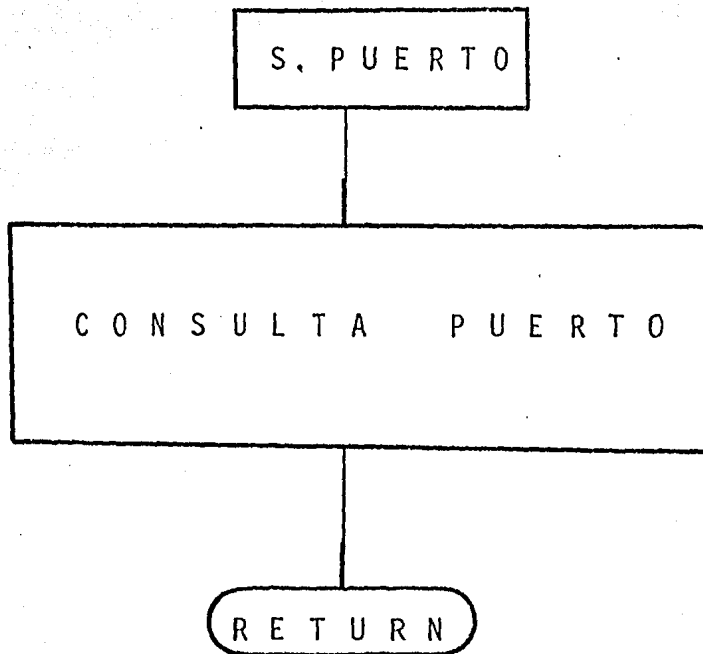
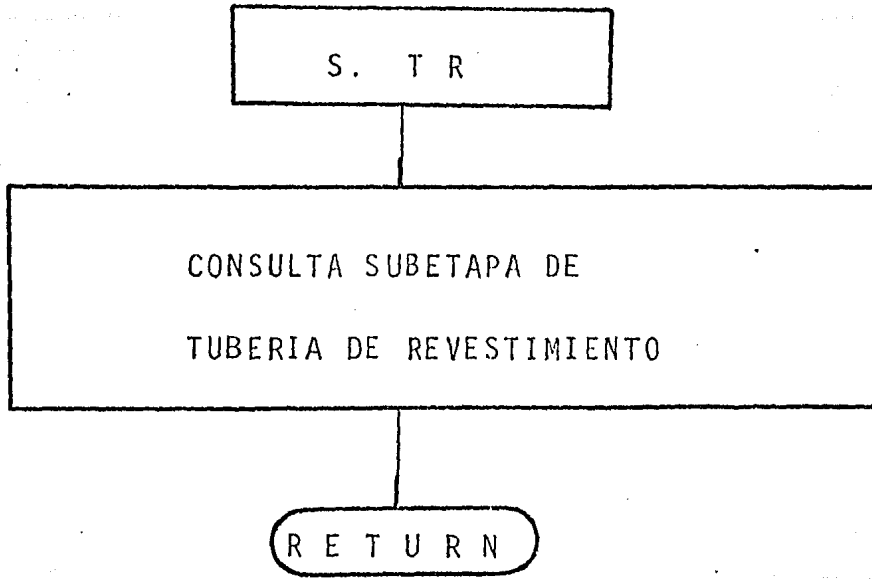


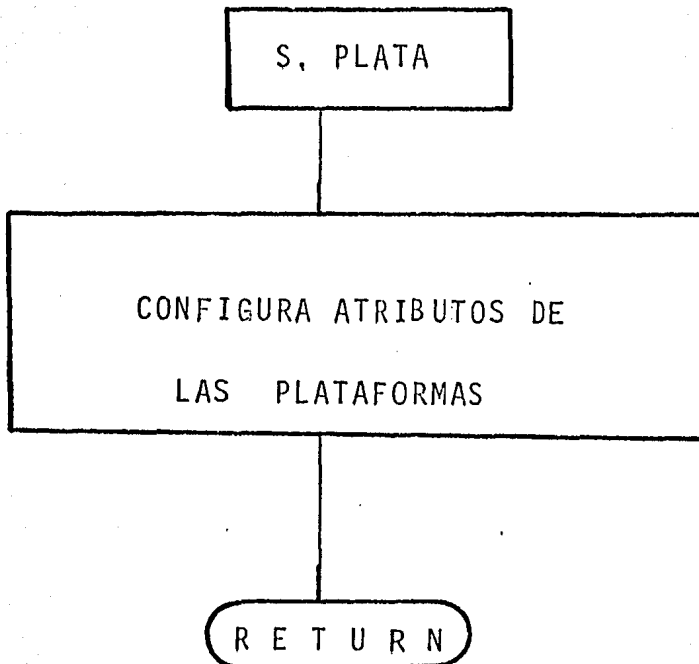
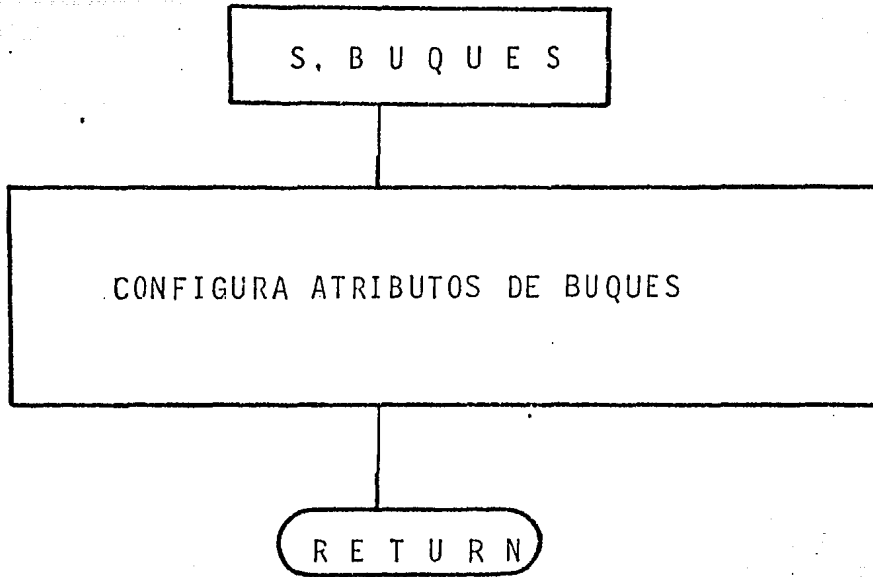












## CAPITULO V

### ANALISIS DE RESULTADOS DE LA SIMULACION.

#### 5.1 Resultados de la simulación.

A continuación se listan los resultados del programa de simulación del modelo de abastecimiento de materiales en la sonda de Campeche.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
SIMULATION PROJECT NUMBER			12 BY KDA			7			8			9		
DATE 12/ 7/ 1982			RUN NUMBER 1 OF 1			LLSUP=0000000000000000			GASP IV. VERSION 26OCT82					
NNCLT=	1	NNST=	1	NNHIS=	1	NNPRM=	0	NNPLT=	0	NNSTR=	2	NNTRY=	100	
NNATZ=	20	NNAL=	56	NNSET=	2513	NNEDD=	0	NNEDS=	5	NFLAG=	0			
II MST. NO	1	LLABI=NPLPAR		I.C.=										
KK MK=	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
II M. =	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
II EVT=	13	LLERP=	0	AAERP=	.1000-004	RRERP=	.1000-004							
OTMINE=	.1000-000			OTMAX=	.2000-000	OTSAY=	.0000							
MS TOP=	1	JJCLR=	1	JJBEG=	1	ICRO=	0	TTBEG=	.0000	TFIN=	.1000-000			
JJFILE=	1													
II SLO=	1937		25297											

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	NG. BARCOS = 21	CAP. DE	ALMACENAMIENTO (TON)										
2		AGUA	DIESEL	CEMENTO	BARITA	SACOS	TUBOS						
3	1	516.0	18.0	98.0	172.0	110.0	265.0						
4	2	516.0	13.0	93.0	172.0	119.0	265.0						
5	3	516.0	18.0	92.0	172.0	117.0	265.0						
6	4	396.0	70.0	136.0	133.0	88.0	194.0						
7	5	396.0	70.0	136.0	133.0	88.0	194.0						
8	6	396.0	70.0	136.0	133.0	88.0	194.0						
9	7	439.0	175.0	103.0	139.0	84.0	186.0						
10	8	439.0	175.0	103.0	139.0	84.0	186.0						
11	9	550.0	177.0	109.0	146.0	79.0	176.0						
12	10	550.0	177.0	109.0	146.0	79.0	176.0						
13	11	550.0	177.0	109.0	146.0	79.0	176.0						
14	12	50.0	10.0	11.0	147.0	10.0	21.0						
15	13	50.0	10.0	11.0	147.0	10.0	21.0						
16	14	461.0	147.0	110.0	149.0	84.0	177.0						
17	15	444.0	376.0	113.0	152.0	79.0	176.0						
18	16	444.0	376.0	113.0	152.0	79.0	176.0						
19	17	467.0	421.0	153.0	153.0	103.0	23.0						
20	18	502.0	447.0	113.0	152.0	74.0	170.0						
21	19	443.0	85.0	97.0	132.0	12.0	243.0						
22	20	373.0	46.0	110.0	149.0	50.0	137.0						
23	21	395.0	70.0	46.0	62.0	97.0	215.0						
24	NC. PLATS = 41	CAP. DE	ALMACENAMIENTO (TON)										
25		AGUA	DIESEL	CEMENTO	BARITA	SACOS	TUBOS						
26		276.0	50.0	101.0	225.0	20.0	400.0						
27	NC. PORTS. = 2	NO. DE	BUELLAS										
28		MATL	BROS										
29			5 10										
30	VELOCIDADES DE CONSUMO (TON/H)						CANTIDAD A CONSUMIR (TON)			TIEMPOS DE ETAPA			
31	ETAPA 1	DIAMETRO	2 1/2 PULG.										
32	MAT.	PERFOR	TR	CEMENT	PERFOR	TR	CEMENT	PERFOR	TR	CEMENT			
33	AGUA	175.0		100.0	1396.0	.0	10.0						
34	DIESEL	11.0		10.0	122.0	.0	.0						
35	CEMENTO			120.0		.0	100.0						
36	BARITAS					.0	.0						
37	SACOS				50.0	.0	.0						
38	TUBOS		100.0			75.0	.0				1.170	.750	.080

ETAPA	DIAMETRO	PERFOR	TR	CEMENT	PERFOR	TR	CEMENT	PERFOR	TR	CEMENT
ETAPA 2	13 3/8 PULG.									
MAT.	PERFOR	TR	CEMENT	PERFOR	TR	CEMENT	PERFOR	TR	CEMENT	
AGUA	125.4		125.4	2959.3	.0	10.0				
DIESEL	11.0			260.4	.0	.0				
CEMENTO			1000.0	.0	.0	80.0				
BARITA	5.0			113.4	.0	.0				
SACOS	3.0			71.0	.0	.0				
TUBOS	.0	104.0		.0	170.0	.0				
								23.670	1.250	.080
ETAPA 3	9 5/8 PULG.									
MAT.	PERFOR	TR	CEMENT	PERFOR	TR	CEMENT	PERFOR	TR	CEMENT	
AGUA	79.4		79.4	2245.6	.0	6.4				
DIESEL	11.0			310.8	.0	.0				
CEMENTO			750.0	.0	.0	60.0				
BARITA	6.5			183.6	.0	.0				
SACOS	2.5			75.6	.0	.0				
TUBOS	.0	95.0		.0	160.0	.0				
								28.250	1.670	.080
ETAPA 4	7 PULG.									
MAT.	PERFOR	TR	CEMENT	PERFOR	TR	CEMENT	PERFOR	TR	CEMENT	
AGUA	35.4		35.4	1822.7	.0	2.8				
DIESEL	11.0			575.7	.0	.0				
CEMENTO			700.0	.0	.0	60.0				
BARITA	1.0			523.4	.0	.0				
SACOS	1.3			64.7	.0	.0				
TUBOS	.0	74.6		.0	43.6	.0				
								52.338	.502	.080
ETAPA 5	3 1/2 PULG.									
MAT.	PERFOR	TR	CEMENT	PERFOR	TR	CEMENT	PERFOR	TR	CEMENT	
AGUA	.0		.0	.0	.0	.0				
DIESEL	.0		.0	.0	.0	.0				
CEMENTO	.0		.0	.0	.0	.0				
BARITA	.0		.0	.0	.0	.0				
SACOS	.0		.0	.0	.0	.0				
TUBOS	.0	30.5		.0	104.4	.0				
								.000	30.70	.000
VELOCIDADES DE DESCARGA (TON/HR)										
AGUA	DIESEL	CEMENTO	BARITA	SACOS	TUBOS					
580.00	340.00	10.00	145.21	310.00	320.00					
TIEMPO DE CARGA (MIN)										



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0	TIEMPO DE V.E. SENCILLO ENTRE PLATAFORMAS (DIAS)				.3833								
1													
2	TIEMPOS DE VES. SENCILLOS DE PTOS. A PLATS. (DIAS)												
3	NATL 2805												
4	.5300 .3533												
5	NO. DE DEST INOS POR BARCO 2												
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30													

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		**GASP	FILE STORAGE AREA DUMP AT TIME										
			MAXIMUM NUMBER OF ENTRIES IN FILE STORAGE AREA	62									
			PRINTOUT OF FILE NUMBER	1									
			FROM =	.0000									
			TO TIME =	.0000									
			FILE CONTENTS										
5	ENTRY	1	=	.0000	.0000+001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
6				.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
7				.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
8	ENTRY	2	=	.5173-000	.0000+001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
9				.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
10				.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
11	ENTRY	3	=	.1515-002	.0000+001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
12				.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
13				.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
14	ENTRY	4	=	.2020-000	.0000+001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
15				.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
16				.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
17	ENTRY	5	=	.2537-002	.0000+001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
18				.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
19				.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
20	ENTRY	6	=	.3551-002	.0000+001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
21				.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
22				.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
23	ENTRY	7	=	.4059-002	.0000+001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
24				.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
25				.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
26	ENTRY	8	=	.5073-002	.0000+001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
27				.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
28				.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
29	ENTRY	9	=	.1515-002	.0000+001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
30				.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
31				.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
32	ENTRY	10	=	.6135-002	.0000+001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
	0		.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	11	12	13
			.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100			
1	ENTRY 15	=	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100			
2			.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100			
3	ENTRY 15	=	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100			
4			.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100			
5	ENTRY 15	=	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100			
6			.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100			
7	ENTRY 17	=	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100			
8			.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100			
9	ENTRY 18	=	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100			
10			.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100			
11	ENTRY 17	=	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100			
12			.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100			
13	ENTRY 27	=	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100			
14			.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100			
15	ENTRY 21	=	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100			
16			.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100			
17	ENTRY 27	=	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100			
18			.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100			
19	ENTRY 27	=	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100			
20			.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100			
21	ENTRY 27	=	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100			
22			.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100			
23	ENTRY 25	=	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100			
24			.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100			
25	ENTRY 25	=	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100			
26			.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100			
27	ENTRY 27	=	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100			
28			.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100			
29	ENTRY 27	=	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100			
30			.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100	.0100			

0													
1	ENTRY 29	F	1424-001	1424-001	1424-001	1424-001	1424-001	1424-001	1424-001	1424-001	1424-001	1424-001	1424-001
2													
3	ENTRY 30	F	1471-001	1471-001	1471-001	1471-001	1471-001	1471-001	1471-001	1471-001	1471-001	1471-001	1471-001
4													
5	ENTRY 31	F	1522-001	1522-001	1522-001	1522-001	1522-001	1522-001	1522-001	1522-001	1522-001	1522-001	1522-001
6													
7	ENTRY 32	F	1573-001	1573-001	1573-001	1573-001	1573-001	1573-001	1573-001	1573-001	1573-001	1573-001	1573-001
8													
9	ENTRY 33	F	1623-001	1623-001	1623-001	1623-001	1623-001	1623-001	1623-001	1623-001	1623-001	1623-001	1623-001
10													
11	ENTRY 34	F	1674-001	1674-001	1674-001	1674-001	1674-001	1674-001	1674-001	1674-001	1674-001	1674-001	1674-001
12													
13	ENTRY 35	F	1725-001	1725-001	1725-001	1725-001	1725-001	1725-001	1725-001	1725-001	1725-001	1725-001	1725-001
14													
15	ENTRY 36	F	1776-001	1776-001	1776-001	1776-001	1776-001	1776-001	1776-001	1776-001	1776-001	1776-001	1776-001
16													
17	ENTRY 37	F	1827-001	1827-001	1827-001	1827-001	1827-001	1827-001	1827-001	1827-001	1827-001	1827-001	1827-001
18													
19	ENTRY 38	F	1877-001	1877-001	1877-001	1877-001	1877-001	1877-001	1877-001	1877-001	1877-001	1877-001	1877-001
20													
21	ENTRY 39	F	1928-001	1928-001	1928-001	1928-001	1928-001	1928-001	1928-001	1928-001	1928-001	1928-001	1928-001
22													
23	ENTRY 40	F	1977-001	1977-001	1977-001	1977-001	1977-001	1977-001	1977-001	1977-001	1977-001	1977-001	1977-001
24													
25	ENTRY 41	F	2027-001	2027-001	2027-001	2027-001	2027-001	2027-001	2027-001	2027-001	2027-001	2027-001	2027-001
26													
27	ENTRY 42	F	2077-001	2077-001	2077-001	2077-001	2077-001	2077-001	2077-001	2077-001	2077-001	2077-001	2077-001
28													
29	ENTRY 43	F	2127-001	2127-001	2127-001	2127-001	2127-001	2127-001	2127-001	2127-001	2127-001	2127-001	2127-001
30													



0													
1	ENTRY 57	=	.0769	.0000	.0000	5	.0300	.0000	.0000	.0000	11	12	13
2			.0769	.0000	.0000		.0300	.0000	.0000	.0000			
3	ENTRY 58	=	.0769	.0000	.0000		.0300	.0000	.0000	.0000			
4			.0769	.0000	.0000		.0300	.0000	.0000	.0000			
5	ENTRY 59	=	.0769	.0000	.0000		.0300	.0000	.0000	.0000			
6			.0769	.0000	.0000		.0300	.0000	.0000	.0000			
7	ENTRY 60	=	.0769	.0000	.0000		.0300	.0000	.0000	.0000			
8			.0769	.0000	.0000		.0300	.0000	.0000	.0000			
9			.0769	.0000	.0000		.0300	.0000	.0000	.0000			
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30													

PRINTOUT OF FILE NUMBER 2  
 INOW = .0300  
 COTIME = .0000  
 THE FILE IS EMPTY

PRINTOUT OF FILE NUMBER 3  
 INOW = .0300  
 COTIME = .0000  
 THE FILE IS EMPTY

PRINTOUT OF FILE NUMBER 4  
 INOW = .0300  
 COTIME = .0000  
 THE FILE IS EMPTY

PRINTOUT OF FILE NUMBER 5  
 INOW = .0300  
 COTIME = .0000  
 THE FILE IS EMPTY

PRINTOUT OF FILE NUMBER 6  
 INOW = .0300  
 COTIME = .0000  
 THE FILE IS EMPTY

PRINTOUT OF FILE NUMBER 7  
 INOW = .0300  
 COTIME = .0000

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
					THE FILE IS EMPTY								
					PRINTOUT OF FILE NUMBER 51								
					TRON = .0001								
					CTIME = .0000								
					THE FILE IS EMPTY								
					PRINTOUT OF FILE NUMBER 52								
					TRON = .0000								
					CTIME = .0000								
					THE FILE IS EMPTY								
					PRINTOUT OF FILE NUMBER 53								
					TRON = .0000								
					CTIME = .0000								
					THE FILE IS EMPTY								
					PRINTOUT OF FILE NUMBER 54								
					TRON = .0000								
					CTIME = .0000								
					THE FILE IS EMPTY								
					PRINTOUT OF FILE NUMBER 55								
					TRON = .0000								
					CTIME = .0000								
					THE FILE IS EMPTY								
					PRINTOUT OF FILE NUMBER 56								
					TRON = .0000								
					CTIME = .0000								
					THE FILE IS EMPTY								

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
			WAGSP STATE	STOP	CE	AREA	DUMP	AT	TIME	.0000																				
				1		SS (I)				CO (I)																				
				2		.1070+003				.0000																				
				3		.2500+002				.0000																				
				4		.9070+002				.0000																				
				5		.1130+003				.0000																				
				6		.1000+002				.0070																				
				7		.2000+003				.0000																				



0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
PLA.	MAT.	ENT.	SAL.	EXE. IS.	ETAPA.	SUBETA.	NO. P.O. 20						
1	AGUA	0.000	35.400	157.356	7	PERFOR.	1						
	DIESEL	0.000	11.000	36.749									
	CEMENTO	0.000	0.000	180.000									
	BARITA	0.000	10.000	213.953									
	SACOS	0.000	1.500	13.434									
	TUBOS	0.000	0.000	400.000									
2	AGUA	0.000	35.400	173.770	7	PERFOR.	1						
	DIESEL	0.000	11.000	41.849									
	CEMENTO	0.000	0.000	180.000									
	BARITA	0.000	10.000	213.590									
	SACOS	0.000	1.500	19.037									
	TUBOS	0.000	0.000	400.000									
3	AGUA	0.000	35.400	193.434	7	PERFOR.	1						
	DIESEL	0.000	11.000	47.959									
	CEMENTO	0.000	0.000	180.000									
	BARITA	0.000	10.000	224.145									
	SACOS	0.000	1.500	19.759									
	TUBOS	0.000	0.000	400.000									
4	AGUA	0.000	35.400	152.409	7	PERFOR.	1						
	DIESEL	0.000	11.000	35.216									
	CEMENTO	0.000	0.000	180.000									
	BARITA	0.000	10.000	212.555									
	SACOS	0.000	1.500	12.252									
	TUBOS	0.000	0.000	400.000									
5	AGUA	0.000	35.400	185.695	7	PERFOR.	1						
	DIESEL	0.000	11.000	45.555									
	CEMENTO	0.000	0.000	180.000									
	BARITA	0.000	10.000	221.959									
	SACOS	0.000	1.500	15.474									
	TUBOS	0.000	0.000	400.000									
6	AGUA	0.000	35.400	192.173	7	PERFOR.	1						
	DIESEL	0.000	11.000	47.573									
	CEMENTO	0.000	0.000	180.000									
	BARITA	0.000	10.000	224.771									
	SACOS	0.000	1.500	19.749									
	TUBOS	0.000	0.000	400.000									
7	AGUA	0.000	35.400	168.033	7	PERFOR.	1						
	DIESEL	0.000	11.000	40.052									
	CEMENTO	0.000	0.000	180.000									
	BARITA	0.000	10.000	215.964									
	SACOS	0.000	1.500	13.323									
	TUBOS	0.000	0.000	400.000									
8	AGUA	0.000	35.400	123.206	7	PERFOR.	1						
	DIESEL	0.000	11.000	42.233									
	CEMENTO	0.000	0.000	180.000									
	BARITA	0.000	10.000	218.939									
	SACOS	0.000	1.500	19.782									
	TUBOS	0.000	0.000	400.000									
9	AGUA	0.000	35.400	151.482	7	PERFOR.	1						
	DIESEL	0.000	11.000	34.923									
	CEMENTO	0.000	0.000	180.000									
	BARITA	0.000	10.000	212.295									
	SACOS	0.000	1.500	13.211									

0																		
10	TUJOS	0000	35.400	490.000														
1	AGUA	0600	35.400	161.388		7	PERFOR	1										
	DIESEL	0000	11.000	49.815														
	CEMENTO	0000	18.000	130.000														
2	BARITA	7400	18.000	216.305														
	SACOS	0000	1.000	19.978														
3	TUJOS	0000	35.400	490.000														
4	AGUA	0000	35.400	195.620		7	PERFOR	1										
	DIESEL	0000	11.000	46.639														
	CEMENTO	0000	18.000	183.070														
	BARITA	0000	18.000	224.763														
	SACOS	0000	1.000	19.859														
5	TUJOS	0000	35.400	490.000														
6	AGUA	0000	35.400	164.029		7	PERFOR	1										
	DIESEL	0000	11.000	36.822														
	CEMENTO	0000	18.000	130.000														
	BARITA	0000	18.000	215.339														
	SACOS	0000	1.000	13.679														
7	TUJOS	0000	35.400	490.000														
8	AGUA	0000	35.400	157.028		7	PERFOR	1										
	DIESEL	0000	11.000	36.646														
	CEMENTO	0000	18.000	180.000														
	BARITA	0000	18.000	213.261														
	SACOS	0000	1.000	19.422														
9	TUJOS	0000	35.400	490.000														
10	AGUA	0000	35.400	174.521		7	PERFOR	1										
	DIESEL	0000	11.000	40.328														
	CEMENTO	0000	18.000	130.000														
	BARITA	0000	18.000	224.441														
	SACOS	0000	1.000	15.312														
11	TUJOS	0000	35.400	490.000														
12	AGUA	0000	35.400	156.451		7	PERFOR	1										
	DIESEL	0000	11.000	36.468														
	CEMENTO	0000	18.000	180.000														
	BARITA	0000	18.000	213.698														
	SACOS	0000	1.000	18.471														
13	TUJOS	0000	35.400	490.000														
14	AGUA	0000	35.400	165.233		7	PERFOR	1										
	DIESEL	0000	11.000	39.197														
	CEMENTO	0000	18.000	130.000														
	BARITA	0000	18.000	216.130														
	SACOS	0000	1.000	18.723														
15	TUJOS	0000	35.400	490.000														
16	AGUA	0000	35.400	195.311		7	PERFOR	1										
	DIESEL	0000	11.000	43.542														
	CEMENTO	0000	18.000	130.000														
	BARITA	0000	18.000	224.675														
	SACOS	0000	1.000	19.823														
17	TUJOS	0000	35.400	490.000														
18	AGUA	0000	35.400	173.870		7	PERFOR	1										
	DIESEL	0000	11.000	41.569														
	CEMENTO	0000	18.000	130.000														
	BARITA	0000	18.000	218.336														
	SACOS	0000	1.000	19.004														
19	TUJOS	0000	35.400	490.000														
20	AGUA	0000	35.400	145.234		7	PERFOR	1										
	DIESEL	0000	11.000	33.913														
	CEMENTO	0000	18.000	130.000														
	BARITA	0000	18.000	210.557														
	SACOS	0000	1.000	17.991														

20	TUJOS	0.700	35.000	407.000									
	AGUA	0.000	0.000	174.439	7	PERFOR	1	0	10	11	12	13	
	DIESEL	0.000	11.000	48.272									
	CEMENTO	0.000	10.000	180.000									
	BARITA	0.000	10.000	224.429									
	SACOS	0.000	1.000	19.796									
21	TUJOS	0.000	35.000	400.000									
	AGUA	0.000	0.000	146.154	7	PERFOR	1						
	DIESEL	0.000	11.000	33.268									
	CEMENTO	0.000	10.000	180.000									
	BARITA	0.000	10.000	210.780									
	SACOS	0.000	1.000	18.322									
	TUJOS	0.000	0.000	400.000									
22	AGUA	0.000	35.000	127.170	7	PERFOR	1						
	DIESEL	0.000	11.000	47.578									
	CEMENTO	0.000	10.000	180.000									
	BARITA	0.000	10.000	223.799									
	SACOS	0.000	1.000	19.714									
	TUJOS	0.000	0.000	400.000									
23	AGUA	0.000	35.000	160.968	7	PERFOR	1						
	DIESEL	0.000	11.000	37.671									
	CEMENTO	0.000	10.000	180.000									
	BARITA	0.000	10.000	214.974									
	SACOS	0.000	1.000	18.566									
	TUJOS	0.000	0.000	400.000									
24	AGUA	0.000	35.000	130.171	7	PERFOR	1						
	DIESEL	0.000	11.000	46.323									
	CEMENTO	0.000	10.000	180.000									
	BARITA	0.000	10.000	222.659									
	SACOS	0.000	1.000	19.565									
	TUJOS	0.000	0.000	400.000									
25	AGUA	0.000	35.000	168.759	7	PERFOR	1						
	DIESEL	0.000	11.000	40.291									
	CEMENTO	0.000	10.000	180.000									
	BARITA	0.000	10.000	217.175									
	SACOS	0.000	1.000	18.852									
	TUJOS	0.000	0.000	400.000									
26	AGUA	0.000	35.000	151.708	7	PERFOR	1						
	DIESEL	0.000	11.000	34.993									
	CEMENTO	0.000	10.000	180.000									
	BARITA	0.000	10.000	212.358									
	SACOS	0.000	1.000	18.227									
	TUJOS	0.000	0.000	400.000									
27	AGUA	0.000	35.000	171.554	7	PERFOR	1						
	DIESEL	0.000	11.000	41.150									
	CEMENTO	0.000	10.000	180.000									
	BARITA	0.000	10.000	217.964									
	SACOS	0.000	1.000	18.935									
	TUJOS	0.000	0.000	400.000									
28	AGUA	0.000	35.000	139.344	7	PERFOR	1						
	DIESEL	0.000	11.000	49.474									
	CEMENTO	0.000	10.000	180.000									
	BARITA	0.000	10.000	225.321									
	SACOS	0.000	1.000	19.032									
	TUJOS	0.000	0.000	400.000									
29	AGUA	0.000	35.000	178.745	7	PERFOR	1						
	DIESEL	0.000	11.000	40.395									
	CEMENTO	0.000	10.000	180.000									
	BARITA	0.000	10.000	210.990									
	SACOS	0.000	1.000	19.218									

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0													
1	30	TUBOS	3.000	35.000	400.000	5	PERFOR	1	9	10	11	12	13
2		AGUA	1.000	11.000	120.464	7							
3		DIESEL	1.000	11.000	47.336								
4		CEMENTO	1.000	11.000	130.000								
5		BARRITA	1.000	10.000	223.336								
6		SACOS	1.000	1.000	19.650								
7		TUBOS	1.000	1.000	400.000								
8	31	AGUA	260.000	35.000	156.747	7	PERFOR	1					
9		DIESEL	1.000	11.000	49.313								
10		CEMENTO	1.000	11.000	160.000								
11		BARRITA	342.200	11.000	215.374								
12		SACOS	1.000	1.000	19.976								
13		TUBOS	1.000	1.000	400.000								
14	32	AGUA	1.000	35.000	146.836	7	PERFOR	1					
15		DIESEL	1.000	11.000	33.495								
16		CEMENTO	1.000	11.000	180.000								
17		BARRITA	1.000	10.000	210.996								
18		SACOS	1.000	1.000	13.349								
19		TUBOS	1.000	1.000	400.000								
20	33	AGUA	1.000	35.000	165.740	7	PERFOR	1					
21		DIESEL	1.000	11.000	39.355								
22		CEMENTO	1.000	11.000	130.000								
23		BARRITA	1.000	10.000	216.322								
24		SACOS	1.000	1.000	18.742								
25		TUBOS	1.000	1.000	400.000								
26	34	AGUA	1.000	35.000	162.132	7	PERFOR	1					
27		DIESEL	1.000	11.000	36.233								
28		CEMENTO	1.000	11.000	130.000								
29		BARRITA	1.000	10.000	215.303								
30		SACOS	1.000	1.000	18.639								
31		TUBOS	1.000	1.000	400.000								
32	35	AGUA	1.000	35.000	146.832	7	PERFOR	1					
33		DIESEL	1.000	11.000	33.230								
34		CEMENTO	1.000	11.000	180.000								
35		BARRITA	1.000	10.000	211.755								
36		SACOS	1.000	1.000	18.013								
37		TUBOS	1.000	1.000	400.000								
38	36	AGUA	1.000	35.000	150.873	7	PERFOR	1					
39		DIESEL	1.000	11.000	34.734								
40		CEMENTO	1.000	11.000	130.000								
41		BARRITA	1.000	10.000	212.120								
42		SACOS	1.000	1.000	18.196								
43		TUBOS	1.000	1.000	400.000								
44	37	AGUA	1.000	35.000	155.625	7	PERFOR	1					
45		DIESEL	1.000	11.000	30.629								
46		CEMENTO	1.000	11.000	130.000								
47		BARRITA	1.000	10.000	216.370								
48		SACOS	1.000	1.000	13.774								
49		TUBOS	1.000	1.000	400.000								
50	38	AGUA	1.000	35.000	161.461	7	PERFOR	1					
51		DIESEL	1.000	11.000	37.713								
52		CEMENTO	1.000	11.000	100.000								
53		BARRITA	1.000	10.000	214.830								
54		SACOS	1.000	1.000	16.548								
55		TUBOS	1.000	1.000	400.000								
56	39	AGUA	1.000	35.000	163.006	7	PERFOR	1					
57		DIESEL	1.000	11.000	40.740								
58		CEMENTO	1.000	11.000	180.000								
59		BARRITA	1.000	10.000	217.585								
60		SACOS	1.000	1.000	16.940								

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
0	TUBOS	1	960.000	3	35.000	4	400.000	5	7	PERFOR	8	1	10	11	12	13
1	ACUA	1	1490.000	11	11.000	12	150.719	13	14		15	16	17	18	19	20
2	CEMENTO	1	143.200	10	10.000	11	212.130	12	13		14	15	16	17	18	19
3	SACOS	1	120.000	1	1.000	2	18.377	3	4		5	6	7	8	9	10
4	TUBOS	1	400.000	1	1.000	2	400.000	3	4		5	6	7	8	9	10
5	ACUA	1	177.821	35	35.000	6	177.821	7	8	PERFOR	9	1	10	11	12	13
6	CEMENTO	1	46.390	11	11.000	12	150.000	13	14		15	16	17	18	19	20
7	SACOS	1	222.445	10	10.000	11	222.445	12	13		14	15	16	17	18	19
8	TUBOS	1	400.000	1	1.000	2	400.000	3	4		5	6	7	8	9	10
9	BARCOS	1														
10	17	13	19	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
11	302.329	17.463	318.100	293.832	396.000	396.000	89.000	372.950	550.000	557.000	550.000	0.000	57.000	461.000	340.098	347.551
12	667.333	62.000	648.300	558.157	795.000	795.000	75.000	138.946	113.000	122.000	127.000	11.522	50.000	147.000	293.713	296.028
13	32.743	74.894	68.000	33.501	70.000	70.000	0.000	109.000	109.000	109.000	109.000	109.999	110.000	110.000	112.999	112.999
14	431.000	47.000	488.000	32.165	70.000	70.000	0.000	106.226	146.000	146.000	146.000	14.322	149.000	149.000	122.649	124.754
15	77.999	97.999	98.000	135.000	135.000	135.000	0.000	79.739	79.000	96.000	96.000	5.452	10.000	84.000	75.184	75.458
16	167.000	13.000	180.000	137.000	146.000	146.000	84.000	136.000	176.000	213.000	213.000	21.000	21.000	177.000	176.000	176.000
17	92.745	11.504	104.200	104.137	133.000	133.000	0.000	136.000	136.000	136.000	136.000	136.000	136.000	136.000	136.000	136.000
18	241.000	52.000	293.000	136.532	62.000	62.000	0.000	137.000	137.000	137.000	137.000	137.000	137.000	137.000	137.000	137.000
19	114.353	15.000	129.300	84.843	83.000	83.000	0.000	137.000	137.000	137.000	137.000	137.000	137.000	137.000	137.000	137.000
20	103.000	76.000	112.000	83.853	97.000	97.000	0.000	137.000	137.000	137.000	137.000	137.000	137.000	137.000	137.000	137.000
21	265.000	265.000	265.000	194.000	194.000	194.000	0.000	137.000	137.000	137.000	137.000	137.000	137.000	137.000	137.000	137.000
22	21.000	70.000	248.000	137.000	215.000	215.000	0.000	137.000	137.000	137.000	137.000	137.000	137.000	137.000	137.000	137.000

PLAT	FORMA	NO. DE PÁRQS	PGR. HATE	1	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1	AGUA	13				2						
2	2	AGUA	17				3						
3	3	AGUA	23										
4	4	AGUA	15										
5	5	AGUA	17										
6	6	AGUA	17										
7	7	AGUA	18										
8	8	AGUA	16										
9	9	AGUA	21										
10	10	AGUA	19										
11	11	AGUA	15										
12	12	AGUA	17										
13	13	AGUA	20										
14	14	AGUA	16										
15	15	AGUA	19										
16	16	AGUA	14										
17	17	AGUA	17										
18	18	AGUA	15										
19	19	AGUA	19										
20	20	AGUA	16										
21	21	AGUA	18										
22	22	AGUA	19										
23	23	AGUA	15										
24	24	AGUA	15										
25	25	AGUA	15										
26	26	AGUA	16										
27	27	AGUA	17										
28	28	AGUA	16										
29	29	AGUA	17										

0	0	29	1	AGUA	193	1	5	5	7	9	9	10	11	12	13
1		31		AGUA	17										
2		31		AGUA	17										
3		32		AGUA	17										
4		33		AGUA	17										
5		34		AGUA	13										
6		35		AGUA	20										
7		36		AGUA	13										
8		37		AGUA	19										
9		38		AGUA	16										
10		39		AGUA	19										
11		41		AGUA	17										
12		41		AGUA	13										
13															
14	NO. DE	PAFOS POR	ETAPAS Y	SUBETAPAS											
15		20	13 1/2	9 5/8	7	3 1/2									
16	PERFOR	330	47												
17	CEMOP														
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25															
26															
27															
28															
29															
30															

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ESTADÍSTICAS DEL TIEMPO DE PARO EN PLATAFORMAS													
	MEDIA		DES STD	DESV-MEDIA		CV	MINIMO		MAXIMO	OBS			
3	PLA TAF 1	4115+000	1557+000	3675+000	3789+000	0300	0300		7835+000	18			
	PLA TAF 2	4322+000	2519+000	6101+000	5281+000	0300	0300		1212+000	17			
4	PLA TAF 3	4354+000	1773+000	3763+000	4271+000	0300	0300		7289+000	20			
	PLA TAF 4	4499+000	2329+000	5011+000	5179+000	0300	0300		1313+000	15			
5	PLA TAF 5	4523+000	1576+000	3322+000	4350+000	0300	0300		7225+000	17			
	PLA TAF 6	4117+000	2167+000	5242+000	4447+000	0300	0300		1014+000	17			
6	PLA TAF 7	4365+000	1753+000	4143+000	4427+000	0300	0300		7043+000	18			
	PLA TAF 8	4553+000	2401+000	5702+000	5266+000	0300	0300		9917+000	16			
7	PLA TAF 9	4964+000	2353+000	4493+000	5193+000	0300	0300		8590+000	21			
	PLA TAF 10	4219+000	2096+000	4940+000	4979+000	0300	0300		9927+000	18			
8	PLA TAF 11	4661+000	1757+000	4351+000	4325+000	0300	0300		7062+000	16			
	PLA TAF 12	4517+000	2231+000	4417+000	4950+000	0300	0300		9937+000	17			
9	PLA TAF 13	4538+000	2502+000	5544+000	5545+000	0300	0300		1176+000	20			
	PLA TAF 14	4528+000	2336+000	5027+000	6703+000	0300	0300		1463+000	16			
10	PLA TAF 15	4536+000	2415+000	5540+000	5209+000	0300	0300		1177+000	19			
	PLA TAF 16	4514+000	2201+000	4753+000	5353+000	0300	0300		1469+000	14			
11	PLA TAF 17	4741+000	2441+000	5917+000	5792+000	0300	0300		1147+000	17			
	PLA TAF 18	4327+000	1818+000	4721+000	5564+000	0300	0300		1439+000	16			
12	PLA TAF 19	4513+000	2544+000	5346+000	6509+000	0300	0300		1223+000	19			
	PLA TAF 20	4555+000	2237+000	4711+000	5572+000	0300	0300		1515+000	16			
13	PLA TAF 21	4429+000	2762+000	5513+000	5435+000	0300	0300		1224+000	18			
	PLA TAF 22	4571+000	1323+000	4559+000	7103+000	0300	0300		1516+000	19			
14	PLA TAF 23	4559+000	2557+000	7647+000	7221+000	0300	0300		1178+000	16			
	PLA TAF 24	4413+000	2765+000	5727+000	4910+000	0300	0300		1147+000	17			
15	PLA TAF 25	4525+000	2327+000	5317+000	5565+000	0300	0300		1424+000	16			
	PLA TAF 26	4511+000	2405+000	4821+000	6513+000	0300	0300		1612+000	17			
16	PLA TAF 27	4722+000	2444+000	4515+000	7296+000	0300	0300		1649+000	16			
	PLA TAF 28	4501+000	2167+000	4317+000	7688+000	0300	0300		1241+000	17			
17	PLA TAF 29	4642+000	2213+000	4737+000	6172+000	0300	0300		1647+000	19			
	PLA TAF 30	4599+000	2177+000	4537+000	7342+000	0300	0300		1939+000	17			
18	PLA TAF 31	4544+000	2375+000	4715+000	7356+000	0300	0300		1643+000	19			
	PLA TAF 32	4552+000	2445+000	4893+000	6355+000	0300	0300		1947+000	17			
19	PLA TAF 33	4763+000	2232+000	4641+000	5945+000	0300	0300		1425+000	17			
	PLA TAF 34	4537+000	1761+000	4363+000	7251+000	0300	0300		1923+000	18			
20	PLA TAF 35	4643+000	2320+000	4715+000	6704+000	0300	0300		1631+000	20			
	PLA TAF 36	4510+000	2417+000	4941+000	7553+000	0300	0300		1923+000	16			
21	PLA TAF 37	4321+000	2476+000	4212+000	6145+000	0300	0300		2220+000	19			
	PLA TAF 38	4507+000	2335+000	4349+000	9362+000	0300	0300		2512+000	16			
22	PLA TAF 39	4541+000	2213+000	4545+000	9250+000	0300	0300		2024+000	19			
	PLA TAF 40	4699+000	1920+000	4153+000	1147+000	0300	0300		2215+000	17			
23	PLA TAF 41	4531+000	2021+000	4111+000	1767+000	0300	0300		2222+000	15			



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	ESTADÍSTICAS DEL PORCENTAJE DE CARGA DE BARCOS												
	MEDIA	DES STD	DESV - MEDIA	CV	MINIMO	MAXIMO	OBS						
3	AGUA	.6147+002	.2633+012	.8115+000	.4622+011	.0100	.1000+003	1216					
4	DIASEL	.3667+002	.2193+000	.6312+000	.5971+000	.0700	.1000+003	1216					
5	CEMENTO	.4017+002	.2731+012	.7312+000	.2682+011	.0300	.1000+003	1216					
6	SARITA	.1551+003	.1521+002	.4541+012	.9303+000	.0300	.1000+003	1216					
7	SACOS	.1611+012	.1255+000	.6465+000	.1396+011	.0300	.1000+003	1216					
8	TUBOS	.1522+002	.1252+000	.6427+001	.2402+011	.0300	.1000+003	1216					
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30													

**GASP SUMMARY REPORT**												
0												
1				SIMULATION PROJECT NUMBER	12	BY	KDA					
2				DATE	17 7/ 1983	RUN NUMBER	1	OF	1			
3				CURRENT TIME =	.1000*003							
4												
5				**STATISTICS FOR TIME-PERSISTENT VARIABLES**								
6				MEAN	STD. DEV	MINIMUM	MAXIMUM	TIME INTERVAL	CUR. VALUE			
7	NPLPAR	.3127*001	.5534*001	.0000	.4100*002	.1000*003	.0000					
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
			**GASP FILE STORAGE AREA DUMP AT TIME .1300+003**										
			MAXIMUM NUMBER OF ENTRIES IN FILE STORAGE AREA = 80										
			PRINTOUT OF FILE NUMBER 1										
			TYOY = .1200+003										
			COTIME = .1000+003										
			TIME PERIOD FOR STATISTICS .1000+003										
			AVERAGE NUMBER IN FILE 50.4555										
			STANDARD DEVIATION 5.5644										
			MAXIMUM NUMBER IN FILE 50										
			FILE CONTENTS										
ENTRY	=	.1900+001	.3000+001	.0000	.0000	.1900+002	.3500+002						
		.0000	.2000+001	.0000	.0000	.0000+001	.0000						
		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000						
ENTRY	=	.1700+002	.4000+001	.0000	.0000	.1700+002	.4000+002						
		.0000	.1000+002	.0000+001	.0000+001	.0000+001	.5000+001						
		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000						
ENTRY	=	.1900+002	.3000+001	.0000	.0000	.1100+002	.3500+002						
		.0000	.2000+002	.0000+001	.0000+001	.2000+001	.1000+001						
		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000						
ENTRY	=	.1900+002	.3000+001	.0000	.0000	.2100+002	.3200+002						
		.0000	.1700+002	.0000+001	.0000	.0000+001	.0000						
		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000						
ENTRY	=	.1900+002	.3000+001	.0000	.0000	.3000+001	.2900+002						
		.0000	.2000+001	.0000+001	.0000+001	.0000+001	.1000+001						
		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000						
ENTRY	=	.1900+002	.3000+001	.0000	.0000	.1700+002	.4100+002						
		.0000	.1000+002	.0000+001	.0000+001	.0000+001	.2000+001						
		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000						
ENTRY	=	.1900+002	.3000+001	.0000	.0000	.1000	.0000						
		.0000	.2000+002	.0000+001	.0000+001	.0000+001	.0000						
		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000						
ENTRY	=	.1900+002	.3000+001	.0000	.0000	.1000	.0000						
		.0000	.1000+002	.0000+001	.0000+001	.0000+001	.0000						
		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000						
ENTRY	=	.1900+002	.3000+001	.0000	.0000	.1000+002	.1000+002						
		.0000	.1000+002	.0000+001	.0000+001	.0000+001	.0000						
		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000						
ENTRY	=	.1900+002	.3000+001	.0000	.0000	.1000+002	.1000+002						
		.0000	.1000+002	.0000+001	.0000+001	.0000+001	.0000						
		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000						
ENTRY	=	.1900+002	.3000+001	.0000	.0000	.1000+002	.1000+002						
		.0000	.1000+002	.0000+001	.0000+001	.0000+001	.0000						
		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000						
ENTRY	=	.1900+002	.3000+001	.0000	.0000	.1000+002	.1000+002						
		.0000	.1000+002	.0000+001	.0000+001	.0000+001	.0000						
		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000						

0	ENTRY 17	=	.1300+102	.5000+101	.0000	.0000	.1000+0020	.3100+002	11	12	13
1			.0000	.1000+101	.2000	.0000	.0000+001	.1000+001			
2	ENTRY 18	=	.1300+102	.5000+101	.0000	.0000	.1700+002	.4000+002			
3			.0000	.1000+101	.2000	.0000	.0000+001	.1000+001			
4	ENTRY 19	=	.1300+102	.5000+101	.0000	.0000	.0000	.0000			
5			.0000	.1000+101	.2000	.0000	.0000+001	.0000			
6	ENTRY 20	=	.1300+102	.5000+101	.0000	.0000	.0000	.0000			
7			.0000	.1000+101	.2000	.0000	.0000+001	.0000			
8	ENTRY 21	=	.1300+102	.5000+101	.0000	.0000	.0000	.0000			
9			.0000	.1000+101	.2000	.0000	.0000+001	.0000			
10	ENTRY 22	=	.1300+102	.5000+101	.0000	.0000	.0000	.0000			
11			.0000	.1000+101	.2000	.0000	.0000+001	.0000			
12	ENTRY 23	=	.1300+102	.5000+101	.0000	.0000	.0000	.0000			
13			.0000	.1000+101	.2000	.0000	.0000+001	.0000			
14	ENTRY 24	=	.1300+102	.5000+101	.0000	.0000	.0000	.0000			
15			.0000	.1000+101	.2000	.0000	.0000+001	.0000			
16	ENTRY 25	=	.1300+102	.5000+101	.0000	.0000	.0000	.0000			
17			.0000	.1000+101	.2000	.0000	.0000+001	.0000			
18	ENTRY 26	=	.1300+102	.5000+101	.0000	.0000	.0000	.0000			
19			.0000	.1000+101	.2000	.0000	.0000+001	.0000			
20	ENTRY 27	=	.1300+102	.5000+101	.0000	.0000	.0000	.0000			
21			.0000	.1000+101	.2000	.0000	.0000+001	.0000			
22	ENTRY 28	=	.1300+102	.5000+101	.0000	.0000	.0000	.0000			
23			.0000	.1000+101	.2000	.0000	.0000+001	.0000			
24	ENTRY 29	=	.1300+102	.5000+101	.0000	.0000	.0000	.0000			
25			.0000	.1000+101	.2000	.0000	.0000+001	.0000			
26	ENTRY 30	=	.1300+102	.5000+101	.0000	.0000	.0000	.0000			
27			.0000	.1000+101	.2000	.0000	.0000+001	.0000			
28	ENTRY 31	=	.1300+102	.5000+101	.0000	.0000	.0000	.0000			
29			.0000	.1000+101	.2000	.0000	.0000+001	.0000			
30			.0000	.1000+101	.2000	.0000	.0000	.0000			

0	ENTRY 27	F	.1255+J02	.7827+J01	.0707	.0000	.5037+J01	.3700+J02	11	12	13
1			.0000	.0000	.2300+J01	.1300+J01	.1500+J01	.1000+J01			
2	ENTRY 28	F	.1256+J02	.7828+J01	.0708	.0000	.5038+J01	.3700+J02			
3			.0000	.0000	.2300+J01	.1300+J01	.1500+J01	.1000+J01			
4	ENTRY 29	F	.1257+J02	.7829+J01	.0709	.0000	.5039+J01	.3700+J02			
5			.0000	.0000	.2300+J01	.1300+J01	.1500+J01	.1000+J01			
6	ENTRY 30	F	.1258+J02	.7830+J01	.0710	.0000	.5040+J01	.3700+J02			
7			.0000	.0000	.2300+J01	.1300+J01	.1500+J01	.1000+J01			
8	ENTRY 31	F	.1259+J02	.7831+J01	.0711	.0000	.5041+J01	.3700+J02			
9			.0000	.0000	.2300+J01	.1300+J01	.1500+J01	.1000+J01			
10	ENTRY 32	F	.1260+J02	.7832+J01	.0712	.0000	.5042+J01	.3700+J02			
11			.0000	.0000	.2300+J01	.1300+J01	.1500+J01	.1000+J01			
12	ENTRY 33	F	.1261+J02	.7833+J01	.0713	.0000	.5043+J01	.3700+J02			
13			.0000	.0000	.2300+J01	.1300+J01	.1500+J01	.1000+J01			
14	ENTRY 34	F	.1262+J02	.7834+J01	.0714	.0000	.5044+J01	.3700+J02			
15			.0000	.0000	.2300+J01	.1300+J01	.1500+J01	.1000+J01			
16	ENTRY 35	F	.1263+J02	.7835+J01	.0715	.0000	.5045+J01	.3700+J02			
17			.0000	.0000	.2300+J01	.1300+J01	.1500+J01	.1000+J01			
18	ENTRY 36	F	.1264+J02	.7836+J01	.0716	.0000	.5046+J01	.3700+J02			
19			.0000	.0000	.2300+J01	.1300+J01	.1500+J01	.1000+J01			
20	ENTRY 37	F	.1265+J02	.7837+J01	.0717	.0000	.5047+J01	.3700+J02			
21			.0000	.0000	.2300+J01	.1300+J01	.1500+J01	.1000+J01			
22	ENTRY 38	F	.1266+J02	.7838+J01	.0718	.0000	.5048+J01	.3700+J02			
23			.0000	.0000	.2300+J01	.1300+J01	.1500+J01	.1000+J01			
24	ENTRY 39	F	.1267+J02	.7839+J01	.0719	.0000	.5049+J01	.3700+J02			
25			.0000	.0000	.2300+J01	.1300+J01	.1500+J01	.1000+J01			
26	ENTRY 40	F	.1268+J02	.7840+J01	.0720	.0000	.5050+J01	.3700+J02			
27			.0000	.0000	.2300+J01	.1300+J01	.1500+J01	.1000+J01			
28	ENTRY 41	F	.1269+J02	.7841+J01	.0721	.0000	.5051+J01	.3700+J02			
29			.0000	.0000	.2300+J01	.1300+J01	.1500+J01	.1000+J01			

0	ENTRY 4	=	.1273+002	3	.7000+001	.0000	.0000	.7000+001	.2400+002	11	12	13
1			.0000		.0000	.2000+001	.1000+001	.1000+001	.1000+001			
2	ENTRY 4	=	.1273+002		.7000+001	.0000	.0000	.3500+002	.4000+002			
3			.0000		.0000	.2000+001	.2000+001	.1000+001	.4000+001			
4	ENTRY 4	=	.1273+002		.7000+001	.0000	.0000	.3300+002	.2100+002			
5			.0000		.0000	.2000+001	.1000+001	.1000+001	.1000+001			
6	ENTRY 4	=	.1273+002		.7000+001	.0000	.0000	.1700+002	.2300+002			
7			.0000		.0000	.2000+001	.1000+001	.1000+001	.1700+001			
8	ENTRY 4	=	.1273+002		.7000+001	.0000	.0000	.7000+001	.2400+002			
9			.0000		.0000	.2000+001	.2000+001	.1000+001	.1000+001			
10	ENTRY 4	=	.1273+002		.7000+001	.0000	.0000	.1300+002	.6300+001			
11			.0000		.0000	.2000+001	.2000+001	.1000+001	.1000+001			
12	ENTRY 4	=	.1273+002		.7000+001	.0000	.0000	.3300+002	.9000+001			
13			.0000		.0000	.2000+001	.2000+001	.1000+001	.1000+001			
14	ENTRY 4	=	.1273+002		.7000+001	.0000	.0000	.7000+001	.2500+002			
15			.0000		.0000	.2000+001	.2000+001	.1000+001	.4000+001			
16	ENTRY 5	=	.1273+002		.7000+001	.0000	.0000	.4000+002	.3700+002			
17			.0000		.0000	.2000+001	.2000+001	.1000+001	.1000+001			
18	ENTRY 5	=	.1273+002		.7000+001	.0000	.0000	.2000+002	.3700+002			
19			.0000		.0000	.2000+001	.1000+001	.2000+001	.1000+001			
20	ENTRY 5	=	.1273+002		.7000+001	.0000	.0000	.3000+001	.1300+002			
21			.0000		.0000	.2000+001	.1000+001	.3000+001	.1000+001			
22	ENTRY 5	=	.1273+002		.7000+001	.0000	.0000	.1000+002	.2000+001			
23			.0000		.0000	.2000+001	.1000+001	.3000+001	.1000+001			
24	ENTRY 5	=	.1273+002		.7000+001	.0000	.0000	.3000+002	.1500+002			
25			.0000		.0000	.2000+001	.1000+001	.1000+001	.1000+001			
26	ENTRY 5	=	.1273+002		.7000+001	.0000	.0000	.2000+001	.2700+002			
27			.0000		.0000	.2000+001	.1000+001	.1000+001	.1000+001			
28	ENTRY 5	=	.1273+002		.7000+001	.0000	.0000	.3000+002	.1500+002			
29			.0000		.0000	.2000+001	.1000+001	.1000+001	.1000+001			

0	ENTRY 57	=	.1294+J02 .0000 .0000 .0000	.7000+J01 .0000 .2000+J02 .0000	.0000 .2000+J01 .4000+J01	.0000 .2000+J01 .2000+J01	.3400+J02 .0000+J01 .0000	.2400+J02 .1000+J01 .0000	11	12	13
1											
2	ENTRY 58	=	.1294+J02 .0000 .0000 .0000	.7000+J01 .0000 .2000+J02 .0000	.0000 .2000+J01 .4000+J01	.0000 .2000+J01 .2000+J01	.3400+J02 .0000+J01 .0000	.2400+J02 .1000+J01 .0000			
3											
4	ENTRY 59	=	.1294+J02 .0000 .0000 .0000	.7000+J01 .0000 .2000+J02 .0000	.0000 .2000+J01 .4000+J01	.0000 .2000+J01 .2000+J01	.3400+J02 .0000+J01 .0000	.2400+J02 .1000+J01 .0000			
5											
6	ENTRY 60	=	.1294+J02 .0000 .0000 .0000	.7000+J01 .0000 .2000+J02 .0000	.0000 .2000+J01 .4000+J01	.0000 .2000+J01 .2000+J01	.3400+J02 .0000+J01 .0000	.2400+J02 .1000+J01 .0000			
7											
8	ENTRY 61	=	.1294+J02 .0000 .0000 .0000	.7000+J01 .0000 .2000+J02 .0000	.0000 .2000+J01 .4000+J01	.0000 .2000+J01 .2000+J01	.3400+J02 .0000+J01 .0000	.2400+J02 .1000+J01 .0000			
9											
10	ENTRY 62	=	.1294+J02 .0000 .0000 .0000	.7000+J01 .0000 .2000+J02 .0000	.0000 .2000+J01 .4000+J01	.0000 .2000+J01 .2000+J01	.3400+J02 .0000+J01 .0000	.2400+J02 .1000+J01 .0000			
11											
12	ENTRY 63	=	.1294+J02 .0000 .0000 .0000	.7000+J01 .0000 .2000+J02 .0000	.0000 .2000+J01 .4000+J01	.0000 .2000+J01 .2000+J01	.3400+J02 .0000+J01 .0000	.2400+J02 .1000+J01 .0000			
13											
14	ENTRY 64	=	.1294+J02 .0000 .0000 .0000	.7000+J01 .0000 .2000+J02 .0000	.0000 .2000+J01 .4000+J01	.0000 .2000+J01 .2000+J01	.3400+J02 .0000+J01 .0000	.2400+J02 .1000+J01 .0000			
15											
16	ENTRY 65	=	.1294+J02 .0000 .0000 .0000	.7000+J01 .0000 .2000+J02 .0000	.0000 .2000+J01 .4000+J01	.0000 .2000+J01 .2000+J01	.3400+J02 .0000+J01 .0000	.2400+J02 .1000+J01 .0000			
17											
18	ENTRY 66	=	.1294+J02 .0000 .0000 .0000	.7000+J01 .0000 .2000+J02 .0000	.0000 .2000+J01 .4000+J01	.0000 .2000+J01 .2000+J01	.3400+J02 .0000+J01 .0000	.2400+J02 .1000+J01 .0000			
19											
20	ENTRY 67	=	.1294+J02 .0000 .0000 .0000	.7000+J01 .0000 .2000+J02 .0000	.0000 .2000+J01 .4000+J01	.0000 .2000+J01 .2000+J01	.3400+J02 .0000+J01 .0000	.2400+J02 .1000+J01 .0000			
21											
22											

PRINTOUT OF FILE NUMBER 2  
 INCH = .117+03  
 LSTIME = .780+02

TIME PERIOD FOR STATISTICS .100+003  
 AVERAGE NUMBER IN FILE .1423  
 STANDARD DEVIATION 1.2307  
 MAXIMUM NUMBER IN FILE 15

THE FILE IS EMPTY

PRINTOUT OF FILE NUMBER 3  
 INCH = .117+03

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30													



0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
			00SASP STATE STORAGE AREA COMP AT TIME										
1			(I)	SS(I)									
2			1	.1779+003									
3			2	.4619+002									
4			3	.1801+003									
5			4	.2224+003									
6			5	.1954+002									
7			5	.4000+003									
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30													

## 5.2. Análisis de los resultados.

La presentación del análisis de resultados se describe a continuación haciéndose referencia de acuerdo al número de su página correspondiente.

Página 80 Se hace referencia a los datos del usuario, proyecto, fecha, cantidad de corridas de simulación a efectuar y códigos de supresión de lectura y/o impresión de las tarjetas DATIN.

Define las diferentes variables para la utilización de las subrutinas GASP a emplear, las capacidades para dimensionamiento de NSET/QSET, - la cantidad de ecuaciones diferenciales y/o de estado a usar.

El valor inicial usado para el número de plataformas en paro como variable persistente en el tiempo empleado en TIMST.

El ordenamiento de atributos para archivo y llave de prioridad del sistema que se usará en éste.

El código del evento estado, los errores absoluto y relativo permitidos en integración RKE, así como los tamaños de paso mínimo y máximo.

Los datos de inicio y fin en la simulación y los dos semillas de números aleatorios.

Página 81 La simulación se efectúa con 21 barcos con diferentes capacidades de almacenamiento para los 6 materiales considerados.

Las capacidades fijas de almacenamiento para --  
c/u de los materiales de las 41 plataformas.

El número de puertos considerados con su cantidad respectiva de muelles.

Páginas 81 y Se dan las velocidades de consumo de los mate--  
82. riales en las plataformas por etapas y subetapas, Asimismo se dan sus cantidades a consumir y sus respectivos tiempos por subetapa.

Las velocidades de descarga de materiales a plataformas y su tiempo de carga en puertos.

Página 83 El tiempo de viaje sencillo de plataforma a plataforma y de puertos a plataformas, y la cantidad de plataformas a visitar por barco.

Páginas 84 a  
la 89. Vaciado de la información contenida en los archi  
vos en el tiempo de inicio TNOW=0.0.

El número máximo de entradas que aparecen en el archivo de eventos-tiempo (archivo 1) es de 62 - debido a que se describen los atributos correspondientes para cada una de las 41 plataformas y los 21 barcos.

La información consiste en:

1. archivo de eventos-tiempo.

50 plataformas } capacidad máxima permitible en  
5 puertos } el programa.

Del archivo número 2 al 56 no existe información en el tiempo inicial de la simulación.

Página 90

Se muestra el valor inicial de las variables de estado SS (I) de cada uno de los materiales.

Páginas 91 a  
la 95

Despliega la información concerniente a plataformas. Las variables de entrada (velocidad de descarga) y salida (velocidad de consumo dependiendo de la etapa de perforación), así como la existencia física (calculada) de cada material, la etapa y subetapa correspondientes y el número del pozo en perforación.

Información de los 21 barcos que intervienen en el modelo para cada uno de los 6 materiales. (Esta información hace referencia a las cantidades de material que tiene cada barco en el instante final de la simulación).

Páginas 96 a  
la 97.

Se menciona la cantidad de paro de actividades para cada plataforma motivado por la falta de algún material. También se hace mención a la cantidad de paros por etapas y subetapas.

- Página 98 Se despliega la información estadística del tiempo de paro en plataformas.
- Página 99 Se despliega la información estadística del porcentaje de carga de barcos.
- Página 100 Se reporta el resumen de GASP al tiempo final de simulación con las estadísticas para variables persistentes en el tiempo.
- Páginas 101a Efectúa vaciado de la información de archivo 106.vos GASP al final de la simulación.
- Página 107 Despliega los valores de las variables de estado al tiempo final de la simulación.

El listado anteriormente expuesto, es el resultado de aplicar una política para determinar con cuántas plataformas a visitar por barco sería la cantidad óptima para evitar al máximo el número de paros por falta de material. Esta simulación se efectuó con dos plataformas de destino por barco que es la cantidad óptima determinada anteriormente durante otras corridas.

### 5.3 Costos de la Simulación.

El presupuesto que a continuación se presenta ha sido estimado en base a las condiciones económicas que prevalecen en la actualidad. Para lograr obtener el costo total es necesario conocer los costos parciales para lo que el modelo de simulación se divide en 2 etapas desde el punto de vista económico:

A).- DESARROLLO DEL MODELO.

B).- COMPUTACION.

A su vez, es posible separar la etapa de computación en 2 subetapas:

B.1).- ELABORACION DE SUBPROGRAMAS.

B.2).- PRUEBAS DEL SISTEMA MODELADO.

Las categorías del personal involucrado en la elaboración del modelo simulado se muestra haciendo referencia a sus percepciones por día:

<u>Categoría</u>	<u>Tarifa por día</u> (pesos mexicanos)
1 Ingeniero jefe de división ( asesor )	\$ 5,300.00
1 Ingeniero jefe de departamento.	\$ 4,000.00
1 Ingeniero jefe de oficina	\$ 3,100.00
1 Actuario	\$ 2,100.00
1 Ingeniero	\$ 2,600.00
1 Pasante de ingeniero	\$ 1,400.00

Las tarifas por día mostradas se consideran totalmente líquidas (incluyen todo tipo de prestaciones e impuestos), y son por jornada/hombre. La jornada de trabajo normal será considerada de 7 horas por día y 35 horas por semana.

A).- DESARROLLO DEL MODELO.

En esta etapa ( con duración de 2 meses ) se muestran únicamente los recursos humanos ya que los materiales pueden considerarse prácticamente despreciables.

RECURSOS HUMANOS:

Tiempo de intervención (meses)	C a t e g o r í a	Percepción por tiempo interve nido.
1/2	Ing. jefe de división /asesor	\$ 80,000.00
2	Ing. jefe de depto.	\$240,000.00
2	Ing. jefe de oficina	\$186,000.00
2	Actuario	\$120,000.00
2	Ingeniero	\$156,000.00
2	Pasante	\$ 84,000.00
	TOTAL	\$ 866,000.00

B).- COMPUTACION.

B.1).- ELABORACION DE SUBPROGRAMAS.

RECURSOS HUMANOS:

Tiempo de intervención (meses)	C a t e g o r í a	Percepción por tiempo interve nido.
1/2	Ing. jefe de depto.	\$ 60,000.00
1/2	Ing. jefe de oficina	\$ 47,000.00
1/2	Actuario	\$ 30,000.00
1/2	Ingeniero	\$ 39,000.00
1/2	Pasante	\$ 21,000.00
	SUBTOTAL	\$ 197,000.00

RECURSOS MATERIALES:

Estimando un total de 5 corridas de elaboración de subprogramas y tomando en cuenta el costo promedio por minuto-máquina de ( \$500,00 pesos ), tenemos que:

Costo Tiempo-máquina; \$500,00x5x10(min-maq)=	\$ 25,000.00
Otros:	2,000.00
	SUBTOTAL \$27,000.00
	TOTAL \$ <u>224,000.00</u>

B.2), - PRUEBAS DEL SISTEMA MODELADO. -

## RECURSOS HUMANOS:

Tiempo de intervención (meses)	C a t e g o r í a	Percepciones por tiempo intervenido.
1	Ing. jefe de depto.	\$ 120,000.00
1 1/2	Ing. jefe de oficina	\$ 140,000.00
1 1/2	Actuario	\$ 90,000.00
1 1/2	Ingeniero	\$ 117,000.00
1 1/2	Pasante	\$ 63,000.00
	SUBTOTAL	\$ 530,000.00

RECURSOS MATERIALES

Es posible considerar alrededor de 20 corridas de la simulación para efectos de pruebas. Para 100 días de tiempo de simulación se lleva unos 3.63 min. de tiempo-máquina por lo que teniendo un costo de \$500.00 por cada minuto-máquina y considerando un promedio de 100 días simulados, nos dá un -- costo de \$ 1,815.00 por corrida.

Costo Tiempo-máquina: 20 X 1,815.00(min-maq)= \$ 36,300.00



Otros:	\$	1,700.00
	SUBTOTAL	\$ 38,000.00
	TOTAL	\$ <u>568,000.00</u>

A partir de estos costos podemos observar que el precio de una corrida depende determinadamente del tiempo de simulación asignado. Así pues, el costo para simular el comportamiento de este sistema durante un lapso de 100 días es de \$ 1,815.00 , tomando en cuenta que el costo por cada día ( tiempo simulado ) es de \$ 18.15 aproximadamente, esto es, considerando 2 puertos de destino para el presente modelo.

COSTO TOTAL DEL MODELO

DESARROLLO DEL MODELO	\$	866,000.00
COMPUTACION:		
ELABORACION DE SUBPROGRAMAS	\$	224,000.00
PRUEBAS DEL SISTEMA MODELADO	\$	568,000.00

---

COSTO TOTAL	\$	<u>1'658,000.00</u>
-------------	----	---------------------

Este costo total, como se puede apreciar es considerado hasta la etapa final del modelo implementado en la computadora, Por lo que para efectos de simular posteriormente el comportamiento del sistema debe tomarse en cuenta el lapso de simulación considerado a \$ 18.15 pesos/día-simulación.

## CONCLUSIONES

Cuando se desea estudiar el comportamiento de un sistema a través del tiempo es posible hacerlo de dos formas:

- a) Experimentando directamente sobre el sistema.
- b) Elaborando un modelo abstracto y dinámico del sistema, implantándolo en una computadora y experimentando sobre el modelo utilizando dicha computadora.

El método (b) es lo que constituye a la Simulación de Sistemas, la cual, como técnica de investigación operacional se ha convertido en una de las herramientas más poderosas utilizables en el análisis o diseño de sistemas.

Con lo expuesto anteriormente es posible observar que la simulación de sistemas nos auxilia a determinar una respuesta que nos dé una idea satisfactoria sobre el comportamiento futuro que un sistema de interés dado puede presentar sin necesidad de llevarlo directamente a la práctica, acción que entre otras cosas tendría el inconveniente del costo de elaboración del sistema sin antes haber desarrollado su respectivo modelo, bajo el consabido riesgo de llegar a incurrir en errores los cuales pueden ser detectados anticipadamente por un adecuado estudio de simulación, que, aunque tenga en cierto grado falta de realismo y requiera de mucha información estadística, es posible estudiar y predecir el comportamiento del sistema antes que se construya, o bien, si ya existe, sin que se altere su funcionamiento normal.

En la aplicación del modelo de simulación presentado en este trabajo, se observó en la política llevada a cabo, que la cantidad de dos plataformas a visitar por barco es la óptima.

Otras políticas posibles por aplicar, podrían ser las de determinar qué cantidad de puertos sería la óptima para surtir a las plataformas y con esto evitar la mayor cantidad de paros posibles, o cuál sería la cantidad óptima de

barcos, con su respectivas restricciones en cuanto a no exceder ciertos límites que repercutirían invariablemente en el factor principal que es el costo.

Asimismo podría optarse por agrandar las capacidades de almacenamiento de materiales ya sea en los barcos o en las plataformas o en ambos.

Es posible aplicar todos estos casos e inclusive algunos otros más con variantes de los mismos utilizando el modelo ya desarrollado para conocer el comportamiento que presentarán bajo determinadas circunstancias.

En el presente caso, el tiempo máximo de simulación fue de 100 días, tiempo en el cual se puede observar que el problema principal que causa la gran mayor parte del paro de actividades en las plataformas de perforación es la falta del abastecimiento oportuno del agua, material más utilizado durante todo el proceso de perforación del pozo. Quizá una de las soluciones a este problema sería la de aplicar el criterio de agrandar la capacidad de almacenamiento del agua ya anteriormente expuesto, dando lugar a una nueva corrida de simulación.

Los alcances logrados en la simulación de este sistema mediante los recursos proporcionados por GASP IV -- son de gran importancia, ya que en primer lugar, como se dijo anteriormente, la simulación presenta principalmente la facilidad de predecir el comportamiento de un sistema antes de construirlo, o si se encuentra ya en existencia, sin alterarlo de su funcionamiento normal ya que por consiguiente ocasionaría tal vez pruebas destructivas, o en su defecto un funcionamiento deficiente que podría derivar en fuertes repercusiones económicas que, como ya se mencionó, es el factor principal en cualquier empresa. En segundo lugar, y ya que el modelo de abastecimiento de materiales en la Sonda de Campeche presenta las caracte-

rísticas propias de un sistema combinado permite que, precisamente GASP IV, como primer lenguaje suficiente documentado, sea utilizado en este modelo de simulación.

Volviendo al punto principal de la economía, es fácilmente visible la diferencia existente entre el costo de la simulación de dicho sistema y el costo real que los procesos directos del mismo provocarían. Por lo tanto, estableciendo un rápido y somero análisis económico, es posible comparar \$ 18.15 ( pesos ) por cada día de simular el modelo contra el costo real -- del sistema, que por decir algo, sumaría alrededor de \$ 1, 000, 000. 00 ( pesos ) diarios por cada plataforma, buque de carga o puerto involucrado, y, considerando que son 41 plataformas, 21 buques y 2 puertos -- los que intervinieron en el modelo simulado podemos deducir la cantidad tan desproporcionada que totalizaría este procedimiento en comparación con la simulación de la que ya obtuvimos su costo lo cual nos da una idea sobre la diferencia existente entre los dos métodos.

A P E N D I C E A .

El objetivo fundamental de presentar este apéndice es con el propósito de complementar la información correspondiente a algunas de las diferentes subrutinas -- tanto de GASP IV como de las de eventos codificadas -- por usuario.

SUBROUTINA GASP

C ----- PROGRAMA PRINCIPAL.

C ----- TARJETAS DE DIMENSION, COMMON Y EQUIVA--  
LENCE.

NCRDR = 5

NPRNT = 6

CALL GASP

STOP

END

SUBROUTINA FILEM ( IFILE )

Inserta en el archivo IFILE, la información que se encuentra en el arreglo ATRIB y actualiza las estadísticas y apuntadores del archivo IFILE.

SUBROUTINA RMOVE ( NTRY, IFILE )

Remueve del archivo IFILE la columna cuyo número es NTRY, depositando en el arreglo ATRIB la información -- contenida en la columna.

SUBROUTINA CANCL ( NTRY )

Funciona en la forma idéntica a la REMOVE, pero se utiliza solamente para el archivo número 1 ( archivo de eventos-tiempo ).

SUBROUTINA COPY ( NTRY )

Se utiliza para copiar el contenido de la columna NTRY en el arreglo ATRIB.

FUNCION KROSS ( IKRSG, IKRSD, CMULT, CADD, LDIR, TOL )

Se utiliza para detectar eventos- estado, generalmente en la subrutina SCOND.

Argumentos:

IKRSG = Indice de la variable de estado que está cruzando.

Si  $IKRSG > \emptyset$  , se está probando SS ( IKRSG ).

Si  $IKRSG < \emptyset$  , se está probando DD ( -IKRSG ).

IKRSD = Indice de la variable de estado que está siendo cruzada.

Si  $IKRSD > \emptyset$  , se está probando contra SS ( IKRSD ).

Si  $IKRSD = \emptyset$  , se está probando contra constante.

Si  $IKRSD < \emptyset$  , se está probando contra DD ( -IKRSD ).

CMULT = Constante multiplicativa asociada a la variable de estado- IKRSD.

CADD = Constante aditiva asociada a la variable de estado IKRSD.

LDIR = Dirección del cruce que interesa detectar.

Si  $LDIR > \emptyset$  , interesa cruce positivo.

Si  $LDIR = \emptyset$  , interesa cualquier cruce.

Si  $LDIR < \emptyset$  , interesa cruce negativo.

TOL = Tolerancia con la que se desea detectar el cruce.

Valores de KROSS:

- + 2 = Cruce positivo excediendo la tolerancia.
- + 1 = Cruce positivo dentro de la tolerancia.
- ∅ = No hay cruce en la dirección de interés.
- 1 = Cruce negativo dentro de la tolerancia.
- 2 = Cruce negativo excediendo la tolerancia.

FUNCION NFIND ( XVAL, MCODE, IFILE, JATT, TOL )

Se utiliza para localizar en el archivo IFILE, una columna que en atributo JATT, tenga un valor que se relaciona con XVAL, de acuerdo al código MCODE.

- Si MCODE = 1, máximo valor mayor que XVAL.
- MCODE = 2, mínimo valor mayor que XVAL.
- MCODE = 3, máximo valor menor que XVAL.
- MCODE = 4, mínimo valor menor que XVAL.
- MCODE = 5, valor igual a  $XVAL \pm TOL$ .

En caso de localizar, alguna columna que cumpla con el criterio-- búsqueda, NFIND = número de la columna de la matriz. Si no localiza ninguna, NFIND = ∅ .

Si NFIND es diferente de cero, puede utilizarse en RMOVE, COPY, etc.

SUBROUTINA COLCT (XX, ICLCT )

XX = Valor de la variable

ICLCT = Número de la variable.

SUBROUTINA TIMST ( XX, T, ISTAT )

XX = Nuevo valor de la variable.

T = Tiempo en que se llama a la subrutina.

ISTAT = Número de la variable.

SUBROUTINA TIMSA ( XX, T, ISTAT )

Es idéntica a TIMST, excepto que el valor que se recolecta no es XX sino  $( XX + \text{Valor anterior} ) / 2$ .

SUBROUTINA HISTO ( XX, IHIST )

XX = Valor de la variable.

IHIST = Número del histograma.

SUBROUTINA GPLOT ( XX, T, IPLOT )

XX = Arreglo de 10 ó menos posiciones, donde se colocan los valores de las variables.

T = Valor de la variable independiente.

IPLOT = Número de la gráfica.

SUBROUTINA MONTR

Funciones que realiza, de acuerdo al código de evento-tiempo:

Ø = Inicia o termina la impresión de cada evento que ocurra.

1 = Imprime contenido de archivos.

2 = Restaura estadísticas de archivos y limpia arreglos estadísticos.

3 = Imprime el contenido SS y DD.

4 = Imprime contenido de archivos, de SS y DD.

5 = Imprime reporte sumario.

6 = Causa terminación de "corrida" por llamado a ERROR.

SUBROUTINA ERROR ( KODE )

Produce un mensaje con el código de error KODE y transfiere-- el control a la subrutina de usuario UERR.

FUNCION SUMQ ( JATT, IFILE )

JATT = Número del atributo.

IFILE = Número del archivo.



FUNCION PRODQ ( JATT, IFILE )

JATT = Número del atributo.

IFILE = Número del archivo

FUNCION GTABL ( TAB, X, XLOW, XHIGH, XINCR )

TAB = Arreglo que contiene valores de variable dependiente.

X = Valor de la variable independiente.

XLOW = Valor mínimo de la variable independiente.

XHIGH = Valor máximo de la variable independiente.

XINCR = Incremento de la variable independiente.

SUBROUTINA GDLAY ( IFIS, ILS, XIN, DEL )

IFS, ILS = Indices de las variables de estado.

XIN = Entrada al "Delay".

DEL = Constante de tiempo.

NOTA: Las subrutinas DATIN, CLEAR, SET, PRNTQ, PRNTS y SUMRY son llamadas automáticamente por GASP IV.

SUBROUTINA ARRL

Representa la llegada de un buque de carga a muelles de algunos de los puertos. Esta subrutina se encarga también de generar el próximo evento a ocurrir, que es el de fin de carga. Revisa turnos de trabajo consultando a la subrutina TURNO de la que regresa con valor 1 ó 2 ( 1 en caso de que arribe el barco dentro de alguno de los turnos de trabajo del punto, 2 en caso contrario ). Si el valor con que regresa es igual a 1, se pregunta si todos los muelles están ocupados, en caso afirmativo se pone el barco en línea de espera y se archiva en FILEM ( INARPU ), en caso negativo se le llama a la subrutina INVENT ( INPU ), esto es para configurar la capacidad de los barcos para cada material y se programa el evento FINL ( Fin de carga ). Si el valor con que regresa es igual a 2 se da por terminada la subrutina ARRL.

SUBROUTINA FINL

Significa "FIN DE CARGA". Representa la salida de un buque de carga de un muelle del puerto. Genera el evento 3, el cual corresponde a "ARRIBO A DESCARGA". Revisa turnos de trabajo consultado a la subrutina TURNO igual que en la subrutina "ARRL". Consultando a la subrutina ITINER para determinar la ruta que deberá seguir el buque y las plataformas de destino a visitar.

Genera el evento 3 que es el que corresponde al arribo del buque a la plataforma de destino para iniciar la descarga. En caso de que haya barcos en línea de espera se remueve al próximo buque pasándolo a servicio. Se configura el inventario de cada material con que sale el buque de carga así como también es generado de nuevo el evento 2 (FINL) para cargar al buque recién removido de la línea.

SUBROUTINA ARRUL

Simula la llegada de un barco a descargar a plataformas. Se define el número de la plataforma de destino a visitar y se hace un análisis para determinar si el barco carece de la existencia de alguno de los 6 materiales, en caso de que así suceda, se configura el evento ARRUL después de haber consultado el regreso a puertos mediante la subrutina POLIT. Cuando el barco cuenta con la existencia de todos los materiales puede llegar a descargar de mar ---abierto cuando la plataforma se encuentra vacía o sale de línea de espera para pasar a "servicio".

En el primer caso, el barco para formar "cola" si la plataforma se encuentra ocupada tomando el tiempo de espera; en el segundo, se calculan los valores con que se quedan las existencias de los diferentes materiales almacenados en el barco y la cantidad de cada material descargado, obteniendo un porcentaje de descarga en relación con la capacidad de almacenamiento del barco por el tipo de material. Este porcentaje sirve de parámetro para llamar a la subrutina de decisión de modificación de variables de entrada ( COLC-TL1 ).

Para generar el siguiente evento, es necesario definir si se trata de fin de descarga parcial de material, ( FINULP ) o de fin de descarga total de todos los materiales, ( FINULT ).

#### SUBROUTINA FINULP

Representa fin de descarga parcial. Se utiliza para limpiar el arreglo de dos dimensiones ENT ( IMAT, NPLA ), donde --- IMAT es el índice del material que está descargando el barco y - NPLA es el número de la plataforma.

#### SUBROUTINA FINULT

Representa fin de descarga total. Se utiliza una vez que el barco termina de descargar todos los materiales necesarios en la plataforma. Si la plataforma se encuentra en paro se recolectan estadísticas mediante las subrutinas TIMST y COLCT1. Si aún no han sido visitadas todas las plataformas de destino se genera de nuevo el evento "ARRUL", en caso contrario, es llamada la subrutina POLIT para consultar el regreso a puertos y se configura el evento "ARRL". Se verifica si hay barcos en línea de espera, y, en caso afirmativo, se le remueve al próximo de la línea pasando a servicio mediante la generación del evento inicio de descarga.

#### FUNCION DRAND ( ISTRM )

Es el más importante de todo el conjunto de subprogramas para obtener muestras aleatorias de diferentes tipos de distribuciones. Genera los números aleatorios uniformemente distribuidos entre 0.0 y 1.0, además de que es posible obtener hasta 6 corrientes distintas de números aleatorios.

ISTRM = Corriente ( semilla ) de número aleatorio proporcionada en la tarjeta tipo 11.

SUBPROGRAMAS PARA MUESTRAS ALEATORIAS:

FUNCION UNFIRM ( ULO,UHI,ISTRM ); Muestra aleatoria de Distribu--  
ción Uniforme.

FUNCION TRIAG ( IPAR,ISTRM ); Muestra de distribución Triangular.

FUNCION RNORM ( IPAR,ISTRM ); Muestra aleatoria de distribución--  
Normal.

FUNCION RLOGN ( IPAR,ISTRM ); Muestra aleatoria de distribución--  
Logarítmica-Normal.

FUNCION ERLNG ( IPAR,ISTRM ); Muestra aleatoria de distribución--  
Erlang.

FUNCION GAMA ( IPAR,ISTRM ); Muestra aleatoria de distribución--  
GAMA.

FUNCION BETA ( IPAR,ISTRM ); Muestra aleatoria de distribución --  
BETA.

FUNCION NPSSN ( IPAR,ISTRM ); Muestra aleatoria de distribución--  
de POISSON.

Los Parámetros son; ULO = Valor mínimo de distribución Uniforme.

UHI = Valor máximo de distribución Uniforme.

ISTRM = Corriente de número aleatorio Utilizada.

IPAR = Media, desviación estándar, mínimo, máxi  
mo, en renglón IPAR de PPARM en tarjetas  
tipo 10 de S. DATIN.

SUBROUTINA STATE

El objetivo de ésta es el de realizar los cálculos de las va  
riables de estado, la forma en que lo hace es estableciendo una ---  
ecuación tipo SS:

$$SS ( K ) = SSL ( K ) + D'INOW* ( EENT-SSAL )$$

donde:  $K = 1,6$  ( Para cada uno de los materiales).

$SSL ( K )$  = Valor de la variable de estado  $K$  en el instante  $TTLAS$ , es decir, el nivel de la existencia física del material en ese momento.

$EENT$  = Cantidad del material que descarga el barco en el momento  $TNOW$ .

$SSAL$  = Cantidad del material que se está utilizando en el momento  $TNOW$ .

#### SUBROUTINA SCOND

El objetivo de ésta es el de comprobar el valor de  $SS ( K )$  siempre que se efectúen los cálculos. En caso de que algún material de alguna plataforma se esté utilizando llama a la función  $KROSS$  para detectar en caso de que suceda un evento estado.

#### SUBROUTINA EVNTS

El objetivo de ésta es el de llamar a la subrutina del evento correspondiente en base a una instrucción  $GO TO$  condicional, esto sucede cuando el valor de  $TNOW$  alcanza el de un evento dado.

#### PROGRAMA PRINCIPAL

Los valores que aquí se dan son los de unidades lógicas de lectura e impresión que dependen del computador utilizado. Además se pueden dar los valores constantes que sean necesarios para el caso de más de una simulación durante el proyecto.

#### SUBROUTINA INTLC

Los datos para alimentar al sistema a simular son leídos de tarjetas por medio de esta subrutina.

SUBROUTINA SSAVE

Adquiere aquellos valores a utilizar para cálculos estadísticos o gráficos que sirven para tabular o graficar mediante la subrutina GPLOT.

SUBROUTINA OTPUT

Imprime aquellos valores que necesita conocer el usuario en cuanto a cálculos finales. Entre éstos están; características por cada material de cada una de las plataformas, cantidad de carga -- por material de cada uno de los barcos, número de paros por material para cada plataforma y cantidad de paros por etapas y subetapas.

SUBROUTINA UERR

Codifica exactamente igual que la sub. OTPUT.

SUBROUTINA INVENT ( INPU )

Esta subrutina de apoyo es llamada por FINL, significa "Inventario" y se encuentra relacionada con el nivel de almacenaje en la carga del buque. El parámetro INPU es el número del puerto de carga a visitar por el barco.

SUBROUTINA TURNO ( NP,NT,INP )

Parámetros:

NP = Número del puerto de destino.

NT = Número de turnos de trabajo del puerto.

INP = Valor con que regresa para determinar si se encuentra dentro del horario de alguno de los turnos de trabajo del puerto.

Esta subrutina ayuda a ARRL y FINL determinando si el personal del puerto se encuentra dentro de su horario de labores ( INP = 1 ) o si se encuentra fuera de turnos de trabajo ( INP = 2 ), --- para lo cual se incrementa el valor del tiempo con el fin de que el barco se incorpore al servicio del puerto en cuanto se inicie el -- próximo turno.

### SUBROUTINA POLIT ( INPU )

Parámetro: INPU = Número del puerto.

Esta subrutina se encarga de consultar regreso a puertos.-- Mediante la función DRAND genera un número aleatorio con el cual - selecciona el puerto a visitar.

### SUBROUTINA ITINER ( ND, ID1, ID2, ID3 )

Rutina de itinerarios. Consulta las próximas plataformas - de destino a visitar, considerando en primer lugar aquellas que se encuentran en paro y posteriormente las que tienen mayores probabilidades de llegar al mismo estado, éstas son proporcionadas como da tos al generar el evento "arribo a descarga" durante el desarrollo de la subrutina FINL.

Esta es una subrutina de decisión y se apoya en la subrutina SHELL.

Parámetro: ND----- Número de plataformas de destino ( depende de la política usada ).

ID1      Número de la 1a., 2a. y 3a. plataforma de destino  
ID2      respectivamente.  
ID3

### SUBROUTINA SHELL ( NPS, TP, NPLA )

Parámetros : NPS = Cantidad de plataformas en uso.

TP = Tiempo paro de plataforma.

NPLA = Número de plataformas de destino seleccionadas y ordenadas.

Esta subrutina se basa en un método desarrollado para efectuar el ordenamiento de las plataformas, es decir, se busca determinar - cuáles son aquellas plataformas con mayores requerimientos de atención por parte de los buques de carga, seleccionándolas y ordenándolas.

#### SUBROUTINA PERFOR

En esta subrutina, que es la que simula el evento PERFORACION - se incrementa la etapa en desarrollo de la plataforma. Configura - los valores de las variables de salida ( velocidades de consumo ) - para cada material y genera el próximo evento que corresponde a tubería de revestimiento. Incrementa el número de pozos perforados - en la plataforma.

#### SUBROUTINA TR

Significa tubería de revestimiento. Configura los valores de las variables de salida y suma el tiempo de etapa a TNOW generando el evento siguiente, el cual depende de ser la última etapa. En - caso que así sea, el evento siguiente debe ser TERM, de lo contrario será el evento CEMENT.

#### SUBROUTINA CEMENT

Esta subrutina corresponde a la etapa de cementación. Se configuran las variables de salida y si se encuentra en la 4a. etapa, - es generado el evento TR, de lo contrario, el evento PERFOR.



SUBROUTINA TERM

Se refiere al evento terminación de pozo. Incrementa el número de pozos perforados. Si se ha cumplido con la cantidad de pozos perforados prevista se da por terminada la subrutina. De lo contrario se genera el evento PERFOR de manera inmediata y consecutiva dándole el valor de TNOW al atributo ( 1 ).

SUBROUTINA PUERTO

Esta subrutina incrementa en 1 la cantidad de puertos en el -- sistema simulado dando valores a éstos para establecer la política de regreso a los mismos.

SUBROUTINA BUQUES

Se incrementa en 1 el número de tanques y se genera el evento-ARRL ( arribo a carga ).

SUBROUTINA PLATA

Se incrementa en 1 el número de plataformas y se genera el -- evento PERFOR.

B I B L I O G R A F I A .

A. Alan B. Pritsker. " THE CASP IV SIMULATION LANGUAGE "

A Wiley-Interscience publication, USA, 1974

Thomas H. Naylor, Joseph L. Balintfy, Donald S. Burdick  
and Kong Chu. "TECNICAS DE SIMULACION EN COMPUTADORAS".

Editorial Limusa, México, 1975.

George S. Fishman. "CONCEPTOS Y METODOS EN LA SIMULACION  
DIGITAL DE EVENTOS DISCRETOS".

Editorial Limusa, México, 1978.

James E. Shamblin, G.T. Stevens Jr. "INVESTIGACION DE OPERA-  
CIONES -UN ENFOQUE -  
FUNDAMENTAL".

Libros Mc. Graw Hill de México, 1979.