

SISTEMA PARA GENERACION EN MICROCOMPUTADORES DE MATRICES Y  
REPORTES DE PROGRAMACION LINEAL

B. Brito; R. Calabrese; E. Correa; B. Lorenzo  
Universidad Central de Venezuela  
Facultad de Ciencias  
Caracas - Venezuela

RESUMEN

En este trabajo se presenta el diseño y desarrollo de un sistema para generadores de matriz e informes (GIM) orientado a problemas de programación lineal de mediana escala en microcomputadoras, que facilita la captura de datos, la generación de la matriz correspondiente y la interpretación de datos y resultados.

El GIM fue diseñado en forma modular, de fácil comprensión y utilización por parte del usuario, además puede ser usado tanto en forma Interactiva como en Lote, basándose su desarrollo en los paquetes comerciales GAMMA 04 y OMNI implantados éstos para aplicaciones en Mainframe.

## INTRODUCCION

El microcomputador ha pasado a ser un producto que día a día es más accesible al público consumidor. Esto a su vez ha generado la necesidad de producir una serie de aplicaciones comerciales (paquetes) que deben satisfacer las necesidades de éste público masivo; estos paquetes al igual que los micros se caracterizan en su mayoría por su fácil uso y manejo. Tenemos así que las dos grandes restricciones, como lo eran el capital y el personal capacitado para el manejo y uso de microcomputadores está desapareciendo.

En el área de Investigación de Operaciones nos encontramos con paquetes estadísticos que originalmente fueron creados para computadores (mainframe) como son el SPSS y el SIMSCRIPT; hay también en el mercado una serie de paquetes para hacer pronósticos como el MICRO-BJ, XTRAPOLATOR y NUMERICS, entre otros; inclusive con productos especializados en ciertos tópicos como generación y pruebas de números aleatorios (vease Sabbagt 10).

Por supuesto no podemos dejar de mencionar en éste trabajo los paquetes desarrollados para resolver Problemas de Programación Lineal (PPL). En las publicaciones y revistas del área nos encontramos con avisos promoviendo productos como LP88, LP/FORTRAN, HS/LP, MATHEMATICAL PROGRAMMING PACKAGE II, etc. Todos ellos ofrecen eficiencia y capacidad para resolver Problemas de Programación Lineal de cierta magnitud, como son problemas de 100x100 y 300x600.

La oferta de estos productos de Programación Lineal (PL) se justifica en parte por la tendencia actual en la industria de usar técnica de PL a fin de resolver Problemas de corte técnico, científico y gerencial como son los problemas de transporte, distribución obtención de mezclas óptimas en procesos productivos, finanzas e inversiones y asignación de recursos, entre otros. Ahora bien, la resolución de Problemas de Programación Lineal de gran escala como puede ser la determinación de la mezcla óptima a producir en una refinería, implica la generación de una matriz de coeficientes tecnológicos de gran magnitud. Esta matriz debe ser llenada tomando en cuenta la información numérica contenida en tablas, utilizadas para representar restricciones de carácter técnico, económico y político, así como también, relaciones estructurales y funcionales del problema. Además, una vez resuelto el problema debido a la necesidad de interpretar la información resultantes de la solución, que se encuentra en forma un tanto engorrosa para el usuario, se requiere de una serie de informes que permita un análisis de los resultados, facilitando así, la toma de decisiones.

Para aliviar la carga en el manejo de tanta información, surgen entonces en el mercado, paquetes comerciales conocidos como "GENERADORES DE MATRICES E INFORMES" para Problemas de Programación Lineal. Estos productos vienen a facilitar en alto grado no solo la captura de datos y generación de la matriz correspondiente, sino que además facilitan la interpretación de datos y re-

sultados. Entre los paquetes más conocidos se encuentran: el GAMMA 04, el OMNI/PDS 370 09 y el GENERADOR DE INFORMES MPSX370 08.

Sin embargo, estos productos fueron desarrollados para computadores grandes como son los de las series 370 y 4300 de IBM y la serie 6000 de BURROUGHS. Esto nos llevó a pensar en el desarrollo de un Sistema para Generadores de Matriz y Generadores de Informes para Problemas de Programación Lineal de mediana escala en microcomputadores. Estos generadores serán dos módulos que, junto con un tercero de búsqueda de la solución óptima conformarán un software destinado a resolver Problemas de Programación Lineal en micros.

La programación del paquete se realizó en forma modular y además tomando en cuenta el tipo de información que se ha de manejar se decidió usar el lenguaje "TURBO PASCAL" y el sistema fué implantado en una EPSON QX-10 (actualmente se implanta en PC y XT de IBM).

#### 1.- DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA GIM:

El sistema Generador de Matriz/Informe GIM fué desarrollado en forma modular, de fácil comprensión y utilización por parte de los usuarios. Este software fué diseñado para microcomputadores y puede ser usado tanto en forma interactiva como en lote. Consiste de dos módulos: el primero para la generación de la matriz asociada a un problema de PL y el segundo módulo para la generación de informes asociados a la solución de Problemas de Programación Lineal.

A continuación se presenta el diagrama general del sistema GIM y la descripción de los módulos que lo conforman:

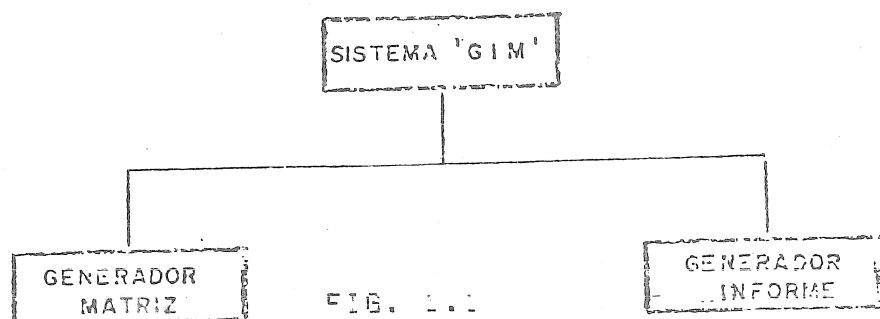


FIG. 1.1

FIG. 1.1

### MODULO PARA LA GENERACION DE LA MATRIZ (MGM):

Este módulo es el encargado de generar la matriz a partir de los datos (tablas, listas, restricciones y variables de decisión) necesarios para la generación de la matriz bajo el formato de entrada MPS, de una manera natural y sencilla, por medio de un número mínimo de reglas y formatos.

En la fig. 1.2 se muestra el diagrama general de éste módulo:

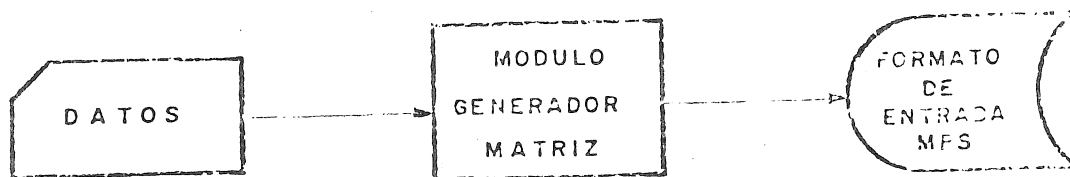


FIG. 1.2

FIG. 1.2

### MODULO PARA LA GENERACION DEL INFORME (MGI):

Este módulo es el encargado de generar los informes a partir del archivo solución (Producto de la resolución de un problema de PL) y de un conjunto sencillo de comandos.

En la fig. 1.3 se ilustra el diagrama general del MGI:

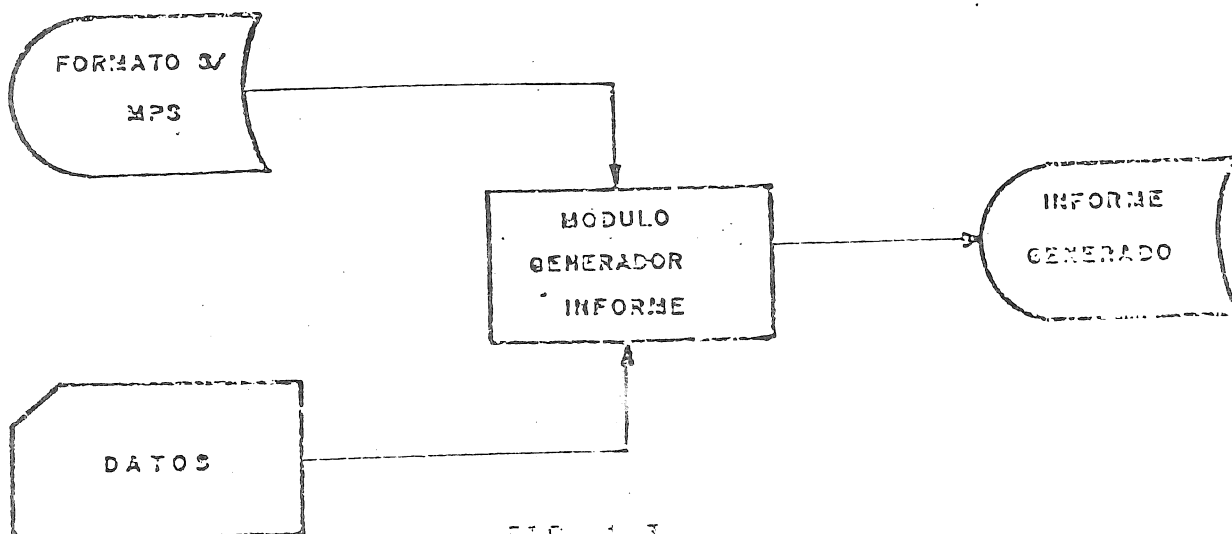


FIG. 1.3.

## DIAGRAMA GENERAL DEL MODULO GENERADOR DE INFORME

Los datos de la fig. 1.2 y 1.3 son almacenados en archivos de acceso random. Los componentes de estos archivos son del tipo estático, descartando los tipos dinámicos, dado que la actualización de los mismos requieren de un proceso engorroso para mantener los datos existentes en la estructura y además, estas no permiten acceso directo a sus componentes.

## 2.- SISTEMA INTERACTIVO

El sistema interactivo GIM establece comunicación directa con el usuario por medio de un esquema de MENU. La principal razón de ello, es la necesidad de un producto amigable al analista/usuario, que los guíen para realizar la captura de los datos de una manera totalmente transparente, sin que estos deban conocer la secuencia exacta de los pasos a ejecutar.

La siguiente figura muestra la configuración general del sistema GIM Interactivo.

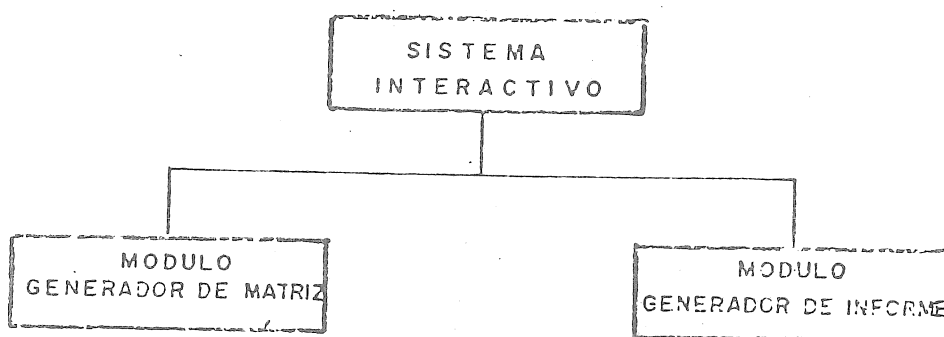


FIG. 1.4

FIG. 1.4

### 2.1- MODULO GENERADOR DE MATRIZ (MGM)-I

El módulo Generador de Matriz fué diseñado para el desarrollo, organización, generación y mantenimiento de matrices asociadas a Problemas de Programación Lineal. El generador agrupa los datos basándose en el uso de TABLAS para la colección y almacenamiento de los datos asociados al problema agrupados en estas tablas según su naturaleza y en el uso de LISTAS para el almacenamiento de información de cadenas de caracteres en forma mnemónica. Por medio de ésta clasificación, el MGM-I posee todos los datos agrupados en su forma lógica requeridos en la formulación de un problema de PL, los cuales serán accesados y manipulados en la generación de la matriz.

El MGM-I cumple las siguientes funciones:

- a) Captura y validación de los datos asociados a un PPL, para lograr la generación de la matriz con datos válidos del problema.
- b) Modificar y eliminar datos del problema, para brindarle al analista la flexibilidad y facilidad de corregir los datos numéricos y/o hacer cambios estructurales en un problema previamente definido.
- c) Generar la matriz bajo el formato de entrada MPS, dado a que dicho formato es standard en la mayoría de los paquetes comerciales.

El MGM-I mantiene comunicación con el usuario por medio de un esquema de menú y para realizar sus funciones está subdividido en 5 submódulos que se describirán posteriormente, ellos son:

- A.- Introducir Datos-Analista.
- B.- Modificar Datos-Analista.
- C.- Eliminar Datos-Analista.
- D.- Introducir Datos-Usuario.
- E.- Generación del formato de entrada MPS.

En la fig. 2.1 se muestra el diagrama general del Módulo Generador de Matriz Interactivo.

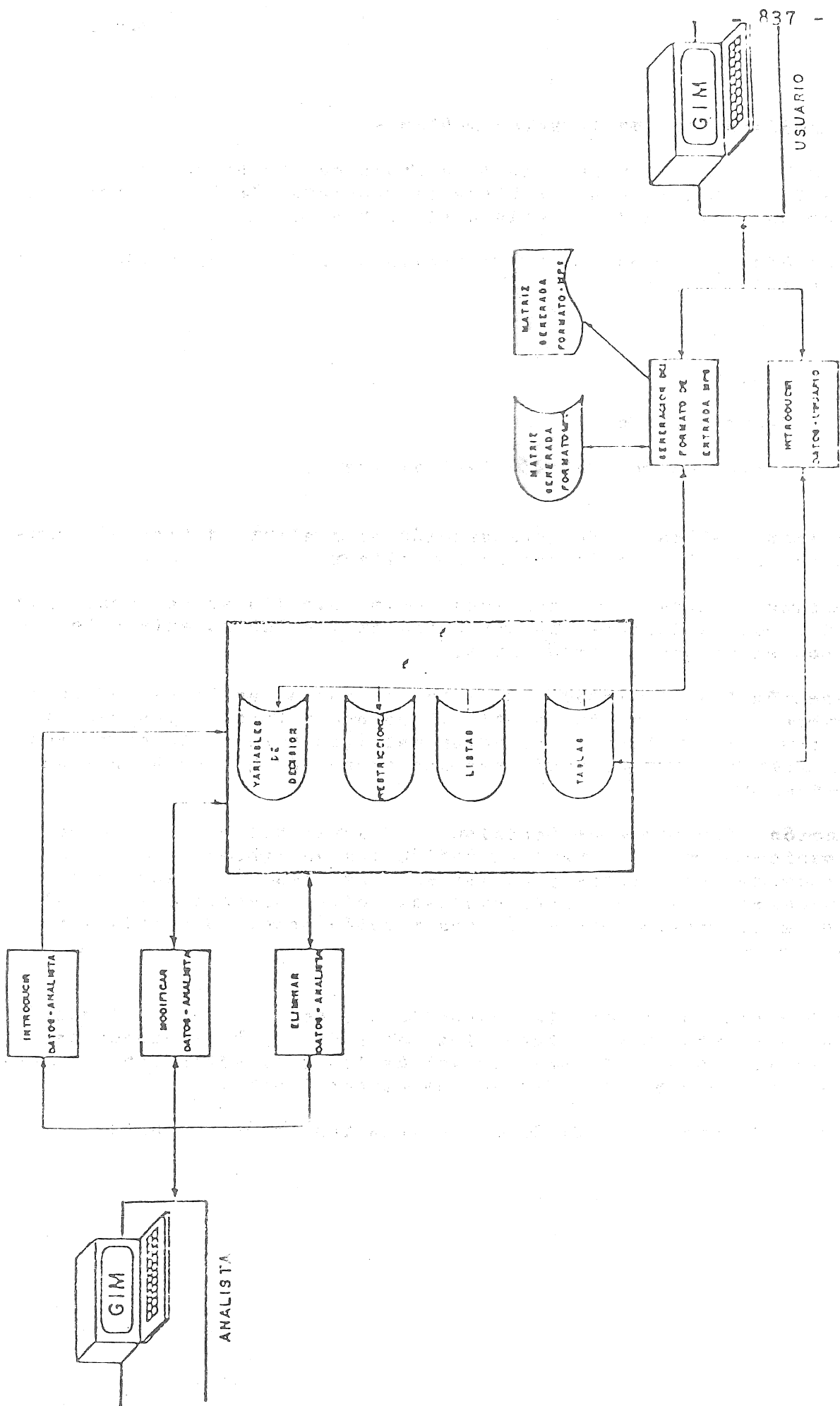


FIG. 2.1 DIAGRAMA GENERAL DEL SUCLO GENERADOR DE MATRIZ-INTERACTIVO.

#### **A. Submódulo Introducir Datos Análisis**

Este submódulo se encarga de la captura de los datos requeridos en la formulación de un Problema de Programación Lineal para la generación de la Matriz asociada al problema.

El submódulo Introducir Datos-Analista está subdividido en 4 secciones de datos:

- a) Tablas.
- b) Listas.
- c) Restricciones.
- d) Variables de Decisión (actividades).

a) **Sección Tablas:** En esta sección el analista define el conjunto de tablas (o procesos) a utilizar.

b) **Sección Listas:** El analista define las listas ya sea, por medio de la información contenida en las Tablas existentes u otros elementos o componentes.

c) **Sección Restricciones:** En esta sección el analista define el nombre de la función objetivo, nombre y tipo de las restricciones del problema y el valor del lado derecho de cada restricción, el cual puede ser una expresión que será evaluada posteriormente.

d) **Sección Variables de Decisión:** Una vez definida la sección Restricciones el analista define las variables de decisión indicando su nombre y cuales son las restricciones con su expresión, la cual será evaluada posteriormente y este valor indica el coeficiente en la restricción asociado a cada variable de decisión.

El submódulo Introducir Datos-Analista a medida que interactúa con el analista para capturar los datos de las 4 secciones definidas previamente se encarga de validarlos y si estos son correctos se almacenan en los archivos correspondientes.

La fig. 2.2 muestra el flujo de información de éste submódulo



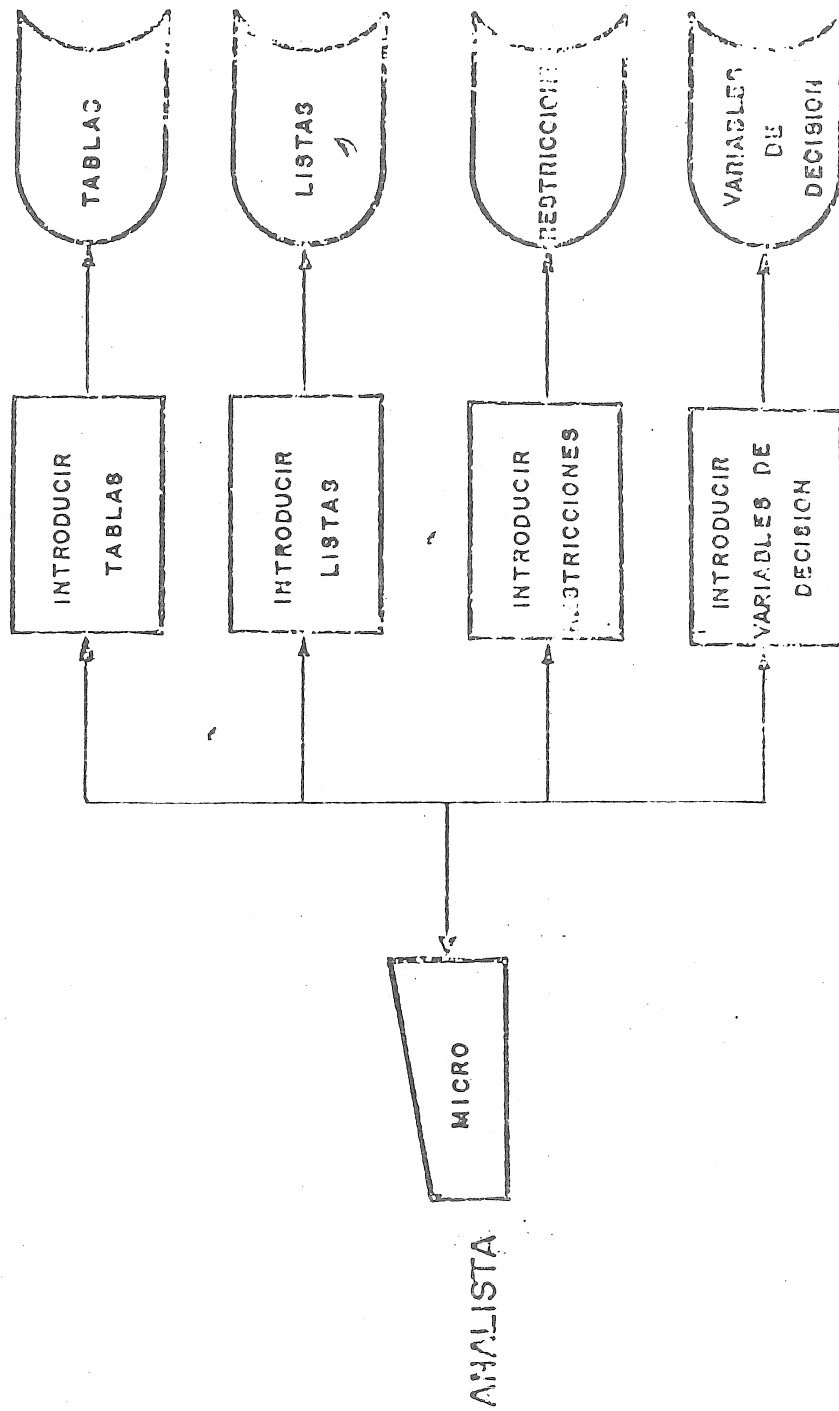


FIG. 2.2

SUBMODULO: INTRODUCIR DATOS - ANALISTA

#### **B.- Submódulo Modificador Datos-Analista**

Este submódulo se encarga de llevar a cabo las modificaciones que se requieran de los datos, por medio de un esquema de menú para la captura de la información a modificar, en los archivos de datos; abarcando el punto de inclusión de nuevos datos y efectuando la validación correspondiente. Este proceso se inicializa con la presentación de un menú Principal donde se contemplan todas las posibles alternativas de modificación sobre los datos, como son:

- Modificar Tablas
- Modificar Listas
- Modificar Restricciones
- Modificar Variables de Decisión

Donde para cada una de estas alternativas se realiza la búsqueda de la información que se desea modificar y se efectúa la sustitución.

El resultado de la ejecución de este submódulo son los archivos de datos ya actualizados.

En la fig. 2.3 se muestra el diagrama de éste submódulo.

#### **C.- Submódulo Eliminar Datos-Analista:**

Este submódulo se encarga de efectuar todas las eliminaciones que se requieran de los archivos de datos, la captura de la información a eliminar se realiza por medio de un esquema de menú. El usuario está en capacidad de escoger sobre las posibles alternativas de eliminación, hecho esto, se efectúa la búsqueda de la información a eliminar y se realiza la actualización de los archivos de datos.

En la fig. 2.4 se muestra el diagrama del submódulo Eliminar Datos-Analista.

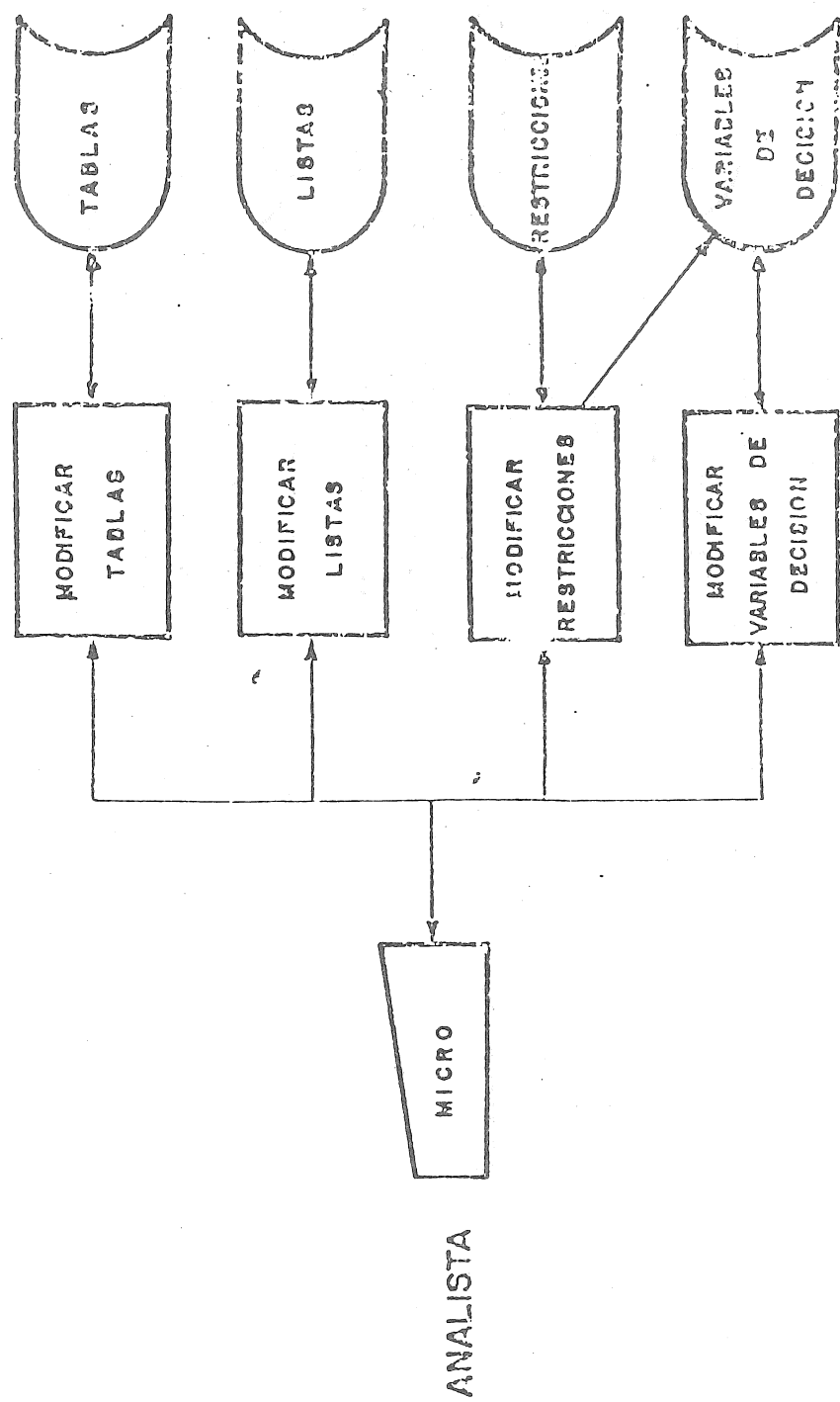


FIG. 2.3

SUBMODULO: MODIFICAR DATOS - ANALISTA

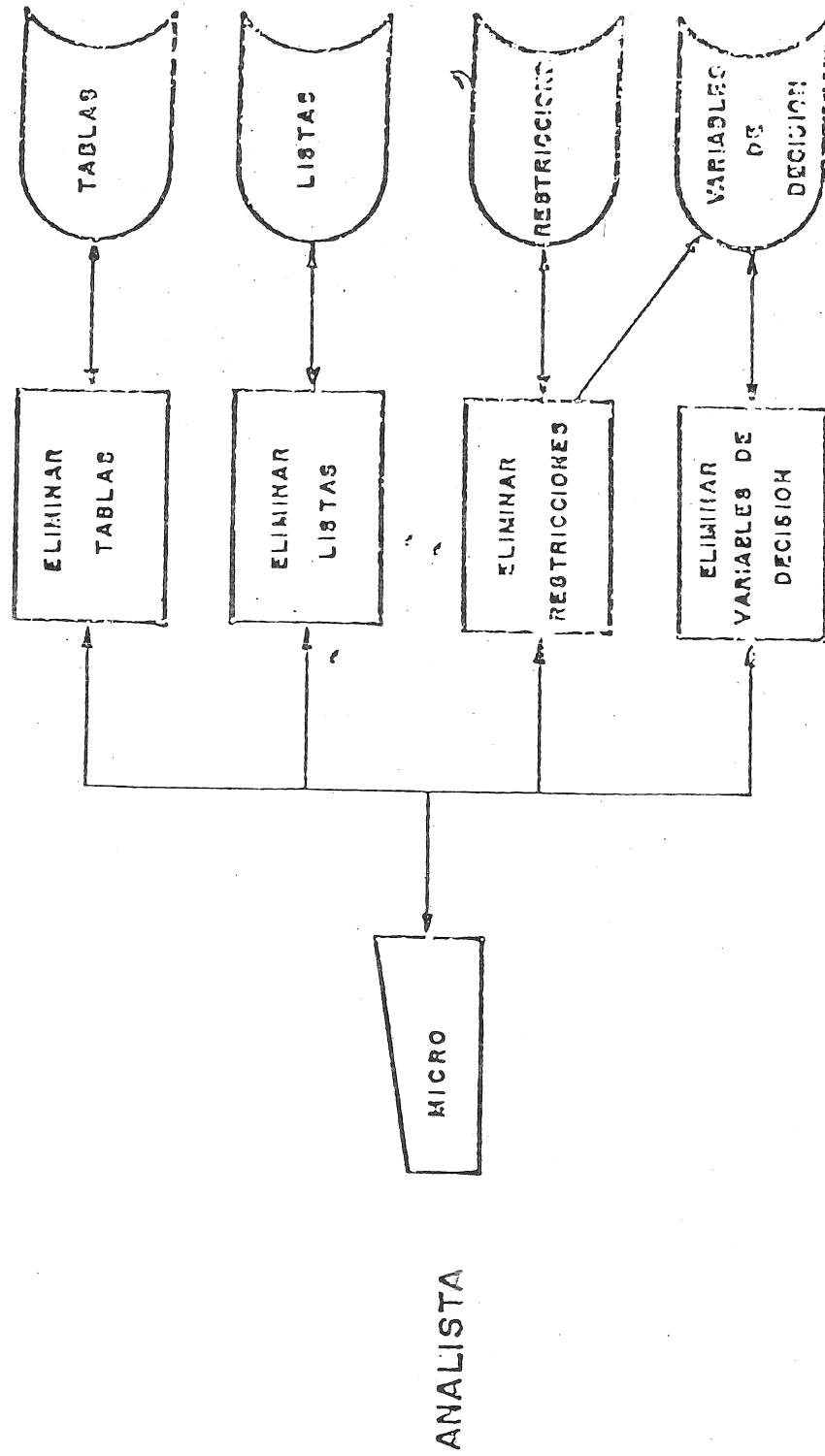


FIG. 2.4  
SUBMODULO: ELIMINAR DATOS - ANALISTA

**D.- Submódulo Introducir Datos-Usuarios:**

Este submódulo se encarga de la captura y validación de la información numérica, de los distintos componentes pertenecientes a los procesos o tablas del Problema de Programación Lineal a resolver. Esta información queda registrada en el archivo de Tablas.

El usuario interactúa con este submódulo si el analista previamente ha realizado la formulación del problema.

La fig. 2.5 muestra el diagrama de este submódulo.



Fig, 2.5

FIG. 2.5

**E.- Submódulo Generación de Formato de entrada MPS:**

Este submódulo se encarga de la evaluación de las expresiones definidas en las secciones Restricciones y Variables de Decisión.

El resultado de este submódulo es un archivo con la matriz generada bajo el formato de entrada MPS.

La fig. 2.6 ilustra el diagrama de flujo de este submódulo.

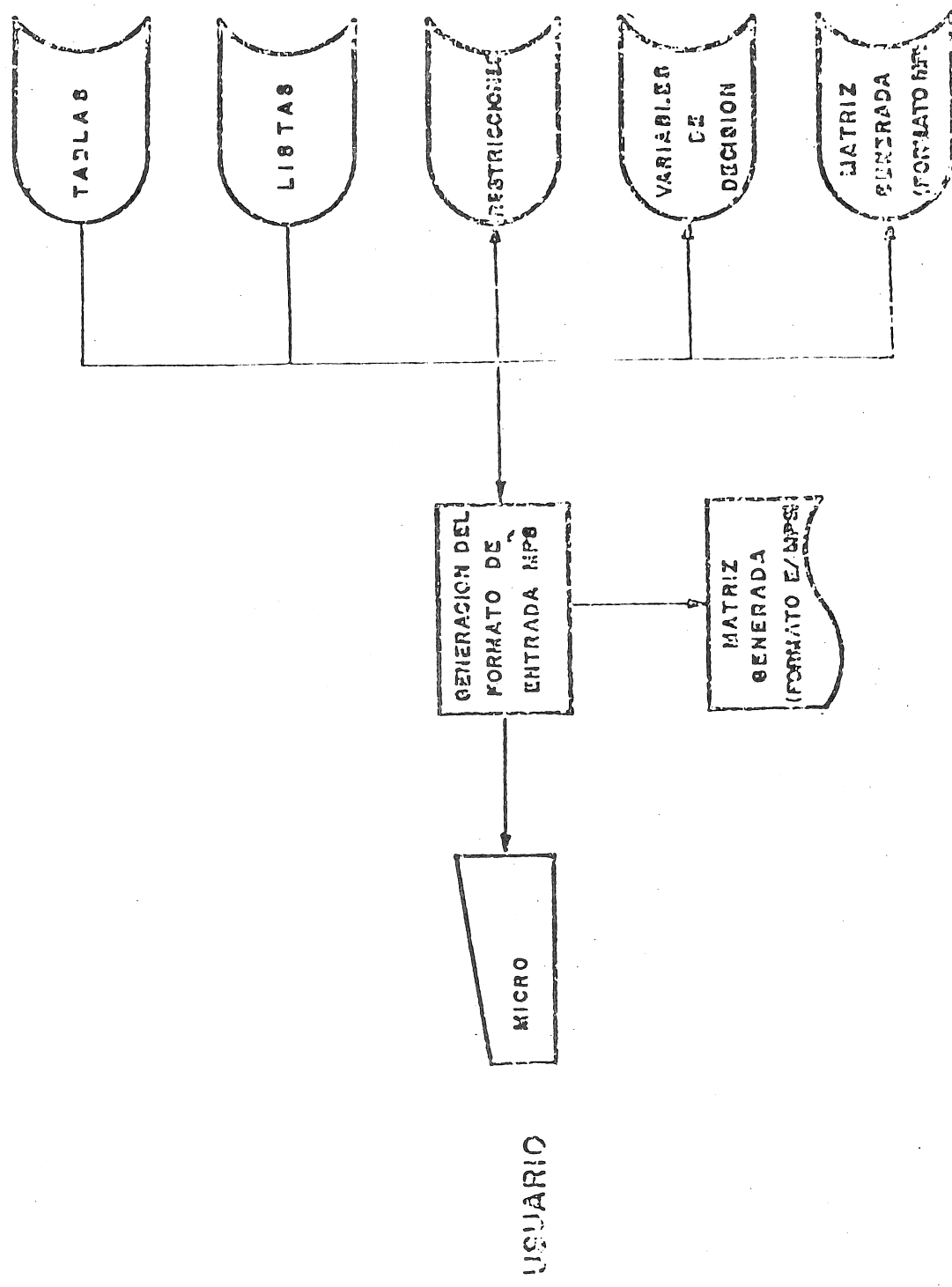


FIG. 2.6  
SUBMODULO: GENERACION DEL FORMATO DE ENTRADA MPS.

## 2.2- MODULO GENERADOR DE INFORME ( MGI-I9 ):

Con este software el usuario podrá diseñar informes, tomando los aspectos que sean de su mayor interés del archivo que contiene toda la información de la solución del problema (archivo con el formato de salida MPS). El usuario dispondrá de un conjunto sencillo de comandos para el acceso de la información y diseño del informe.

El MGI-I cumple con las siguientes funciones:

- a) Captura y validación de los datos asociados al diseño de un informe, para lograr la generación de éste.
- b) Modificar y eliminar datos del informe para brindarle al analista la flexibilidad y facilidad de corregir y/o hacer cambios en un informe previamente definido.
- c) Generar un informe, según las especificaciones del analista.

El MGI-I para realizar sus funciones está subdividido en 4 módulos los cuales se describirán posteriormente.

- A.- Introducir Datos-Informe.
- B.- Modificar Datos-Informe.
- C.- Eliminar Datos-Informea.
- D.- Generador de Informe.

En la fig. 2.7 se muestra el flujo de información del Módulo Generador de Informe Interactivo.

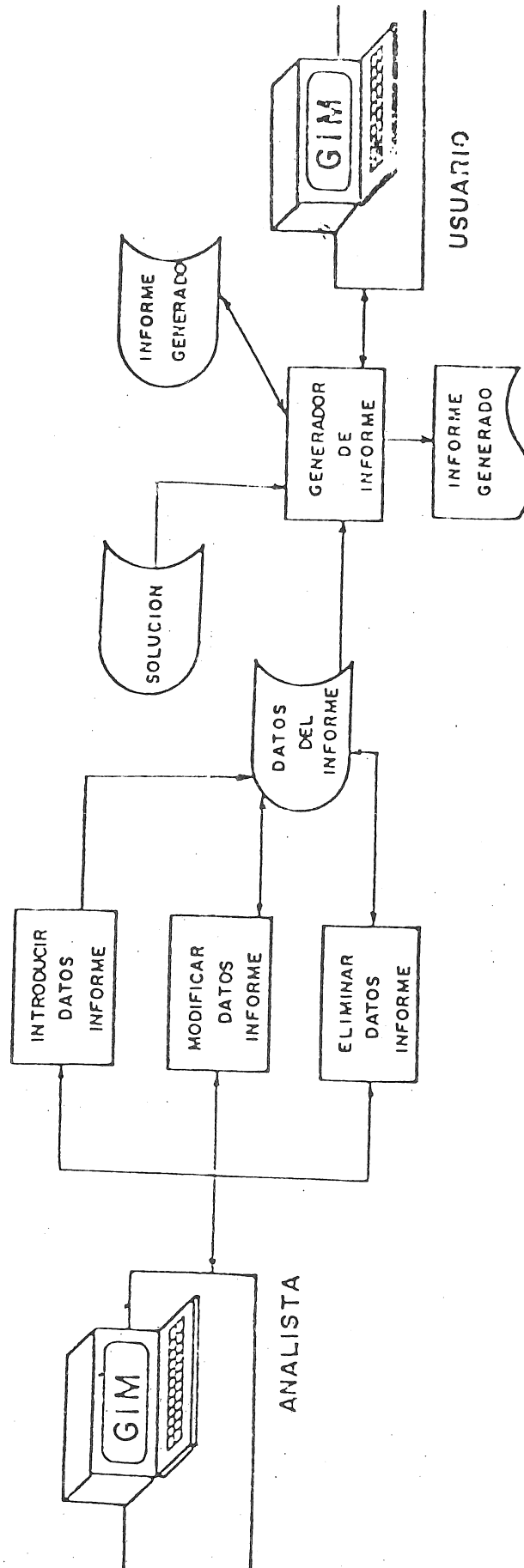


FIG. 2.7

MODULO GENERADOR DE INFORME - INTERACTIVO



#### A.- Submódulo Introducir Datos-Informe

El objetivo primordial de este submódulo es la captura en forma interactiva de los datos para el diseño del informe.

Este submódulo crea el archivo que contendrá todos los datos suministrados por el analista quien puede definir rutinas, títulos, formatos, realizar cálculos y operaciones aritméticas con los valores de la solución, salto de páginas, etc.

#### B.- Submódulo Modificar Datos-Informe

Mediante este submódulo, el analista interactúa con el sistema para realizar las diferentes funciones de manipulación sobre los datos, que pueda necesitar en cualquier momento. Estas funciones son:

- Listar la información ya suministrada.
- Agregar datos al informe.
- Modificar un informe ya formulado.

La ejecución de este submódulo produce la actualización del archivo que contiene toda la información para la formulación del informe.

#### C.- Submódulo Eliminar Datos-Informe

Por medio de este submódulo, el analista interactúa con el sistema para eliminar datos del informe, facilitándole esta actividad con la opción de listar toda la información que posea el informe.

La ejecución de este submódulo produce la actualización del informe formulado.

#### D.- Submódulo Generador de Informe

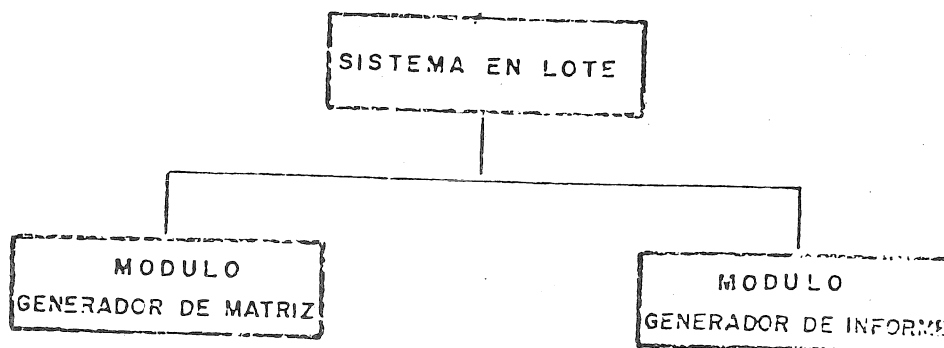
Este submódulo, recibe como entrada: el archivo con la información (válida) suministrada por el analista para la generación del informe y los archivos de solución en el formato de salida MPS.

Con esta información se genera el informe deseado por el usuario. Dicho informe se almacenará en un archivo y el usuario decidirá si desea listarlo por impresora y/o pantalla.

### 3.- SISTEMA EN LOTE

El sistema en lote, surge para aquellos analistas que prefieran definir los archivos de datos con información de las tablas, listas, restricciones y variables de decisión para la generación de la matriz e informes de la solución, sin necesidad de interactuar con el sistema.

El analista creará los archivos de datos del tipo txt (texto) a través de cualquier editor, por ejemplo: el editor de Turbo Pascal [06]. Utilizando los mismos formatos y las mismas secciones usados en el interactivo para definir el generador de matriz y el generador de informes. Si el analista desea hacer modificaciones sobre los datos, solo tiene que acceder estos archivos y actualizarlos con la información que desee, utilizando también el editor seleccionado.



## CONCLUSIONES

El Generador de Matriz e Informes (GIM) en micros, que se presentó en este trabajo, resulta ser un sistema que provee facilidades en la manipulación de datos para la generación de la matriz e informes de la solución del problema de Programación Lineal a resolver. El método de definición del modelo, la manipulación y mantenimiento de los datos, ofrecido por este sistema reduce el tiempo de desarrollo del modelo, así como también permite que las variables y restricciones pueden ser descritas en términos generales con un número pequeño de instrucciones y los datos que han sido modificados pueden ser rápidamente introducidos.

Por otra parte, el lenguaje que permite una modelación rápida es fácil de aprender; los informes de la solución son fácilmente formateados y descritos en términos generales independientes de los datos actuales y se generan informes completos o parciales.

Finalmente, por todos los aspectos mencionados anteriormente, a su sencillez y la comunicación sistema usuario "amigable" es de fácil uso, en comparación a muchos programas que corren en estructura "mainframe".

El GIM puede seguir desarrollándose específicamente en:

- Lograr que los informes puedan ser generados durante cualquier paso del desarrollo de la generación de la matriz (por ejemplo: Informes que puedan ser generados durante la entrada de datos o fases en la generación de la matriz).
- Obtener informes desde varios archivos de solución.
- Permitir usar listats para la definición de los nombres de las tablas.
- Incrementar el número de operadores condicionales a ser utilizados en la evaluación de expresiones aritméticas usadas en la definición de los coeficientes de la matriz y el vector de recursos.