

11 870115
2ej

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

Incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PROGRAMA DE COMPUTADORA PARA EL ANALISIS
DE REDES HIDRAULICAS

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

MANUEL ARTURO FLORES MEZA

GUADALAJARA, JAL., 1988



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.

INDICE

NOMENCLATURA EMPLEADA.....	I
PROLOGO.....	1
CAPITULO I GENERALIDADES.....	2
CAPITULO II ANALISIS DE SISTEMAS DE TUBOS.....	7
2.1. RESISTENCIA AL FLUJO.....	7
2.1.1. Viscosidad.....	7
2.1.2. Número de Reynolds.....	9
2.1.3. Radio hidráulico.....	11
2.1.4. Rugosidad.....	11
2.1.5. Pérdidas primarias o de superficie.....	13
2.1.5.1. Ecuación general de las pérdidas primarias o de Darcy-Weisbach.....	13
2.1.5.2. Ecuación de Hazen-Williams.....	16
2.1.5.3. Ecuación de Manning.....	16
2.1.6. Pérdidas secundarias o de forma.....	18
2.1.7. Fundamentos de las bombas.....	21
2.1.7.1. Función de una curva caracterfsti- ca.....	23
2.2. REDES DE TUBERIAS.....	26
2.2.1. Método de Cross.....	26

NOMENCLATURA EMPLEADA

A	área hidráulica.
A_1	constantes de la función característica de una bomba
C_H	constante de Hazen-Williams
D, d	diámetro
du	diferencial de velocidad
dy	diferencial de tirante hidráulico
f	factor de fricción
g	aceleración de la gravedad normal o standard
H	altura efectiva (bomba)
H_f, h_f	pérdidas primarias o por fricción
H_p	pérdidas totales
H_s	pérdidas secundarias o de forma
k_A	coeficiente de pérdida por accesorio
L	longitud
Le	longitud equivalente
n	coeficiente para Manning
P	perímetro mojado
Q	gasto
ΔQ	variación del gasto
R	constante
Re	número de Reynolds
Rh	radio hidráulico
SI	sistema internacional de unidades
UI	unidades del sistema inglés

v	velocidad media
α	constante
ε	rugosidad absoluta
ε_0	rugosidad absoluta del material nuevo
μ	viscosidad dinámica
ν	viscosidad cinemática
ρ	densidad del fluido
τ	esfuerzo cortante

PROLOGO

Dada la importancia y atractivo del tema de las computadoras en la ingeniería, inicié la elaboración de la presente tesis, aplicando la programación en la rama de la hidráulica.

Hago incapié en que el tema ya ha sido abordado por numerosos investigadores e ingenieros.

En nuestros días la computadora se ha convertido en un instrumento eficaz y barato que hace posible la elaboración de cálculos en forma sorprendente por lo rápido y exacto.

No pretendo abarcar en esta tesis íntegramente todos los aspectos concernientes al tema que me ocupa, por lo extenso del mismo; sino que quiero solamente dar a conocer los fundamentos de las fórmulas de fricción para tuberías, para poder llegar paso a paso hasta el método de Cross para redes cerradas y generalizarlo de tal manera que sea aplicable a sistemas abiertos. Tratando de que el método quede lo bastante claro para poder llegar a la elaboración del programa.

He puesto mi empeño en realizar un trabajo más aceptable, no solo para presentación sino con el deseo de superación que me fue inculcado en las aulas.

CAPITULO I

GENERALIDADES

Esencial para cualquier civilización es un abasto adecuado de agua; ya desde 312 antes de Cristo, los ingenieros-romanos empezaron a construir un sistema de agua en una escala antes vista. Hacia 226 d.C., once acueductos llevaban a Roma unos mil millones de litros de agua dulce al día, los cuales permitían la existencia de los preciosos baños públicos y las numerosas fuentes desbordantes de agua gratuita para su millón de habitantes.

De fuentes situadas en colinas distantes hasta 50 kms. el agua bajaba por gravedad por canales y conductos a un punto sobre la llanura romana, de donde pasaba a los puentes de arcos de piedra que le daban una pendiente uniforme. La presión de esos acueductos elevados impulsaba el agua entre una red de tubos de plomo y arcilla que corría bajo las calles de la ciudad.

En la antigüedad y hasta fines del siglo pasado se -- han hecho grandes obras de ingeniería debido a conocimientos empíricos.

Las investigaciones experimentales empezaron precisamente a mediados del siglo pasado y ya se trató de determinar matemáticamente el comportamiento de los fluidos.

Poiseuille, en 1846, fue el primero en determinar matemáticamente el factor, de fricción en flujo laminar y obtu

vo la ecuación para determinar dicho factor, que es:

$$f = \frac{64}{Re}$$

En 1850, Darcy, Weisbach y otros, dedujeron experimentalmente una fórmula para calcular en un tubo la pérdida por fricción:

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

Osborne Reynolds en 1883 en base a sus experiencias - fue el primero que propuso el criterio para distinguir ambos tipos de flujo mediante el número que lleva su nombre, el -- cual permite evaluar la preponderancia de las fuerzas viscosas sobre las de inercia.

A partir de los resultados experimentales, acumulados hasta el año de 1913, Blasius llegó a la conclusión de que - existen dos tipos de fricción para el flujo turbulento en tu bos. El primero está asociado con tubos lisos donde los e-- efectos de la viscosidad predominan y el factor de fricción - depende del número de Reynolds. El segundo tipo se refiere a tubos rugosos donde la viscosidad y los efectos de la rugg sidad influyen en el flujo, además de que el factor de fricción depende del número de Reynolds y de la rugosidad relati va.

En base a sus propias experiencias y con los datos ex perimentales de Saph y Schoder, Blasius formuló la siguiente

expresión para tubos lisos:

$$f = \frac{0.3164}{Re^k}$$

Años más tarde, Stanton y Pannell, después de investigar detalladamente el flujo del aire y del agua en tubos lisos de latón, encontraron que al llevar sus resultados a una gráfica, de f contra Re , los puntos se agrupaban en una curva que en la zona turbulenta, concuerda bastante con la fórmula de Blasius para $Re > 10^5$. Sin embargo, atrás de este límite existía una gran divergencia.

Las contribuciones más importantes las realizó Nikuradse, en Gotinga, alrededor de 1920. Este investigador obtuvo resultados de f contra Re , en tubos lisos que comprendían valores de $Re = 3 \times 10^6$, obteniendo la siguiente expresión:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2 \log Re \sqrt{f} - 0.8$$

Nikuradse trabajó con tubos de rugosidad artificial - perfectamente verificada en el laboratorio, mediante granos unidos de arena de diferente distribución sobre la superficie interna del tubo. Una combinación de ξ y D , le permitieron establecer seis valores distintos de la rugosidad relativa ξ/D , que van de 1/30 hasta 1/1014. Además, obtuvo la ecuación que lleva su nombre, válida para tubos rugosos en la zona turbulenta y que es:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2 \log \frac{D}{2\xi} + 1.74$$

La evidencia experimental obtenida por Nikuradse proporcionó la información que Prandtl y Von Kármán necesitaron para apoyar y completar las fórmulas teóricas que definen el flujo turbulento en tubos lisos y rugosos.

Nikuradse tuvo algunas limitaciones debido a que era difícil correlacionar la rugosidad artificial uniforme, con el tipo irregular y ondulado de los tubos comerciales.

La rugosidad en tubos comerciales no es homogénea, razón por la cual es difícil de definir científicamente. Sin embargo, se puede caracterizar por un valor medio que, desde el punto de vista de pérdida, es equivalente a una rugosidad uniformemente distribuida. Conviene aclarar que en dicha rugosidad intervienen factores como la frecuencia y alineamiento de las juntas en los conductos de concreto y asbesto cemento, o bien el tipo de costura o de remachado en los tubos de acero y, finalmente, el efecto de incrustaciones y acumulaciones en los conductos, principalmente metálicos, por la acción corrosiva del agua.

Colebrook y White comprobaron los resultados Nikuradse, para las zonas laminar y turbulenta en tubos de rugosidad comercial. Sin embargo en la zona de transición encontraron discrepancias y presentaron la siguiente fórmula empírica:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2 \log \left(\frac{\epsilon/D}{3.71} + \frac{2.51}{\text{Re}\sqrt{f}} \right)$$

Con base a estos resultados Moody preparó su diagrama

universal, que lleva su nombre, para determinar el coeficiente de fricción f en tuberías de rugosidad comercial que -- transportan cualquier líquido

En la actualidad, en las grandes concentraciones urbanas los sistemas de distribución de aguas forman intrincadas redes, de modo que el agua en un punto puede provenir de dos direcciones distintas.

Hardy Cross nació en E.U.A. en 1885 y murió en 1959. Fue profesor de ingeniería civil en el área de estructuras, primero en la Universidad de Illinois y después en la Universidad de Yale.

En 1936 creó un método de relajamientos o de pruebas y errores controlados para el análisis estructural y después lo trasladó al análisis hidráulico.

El método de Cross se puede adaptar a un programa de computadora, el cual realiza las operaciones en instantes, de modo que resuelven una complicada red de distribución resulta en la actualidad relativamente sencillo.

Aunque se han planteado diferentes procedimientos de solución con computadora en el análisis de redes de agua potable, el método de Cross es el más práctico, pues las dificultades de otros métodos consisten principalmente en que -- los sistemas de ecuaciones resultantes no son lineales.

CAPITULO II

ANALISIS DE SISTEMAS DE TUBOS

2.1. RESISTENCIA AL FLUJO.

2.1.1. Viscosidad.

Un fluido se define como aquella sustancia que se deforma continuamente cuando se le sujeta a un esfuerzo cortante, sin importar la magnitud de éste.

En forma diferencial

$$\tau = \mu \cdot \frac{du}{dy}$$

es la relación entre esfuerzo cortante y rapidez de deformación angular para un flujo unidimensional. El factor de proporcionalidad se llama viscosidad del fluido.

Un fluido real es aquel en que las irreversibilidades o pérdidas de energía son de importancia. Debido a que la viscosidad es la propiedad que ocasiona los esfuerzos cortantes en un flujo, constituye también uno de los medios para que se desarrollen las pérdidas.

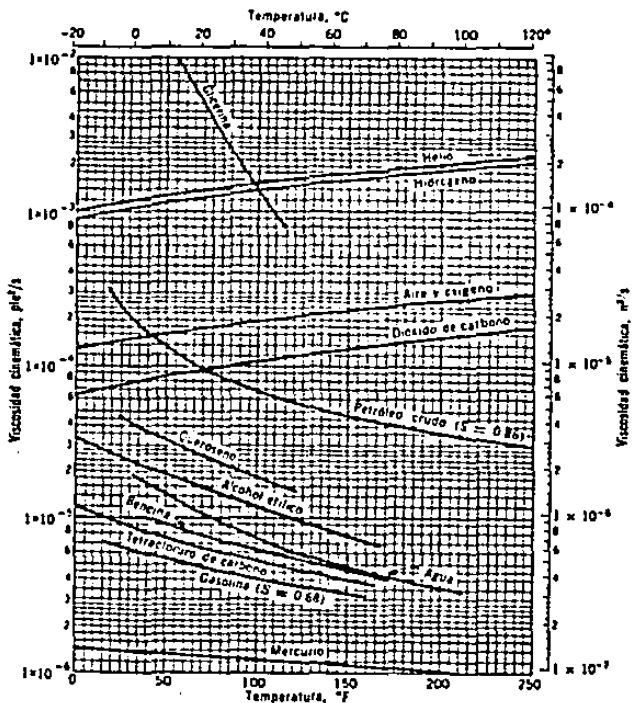
Al aumentar la temperatura la viscosidad de un líquido disminuye. La resistencia que un fluido ofrece al corte depende de las fuerzas de cohesión y la rapidez de la transferencia de cantidad de movimiento entre moléculas. La cohesión parece ser la causa predominante de la viscosidad en un líquido, y como la cohesión disminuye al incrementarse la temperatura, lo mismo le sucede a la viscosidad.

Para presiones ordinarias, la viscosidad es indepen--

diente de la presión y depende solo de la temperatura.

Frecuentemente se conoce a la viscosidad μ bajo el nombre de viscosidad absoluta o viscosidad dinámica, con el fin de diferenciarla de la viscosidad cinemática ν , que es el cociente de la viscosidad dinámica entre la densidad del fluido.

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$



Viscosidades cinemáticas de algunos gases y líquidos. Los gases están a la presión estándar.

2.1.2. Número de Reynolds

Los regímenes de corriente se dividen en permanentes y variables y tanto unos como otros en uniformes y no uniformes. Todos ellos se refieren por decirlo así a la corriente observada macroscópicamente. La clasificación de los regímenes de corriente en laminar y turbulento se refiere a la corriente estudiada microscópicamente.

Para estudiar el problema de resistencia al flujo, resulta necesario requerir a la clasificación de los flujos y considerar las grandes diferencias de su comportamiento entre los flujos laminar y turbulento.

El movimiento en régimen laminar es ordenado, estratificado: el fluido se mueve como clasificado en capas que no se mezclan entre sí. En una tubería circular, el fluido se desplaza ordenadamente en capas anulares concéntricas que deslizan unas con otras con velocidad decreciente desde el eje (velocidad máxima) hasta la pared de la tubería (velocidad - cero).

El movimiento en régimen turbulento es caótico. Las partículas se mueven desordenadamente y las trayectorias de las partículas se entrecruzan formando pequeños remolinos aperiódicos.

No es menester que haya remolinos observables macroscópicamente para que se de movimiento turbulento, Macroscópicamente el movimiento puede ser suave y uniforme.

Osborne Reynolds (1883) fue el primero que propuso en

base a sus experimentos, el criterio para distinguir ambos - tipos de flujo mediante el número que lleva su nombre, el -- cual permite evaluar la preponderancia de las fuerzas visco- sas sobre las de inercia.

En el caso de un conducto cilíndrico a presión, el nú mero de Reynolds se define así:

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu}$$

donde v es la velocidad media, D el diámetro del conducto y ν la viscosidad cinemática del fluido.

Cuanto mayor es el número de Reynolds menor es la im- portancia de la viscosidad, y viceversa.

Reynolds observó:

- Cuando el número de Reynolds, $Re \leq 2000$ la corriente era ne- cesariamente laminar, si se producía alguna perturbación - la turbulencia inicial quedaba enseguida amortiguada por - la viscosidad y no se desarrollaba jamás un flujo turbulen- to.

En la actualidad se han alcanzado regímenes laminares con $Re \leq 40000$.

- Cuando el número de Reynolds, $Re > 12000$ la corriente era - necesariamente turbulenta.

2.1.3. Radio hidráulico.

Tres conceptos geométricos de la sección de una con- ducción hidráulica muy importante en el cálculo de las pérdi

das de fricción, son los siguientes:

Area hidráulica A , es decir, el área de la sección -- transversal ocupada por el líquido dentro del conducto.

Perímetro mojado P , que es el perímetro de la sección transversal del conducto en el que hay contacto del líquido con la pared (no incluye la superficie libre si ésta existe)

Radio hidráulico R_h , o sea la relación entre el área hidráulica y el perímetro mojado de la sección.

2.1.4. Rugosidad

Cuando la superficie de la pared de un conducto se -- amplifica, observamos que está formada por irregularidades -- o asperezas de diferentes alturas y con distribución irregu -- lar o aleatoria. Dicha característica es difícil de defi -- nir científicamente pues depende de factores como la altura media de las irregularidades de la superficie, la variación de la altura efectiva respecto de la altura media, etc.

Puesto que es prácticamente imposible tomar todo lo anterior en consideración, se admite que la rugosidad puede expresarse por la altura media de las asperezas (rugosidad -- absoluta), como un promedio obtenido del resultado de un -- cálculo con las características del flujo, más no propiamente por el obtenido como la media de las alturas determina -- das físicamente de la pared, en cada conducción. Es más im -- portante la relación que la rugosidad absoluta guarda con -- el diámetro del tubo, esto es, la relación ϵ/D , que se co --

noce como rugosidad relativa.

Los valores de ϵ_0 para los diferentes materiales pueden obtenerse a partir de la tabla siguiente:

Tipo de tubería	Rugosidad absoluta — ϵ (mm)	Tipo de tubería	Rugosidad absoluta — ϵ (mm)
Vidrio, cobre o latón esmerado..	< 0.001 (o lisa)	Hierro galvanizado.....	0.15 a 0.20
Latón industrial.....	0.025	Fundición corriente nueva...	0.25
Acero laminado nuevo.....	0.05	Fundición corriente oxidada..	1 a 1.5
Acero laminado oxidado.....	0.15 a 0.25	Fundición asfaltada.....	0.1
Acero laminado con incrustaciones.....	1.5 a 3	Cemento alisado.....	0.3 a 0.8
Acero asfaltado.....	0.015	Cemento bruto.....	Hasta 3
Acero roblonado.....	0.03 a 0.1	Acero roblonado.....	0.9 a 9
Acero soldado, oxidado.....	0.4	Duelas de madera.....	0.183 a 0.91

Los valores de la tabla son un tanto imprecisos, por lo cual el valor f obtenido, que puede tener un error de 5- por 100 en tuberías lisas, puede llegar a 10 por 100 en tuberías rugosas.

La variación de la rugosidad con el tiempo es aún -- más imprecisa. Puede utilizarse la fórmula de Colebrook:

$$\epsilon = \epsilon_0 + \alpha t$$

donde ϵ_0 es la rugosidad absoluta del material nuevo.

Con el valor de ϵ_0 de la tabla y con el valor de la rugosidad ϵ obtenido experimentalmente en un tiempo cualquiera t , se calcula α , que luego puede tomarse como constante.

2.1.5. Pérdidas primarias o de superficie.

Las pérdidas de carga en las tuberías son de dos clases: primarias y secundarias.

Las pérdidas primarias son las pérdidas de superficie en el contacto del fluido con la tubería (capa límite) rozamiento de unas capas de fluido con otras (régimen laminar) o de las partículas de fluido entre sí (régimen turbulento). - Tienen lugar en flujo uniforme, por lo tanto principalmente en los tramos de tubería de acción constante.

2.1.5.1. Ecuación general de las pérdidas primarias - de Darcy-Weisbach.

A fines del siglo pasado experimentos realizados con tuberías de agua de diámetro constante demostraron que la pérdida de carga era directamente proporcional al cuadrado de la velocidad media en la tubería y a la longitud de la tubería e inversamente proporcional al diámetro de la misma. La fórmula fundamental que expresa lo anterior es:

$$H_p = \frac{f \quad Lv^2}{D \quad 2g}$$

donde: H_p = pérdida de carga primaria.
 f = coeficiente de pérdida de carga primaria.
 L = longitud de la tubería
 v = velocidad media del fluido.

D = diámetro de la tubería

En las tuberías rugosas

- Si el número de Reynolds es bajo $Re < 2000$ ó $Re > 2000$ pero de manera que el flujo sea laminar, la rugosidad no influye en la pérdida de carga y

$$f = F(Re)$$

- Si el número de Reynolds es elevado por el contrario, f deja de ser función de Re y se tiene:

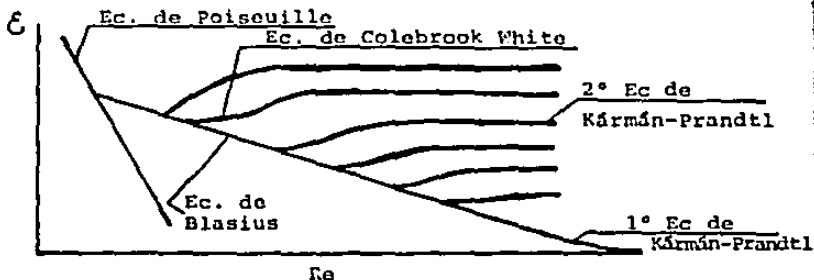
$$f = F(\epsilon/D)$$

- Si el número de Reynolds tiene un valor intermedio se tendrá en general

$$f = F(Re, \epsilon/D)$$

La tabla mostrada en la página siguiente, muestra las fórmulas para calcular el coeficiente f para tubos comerciales.

Dicha tabla equivale al diagrama de Moody:



Tuberías	Régimen	Fórmula	Autor
lisas y rugosas	laminar	$f = \frac{64}{Re}$	Poiseuille
Lisas	turbulento (1) $Re < 100\,000$	$f = \frac{0,316}{Re^{1/4}}$	Blasius
Lisas	turbulento (1) $Re > 100\,000$	$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2 \log_{10} (Re \sqrt{f}) - 0,8$	Kármán-Prandtl (primera ecuación)
rugosas	turbulento (zona de transición)	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(\frac{\epsilon/D}{3,7} + \frac{2,51}{Re \sqrt{f}} \right)$	Colebrook
rugosas	turbulento (zona final)	$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2 \log_{10} \frac{D}{\epsilon} + 1,74$	Kármán-Prandtl (segunda ecuación)

(1) La corriente no pasa bruscamente de laminar a turbulenta. Hay una zona en que el régimen puede ser mixto.

2.5.1.2. Ecuación de Hazen - Williams

La fórmula de Hazen-Williams para el flujo de agua a través de tubos, a temperaturas ordinarias, es de la forma

$$H_p = \frac{R Q^n L}{D^m}$$

Donde R está dado por: $R = \frac{4.727}{C^n}$ Unidades inglesas

$$R = \frac{10.675}{C^n} \text{ Unidades del S.I.}$$

donde $n = 1.842$ y $m = 4.8704$ y C depende de la rugosidad, -- como se presenta en la siguiente tabla:

MATERIAL	Ch
Tubos rectos extremadamente lisos; cemento de asbesto	140
Tubos muy lisos, concreto, fierro fundido nuevo	130
Madera cepillada; acero soldado nuevo	120
Arcilla vitrificada; acero renachado nuevo	110
Fierro fundido con varios años de uso	100
Acero renachado con varios años de uso	95
Tuberías viejas en mala condición	60 a 80

2.1.5.3. Ecuación de Manning

La fórmula de Manning considerada como la más satisfactoria para flujo uniforme en condiciones abiertas, también puede proporcionar buenos resultados en la práctica, es cogiendo un coeficiente de Manning adecuado.

La fórmula de Manning se puede obtener de la ecuación de Chezy, escribiendo

$$C = \frac{C_m}{n} \cdot R^{1/6} \quad (1)$$

siendo la de Chezy: $v = C \sqrt{RS}$ (2)

$$\text{de (1) en (2)} \quad v = \frac{C_m}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

multiplicando por el área a ambos lados y substituyendo el radio hidráulico para una sección llena $R = D/4$ y $S = H/L$ despejamos n y tenemos:

$$H = \frac{n^2 L Q^2}{(0.3117)^2 D^{16/3}} \quad \text{Unidades del S.I.}$$

$$H = \frac{n^2 L Q^2}{(0.4631)^2 D^{16/3}} \quad \text{Unidades inglesas}$$

En un principio se pensó que el coeficiente n era un coeficiente de rugosidad absoluta, esto es, dependiente sólo de la rugosidad de la superficie, pero en realidad se ha visto que depende, de alguna manera desconocida, del tamaño y de la forma de la sección transversal del canal.

La tabla proporciona valores de n obtenidos experimentalmente:

MATERIAL	FACTOR n
Concreto acabado	0.012
Concreto sin acabado	0.014
Fierro fundido	0.015
Acero para remaches	0.018
Metal corrugado	0.022
Tubos PVC	0.0019

2.1.6. Pérdidas secundarias o resistencia de forma

Las pérdidas llamadas secundarias tienen lugar en los llamados cambios de sección y dirección de la corriente, en las contracciones, ensanchamientos, codos, diafragmas, válvulas de diferentes tipos, etc.; en general en todos los accesorios de tuberías. Estos elementos producen una perturbación de la corriente que origina remolinos y desprendimientos, que intensifican las pérdidas.

Si la conducción es corta (relativamente), las llamadas pérdidas secundarias pueden ser más importantes.

Se admite generalmente que si la longitud de la tubería es mayor que 1000 diámetros el error en que se incurre - despreciando las pérdidas secundarias es menor que el error en que se incurre al calcular el valor de f para la ecuación de Darcy Weisbach. Así por ejemplo, una válvula puede ocasionar una pérdida pequeña y despreciable cuando está totalmente abierta; sin embargo, cuando está parcialmente abierta, - puede ser la pérdida más importante del sistema.

Las pérdidas secundarias se pueden calcular por dos métodos:

- Primer método: por una fórmula especial y un coeficiente - de pérdidas adimensional de pérdidas secundarias:

$$H_s = k_A \frac{v^2}{2g}$$

donde: H_s - pérdida de carga secundaria
 k_A - coeficiente adimensional de pérdida secundaria
 v - velocidad media en la tubería

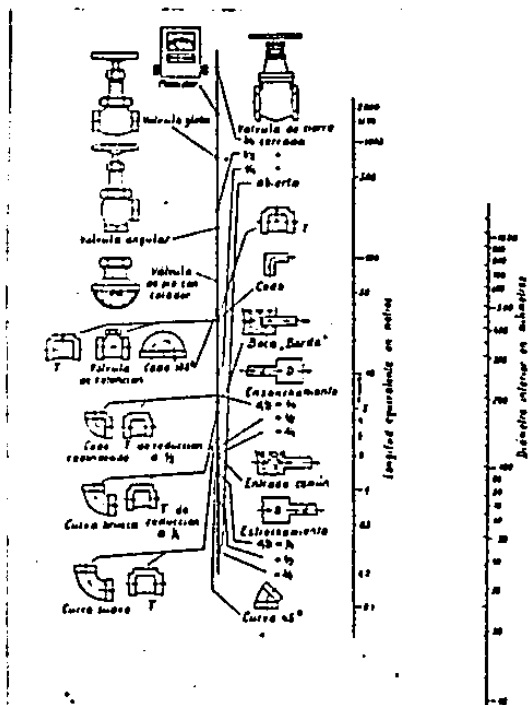
- Segundo método: por la misma fórmula de las pérdidas primarias, sustituyendo en dicha fórmula la longitud de la tubería, L por la longitud equivalente L_e del mismo diámetro - que produciría las mismas pérdidas de carga que los accesorios en cuestión.

Por ejemplo para Darcy-Weisbach quedaría de la siguiente forma:

$$H_p = f \frac{(L - \sum L_e)}{D} \frac{v^2}{2g}$$

El nomograma siguiente es un ejemplo de aplicación de este método.

Este último método es el ideal para usarse en este caso para no complicar más el programa con el primer método y debido a que el coeficiente varía con la velocidad y se tendrían muchos problemas para controlar todos los tipos de accesorios.



Nomograma de pérdida de carga secundaria de la firma Gould Pumps, U.S.A.

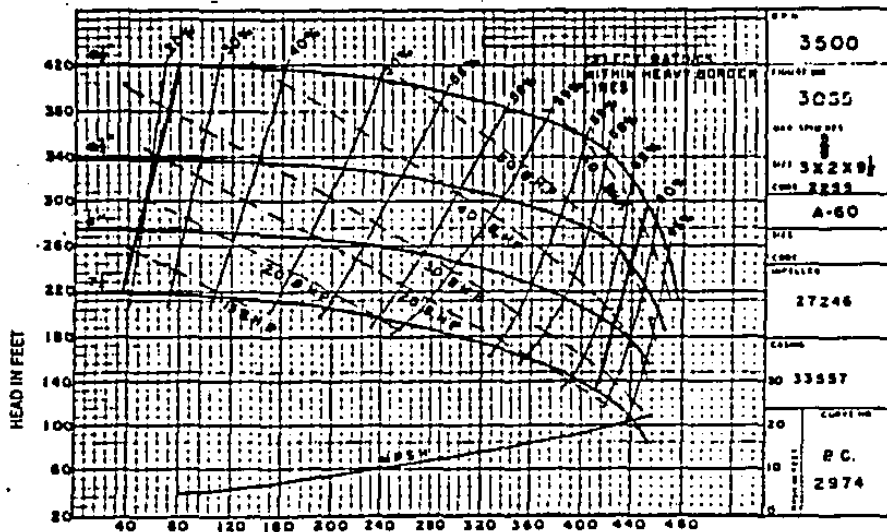
2.1.7 Fundamentos de las bombas

Una bomba es un elemento que aumenta la energía del fluido al efectuar trabajo continuamente sobre él.

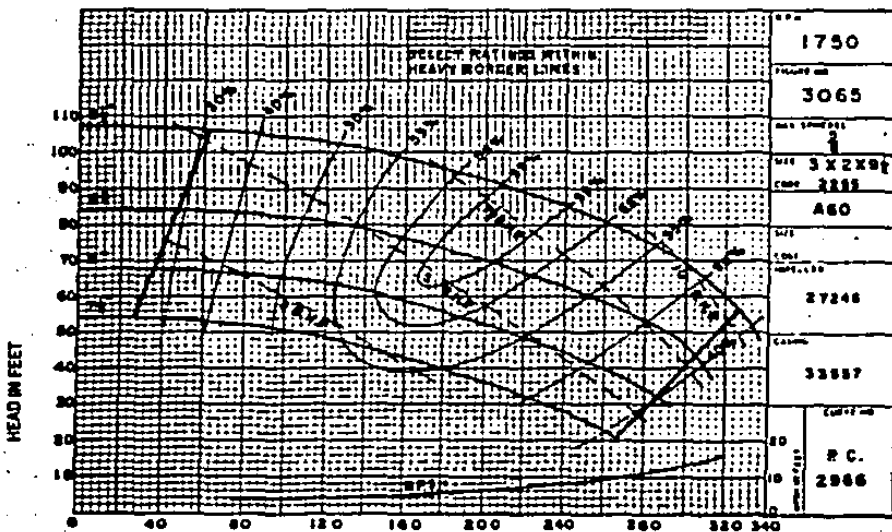
Proporciona una pérdida de carga negativa igual a la elevación de carga que ella proporciona durante su operación

Su funcionamiento puede ser mostrado gráficamente en una curva característica.

La figura muestra una curva característica tal como la suministra el fabricante. Es una curva compuesta la cual expresa lo que la bomba podría hacer en una velocidad dada con varios diámetros e impulsores. Las líneas de potencia constante, eficiencia y carga de succión neta positiva son puestas sobre varias curvas de carga.



CURVES SHOW PERFORMANCE WITH LIQUID HAVING SPECIFIC GRAVITY - 1.0, VISCOSITY - 30 SSU



2.1.7.1. Función de una curva característica.

Al utilizar el programa necesitamos conocer el gasto, para que de esta manera podamos obtener la carga, la cual obtendremos con la curva característica de la bomba.

El método de Cross es de revisión del problema, o mejor dicho, de revisión; por lo que conocemos el equipo instalado en la red. El fabricante proporciona las curvas características de la bomba, y para poder usar las curvas dentro del programa necesitamos la función de la curva de la bomba.

Si la curva de carga contra gasto de la bomba se expresa como la ecuación cúbica

$$H = A_0 + A_1 Q + A_2 Q^2 + A_3 Q^3$$

donde A es la carga para gasto cero de la bomba. El valor de las demás constantes se obtienen a partir de lo siguiente

H	H_0	H_1	H_2	H_3
Q	0	ΔQ	$2\Delta Q$	$3\Delta Q$

donde ΔQ es la variación del gasto.

Para obtener los coeficientes A_1 procedemos de la siguiente manera:

$$(1) \quad H = A_0 + A_1 Q + A_2 Q^2 + A_3 Q^3$$

si $Q = 0$ sust. em (1)

$$H = A_0 + A_1(0) + A_2(0)^2 + A_3(0)^3$$

pero $H = H_0$

$$(2) \quad H_0 = A_0$$

si $Q = \Delta Q$ sust. en (1)

$$H = A_0 + A_1 \Delta Q + A_2 \Delta Q^2 + A_3 \Delta Q^3$$

$$H = H_0 + A_1 \Delta Q + A_2 \Delta Q^2 + A_3 \Delta Q^3$$

pero $H = H_1$

$$(3) \quad H_1 = H_0 + A_1 \Delta Q + A_2 \Delta Q^2 + A_3 \Delta Q^3$$

si $Q = 2\Delta Q$ sust. en (1)

$$H = A_0 + A_1(2\Delta Q) + A_2(2\Delta Q)^2 + A_3(2\Delta Q)^3$$

$$H = A_0 + 2A_1 \Delta Q + 4A_2 \Delta Q^2 + 8A_3 \Delta Q^3$$

pero $H = H_2$

$$(4) \quad H_2 = H_0 + 2A_1 \Delta Q + 4A_2 \Delta Q^2 + 8A_3 \Delta Q^3$$

si $Q = 3\Delta Q$ sust. (1)

$$H = A_0 + A_1(3\Delta Q) + A_2(3\Delta Q)^2 + A_3(3\Delta Q)^3$$

$$H = A_0 + 3A_1 \Delta Q + 9A_2 \Delta Q^2 + 27A_3 \Delta Q^3$$

pero $H = H_3$

$$(5) \quad H_3 = H_0 + 3A_1 \Delta Q + 9A_2 \Delta Q^2 + 27A_3 \Delta Q^3$$

despejando para cada ecuación tenemos:

$$(5) \quad A_3 = \frac{H_3 - H_0 - 3A_1 \Delta Q - 9A_2 \Delta Q^2}{27 \Delta Q^3}$$

$$(4) \quad A_2 = \frac{H_2 - H_0 - 2A_1 \Delta Q - 8A_3 \Delta Q^3}{4 \Delta Q^2}$$

$$(3) \quad A_1 = \frac{H_1 - H_0 - A_2 \Delta Q^2 - A_3 \Delta Q^3}{\Delta Q}$$

$$(2) \quad A_0 = H_0$$

de (3) y (2) en (4)

$$(6) \quad A_2 = \frac{H_2 - 2H_1 + H_0 - 3A_3 \Delta Q}{2 \Delta Q^2}$$

de (3) y (6) en (5)

$$(7) \quad A_3 = \frac{H_3 - 3H_2 + 3H_1 - H_0}{6 \Delta Q^3}$$

Para el cálculo de las constantes lo haremos escalonadamente, empezando a sustituir (7) en (6), después (7) en (4), (4) y (7) en (3), quedando por fin:

$$A_0 = H_0$$

$$A_3 = (H_3 - 3(H_2 - H_1) - H_0) / (6 \Delta Q^3)$$

$$A_2 = (H_2 - 2H_1 + H_0) / (2 \Delta Q^2 - 3A_3 \Delta Q)$$

$$A_1 = (H_1 - H_0) / \Delta Q - A_2 \Delta Q - A_3 \Delta Q^2$$

2.2. REDES DE TUBERIAS

2.2.1. Método de Cross

Las redes de distribución de agua urbanas forman ramificaciones complicadas, que se cierran formando mallas, de manera que el agua en un punto puede venir por dos direcciones distintas, lo que presenta la ventaja de no interrumpir el suministro, aún en el caso de reparaciones.

En una red de tuberías, se han de satisfacer las siguientes condiciones:

1. La suma algebraica de las caídas de presión alrededor de un circuito deberá ser cero.
2. El gasto que llega a cada unión debe ser igual al que sale de ella.
3. Para cada tubería, deberá satisfacerse la ecuación de Darcy-Weisbach u otra fórmula equivalente de fricción de tipo exponencial; con lo que se da a entender que para cada tubería se debe mantener la pérdida adecuada de carga y -gasto.

De acuerdo con el método de Hardy Cross, se supone -- que el gasto es a través de cada tubería, de tal manera que satisface la ecuación de continuidad en cada unión; después de lo anterior se calcula una corrección para el gasto en cada circuito, haciendo que éstos queden mejor balanceados.

Las pérdidas menores quedan incluidas como longitudes

equivalentes en cada tubería.

Generalmente se utilizan fórmulas exponenciales para las pérdidas de carga, del tipo $H_f = rQ^n$. El valor de r es una constante para cada tubería, $r = \frac{R L}{D^m}$, (a menos que se utilice Darcy-Weisbach) y se determina previamente al balance de circuitos.

El término de corrección se determina como sigue:

Para cualquier tubería en que Q_0 es el gasto supuesto inicialmente,

$$(1) \quad Q = Q_0 + \Delta Q$$

donde Q es el gasto correcto y ΔQ es el término de corrección. Por tanto, para cada tubería,

$$(2) \quad H_f = rQ^n = r(Q_0 + \Delta Q)^n = r(Q_0^n + nQ_0^{n-1}\Delta Q + \dots)$$

Si ΔQ es pequeño con respecto a Q_0 se pueden desprestigiar todos los términos en la serie posteriores al segundo.

Ahora bien, para un circuito se tiene (la condición)

$$\sum H_f = \sum r_i |Q_i|^{n-1} = \sum r_i Q_i |Q_0|^{n-1} + \Delta Q \sum r_i n \cdot |Q_0|^{n-1} = 0$$

donde ΔQ se ha sacado como factor común como si fuera el mismo para todos los tubos del circuito; los símbolos de valor absoluto se han colocado para tener en cuenta la dirección de la suma alrededor del circuito.

La última ecuación se resuelve para ΔQ en cada circuito de la red,

$$(2) \quad \Delta Q = - \frac{\sum r Q_0 |Q_0|^{n-1}}{\sum nr |Q_0|^{n-1}}$$

Al aplicar ΔQ a cada tubería en un circuito, de acuerdo con la ecuación (1) es importante tener en cuenta la dirección es decir, ΔQ se suma a los gastos de los tubos si se procede en el sentido de las manecillas del reloj y se resta si se procede en sentido contrario.

Los pasos del procedimiento airtmético se pueden enlistar como sigue:

1. Suponer la mejor distribución de gastos que satisfaga la ecuación de continuidad, examinando cuidadosamente la red.
2. Calcular tanto la pérdida de carga $H_f = rQ_0^n$ en cada tubo, como la pérdida de carga neta alrededor de cada circuito elemental.

$$\sum H_f = \sum r Q_0 |Q_0|^{n-1}$$

(esta pérdida deberá ser cero para un circuito balanceado)

3. Calcular $\sum nr |Q_0|^{n-1}$ para cada circuito
4. Calcular el gasto correctivo ΔQ en cada circuito, mediante la ecuación (2).
5. Calcular los gastos revisados, mediante la ecuación (1)
6. Repetir el procedimiento, comenzando con los gastos revisados, hasta lograr la precisión deseada.
7. Una vez determinada la distribución, se deben utilizar -- los valores reales de r y Q para encontrar una pérdida de carga en particular.

En el caso de sistemas con varias cargas de presión - fijas se pueden crear seudocircuitos, con el fin de tener en cuenta los gastos de alimentación y descarga en los depósitos y, al mismo tiempo, satisfacer la ecuación de continuidad durante el balance. Un seudocircuito se puede formar mediante una tubería imaginaria que conecte un par de depósitos de presión fija. A través de estas tuberías imaginarias no se tiene gasto alguno, pero son tales que mantienen fija la caída de presión en la línea de cargas piezométricas, igual a la diferencia de nivel entre las superficies libres - de los depósitos.

CAPITULO III

DIAGRAMA DE FLUJO

3.1. ALGORITMO DEL PROGRAMA PRINCIPAL

El programa está escrito en BASIC y se describe como sigue:

1. Entrada de datos invariables para el programa, si la tubería es lisa, si se utilizara impresora, el número máximo de iteraciones, sistema de unidades, tolerancia, etc.
2. Según el tipo de unidades escogido el programa tomará las constantes respectivas para cada fórmula de fricción.
3. Llamará al archivo donde están almacenados los datos de los elementos, estos datos estarán clasificados según el tipo de elemento, ya sea si es tubo, bomba o pseudocircuito.
4. Calculará las constantes que servirán a lo largo de todo el programa y se almacenarán en el vector CAR, como podrían ser las constantes de las curvas de las bombas, las constantes de las fórmulas de fricción. El vector CAR tiene reservados siete espacios para cada elemento, de modo que para el elemento número seis se tienen las posiciones desde la 36 a la 42.
5. Se introducirán en el vector SUB los subíndices o elementos que conforman cada uno de los circuitos. Se escribirá el número de elementos de cada circuito y en seguida cada uno de los elementos con su signo respectivo, según-

si el flujo supuesto está en contra de las manecillas (-) o en sentido de las manecillas (+), se procede igual hasta agotar todos los circuitos y al final se coloca el número cero.

6. Empezará a hacer el balance de pérdidas y calcular las correcciones con el método de Cross de manera que se obtengan los gastos reales, que serían los obtenidos hasta agotar el número de iteraciones asignadas o llegar a la tolerancia deseada, lo que suceda primero.

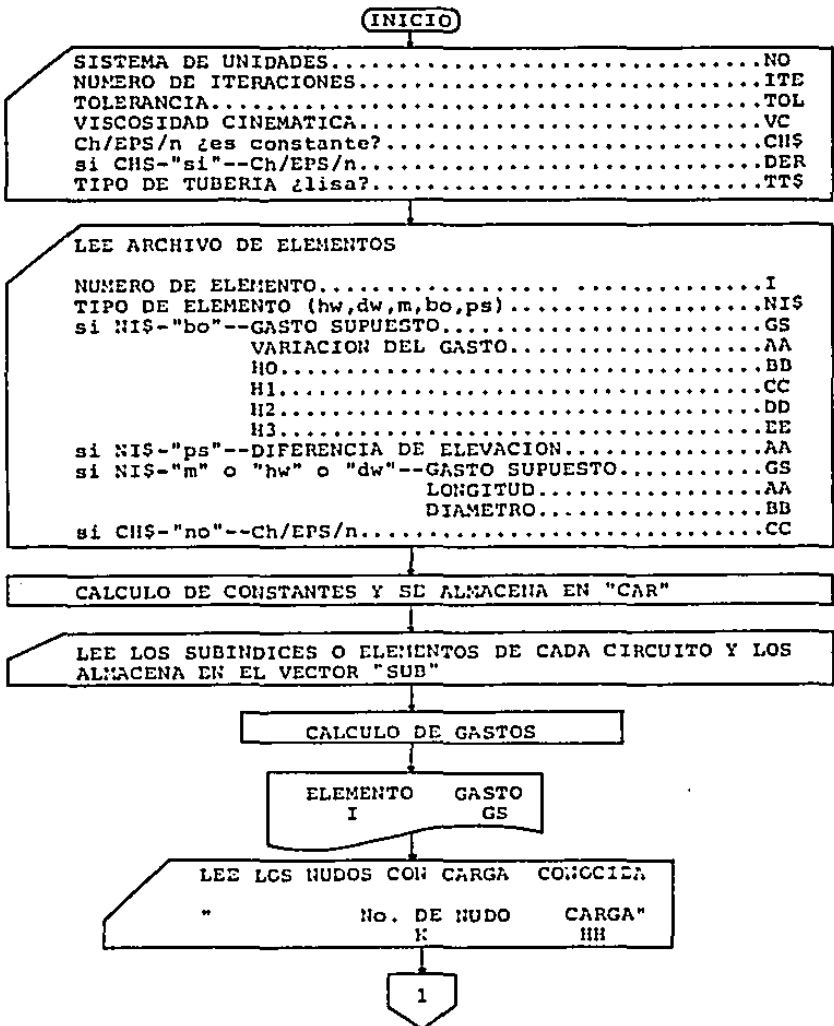
Si la fórmula de fricción empleada es la de Darcy-Weisbach se recurrirá a la subrutina que contiene las fórmulas del diagrama de Moody.

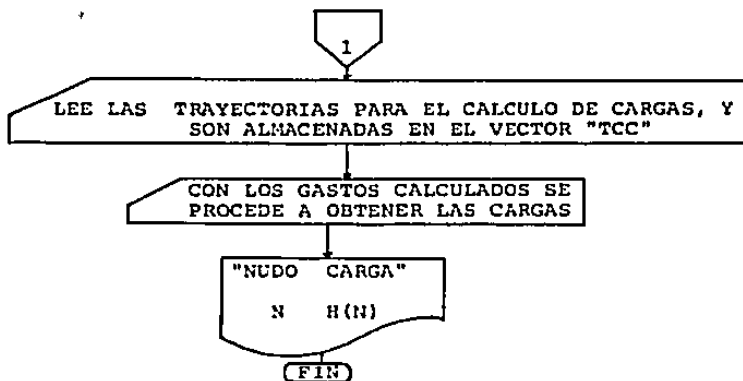
7. Una vez calculados los gastos los imprimirá.
8. Se introducen los nudos cuyas cargas son conocidas.
9. Entrada de trayectorias para el cálculo de cargas y almacenada en el vector TCC. Los datos se introducirán colocando al principio un nudo cuya carga sea conocida y en seguida un elemento y después el siguiente nudo, elemento nudo, etc., así hasta terminar la trayectoria. Al terminar cada trayectoria se colocará el número cero. Si se desea otra trayectoria se procede de manera semejante y si no se desea se coloca otro cero. Los elementos llevarán el signo (-) si el flujo supuesto del elemento está en contra de la trayectoria.
10. Calculará las pérdidas reales en cada nudo, pues ya se conocen los gastos reales y si la fórmula deseada es la-

de Darcy-Weisbach irá a la subrutina de Moody.

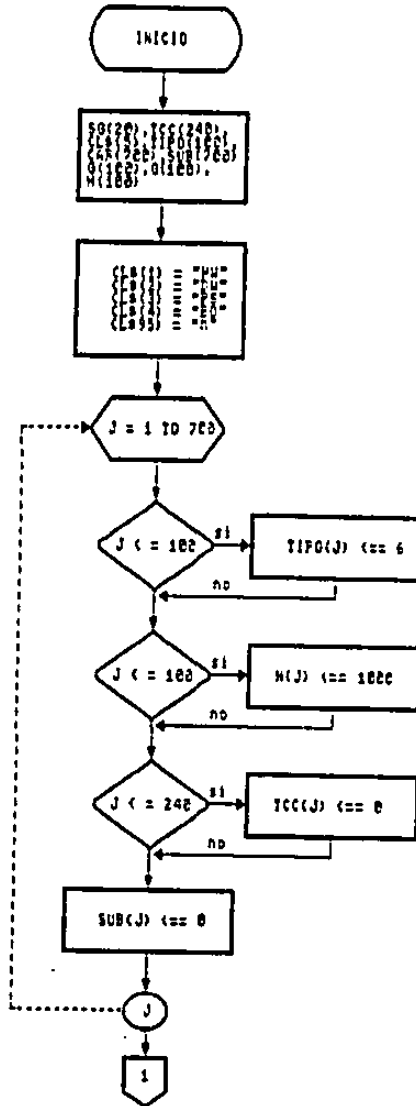
11. Impresión de resultados.

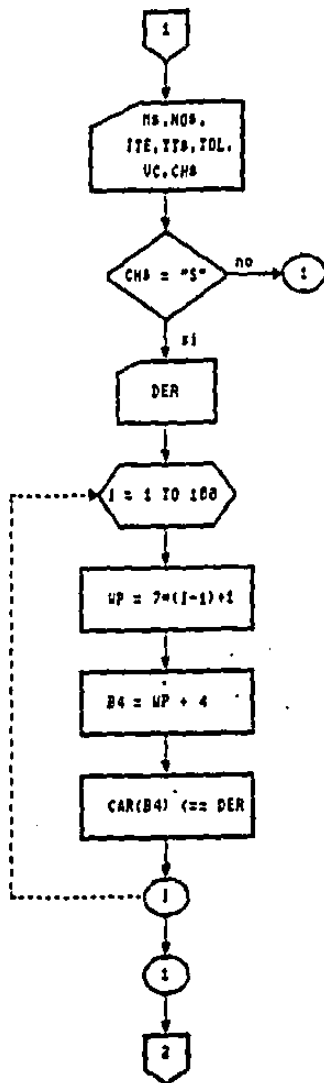
3.2. VARIABLES PRINCIPALES DEL PROGRAMA

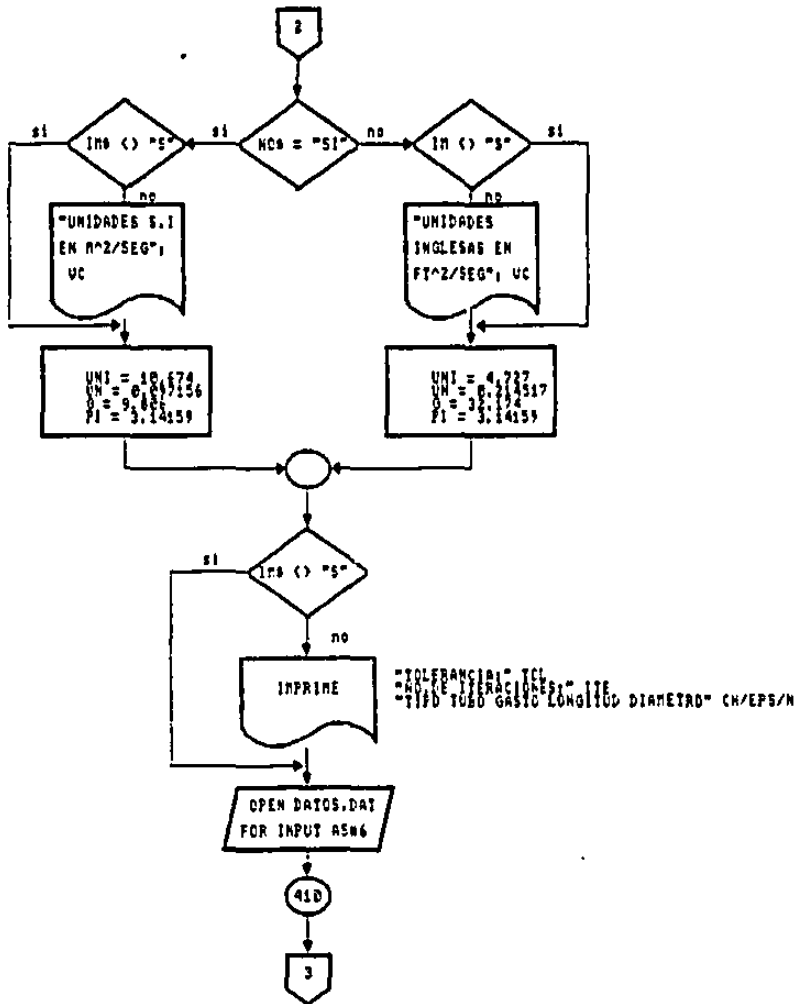


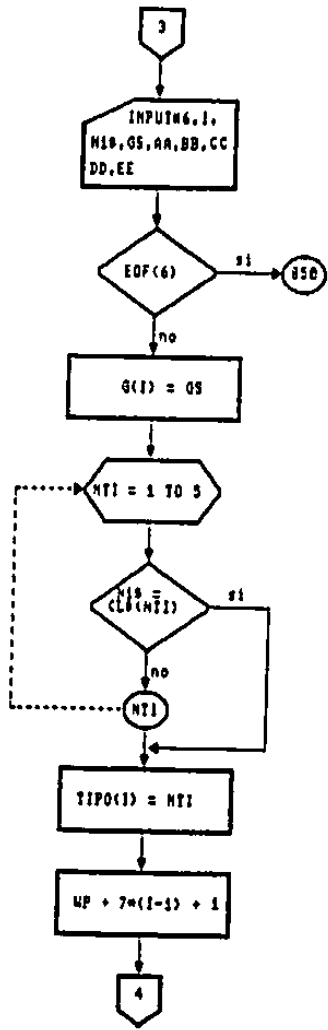


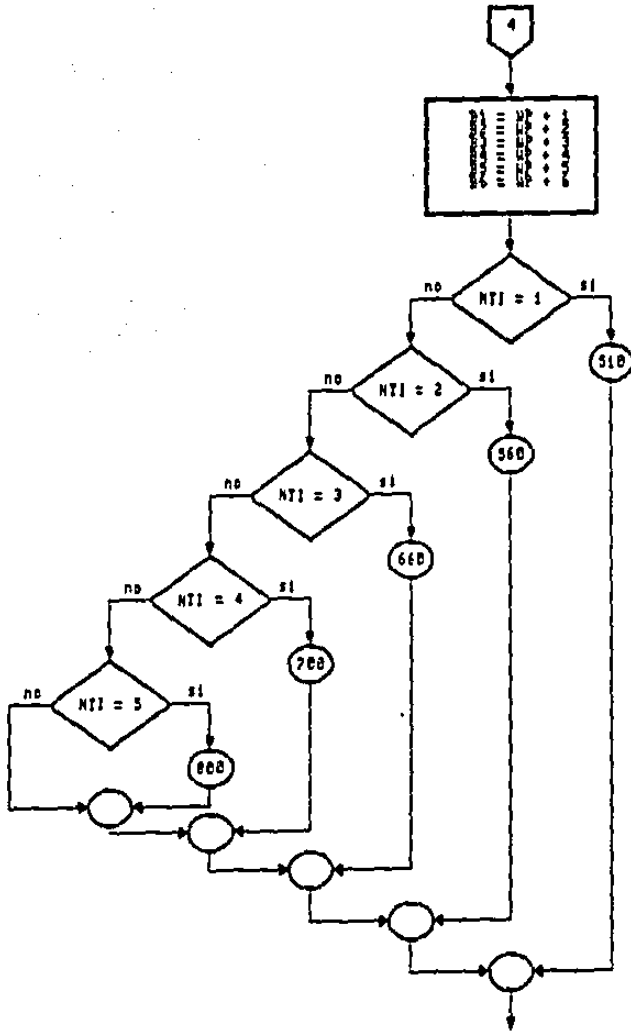
3.2.1. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA

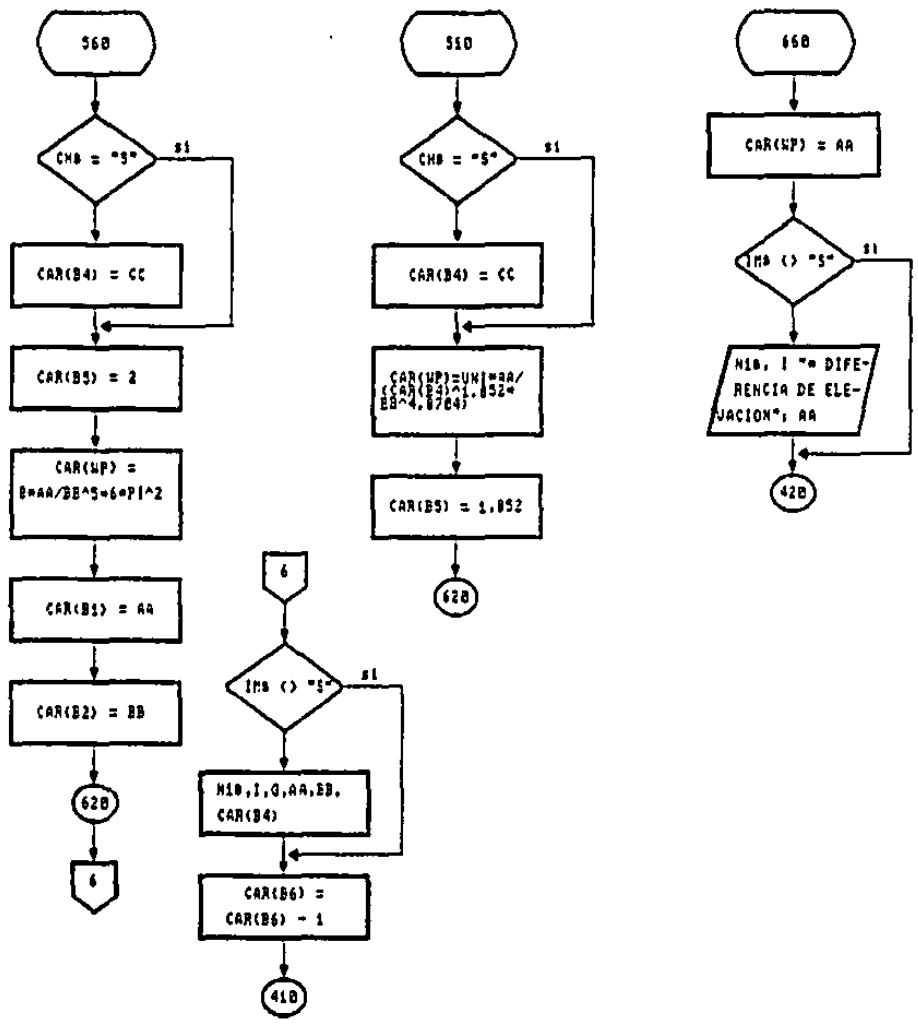


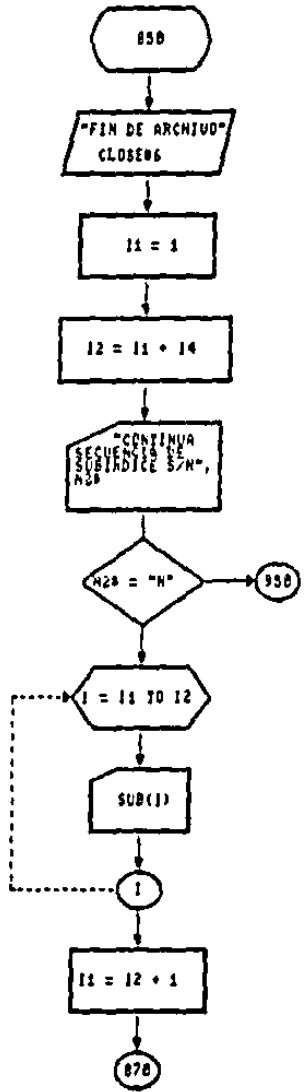
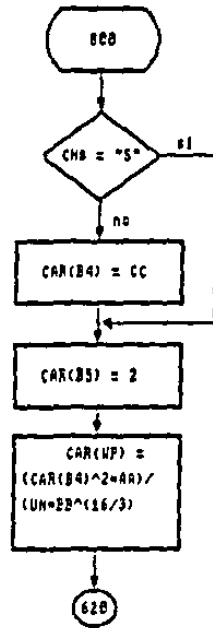
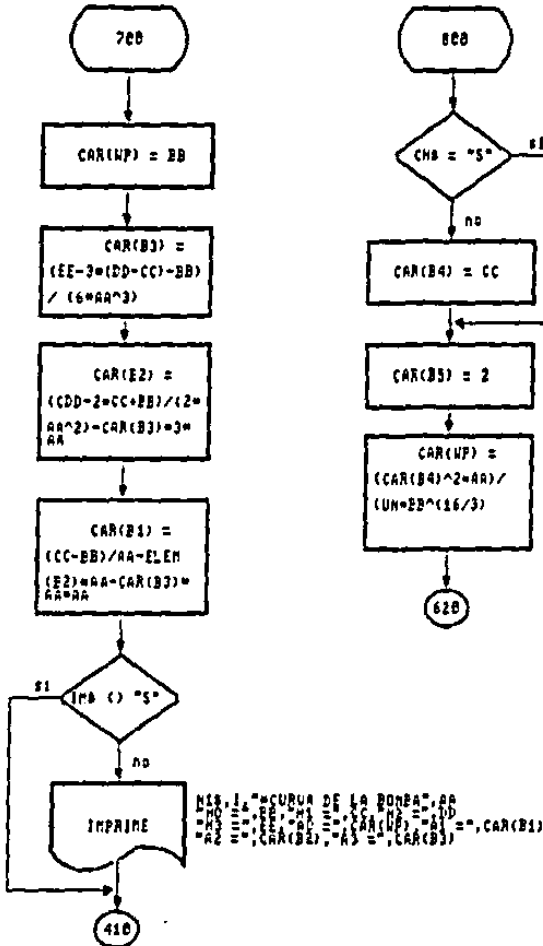


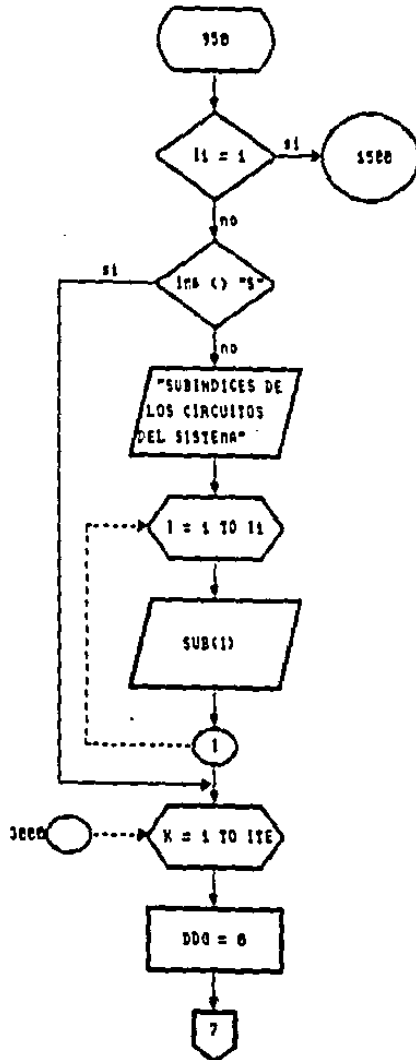


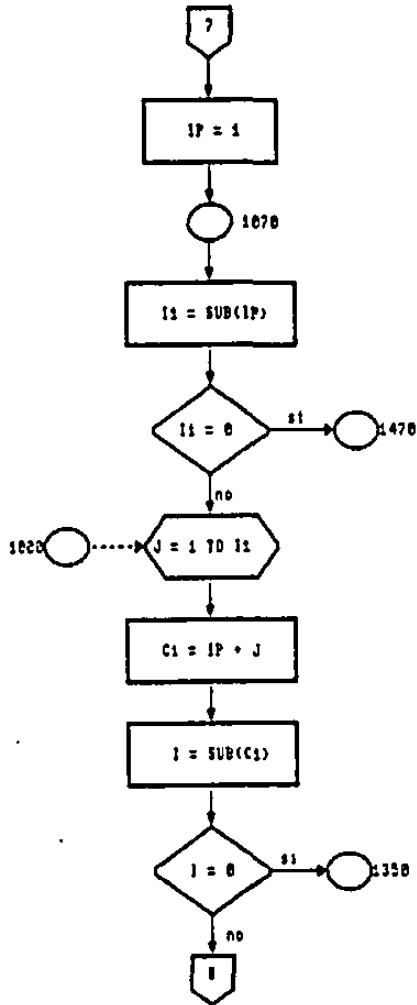


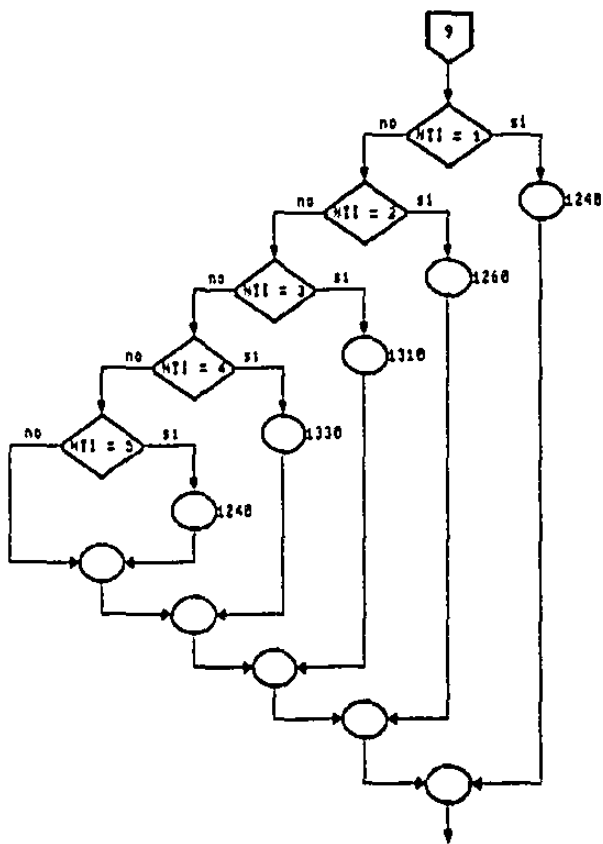
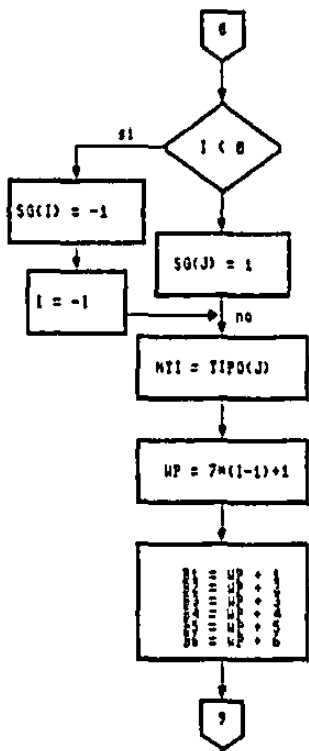


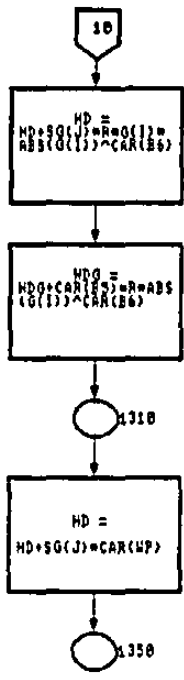
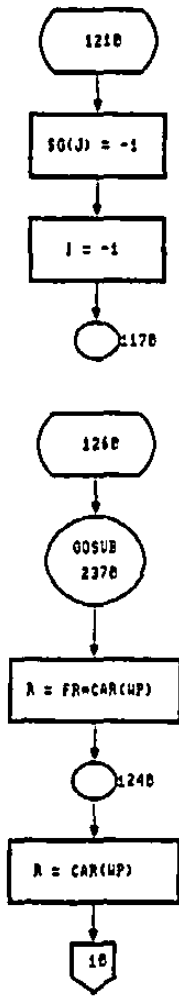


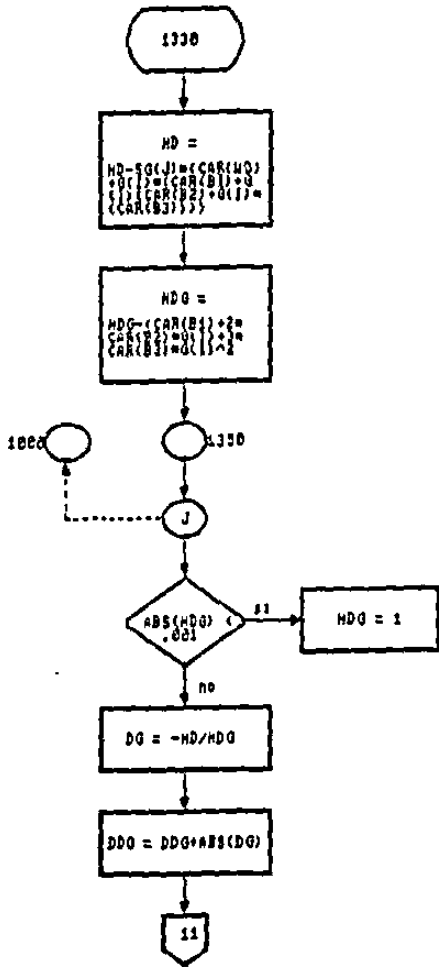


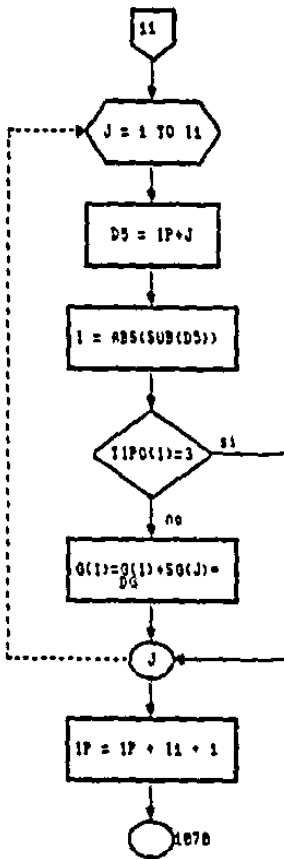


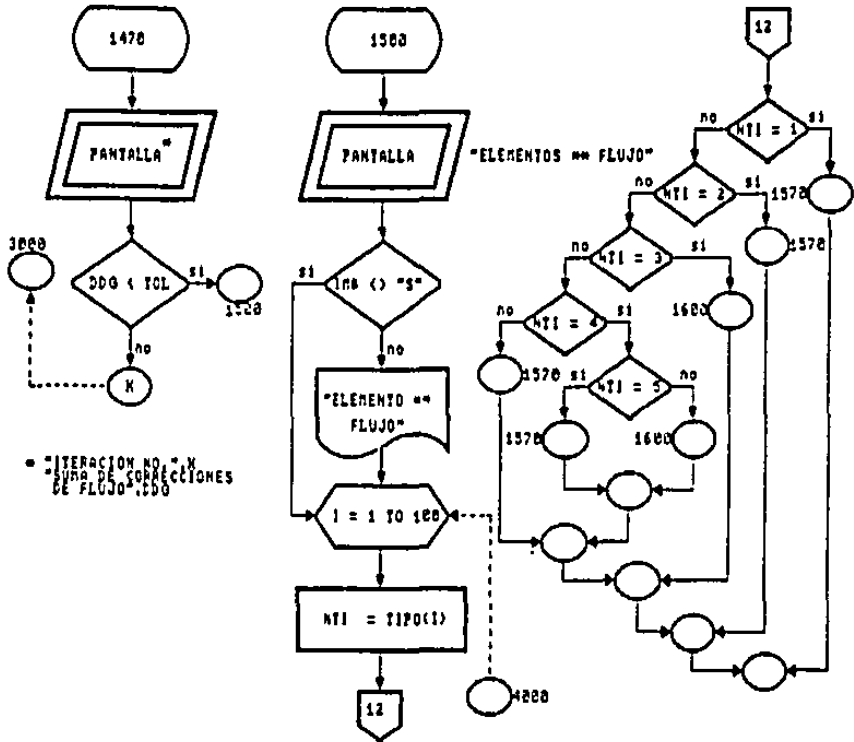


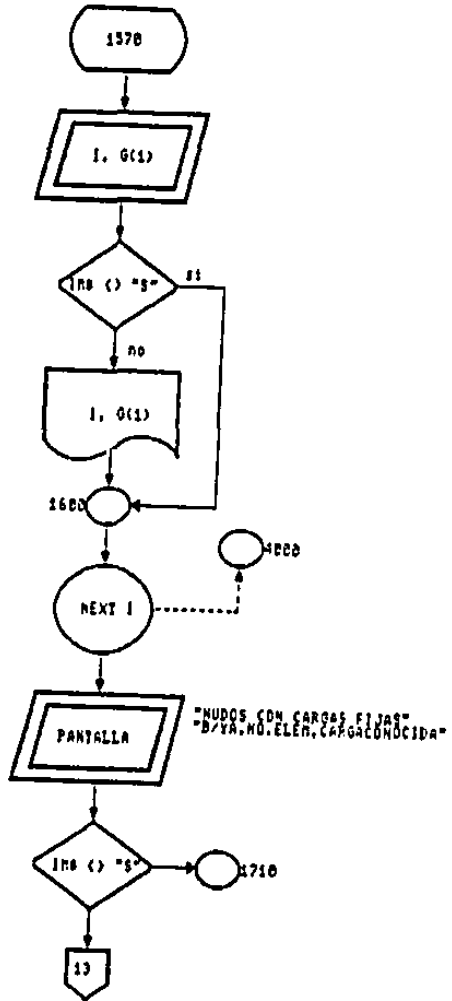


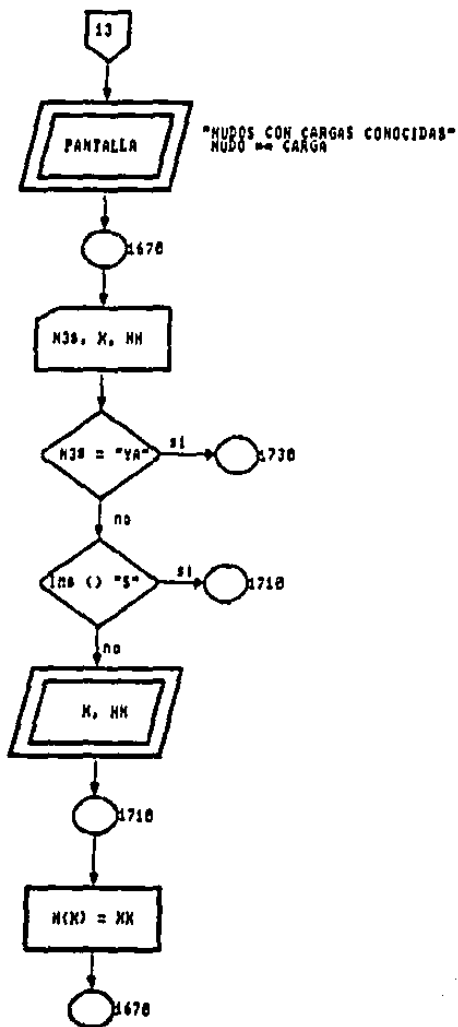


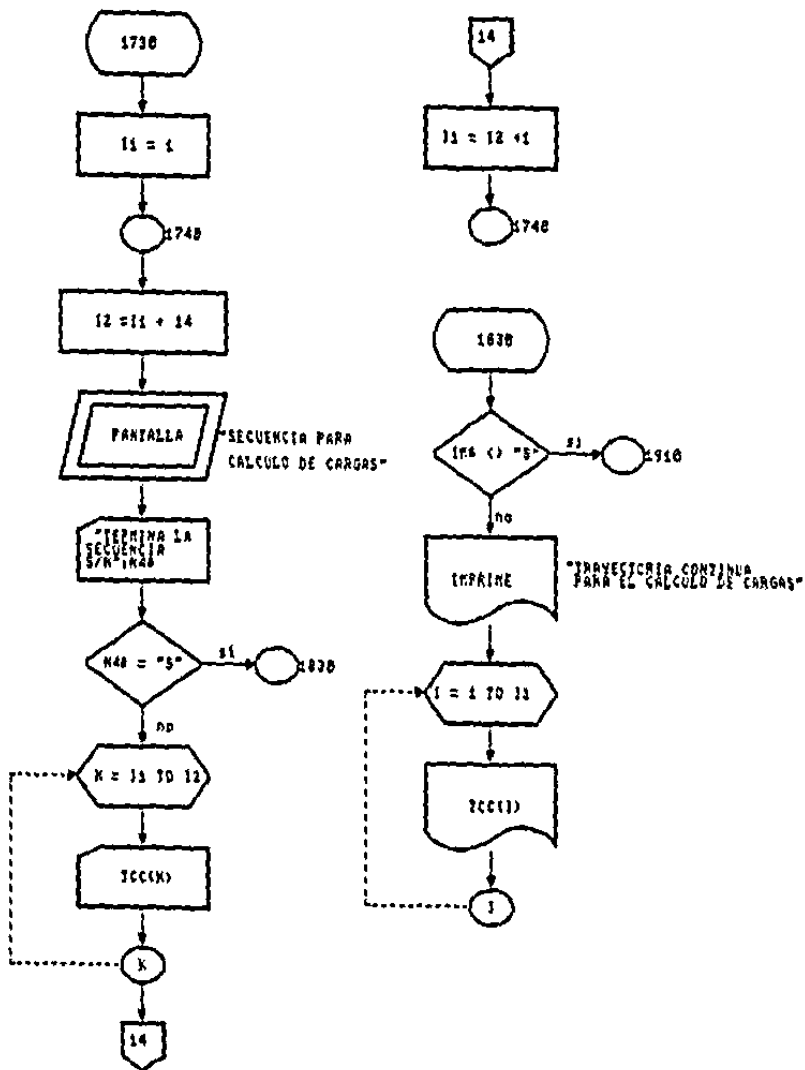


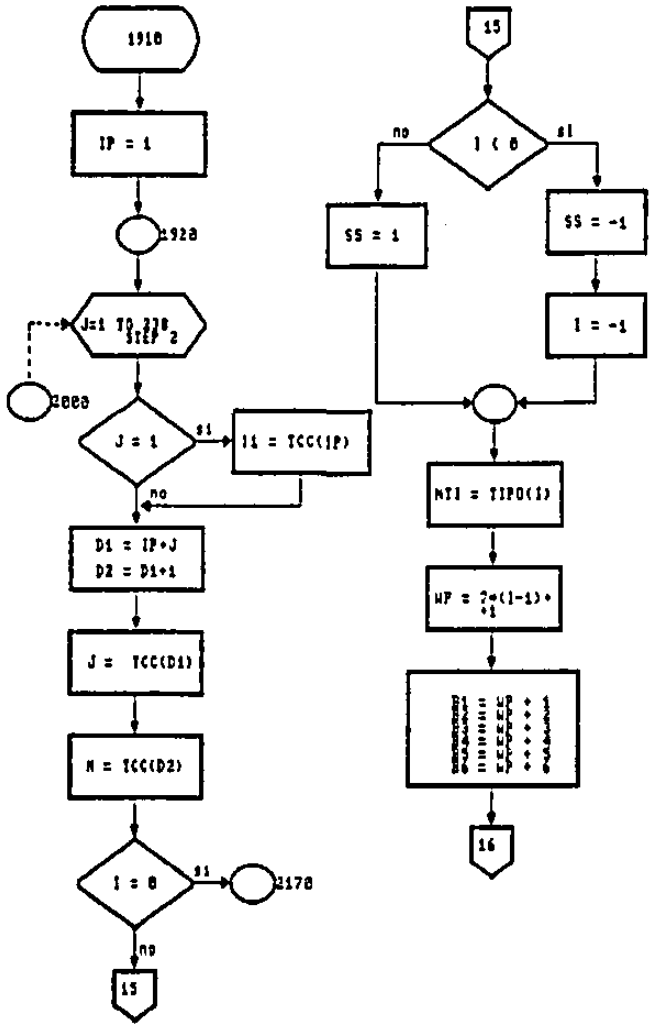


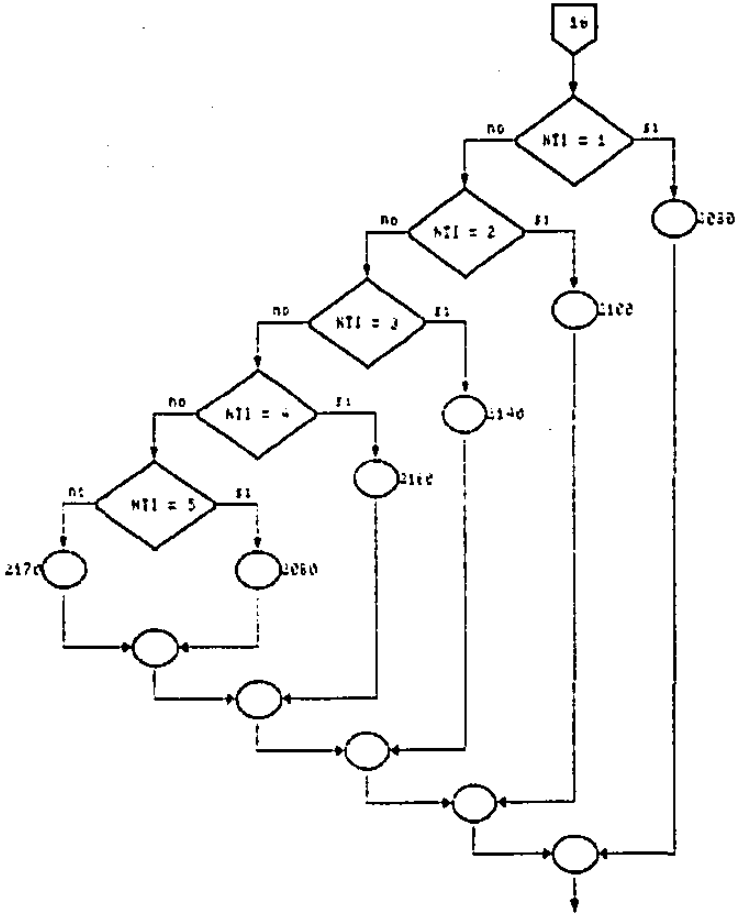


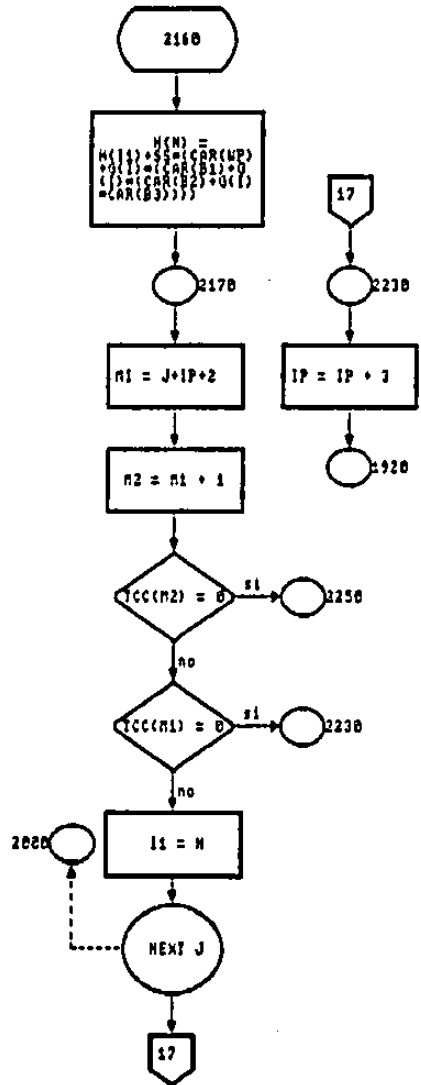
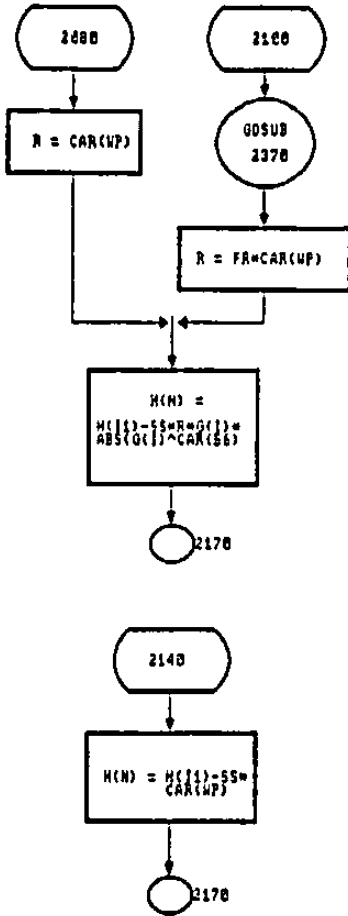


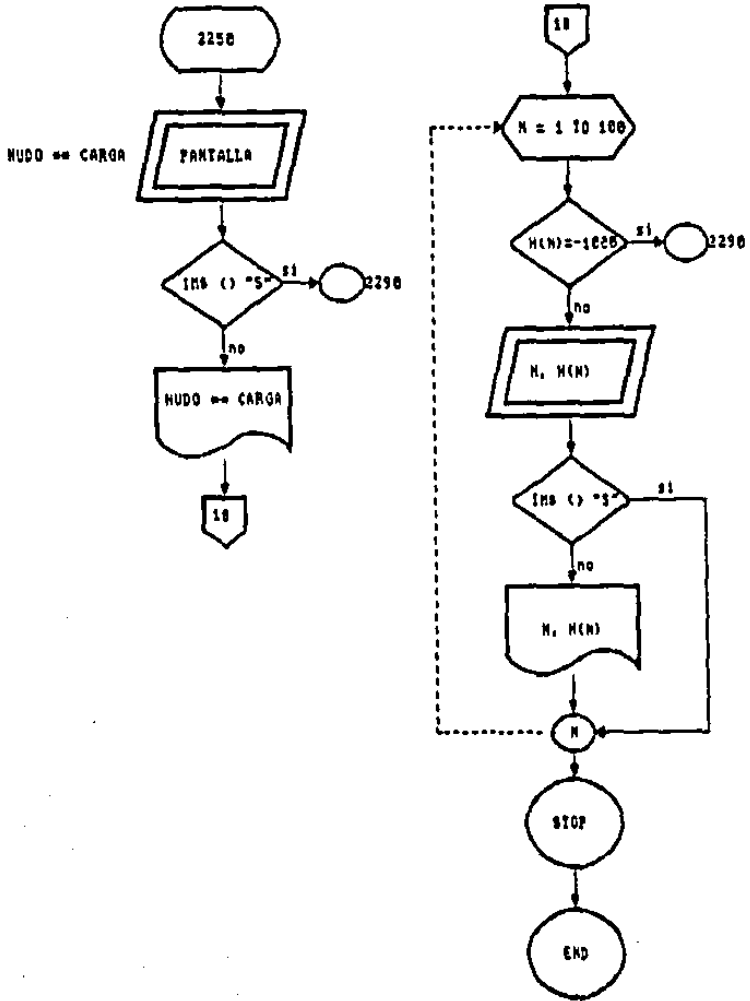




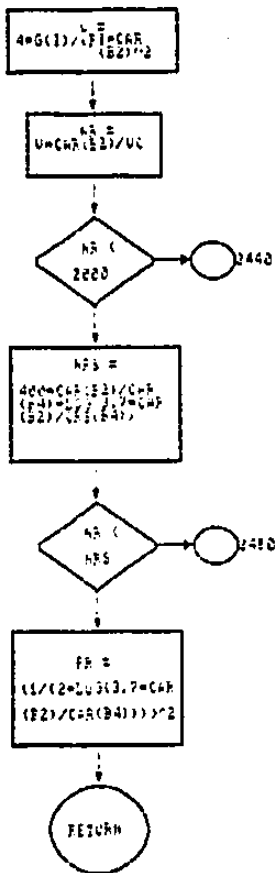


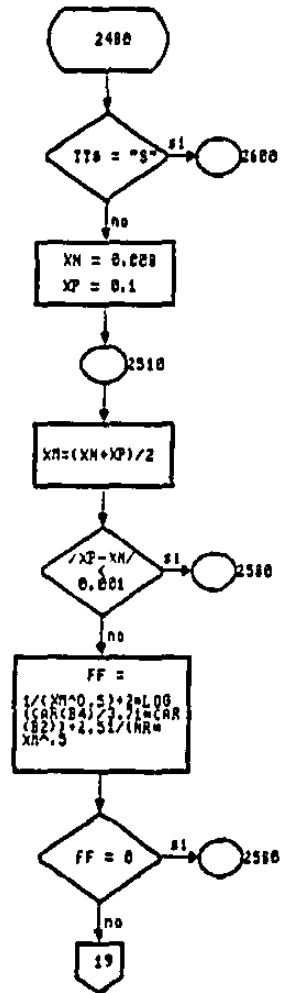
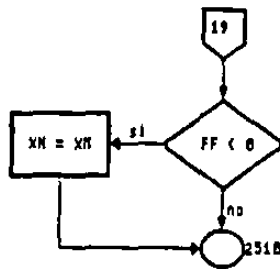
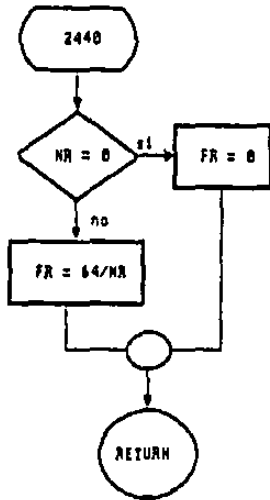


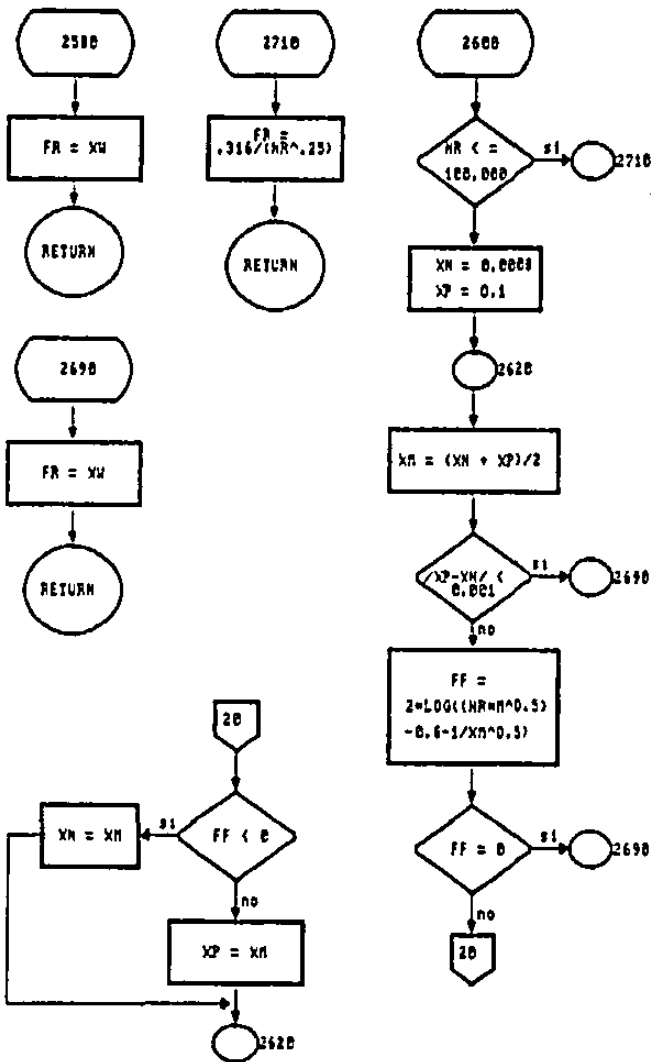




SUBROUTINE 0005:
GCSUB







3.3. ARCHIVO

Como se vio anteriormente, el programa principal llama a un archivo, el cual debe contener los datos de los elementos.

Por lo que primeramente hay que introducir datos al archivo con los datos antiguos.

Una vez que se introducen los datos en el "archivo de entrada", pueden consultarse con el archivo de consulta para ver si efectivamente se introdujeron bien.

En caso de que haya datos mal, se puede corregir el - archivo con el archivo de "cambios".

Hecho esto se llama al programa principal y también - se introducen datosm solo que éstos se pierden una vez que - haya corrido el programa, quedando solo los del archivo de elementos.

Cabe mencionar que el archivo se adaptó al programa - para no volver a introducir todos los datos en caso de haber escrito alguno mal.

3.3.1. Algoritmo para el archivo

El archivo consta de tres programas pequeños que se complementan, y se tratarán al mismo tiempo.

El primero es el que se crea el archivo, el segundo nos ayuda a hacer cambios al primero y el tercero nos presenta en pantalla los resultados.

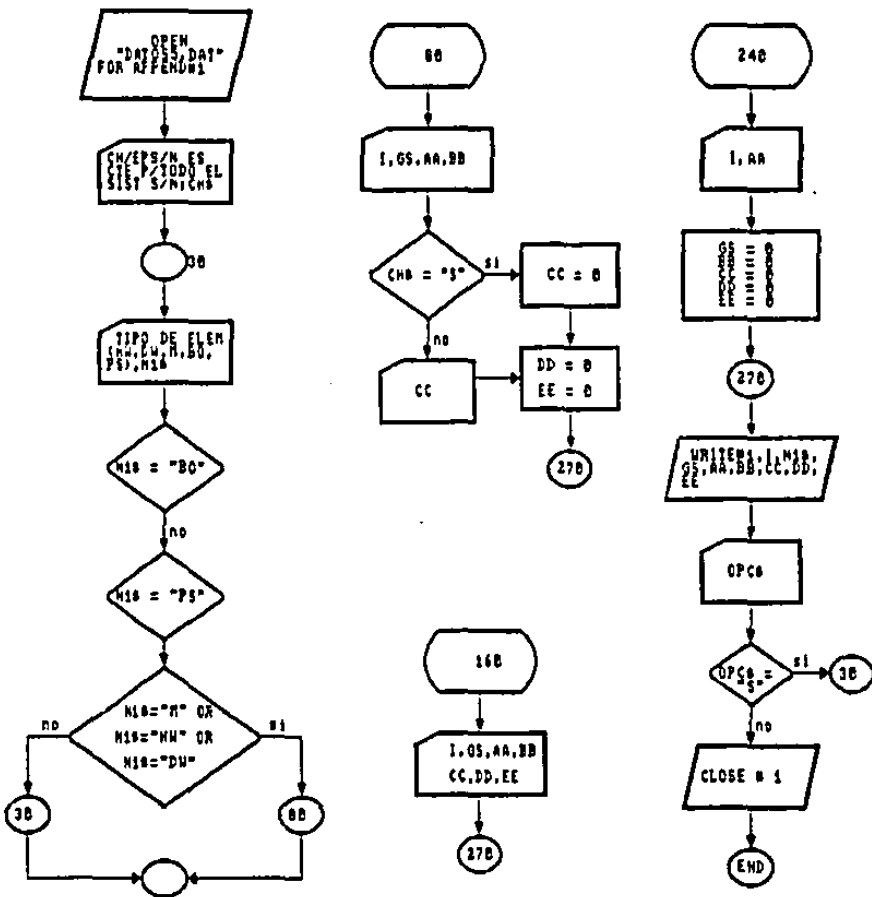
El algoritmo es como sigue:

1er. Archivo (entrada)

1. El programa tiene la clave del BASIC para abrir archivo de datos (DATOS.DAT).
2. Se preguntará qué tipo de elemento es el que se quiere introducir y mediante una condición de flujo se remitirá a una parte en donde el programa continuará preguntando los datos adecuados al tipo de elemento de que se trate.
3. El programa si se desea introducir algún dato nuevo y de esta manera volveríamos al paso No. 2, de otra manera se clausurarfa el archivo.
4. Cabe hacer mención que el último dato introducido debe ser un número grande que no se utilice ni esté entre los datos del programa.

3.3.1.1. Diagrama de flujo del archivo de entrada.

PROGRAMA PARA ARCHIVOS.BAS

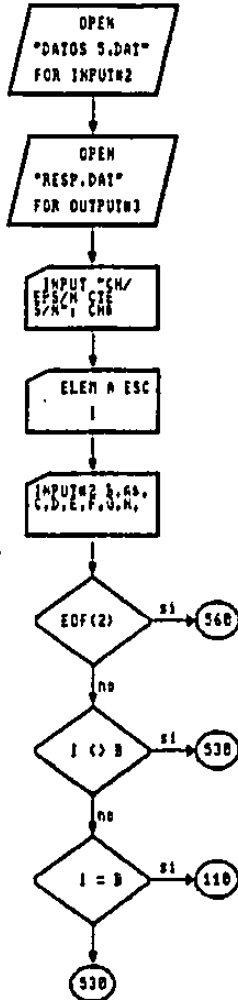


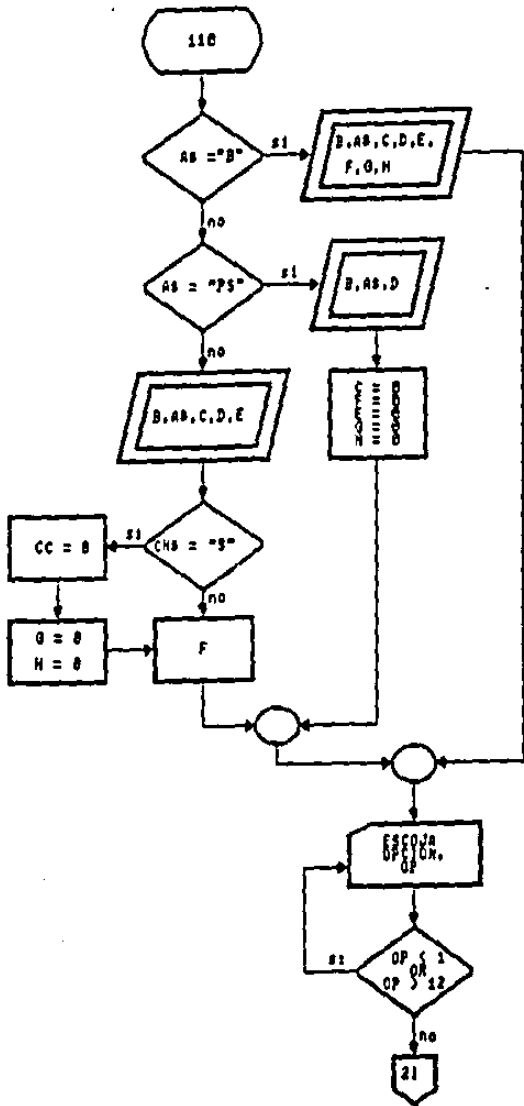
2do. Archivo (cambios)

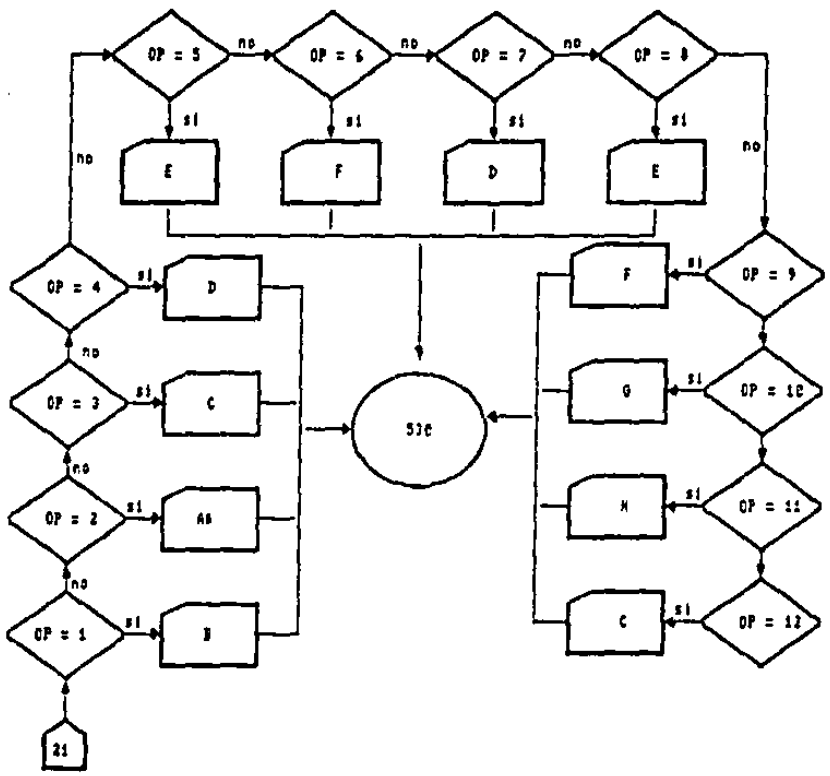
El programa para este archivo se apoya en el anterior pues para poder hacer cambios se debieron de introducir datos con anterioridad.

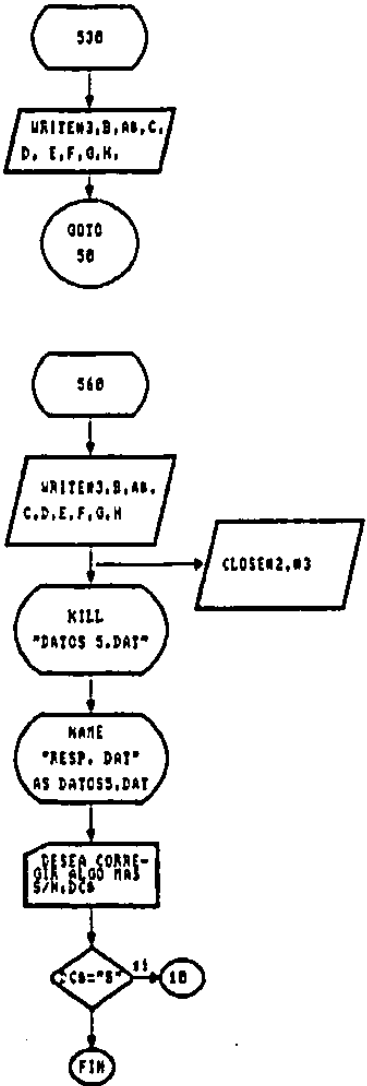
1. Se abre un archivo con la clave del primero.
2. Se abre un archivo con otra clave, y se le llamará (RESP. DAT) debido a que nos servirá de respaldo. .
3. El programa preguntará por el número del elemento a corregir.
4. Enseguida nos presentará en pantalla el tipo de elemento y sus demás características.
5. Preguntará a modo de opción cual de todas se desea cambiar se le dará el número de la opción y preguntará por el nuevo valor.
6. Este valor será grabado en (RESP.DAT).
7. Todo el archivo se asignará a (DATOS.DAT), renombrándolo con ese nombre.
8. Se cierran los dos archivos.
9. Se pregunta si se desea modificar algún otro dato, si es así volvemos al paso No. 1, de lo contrario se finaliza.

3.3.1.2. Diagrama de flujo del archivo para cambios
PROGRAMA PARA CAMBIOS 5.DAT









3er. Archivo (presentación)

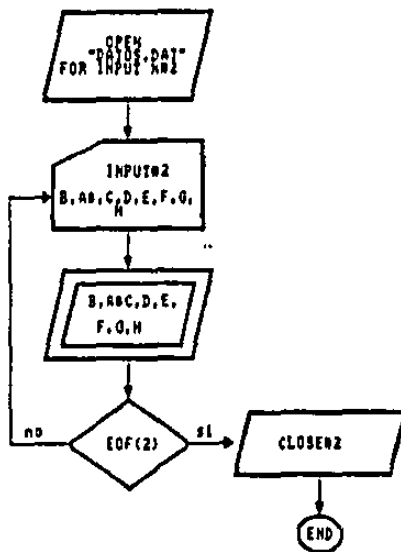
Este programa no es muy necesario pero nos permite visualizar los datos que tenemos en el archivo sin salir del sistema.

El algoritmo es muy sencillo.

1. Se abre el archivo (DATOS.DAT)
2. Se manda leer los datos correspondientes al primer registro.
3. Se imprimen en pantalla.
4. Si ha llegado al fin de los registros se cierra el archivo y se da fin de lo contrario regresa al paso No. 2

3.3.1.3. Diagrama de flujo del archivo para visualizar datos

PROGRAMA PARA CONSULTAS .BAS



CAPITULO IV
LISTADO DEL PROGRAMA

4.1. LISTADO DEL MENU

```

10  CATEGORIA DE LA OPCIÓN
20  MEN
30  MEN DE MENU DE PROGRAMAS
40  MEN
50  LOGO DE LA OPCIÓN "M E N U"
60  PRINTING PRINTING PRINTING
70  PRINT TAB(10) "10".....MENSAJE DE PARÁMETROS PARA ELEMENTOS"
80  PRINT TAB(10) "20".....PRESENTACION EN PANTALLA DE PARÁMETROS"
90  PRINT TAB(10) "30".....SELECCIÓN DE PARÁMETROS"
100 PRINT TAB(10) "40".....MODIFICAR PARA METODO DE CROSS"
110 PRINT TAB(10) "50".....LEGENDAR PARÁMETROS DE ELEMENTOS"
120 PRINT TAB(10) "60".....CIERRE DEL MENU"
130 PRINT PRINT PRINT PRINT PRINT
140 INFO 1 10000 100 10000-----1,0P
150 INFO 1 10000 1000 1000 100
160 END
170 ON OF 1000 100,100,100,100,100
180 NUMBER(100,100)
190 NUMBER(100,100)
200 NUMBER(100,100)
210 NUMBER(100,100)
220 FILE "100000000"
230 END

```

4.2. LISTADO DEL PROGRAMA PRINCIPAL

71

```

10  CLS
20  REM PROGRAMA DE COMPUTADORA PARA EL ANALISIS DE REDES HIDRAULICAS
30  REM
40  REM UTILIZA EL METODO DE HARDY CROSS
50  REM
60  DIM SG(20), TCC(20), TOL(20), CL(10), TIPS(100), BAR(700)
70  DIM SDB(700), SUI(700), E(100), I(100)
80  CL(1)=TW*(TOL(2)+TW*(E(1)-TCC(14)+SDB(10)*TOL(5)))**4
90  FOR J=1 TO 700
100 IF J=100 THEN TIPS(J)=0
110 IF J=100 THEN SDB(J)=1000
120 IF J=200 THEN TCC(J)=0
130 SDB(J)=0
140 NEXT J
150 CLS
160 PRINT
170 PRINT "PROGRAMA DE ANALISIS DE REDES HIDRAULICAS CON EL METODO DE HARDY CROSS"
180 INPUT "UTILICAR LA INGRESA DE: ";IMP
190 IF IMP<0 OR IMP>100 THEN 210
200 GOTO 180
210 INPUT "SISTEMA DE UNIDADES: SI (SI) O EN (EN)";U
220 IF U<"SI" OR U>"EN" THEN 210
230 GOTO 180
240 INPUT "MATERIAL DE LAS TUBERIAS: ";M
250 IF M<"PVC" AND M>"D" THEN 210
260 GOTO 240
270 INPUT "TIPO DE TUBERIA: ";T
280 IF T<"1" OR T>"3" THEN 210
290 GOTO 270
300 INPUT "MATERIAL DE LAS TUBERIAS: ";M
310 IF M<"PVC" AND M>"D" THEN 210
320 GOTO 300
330 PRINT "MATERIAL DE LAS TUBERIAS: ";M
340 IF M<"PVC" AND M>"D" THEN 210
350 INPUT "CONSTRICION DE CONSTRUCCION PARA TODO EL SISTEMA: ";C
360 IF C<"0" OR C>"1" THEN 210
370 GOTO 350
380 IF C<"0" THEN 410
390 CLS
400 GOTO 490
410 INPUT "VALOR DE LA PERDA DE CARGA EN EL SISTEMA: ";D
420 IF D<"0" THEN 410
430 CLS
440 FOR I=1 TO 100
450 W=1-I*10+1
460 B=WP*4
470 CRF(B)=B**4
480 NEXT I
490 IF D<"0" THEN 520
500 IF IMP<"1" THEN 520
510 LPRINT " UNIDADES INGLESAS, VISCOSIDAD EN ft2/seg"
520 UNITS=1.487*10-4*3.14517*E-1
530 G=10.474*E*1.4159265**4*E-12
540 GOTO 570
550 IF IMP<"2" THEN 570

```

```

550          UNID=200  CIL  5.11  DISCORDIA 21. 6  C/seg=170
560          UNID=0.871004409.103:034.001
570          GA7.0006120.1415.100404:050100
580          IF (NR) THEN THEN 530
590          PRINT  "TOLERANCIA DECIDIDA":TOL: "N. PAS. RE ITERACIONES":ITE
600          PRINT:PRINT
610          TAREA = TAREA + "BASES" + LONGITUD + "DIAMETRO" + "CH/EFB/zn"
620          CPRINT  "SUPUESTO"
630          IF (NR) THEN THEN 530
640          PRINT  "TAREA = TAREA + "BASES" + LONGITUD + "DIAMETRO" + "CH/EFB/zn"
650          CPRINT  "SUPUESTO"
660          PRINT  "TAREA = TAREA + "BASES" + LONGITUD + "DIAMETRO" + "CH/EFB/zn"
670          CPRINT  "SUPUESTO"
680          PRINT  "TAREA = TAREA + "BASES" + LONGITUD + "DIAMETRO" + "CH/EFB/zn"
690          CPRINT  "SUPUESTO"
700          PRINT  "TAREA = TAREA + "BASES" + LONGITUD + "DIAMETRO" + "CH/EFB/zn"
710          CPRINT  "SUPUESTO"
720          PRINT  "TAREA = TAREA + "BASES" + LONGITUD + "DIAMETRO" + "CH/EFB/zn"
730          CPRINT  "SUPUESTO"
740          PRINT  "TAREA = TAREA + "BASES" + LONGITUD + "DIAMETRO" + "CH/EFB/zn"
750          CPRINT  "SUPUESTO"
760          PRINT  "TAREA = TAREA + "BASES" + LONGITUD + "DIAMETRO" + "CH/EFB/zn"
770          CPRINT  "SUPUESTO"
780          PRINT  "TAREA = TAREA + "BASES" + LONGITUD + "DIAMETRO" + "CH/EFB/zn"
790          CPRINT  "SUPUESTO"
800          PRINT  "TAREA = TAREA + "BASES" + LONGITUD + "DIAMETRO" + "CH/EFB/zn"
810          CPRINT  "SUPUESTO"
820          PRINT  "TAREA = TAREA + "BASES" + LONGITUD + "DIAMETRO" + "CH/EFB/zn"
830          CPRINT  "SUPUESTO"
840          PRINT  "TAREA = TAREA + "BASES" + LONGITUD + "DIAMETRO" + "CH/EFB/zn"
850          CPRINT  "SUPUESTO"
860          PRINT  "TAREA = TAREA + "BASES" + LONGITUD + "DIAMETRO" + "CH/EFB/zn"
870          CPRINT  "SUPUESTO"
880          PRINT  "TAREA = TAREA + "BASES" + LONGITUD + "DIAMETRO" + "CH/EFB/zn"
890          CPRINT  "SUPUESTO"
900          PRINT  "TAREA = TAREA + "BASES" + LONGITUD + "DIAMETRO" + "CH/EFB/zn"
910          CPRINT  "SUPUESTO"
920          PRINT  "TAREA = TAREA + "BASES" + LONGITUD + "DIAMETRO" + "CH/EFB/zn"
930          CPRINT  "SUPUESTO"
940          PRINT  "TAREA = TAREA + "BASES" + LONGITUD + "DIAMETRO" + "CH/EFB/zn"
950          CPRINT  "SUPUESTO"
960          PRINT  "TAREA = TAREA + "BASES" + LONGITUD + "DIAMETRO" + "CH/EFB/zn"
970          CPRINT  "SUPUESTO"
980          PRINT  "TAREA = TAREA + "BASES" + LONGITUD + "DIAMETRO" + "CH/EFB/zn"
990          CPRINT  "SUPUESTO"
1000         PRINT  "TAREA = TAREA + "BASES" + LONGITUD + "DIAMETRO" + "CH/EFB/zn"
1010         CPRINT  "SUPUESTO"
1020         PRINT  "TAREA = TAREA + "BASES" + LONGITUD + "DIAMETRO" + "CH/EFB/zn"
1030         CPRINT  "SUPUESTO"
1040         PRINT  "TAREA = TAREA + "BASES" + LONGITUD + "DIAMETRO" + "CH/EFB/zn"
1050         CPRINT  "SUPUESTO"
1060         PRINT  "TAREA = TAREA + "BASES" + LONGITUD + "DIAMETRO" + "CH/EFB/zn"
1070         CPRINT  "SUPUESTO"
1080         PRINT  "TAREA = TAREA + "BASES" + LONGITUD + "DIAMETRO" + "CH/EFB/zn"
1090         CPRINT  "SUPUESTO"
1100         PRINT  "TAREA = TAREA + "BASES" + LONGITUD + "DIAMETRO" + "CH/EFB/zn"
1110         CPRINT  "SUPUESTO"

```

```

1110 LOCATE PT,20:PRINT USING "#####.##":GOTO 1120
1120 LOCATE PT,20:PRINT USING "#####.###":GOTO 1130
1130 LOCATE PT,45:PRINT USING "#####":GOTO 1140
1140 PRINT *
1150 GOTO 1155
1150 CAR(26)=CARD(25)+1
1160 GOTO 200
1160 CAR(26)=0
1170 IF INT(.1) THEN 1210
1180 PRINT TAB(15);"INICIAL EN LA SECUENCIA DE ELEVACIONES:";GOTO 1190
1190 PRINT TAB(15);"DIFERENCIA DE ELEVACION=";CAR(26)
1200 GOTO 200
1210 PRINT TAB(15);"INICIAL EN LA SECUENCIA DE ELEVACIONES:";GOTO 1220
1220 PRINT TAB(15);"DIFERENCIA DE ELEVACION=";CAR(26)
1230 GOTO 200
1240 CAR(26)=0
1250 CAR(26)=255
1260 CAR(26)=254
1270 CAR(26)=253
1280 CAR(26)=252
1290 CAR(26)=251
1300 CAR(26)=250
1310 CAR(26)=249
1320 CAR(26)=248
1330 CAR(26)=247
1340 CAR(26)=246
1350 CAR(26)=245
1360 CAR(26)=244
1370 CAR(26)=243
1380 CAR(26)=242
1390 CAR(26)=241
1400 CAR(26)=240
1410 CAR(26)=239
1420 CAR(26)=238
1430 CAR(26)=237
1440 CAR(26)=236
1450 CAR(26)=235
1460 CAR(26)=234
1470 CAR(26)=233
1480 CAR(26)=232
1490 CAR(26)=231
1500 CAR(26)=230
1510 CAR(26)=229
1520 CAR(26)=228
1530 CAR(26)=227
1540 CAR(26)=226
1550 CAR(26)=225
1560 CAR(26)=224
1570 CAR(26)=223
1580 CAR(26)=222
1590 CAR(26)=221
1600 CAR(26)=220
1610 CAR(26)=219
1620 CAR(26)=218
1630 CAR(26)=217
1640 CAR(26)=216
1650 CAR(26)=215
1660 CAR(26)=214
1670 CAR(26)=213
1680 CAR(26)=212
1690 CAR(26)=211
1700 CAR(26)=210
1710 CAR(26)=209
1720 CAR(26)=208
1730 CAR(26)=207
1740 CAR(26)=206
1750 CAR(26)=205
1760 CAR(26)=204
1770 CAR(26)=203
1780 CAR(26)=202
1790 CAR(26)=201
1800 CAR(26)=200
1810 CAR(26)=199
1820 CAR(26)=198
1830 CAR(26)=197
1840 CAR(26)=196
1850 CAR(26)=195
1860 CAR(26)=194
1870 CAR(26)=193
1880 CAR(26)=192
1890 CAR(26)=191
1900 CAR(26)=190
1910 CAR(26)=189
1920 CAR(26)=188
1930 CAR(26)=187
1940 CAR(26)=186
1950 CAR(26)=185
1960 CAR(26)=184
1970 CAR(26)=183
1980 CAR(26)=182
1990 CAR(26)=181
2000 CAR(26)=180
2010 CAR(26)=179
2020 CAR(26)=178
2030 CAR(26)=177
2040 CAR(26)=176
2050 CAR(26)=175
2060 CAR(26)=174
2070 CAR(26)=173
2080 CAR(26)=172
2090 CAR(26)=171
2100 CAR(26)=170
2110 CAR(26)=169
2120 CAR(26)=168
2130 CAR(26)=167
2140 CAR(26)=166
2150 CAR(26)=165
2160 CAR(26)=164
2170 CAR(26)=163
2180 CAR(26)=162
2190 CAR(26)=161
2200 CAR(26)=160
2210 CAR(26)=159
2220 CAR(26)=158
2230 CAR(26)=157
2240 CAR(26)=156
2250 CAR(26)=155
2260 CAR(26)=154
2270 CAR(26)=153
2280 CAR(26)=152
2290 CAR(26)=151
2300 CAR(26)=150
2310 CAR(26)=149
2320 CAR(26)=148
2330 CAR(26)=147
2340 CAR(26)=146
2350 CAR(26)=145
2360 CAR(26)=144
2370 CAR(26)=143
2380 CAR(26)=142
2390 CAR(26)=141
2400 CAR(26)=140
2410 CAR(26)=139
2420 CAR(26)=138
2430 CAR(26)=137
2440 CAR(26)=136
2450 CAR(26)=135
2460 CAR(26)=134
2470 CAR(26)=133
2480 CAR(26)=132
2490 CAR(26)=131
2500 CAR(26)=130
2510 CAR(26)=129
2520 CAR(26)=128
2530 CAR(26)=127
2540 CAR(26)=126
2550 CAR(26)=125
2560 CAR(26)=124
2570 CAR(26)=123
2580 CAR(26)=122
2590 CAR(26)=121
2600 CAR(26)=120
2610 CAR(26)=119
2620 CAR(26)=118
2630 CAR(26)=117
2640 CAR(26)=116
2650 CAR(26)=115
2660 CAR(26)=114
2670 CAR(26)=113
2680 CAR(26)=112
2690 CAR(26)=111
2700 CAR(26)=110
2710 CAR(26)=109
2720 CAR(26)=108
2730 CAR(26)=107
2740 CAR(26)=106
2750 CAR(26)=105
2760 CAR(26)=104
2770 CAR(26)=103
2780 CAR(26)=102
2790 CAR(26)=101
2800 CAR(26)=100
2810 CAR(26)=99
2820 CAR(26)=98
2830 CAR(26)=97
2840 CAR(26)=96
2850 CAR(26)=95
2860 CAR(26)=94
2870 CAR(26)=93
2880 CAR(26)=92
2890 CAR(26)=91
2900 CAR(26)=90
2910 CAR(26)=89
2920 CAR(26)=88
2930 CAR(26)=87
2940 CAR(26)=86
2950 CAR(26)=85
2960 CAR(26)=84
2970 CAR(26)=83
2980 CAR(26)=82
2990 CAR(26)=81
3000 CAR(26)=80
3010 CAR(26)=79
3020 CAR(26)=78
3030 CAR(26)=77
3040 CAR(26)=76
3050 CAR(26)=75
3060 CAR(26)=74
3070 CAR(26)=73
3080 CAR(26)=72
3090 CAR(26)=71
3100 CAR(26)=70
3110 CAR(26)=69
3120 CAR(26)=68
3130 CAR(26)=67
3140 CAR(26)=66
3150 CAR(26)=65
3160 CAR(26)=64
3170 CAR(26)=63
3180 CAR(26)=62
3190 CAR(26)=61
3200 CAR(26)=60
3210 CAR(26)=59
3220 CAR(26)=58
3230 CAR(26)=57
3240 CAR(26)=56
3250 CAR(26)=55
3260 CAR(26)=54
3270 CAR(26)=53
3280 CAR(26)=52
3290 CAR(26)=51
3300 CAR(26)=50
3310 CAR(26)=49
3320 CAR(26)=48
3330 CAR(26)=47
3340 CAR(26)=46
3350 CAR(26)=45
3360 CAR(26)=44
3370 CAR(26)=43
3380 CAR(26)=42
3390 CAR(26)=41
3400 CAR(26)=40
3410 CAR(26)=39
3420 CAR(26)=38
3430 CAR(26)=37
3440 CAR(26)=36
3450 CAR(26)=35
3460 CAR(26)=34
3470 CAR(26)=33
3480 CAR(26)=32
3490 CAR(26)=31
3500 CAR(26)=30
3510 CAR(26)=29
3520 CAR(26)=28
3530 CAR(26)=27
3540 CAR(26)=26
3550 CAR(26)=25
3560 CAR(26)=24
3570 CAR(26)=23
3580 CAR(26)=22
3590 CAR(26)=21
3600 CAR(26)=20
3610 CAR(26)=19
3620 CAR(26)=18
3630 CAR(26)=17
3640 CAR(26)=16
3650 CAR(26)=15
3660 CAR(26)=14
3670 CAR(26)=13
3680 CAR(26)=12
3690 CAR(26)=11
3700 CAR(26)=10
3710 CAR(26)=9
3720 CAR(26)=8
3730 CAR(26)=7
3740 CAR(26)=6
3750 CAR(26)=5
3760 CAR(26)=4
3770 CAR(26)=3
3780 CAR(26)=2
3790 CAR(26)=1
3800 CAR(26)=0
3810 CAR(26)=255
3820 CAR(26)=254
3830 CAR(26)=253
3840 CAR(26)=252
3850 CAR(26)=251
3860 CAR(26)=250
3870 CAR(26)=249
3880 CAR(26)=248
3890 CAR(26)=247
3900 CAR(26)=246
3910 CAR(26)=245
3920 CAR(26)=244
3930 CAR(26)=243
3940 CAR(26)=242
3950 CAR(26)=241
3960 CAR(26)=240
3970 CAR(26)=239
3980 CAR(26)=238
3990 CAR(26)=237
4000 CAR(26)=236
4010 CAR(26)=235
4020 CAR(26)=234
4030 CAR(26)=233
4040 CAR(26)=232
4050 CAR(26)=231
4060 CAR(26)=230
4070 CAR(26)=229
4080 CAR(26)=228
4090 CAR(26)=227
4100 CAR(26)=226
4110 CAR(26)=225
4120 CAR(26)=224
4130 CAR(26)=223
4140 CAR(26)=222
4150 CAR(26)=221
4160 CAR(26)=220
4170 CAR(26)=219
4180 CAR(26)=218
4190 CAR(26)=217
4200 CAR(26)=216
4210 CAR(26)=215
4220 CAR(26)=214
4230 CAR(26)=213
4240 CAR(26)=212
4250 CAR(26)=211
4260 CAR(26)=210
4270 CAR(26)=209
4280 CAR(26)=208
4290 CAR(26)=207
4300 CAR(26)=206
4310 CAR(26)=205
4320 CAR(26)=204
4330 CAR(26)=203
4340 CAR(26)=202
4350 CAR(26)=201
4360 CAR(26)=200
4370 CAR(26)=199
4380 CAR(26)=198
4390 CAR(26)=197
4400 CAR(26)=196
4410 CAR(26)=195
4420 CAR(26)=194
4430 CAR(26)=193
4440 CAR(26)=192
4450 CAR(26)=191
4460 CAR(26)=190
4470 CAR(26)=189
4480 CAR(26)=188
4490 CAR(26)=187
4500 CAR(26)=186
4510 CAR(26)=185
4520 CAR(26)=184
4530 CAR(26)=183
4540 CAR(26)=182
4550 CAR(26)=181
4560 CAR(26)=180
4570 CAR(26)=179
4580 CAR(26)=178
4590 CAR(26)=177
4600 CAR(26)=176
4610 CAR(26)=175
4620 CAR(26)=174
4630 CAR(26)=173
4640 CAR(26)=172
4650 CAR(26)=171
4660 CAR(26)=170
4670 CAR(26)=169
4680 CAR(26)=168
4690 CAR(26)=167
4700 CAR(26)=166
4710 CAR(26)=165
4720 CAR(26)=164
4730 CAR(26)=163
4740 CAR(26)=162
4750 CAR(26)=161
4760 CAR(26)=160
4770 CAR(26)=159
4780 CAR(26)=158
4790 CAR(26)=157
4800 CAR(26)=156
4810 CAR(26)=155
4820 CAR(26)=154
4830 CAR(26)=153
4840 CAR(26)=152
4850 CAR(26)=151
4860 CAR(26)=150
4870 CAR(26)=149
4880 CAR(26)=148
4890 CAR(26)=147
4900 CAR(26)=146
4910 CAR(26)=145
4920 CAR(26)=144
4930 CAR(26)=143
4940 CAR(26)=142
4950 CAR(26)=141
4960 CAR(26)=140
4970 CAR(26)=139
4980 CAR(26)=138
4990 CAR(26)=137
5000 CAR(26)=136
5010 CAR(26)=135
5020 CAR(26)=134
5030 CAR(26)=133
5040 CAR(26)=132
5050 CAR(26)=131
5060 CAR(26)=130
5070 CAR(26)=129
5080 CAR(26)=128
5090 CAR(26)=127
5100 CAR(26)=126
5110 CAR(26)=125
5120 CAR(26)=124
5130 CAR(26)=123
5140 CAR(26)=122
5150 CAR(26)=121
5160 CAR(26)=120
5170 CAR(26)=119
5180 CAR(26)=118
5190 CAR(26)=117
5200 CAR(26)=116
5210 CAR(26)=115
5220 CAR(26)=114
5230 CAR(26)=113
5240 CAR(26)=112
5250 CAR(26)=111
5260 CAR(26)=110
5270 CAR(26)=109
5280 CAR(26)=108
5290 CAR(26)=107
5300 CAR(26)=106
5310 CAR(26)=105
5320 CAR(26)=104
5330 CAR(26)=103
5340 CAR(26)=102
5350 CAR(26)=101
5360 CAR(26)=100
5370 CAR(26)=99
5380 CAR(26)=98
5390 CAR(26)=97
5400 CAR(26)=96
5410 CAR(26)=95
5420 CAR(26)=94
5430 CAR(26)=93
5440 CAR(26)=92
5450 CAR(26)=91
5460 CAR(26)=90
5470 CAR(26)=89
5480 CAR(26)=88
5490 CAR(26)=87
5500 CAR(26)=86
5510 CAR(26)=85
5520 CAR(26)=84
5530 CAR(26)=83
5540 CAR(26)=82
5550 CAR(26)=81
5560 CAR(26)=80
5570 CAR(26)=79
5580 CAR(26)=78
5590 CAR(26)=77
5600 CAR(26)=76
5610 CAR(26)=75
5620 CAR(26)=74
5630 CAR(26)=73
5640 CAR(26)=72
5650 CAR(26)=71
5660 CAR(26)=70
5670 CAR(26)=69
5680 CAR(26)=68
5690 CAR(26)=67
5700 CAR(26)=66
5710 CAR(26)=65
5720 CAR(26)=64
5730 CAR(26)=63
5740 CAR(26)=62
5750 CAR(26)=61
5760 CAR(26)=60
5770 CAR(26)=59
5780 CAR(26)=58
5790 CAR(26)=57
5800 CAR(26)=56
5810 CAR(26)=55
5820 CAR(26)=54
5830 CAR(26)=53
5840 CAR(26)=52
5850 CAR(26)=51
5860 CAR(26)=50
5870 CAR(26)=49
5880 CAR(26)=48
5890 CAR(26)=47
5900 CAR(26)=46
5910 CAR(26)=45
5920 CAR(26)=44
5930 CAR(26)=43
5940 CAR(26)=42
5950 CAR(26)=41
5960 CAR(26)=40
5970 CAR(26)=39
5980 CAR(26)=38
5990 CAR(26)=37
6000 CAR(26)=36
6010 CAR(26)=35
6020 CAR(26)=34
6030 CAR(26)=33
6040 CAR(26)=32
6050 CAR(26)=31
6060 CAR(26)=30
6070 CAR(26)=29
6080 CAR(26)=28
6090 CAR(26)=27
6100 CAR(26)=26
6110 CAR(26)=25
6120 CAR(26)=24
6130 CAR(26)=23
6140 CAR(26)=22
6150 CAR(26)=21
6160 CAR(26)=20
6170 CAR(26)=19
6180 CAR(26)=18
6190 CAR(26)=17
6200 CAR(26)=16
6210 CAR(26)=15
6220 CAR(26)=14
6230 CAR(26)=13
6240 CAR(26)=12
6250 CAR(26)=11
6260 CAR(26)=10
6270 CAR(26)=9
6280 CAR(26)=8
6290 CAR(26)=7
6300 CAR(26)=6
6310 CAR(26)=5
6320 CAR(26)=4
6330 CAR(26)=3
6340 CAR(26)=2
6350 CAR(26)=1
6360 CAR(26)=0
6370 CAR(26)=255
6380 CAR(26)=254
6390 CAR(26)=253
6400 CAR(26)=252
6410 CAR(26)=251
6420 CAR(26)=250
6430 CAR(26)=249
6440 CAR(26)=248
6450 CAR(26)=247
6460 CAR(26)=246
6470 CAR(26)=245
6480 CAR(26)=244
6490 CAR(26)=243
6500 CAR(26)=242
6510 CAR(26)=241
6520 CAR(26)=240
6530 CAR(26)=239
6540 CAR(26)=238
6550 CAR(26)=237
6560 CAR(26)=236
6570 CAR(26)=235
6580 CAR(26)=234
6590 CAR(26)=233
6600 CAR(26)=232
6610 CAR(26)=231
6620 CAR(26)=230
6630 CAR(26)=229
6640 CAR(26)=228
6650 CAR(26)=227
6660 CAR(26)=226
6670 CAR(26)=225
6680 CAR(26)=224
6690 CAR(26)=223
6700 CAR(26)=222
6710 CAR(26)=221
6720 CAR(26)=220
6730 CAR(26)=219
6740 CAR(26)=218
6750 CAR(26)=217
6760 CAR(26)=216
6770 CAR(26)=215
6780 CAR(26)=214
6790 CAR(26)=213
6800 CAR(26)=212
6810 CAR(26)=211
6820 CAR(26)=210
6830 CAR(26)=209
6840 CAR(26)=208
6850 CAR(26)=207
6860 CAR(26)=206
6870 CAR(26)=205
6880 CAR(26)=204
6890 CAR(26)=203
6900 CAR(26)=202
6910 CAR(26)=201
6920 CAR(26)=200
6930 CAR(26)=199
6940 CAR(26)=198
6950 CAR(26)=197
6960 CAR(26)=196
6970 CAR(26)=195
6980 CAR(26)=194
6990 CAR(26)=193
7000 CAR(26)=192
7010 CAR(26)=191
7020 CAR(26)=190
7030 CAR(26)=189
7040 CAR(26)=188
7050 CAR(26)=187
7060 CAR(26)=186
7070 CAR(26)=185
7080 CAR(26)=184
7090 CAR(26)=183
7100 CAR(26)=182
7110 CAR(26)=181
7120 CAR(26)=180
7130 CAR(26)=179
7140 CAR(26)=178
7150 CAR(26)=177
7160 CAR(26)=176
7170 CAR(26)=175
7180 CAR(26)=174
7190 CAR(26)=173
7200 CAR(26)=172
7210 CAR(26)=171
7220 CAR(26)=170
7230 CAR(26)=169
7240 CAR(26)=168
7250 CAR(26)=167
7260 CAR(26)=166
7270 CAR(26)=165
7280 CAR(26)=164
7290 CAR(26)=163
7300 CAR(26)=162
7310 CAR(26)=161
7320 CAR(26)=160
7330 CAR(26)=159
7340 CAR(26)=158
7350 CAR(26)=157
7360 CAR(26)=156
7370 CAR(26)=155
7380 CAR(26)=154
7390 CAR(26)=153
7400 CAR(26)=152
7410 CAR(26)=151
7420 CAR(26)=150
7430 CAR(26)=149
7440 CAR(26)=148
7450 CAR(26)=147
7460 CAR(26)=146
7470 CAR(26)=145
7480 CAR(26)=144
7490 CAR(26)=143
7500 CAR(26)=142
7510 CAR(26)=141
7520 CAR(26)=140
7530 CAR(26)=139
7540 CAR(26)=138
7550 CAR(26)=137
7560 CAR(26)=136
7570 CAR(26)=135
7580 CAR(26)=134
7590 CAR(26)=133
7600 CAR(26)=132
7610 CAR(26)=131
7620 CAR(26)=130
7630 CAR(26)=129
7640 CAR(26)=128
7650 CAR(26)=127
7660 CAR(26)=126
7670 CAR(26)=125
7680 CAR(26)=124
7690 CAR(26)=123
7700 CAR(26)=122
7710 CAR(26)=121
7720 CAR(26)=120
7730 CAR(26)=119
7740 CAR(26)=118
7750 CAR(26)=117
7760 CAR(26)=116
7770 CAR(26)=115
7780 CAR(26)=114
7790 CAR(26)=113
7800 CAR(26)=112
7810 CAR(26)=111
7820 CAR(26)=110
7830 CAR(26)=109
7840 CAR(26)=108
7850 CAR(26)=107
7860 CAR(26)=106
7870 CAR(26)=105
7880 CAR(26)=104
7890 CAR(26)=103
7900 CAR(26)=102
7910 CAR(26)=101
7920 CAR(26)=100
7930 CAR(26)=99
7940 CAR(26)=98
7950 CAR(26)=97
7960 CAR(26)=96
7970 CAR(26)=95
7980 CAR(26)=94
7990 CAR(26)=93
8000 CAR(26)=92
8010 CAR(26)=91
8020 CAR(26)=90
8030 CAR(26)=89
8040 CAR(26)=88
8050 CAR(26)=87
8060 CAR(26)=86
8070 CAR(26)=85
8080 CAR(26)=84
8090 CAR(26)=83
8100 CAR(26)=82
8110 CAR(26)=81
8120 CAR(26)=80
8130 CAR(26)=79
8140 CAR(26)=78
8150 CAR(26)=77
8160 CAR(26)=76
8170 CAR(26)=75
8180 CAR(26)=74
8190 CAR(26)=73
8200 CAR(26)=72
8210 CAR(26)=71
8220 CAR(26)=70
8230 CAR(26)=69
8240 CAR(26)=68
8250 CAR(26)=67
8260 CAR(26)=66
8270 CAR(26)=65
8280 CAR(26)=64
8290 CAR(26)=63
8300 CAR(26)=62
8310 CAR(26)=61
8320 CAR(26)=60
8330 CAR(26)=59
8340 CAR(26)=58
8350 CAR(26)=57
8360 CAR(26)=56
8370 CAR(26)=55
8380 CAR(26)=54
8390 CAR(26)=53
8400 CAR(26)=52
8410 CAR(26)=51
8420 CAR(26)=50
8430 CAR(26)=49
8440 CAR(26)=48
8450 CAR(26)=47
8460 CAR(26)=46
8470 CAR(26)=45
8480 CAR(26)=44
8490 CAR(26)=43
8500 CAR(26)=42
8510 CAR(26)=41
8520 CAR(26)=40
8530 CAR(26)=39
8540 CAR(26)=38
8550 CAR(26)=37
8560 CAR(26)=36
8570 CAR(26)=35
8580 CAR(26)=34
8590 CAR(26)=33
8600 CAR(26)=32
8610 CAR(26)=31
8620 CAR(26)=30
8630 CAR(26)=29
8640 CAR(26)=28
8650 CAR(26)=27
8660 CAR(26)=26
8670 CAR(26)=25
8680 CAR(26)=24
8690 CAR(26)=23
8700 CAR(26)=22
8710 CAR(26)=21
8720 CAR(26)=20
8730 CAR(26)=19
8740 CAR(26)=18
8750 CAR(26)=17
8760 CAR(26)=16
8770 CAR(26)=15
8780 CAR(26)=14
8790 CAR(26)=13
8800 CAR(26)=12
8810 CAR(26)=11
8820 CAR(26)=10
8830 CAR(26)=9
8840 CAR(26)=8
8850 CAR(26)=7
8860 CAR(26)=6
8870 CAR(26)=5
8880 CAR(26)=4
8890 CAR(26)=3
8900 CAR(26)=2
8910 CAR(26)=1
8920 CAR(26)=0
8930 CAR(26)=255
8940 CAR(26)=254
8950 CAR(26)=253
8960 CAR(26)=252
8970 CAR(26)=251
8980 CAR(26)=250
8990 CAR(26)=249
9000 CAR(26)=248
9010 CAR(26)=247
9020 CAR(26)=246
9030 CAR(26)=245
9040 CAR(26)=244
9050 CAR(26)=243
9060 CAR(26)=242
9070 CAR(26)=241
9080 CAR(26)=240
9090 CAR(26)=239
9100 CAR(26)=238
9110 CAR(26)=237
9120 CAR(26)=236
9130 CAR(26)=235
9140 CAR(26)=234
9150 CAR(26)=233
9160 CAR(26)=232
9170 CAR(26)=231
9180 CAR(26)=230
9190 CAR(26)=229
9200 CAR(26)=228
9210 CAR(26)=227
9220 CAR(26)=226
9230 CAR(26)=225
9240 CAR(26)=224
9250 CAR(26)=223
9260 CAR(26)=222
9270 CAR(26)=221
9280 CAR(26)=220
9290 CAR(26)=219
9300 CAR(26)=218
9310 CAR(26)=217
9320 CAR(26)=216
9330 CAR(26)=215
9340 CAR(26)=214
9350 CAR(26)=213
9360 CAR(26)=212
9370 CAR(26)=211
9380 CAR(26)=210
9390 CAR(26)=209
9400 CAR(26)=208
9410 CAR(26)=207
9420 CAR(26)=206
9430 CAR(26)=205
9440 CAR(26)=204
9450 CAR(26)=203
9460 CAR(26)=202
9470 CAR(26)=201
9480 CAR(26)=200
9490 CAR(26)=199
9500 CAR(26)=198
9510 CAR(26)=197
9520 CAR(26)=196
9530 CAR(26)=195
9540 CAR(26)=194
9550 CAR(26)=193
9560 CAR(26)=192
9570 CAR(26)=191
9580 CAR(26)=190
9590 CAR(26)=189
9600 CAR(26)=188
9610 CAR(26)=187
9620 CAR(26)=186
9630 CAR(26)=185
9640 CAR(26)=184
9650 CAR(26)=183
9660 CAR(26)=182
9670 CAR(26)=181
9680 CAR(26)=180
9690 CAR(26)=179
9700 CAR(26)=178
9710 CAR(26)=177
9720 CAR(26)=176
9730 CAR(26)=175
9740 CAR(26)=174
9750 CAR(26)=173
9760 CAR(26)=172
9770 CAR(26)=171
9780 CAR(26)=170
9790 CAR(26)=169
9800 CAR(26)=168
9810 CAR(26)=167
9820 CAR(26)=166
9830 CAR(26)=165
9840 CAR(26)=164
9850 CAR(26)=163
9860 CAR(26)=162
9870 CAR(26)=161
9880 CAR(26)=160
9890 CAR(26)=159
9900 CAR(26)=158
9910 CAR(26)=157
9920 CAR(26)=156
9930 CAR(26)=155
9940 CAR(26)=154
9950 CAR(26)=153
9960 CAR(26)=152
9970 CAR(26)=151
9980 CAR(26)=150
9990 CAR(26)=149

```

```

1650 PRINT *
1670 PRINT *
1690 PRINT *
1650 PRINT *
1700 PRINT *
1710 PRINT *
1720 PRINT *
1730 PRINT *
1740 PRINTPRINTPRINTPRINTPRINTPRINT
1750 LINE PRINT " PROBLEMA - PROGRAMA "010
1760 IF A%<=0 THEN
1770 GOTO 1750
1780 GOTO 1750
1790 PRINT *
1800 PRINT *
1810 PRINT *
1820 PRINT *
1830 PRINT *
1840 PRINT *
1850 PRINT *
1860 PRINT *
1870 PRINT *
1880 PRINT *
1890 PRINT *
1900 PRINT *
1910 PRINT *
1920 PRINT *
1930 PRINT *
1940 PRINT *
1950 PRINT *
1960 PRINT *
1970 PRINT *
1980 PRINT *
1990 PRINT *
2000 PRINT *
2010 PRINT *
2020 PRINT *
2030 PRINT *
2040 PRINT *
2050 PRINT *
2060 PRINT *
2070 PRINT *
2080 PRINT *
2090 PRINT *
2100 PRINT *
2110 PRINT *
2120 PRINT *
2130 PRINT *
2140 PRINT *
2150 PRINT *
2160 PRINT *
2170 PRINT *
2180 PRINT *
2190 PRINT *
2200 PRINT *
2210 PRINT *
2220 PRINT *
2230 PRINT *

```



```

2240 N=7*(I-1)+1
2250 B1=7+11*2*(N+2):B2=7+11*(N+4):B3=7+11*(N+6)
2260 ON N+1 GOTO 2270,2280,2270,2290,2300
2270 G(1)=1
2280 I=I+1
2290 GOTO 2270
2300 PRINT(10)
2310 GOTO 2340
2320 GOSUB 4130
2330 PRINT(10)
2340 N=7+2*(I-1)+G(1)*G(1):CAR(1)=CAR(1)+G(1)
2350 N=7+2*(CAR(1)+G(1)+G(1)):CAR(2)=CAR(2)+G(1)
2360 GOTO 2410
2370 N=7+2*(G(1)+CAR(1)):CAR(1)=CAR(1)+G(1)
2380 GOTO 2410
2390 N=7+2*(G(1)+CAR(1)+G(1)+CAR(1)+G(1)+CAR(2)+G(1)+CAR(3))
2400 N=7+2*(CAR(1)+CAR(2)+G(1)+CAR(2)+G(1)+CAR(2)+G(1)+G(1))
2410 NEXT I
2420 IF ABS(N) > 101 THEN MOD=1
2430 N=N+D+MOD
2440 D=D+D+ABS(N)
2450 FOR J=1 TO 11
2460 D=D+D
2470 PRINT(10)
2480 IF T=0 THEN T=MOD/100
2490 G(1)=G(1)+D/100
2500 NEXT J
2510 IP=(IP+1)+1
2520 J=J+1
2530 IF D=0 THEN T=0
2540 NEXT I
2550 CLS:LOCATE 1,1
2560 PRINT " ELEMENTO ** FUZZO"
2570 PRINT " (IP/100) *PRINT
2580 IF IP > 10 THEN D=0
2590 PRINT(10)
2600 PRINT " ELEMENTO ** FUZZO"
2610 PRINT " (IP/100) *PRINT
2620 FOR I=1 TO 100
2630 N=7+2*(I)
2640 ON N+1 GOTO 2650,2660,2670,2680,2690,2700
2650 G(1)=G(1)+G
2660 PRINT USING " ***** " G(1)
2670 IF IP > 10 THEN D=0
2680 PRINT TAB(9):I:;T-B:;I:;G(1)
2690 G(1)=G(1)+G
2700 NEXT I
2710 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT
2720 PRINT TAB(10);"MODULO.....INTELEGGI CI FOS SUBINDICES"
2730 PRINT TAB(10);"MODULO.....CONTINUA"
2740 PRINT TAB(10);"MODULO.....FINALIZAR"
2750 PRINT:PRINT:PRINT
2760 INPUT " ESCOJA UNA OPCION-----",OP
2770 IF OP=1 OR OP=3 THEN 2760
2780 ON OP GOTO 2780,2770,4060
2790 CLS

```

```

0800 REM
0910 REM DATOS PARA EL CALCULO DE CARGAS
0920 REM
0930 J=0
0940 LOCATE 6,20:PRINT " * NUCLEO CON CARGAS FIJAS * "
0950 LOCATE 6,20:PRINT "NO. DE NUDO = CARGA CONCLUIDA"
0960 IF INKEY="" THEN 0980
0970 PRINT:PRINT
0980 PRINT " * NUCLEO CON CARGAS MÓVILES * "
0990 PRINT " * NUDO = CARGA * "
1000 LOCATE 10,20:LINE INPUT "X"
1010 GVAL(X)
1020 IF X=0 THEN 1090
1030 IF X=9 GO TO 1090
1040 LOCATE 10,20:LINE INPUT "M"
1050 GVAL(M)
1060 IF M=0 THEN 1090
1070 PRINT "NO. DE NUDO = CARGA CONCLUIDA"
1080 GOTO 1090
1090 REM
1100 REM TRAYECTORIAS PARA CALCULO DE CARGAS
1110 REM
1120 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT
1130 INPUT " * DIBUJE DEL C.C. INTRODUCIR LAS CARGAS CONOCIDAS SIN OTRO * "
1140 IF NOT INKEY="" THEN 1170
1150 IF INKEY="" THEN 1170
1160 GOTO 1170
1170 GOTO 1170
1180 PRINT " * LA TRAYECTORIA PARA EL CALCULO DE CARGAS LONGITUD EN COORDENADAS * "
1190 PRINT " * LOCAL AL PRINCIPIO DEL VECTOR T.C. EL NUMERO DE UN NUDO * "
1200 PRINT " * QUE LA CARGA SEA CONOCIDA Y A CONTINUACION SE LE DARA UNA * "
1210 PRINT " * SECUENCIA DE ELEMENTOS-NUDO-ELEMENTO-NUDO..... FINITA * "
1220 PRINT " * TERMINAR COLUCIONANDO EN COORDENADAS * "
1230 PRINT " * "
1240 PRINT " * SI SE DESEA INTRODUCIR OTRA TRAYECTORIA SE PROCEDA DE * "
1250 PRINT " * IGUAL MANERA Y SI NO SE DESEA INTRODUCIR OTRA VECTOR SE * "
1260 PRINT " * COLUCION DOS CARGAS CONTINUAMENTE. * "
1270 PRINT " * "
1280 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT
1290 LINE INPUT " * "
1300 IF NOT INKEY="" THEN 1310
1310 GOTO 1310
1320 GOTO 1310
1330 GOTO 1310
1340 GOTO 1310
1350 GOTO 1310
1360 GOTO 1310
1370 GOTO 1310
1380 GOTO 1310
1390 GOTO 1310
1400 GOTO 1310
1410 GOTO 1310
1420 GOTO 1310
1430 GOTO 1310
1440 GOTO 1310
1450 GOTO 1310
1460 GOTO 1310
1470 GOTO 1310
1480 GOTO 1310
1490 GOTO 1310
1500 GOTO 1310
1510 GOTO 1310
1520 GOTO 1310
1530 GOTO 1310
1540 GOTO 1310
1550 GOTO 1310
1560 GOTO 1310
1570 GOTO 1310
1580 GOTO 1310
1590 GOTO 1310
1600 GOTO 1310
1610 GOTO 1310
1620 GOTO 1310
1630 GOTO 1310
1640 GOTO 1310
1650 GOTO 1310
1660 GOTO 1310
1670 GOTO 1310
1680 GOTO 1310
1690 GOTO 1310
1700 GOTO 1310
1710 GOTO 1310
1720 GOTO 1310
1730 GOTO 1310
1740 GOTO 1310
1750 GOTO 1310
1760 GOTO 1310
1770 GOTO 1310
1780 GOTO 1310
1790 GOTO 1310
1800 GOTO 1310
1810 GOTO 1310
1820 GOTO 1310
1830 GOTO 1310
1840 GOTO 1310
1850 GOTO 1310
1860 GOTO 1310
1870 GOTO 1310
1880 GOTO 1310
1890 GOTO 1310
1900 GOTO 1310
1910 GOTO 1310
1920 GOTO 1310
1930 GOTO 1310
1940 GOTO 1310
1950 GOTO 1310
1960 GOTO 1310
1970 GOTO 1310
1980 GOTO 1310
1990 GOTO 1310
2000 GOTO 1310

```

```

3360 NEXT I
3370 J=J+3
3380 I=I+1
3390 GOTO 3360
3400 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT
3410 LINE INPUT " DESEA VOLVER A INTRODUCIR LA TRAYECTORIA 2/0---?",A$
3420 IF A$(0)="Y" AND A$(1)="N" THEN 3410
3430 IF A$(0)="N" THEN 3330
3440 IF A$(1)="Y" THEN 3360
3450 LPRINT:LPRINT
3460 LPRINT "          TRAYECTORIA CONTINUA PARA EL CALCULO DE CARGAS"
3470 LPRINT
3480 FOR I=0 TO 1
3490 LPRINT TCC(I);
3500 NEXT I
3510 LPRINT
3520 REM
3530 REM INICIA CALCULO DE CARGAS EN CADA NUDO
3540 REM
3550 GOSUB 3560
3560 IP=1
3570 FOR J=1 TO 200 STEP 2
3580 IF J=1 THEN I=ICC(IP)
3590 D1=H(I):D2=H(I+1)
3600 H=ICC(IP)
3610 H=ICC(IP)
3620 IF I=0 THEN 3630
3630 IF I=0 THEN 3650
3640 GOTO 3660
3650 SS=1
3660 I=I
3670 GOTO 3650
3680 SS=1
3690 NT=H(I):O(I)
3700 W1=7*(I-1)+1
3710 B1=WF-I:EB=WF+2:EB=WF-2:EB=WF+4:EB=WF-4:EB=WF+6
3720 ON NT(1) GOTO 3730,3750,3770,3790,3810,3730,3820
3730 B=CAR(B1)
3740 GOTO 3750
3750 BE=EB-A:130
3760 R=FR*CAR(WF)
3770 H(N)=H(I)+SS*R*(I)+ABS(B(I))*CAR(B2)
3780 GOTO 3820
3790 H(N)=H(I)+SS*CAR(WF)
3800 GOTO 3820
3810 H(N)=H(I)+SS*(CAR(WF)+G(I)*(CAR(B1)+G(I))*(CAR(B2)+G(I)*CAR(B3)))
3820 M1=IP+2
3830 MD=M1+1
3840 IF TCC(M2)=0 THEN 3900
3850 IF TCC(M1)=0 THEN 3820
3860 I=I
3870 NEXT J
3880 IP=IP-J+3
3890 GOTO 3570
3900 CLS:LOCATE 10,10:PRINT "          NUDO ** CARGA":PRINT
3910 IF INT("0") THEN 3940

```

```

3920 LPRINT
3930 LPRINT "          NUDO ** CARGA**LPRINT
3940 FOR N=1 TO 100
3950 IF N=N1 THEN GOTO 3970
3960 PRINT USING "          ***.      *****" N;N1;N2
3970 IF INT(N/2) THEN GOTO 3990
3980 LPRINT TAB(14);INT(N/2);INT(N)
3990 NEXT N
4000 PRINT;PRINT;PRINT;PRINT
4010 PRINT TAB(10);"I1).....INTRODUCIR OTRO CARGAS FIJAS"
4020 PRINT TAB(10);"I2).....INTRODUCIR OTRA TRAYECTORIA"
4030 PRINT TAB(10);"I3).....FINALIZAR"
4040 PRINT;PRINT;PRINT
4050 INPUT "          ESCOGA UNA OPCIÓN--> ",OP
4060 IF OP=1 OR OP=2 THEN GOTO 4070
4070 ON OP GOTO 4070,4080,4080
4080 GUNPR;GUNPR;GAS"
4090 END
4100 REM
4110 REM SUBROUTINA QUE DETERMINA EL DIMENSION DE MOODY
4120 REM
4130 M=4*ABS(I1-1)/PI*LOG(101/2)
4140 NR=1/CAR(50)
4150 IF NR=0 THEN GOTO 4200
4160 INY=ACOS(CAR(50)/CAR(50)+LOG(1.7*CAR(50)/CAR(50)))
4170 Y=NR*INR-PI/4+INY
4180 FR=1/(2*LOG(1.7*CAR(50)/CAR(50)))
4190 RETURN
4200 IF NR=0 THEN FR=0 ELSE GOTO 4210
4210 GOTO 4220
4220 FR=0
4230 RETURN
4240 IF I1=1 THEN GOTO 4260
4250 XN=3.000001E-03
4260 XN=1
4270 XN=(XN+PI)/2
4280 IF ABS((XN-AN)/.001) THEN GOTO 4340
4290 FF=1/(XN*.5)+2*LOG(CAR(50)/(.71+CAR(50))+.51/(NR*XN*.5))
4300 IF FF=0 THEN GOTO 4320
4310 IF FF<0 THEN GOTO 4320
4320 XN=XN/GOTO 4270
4330 FR=0
4340 RETURN
4350 IF NR=100000 THEN GOTO 4470
4360 XN=3.000001E-03
4370 XN=(XN+PI)/2
4380 IF ABS((XN-AN)/.001) THEN GOTO 4450
4390 FF=2*LOG((NR*XN*.5)-.6-1/XN*.5)
4400 IF FF=0 THEN GOTO 4430
4410 IF FF<0 THEN GOTO 4430
4420 XN=XN/GOTO 4370
4430 XN=XN/GOTO 4370
4440 FR=XN
4450 RETURN
4460 RETURN
4470 FR=.516/(NR*.25)
4480 RETURN

```

```

10  CLS
20  REM
30  REM ARCHIVO PARA DATOS DE ELEMENTOS
40  REM
50  LOCATE 9,9:PRINT ""
60  LOCATE 10,9:PRINT "A CONTINUACION SE PREGUNTARA SI LA CONSTANTE DE UN
70  LOCATE 11,9:PRINT "LA FORMULA DE FRICCION EMPLEADA ES LA MISMA PARA."
80  LOCATE 12,9:PRINT "TODOS LOS TIPOS, PUES ALICE DARE EL CAGO EN QUE"
90  LOCATE 13,9:PRINT "SE ENLECN DIFERENTES FORMULAS PARA LOS TIPOS. O"
100 LOCATE 14,9:PRINT "SIEN, LA MISMA FORMULA PARA TODOS LOS TIPOS PERO"
110 LOCATE 15,9:PRINT "SON DIFERENTE CONSTANTE PARA CADA TIPO."
120 LOCATE 16,9:PRINT ""
130 LOCATE 20,9:PRINT "SI DESEA CONTINUAR EN ESTE MENU, RESPONDA SI, SINO
140 IF $?="" THEN 11
150 OPEN "B:\BIBLIOTECA\BIB FOR APPEND.DAT" FOR APPEND AS #1
160 LOCATE 17,1
170 INPUT "CONSERVA LA CONSTANTE PARA TODOS EL SISTEMA (S/N), RESPONDA"
180 IF $?="" AND $?="" THEN 160
190 CLOSE:GOTO 10,1
200 INPUT "TIPO DE ELEMENTO (A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N,O,P,Q,R,S,T,U,V,W,X,Y,Z)
210 IF $?="" THEN 100
220 IF $?="" THEN 100
230 IF $?="" THEN 100
240 GOTO 10,1
250 INPUT "ELEMENTO DE LA TABLA DE DATOS (A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N,O,P,Q,R,S,T,U,V,W,X,Y,Z)
260 INPUT "GASTO ELEMENTO (A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N,O,P,Q,R,S,T,U,V,W,X,Y,Z)
270 INPUT "VARIACION DEL GASTO (A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N,O,P,Q,R,S,T,U,V,W,X,Y,Z)
280 INPUT "NO. DE ELEMENTOS"
290 INPUT "NO. DE GASTOS"
300 INPUT "NO. DE VARIACIONES"
310 INPUT "NO. DE ELEMENTOS"
320 INPUT "NO. DE GASTOS"
330 CLS
340 GOTO 450
350 INPUT "ELEMENTO N°"
360 INPUT "GASTO ELEMENTO (A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N,O,P,Q,R,S,T,U,V,W,X,Y,Z)
370 INPUT "VARIACION DEL GASTO (A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N,O,P,Q,R,S,T,U,V,W,X,Y,Z)
380 INPUT "NO. DE ELEMENTOS"
390 INPUT "NO. DE GASTOS"
400 INPUT "NO. DE VARIACIONES"
410 INPUT "NO. DE ELEMENTOS"
420 CLS
430 GOTO 450
440 INPUT "ELEMENTO N°"
450 INPUT "CARGA DISPONIBLE"
460 CLS
470 GEN:SHAD:CC@:DL:ICE@
480 WRITE #1,"N1",OS,AA,CC,CC,DD,CC
490 ELS:LOCATE 10,1
500 INPUT "DESEA CONTINUAR EN ESTE MENU, RESPONDA SI, SINO"
510 IF $?="" AND $?="" THEN 500
520 PRINT:PRINT
530 IF $?="" THEN 190
540 CLOSE #1
550 CLS
560 RUN"B:\MENU.DAT"
570 END

```

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

```

10  CLS
20  REM
30  REM PROGRAMA PARA MODIFICAR EL ARCHIVO DE ELEMENTOS
40  REM
50  LOCATE 9,9:PRINT ""
60  LOCATE 10,9:PRINT " PARA HACER LOS CAMBIOS SE PREGUNTA TAMBIEN SI LA"
70  LOCATE 11,9:PRINT " CONSTANTE DE FRICCION ES LA MISMA."
80  LOCATE 12,9:PRINT ""
90  LOCATE 20,10:INPUT " SI DESEA CONTINUAR PRESIONE 'RETURN', SI"
100 IF " " THEN GOTO 30
110 OPEN "B:\DATA\15.DAT" FOR INPUT AS#101
120 OPEN "B:\DATA\15.DAT" FOR OUTPUT AS#2
130 CLS:LOCATE 10,1
140 INPUT "NO. DE SER. ES CONDICION PARA ACCR EL SISTEMA (0-9999):";CH1
150 IF CH1="0" AND CH1="9" THEN GOTO 130
160 CLS:LOCATE 10,1
170 INPUT "NO. DEL ELEMENTO A CORREGIR:";I1
180 CLS
190 INPUT "01, 02, 03, 04, 05, 06, 07";I2
200 IF I2=0 THEN GOTO 230
210 IF I2=1 THEN GOTO 240
220 IF I2=2 THEN GOTO 250
230 GOTO 260
240 GOTO 260
250 IF I2=3 THEN GOTO 260
260 IF I2=4 THEN GOTO 260
270 PRINT
280 PRINT "0001.....No. DE ELEMENTO-----";I1
290 PRINT "0002.....TIPO DE ELEMENTO-----";I2
300 PRINT "0003.....CARGO SUPUESTO (lps.cfs)-----";I3
310 PRINT "0004.....LONGITUD (mts)-----";I4
320 PRINT "0005.....DIAMETRO (mts)-----";I5
330 IF I5="0" THEN GOTO 260
340 PRINT "0006.....CH/DPS-----";I6
350 GOTO 260
360 PRINT
370 PRINT
380 PRINT "0010.....No. DE ELEMENTO-----";I1
390 PRINT "0002.....TIPO DE ELEMENTO-----";I2
400 PRINT "0003.....CARGO SUPUESTO (lps.cfs)-----";I3
410 PRINT "0007.....VARIACION DEL CARGO (lps.cfs)-----";I4
420 PRINT "0008.....NO Gts./pie-----";I5
430 PRINT "0009.....MI (mts/pies)-----";I6
440 PRINT "0101.....MC (mts/pies)-----";I6
450 PRINT "0110.....MC (mts/pies)-----";I6
460 GOTO 260
470 PRINT
480 PRINT
490 PRINT "0103.....No. DE ELEMENTO-----";I1
500 PRINT "0002.....TIPO DE ELEMENTO-----";I2
510 PRINT "0101.....CARGA DISPONIBLE (mts/pies)-----";I6

```


4.5. LISTADO DEL ARCHIVO PARA VISUALIZAR

```

10  GOTO
20  END
30  REM PROGRAMA PARA VISUALIZAR LOS DATOS DEL ARCHIVO
40  REM
50  PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT
60  OPEN "C:\DOS\DATA\100" FOR INPUT AS #1
70  PRINT #1; "TABLA DE CONTENIDOS DE LOS DATOS DEL ARCHIVO"
80  PRINT #1; "-----"
90  IF EOF(#1) THEN GOTO 100
100 GOTO 10
110 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT
120 INPUT "PREMIER PRESIONE RETURN PARA VER EL SIGUIENTE DATO"
130 IF EOF(#1) THEN GOTO 100
140 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT
150 END

```


CAPITULO V

APLICACIONES

5.1. GUIA DEL USUARIO

El procedimiento para poder utilizar el programa es el siguiente:

1. Entrando en el sistema en la modalidad BASIC, llamamos al programa que nos presenta en un menú las posibilidades -- que tenemos como usuarios del programa, y lo hacemos de - la siguiente manera:

```
LOAD"B:MENU  
RUN
```

Enseguida presenta el menú, el cual consta de seis opciones:

- (01) Entrada de parámetros para elementos.
- (02) Presentación en pantalla de parámetros.
- (03) Corrección de parámetros.
- (04) Programa para método de Cross
- (05) Borrar parámetros de elementos
- (06) Salir del menú.

Podemos escoger una opción cada vez que se nos presente el menú.

Al escoger la opción tenemos que ver cual es la opción adecuada; se presenta a continuación un orden para ejecutar el menú.

2. Con la opción (02) para que nos presente los datos almacenados en el archivo si es que los hay en caso de no haber datos marcará error y tendremos que correr de nuevo el -- programa MENU.
3. En caso de haber visualizado los datos, y se desea modificarlos, se efectúa la opción (03).
4. Si se desea borrar los datos para introducir otros nuevos se ejecuta la opción (05).
5. Para introducir datos nuevos al archivo ejecutamos la opción (01). El programa pregunta por el tipo de elemento y pide los datos correspondientes. Solo que después de haber introducido todos los datos de los elementos, agregamos un último elemento, de modo que sirva como final -- del archivo.
6. Una vez que los datos hayan sido introducidos al archivo podemos verificarlos y corregirlos si se desea, recurriendo a las opciones (02) y (03)
7. Ahora ya está todo listo para utilizar el programa principal y lo llamamos con la opción (04) y al correr el programa preguntará en cinco etapas los datos necesarios, -- las etapas son como a continuación se presenta:

a) DATOS GENERALES

Constituyen la primera etapa debido a que son comunes para todos los elementos, aquí también se pregunta si los coeficientes de rugosidad o de forma son constantes pues es posible que se utilicen distintas fórmulas

de fricción para los elementos y en este caso no se -
rían constantes los coeficientes.

b) DATOS DE LOS ELEMENTOS

Se leen directamente del archivo.

c) SUBINDICES DE LOS CIRCUITOS

Se coloca primero el número de elementos del circuito -
y a continuación el número de cada uno de los elemen -
tos que lo conforman. Cada elemento llevará un signo -
negativo si el flujo supuesto va en contra de las mang -
cillas del reloj.

Lo anterior se repite cuantas veces sea el número de -
circuitos, y al finalizar se coloca un cero.

d) NUDOS CON CARGAS FIJAS

El programa presenta el formato con el que se deben de
introducir los datos, y es de la siguiente manera:

No. DE NUDO	CARGA
5	45
-	-

En caso de que no se quiera introducir otro nudo con -
carga conocida se coloca un cero en la columna de No. -
de nudo y de esta manera pasamos al siguiente bloque -
de datos.

e) TRAYECTORIA PARA EL CALCULO DE CARGAS

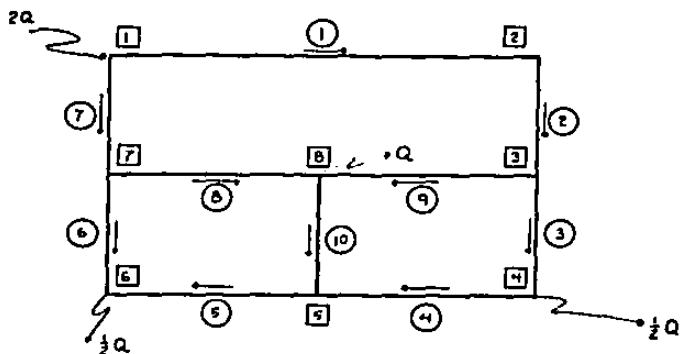
Aquí se procede colocando primero un nudo con carga co -
nocida, enseguida el elemento siguiente, después un nu -
do, enseguida otro elemento y otro nudo, hasta finali -
zar la trayectoria.

Los elementos que tengan el flujo supuesto en contra - del sentido de la trayectoria, llevarán el signo menos. Cuando se termine un recorrido y deseemos continuar -- con otro recorrido colocaremos un cero y después el -- primer nudo con carga conocida, en seguida volvemos a la secuencia. ELEMENTO-NUDO, ELEMENTO-NUDO...

En caso de querer finalizar se colocan dos ceros consecutivamente.

En el primer ejercicio se desarrolla lo anteriormente descrito.

5.2. APLICACIONES



$Q = 20$ lps

$P_1 = 41.44$ mts.

Tubos de fundición.

→ Indican el sentido del flujo supuesto

□ número de nudo

○ número de elemento

NOTA: El programa al entregar resultados, en ocasiones presenta los gastos reales con signo negativo, significando esto que el sentido del flujo supuesto inicialmente es erróneo.

UNIDADES DEL S.I. VISCOSIDAD EN cm^2/seg 100000
 TOLERANCIA DECIMAL= .001 ** NO. DE ITERACIONES= 15

TIPO *	TUBO *	CALCULO SUPUESTO	LONGITUD (CM)	DIAMETRO (CM)	ORIFEROS
dw	1	20	400	10	.00007
dw	2	20	125	10	.00009
dw	3	10	125	15	.00009
dw	4	5	125	15	.00010
dw	5	5	200	15	.00010
dw	6	10	125	15	.00007
dw	7	20	125	20	.00009
dw	8	10	200	20	.00009
dw	9	10	200	15	.00009
dw	10	0	125	15	.00009

SUBINDICES DE LOS CIRCUITOS DEL SISTEMA

5 1 2 9 -0 -7 4 3 10 0 -1 -1 -1 -1 -1 0

ELEMENTO ** FLUJO
(1000000)

1	17.01127
2	17.01127
3	11.00810
4	14.01012
5	10.01111
6	10.01111
7	20.01003
8	9.00903
9	9.00903
10	-21.00810

NUMO: CON CARGAS IONICINAS

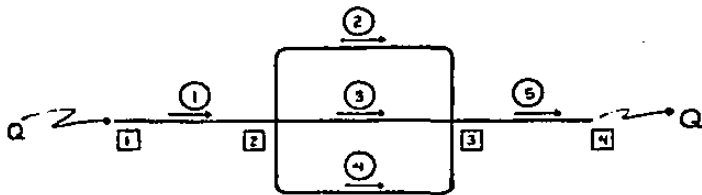
NUMO ** CARGA
1 41.44

TRAYECTORIA CONTINUA PARA EL CALCULO DE CARGAS

1 1 2 2 2 2 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 0 0

NUMO ** CARGA

1	41.44
2	41.19800
3	40.95201
4	40.70602
5	40.47901
6	40.25150
7	40.02700
8	39.80319



$Q = 500$ lps

tubos de fundición

$P_1 = 400$ mts

UNIDADES DEL S.I. VISCOSIDAD EN $\text{cm}^2/\text{seg} = 1000012$
 TOLERANCIA DECIDIDA = .0001 ** NO. DE ITERACIONES = 20

TIPO	TIPO	GASTO		LONGITUD	DIAMETRO	CARGAS
		BURQUETO	(1000)			
a	1	200	200	30	00001	.015
a	2	100	1000	20		.015
a	3	100	200	20		.015
a	4	200	200	20		.015
a	5	500	1500	20		.015

SUBINDICES DE LOS CIRCUITOS DEL SISTEMA

1 2 3 4 5 6 7 8 9

ELEMENTO ** PLANO
 (1000000)

1	200
2	100.0000
3	100.0000
4	200.0000
5	500

NUMOS CON CARGAS CONOCIDAS

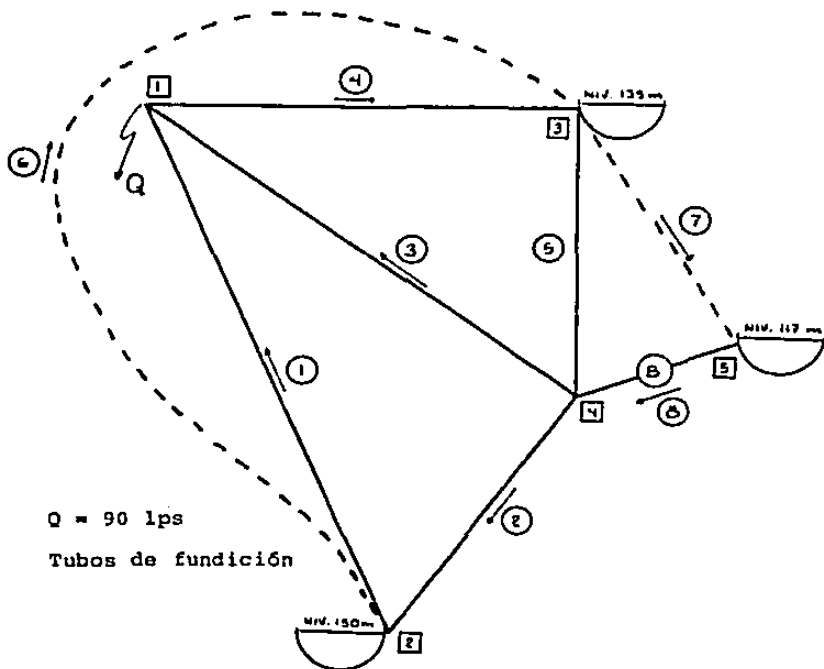
NUMO ** CARGA
 1 400

TRAYECTORIA CONTINUA PARA EL CALIBRO DE CARGAS

1 2 3 4 5 6 7 8 9

NUMO ** CARGA

1	400
2	592.0551
3	577.1456
4	571.1177



$Q = 90 \text{ lbs}$

Tubos de fundición

UNIDADES DEL S. I. VIGILANCIA DE LA CARGA LOCALIDAD
 TOLERANCIA DECIDIDA 100% ** NO. DE ITERACIONES 10

TIPO * TLD0 * GASTO * LONGITUD * DIAMETRO * DIVERS/n
 GUESTO
 (dia) (m) (cm)

HW	1	100	500	7	100
HW	2	10	500	10	100
HW	3	0	500	14	100
HW	4	10	100	10	100
HW	5	10	100	14	100

02 * DIFERENCIA DE ELEVACION 15
 03 * DIFERENCIA DE LONGITUD 15
 04 * TOL. DE LA PERFORACION
 * GASTO ESTIMADO 15
 * NO. DE UNITS POR UNIDAD 15
 * COEFICIENTE DE CORRECCION 15
 * DIFERENCIA DE LONGITUD 15

CONDICIONES DE LOS CIRCUITOS DEL SISTEMA

3 2 1 4 3 4 5 2 1 4 3 1 2 3 1

ELEMENTO ** FLUJO
 (kg/seg)

1	147.9980
2	-10.7201
3	26.2080
4	20.0420
5	-4.0270
6	66.7660

MODOS CON CARGAS SINCRIZAS

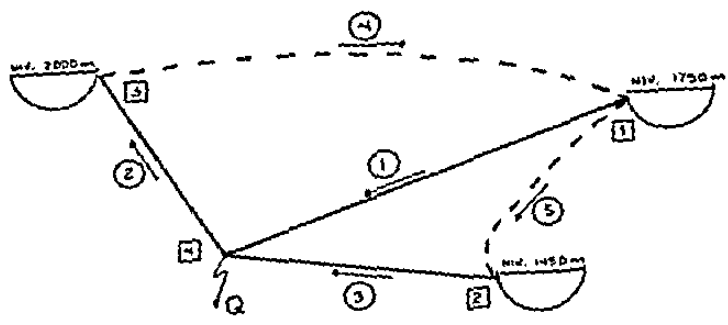
MODO ** CARGA
 5 117

TRAYECTORIA CONTINUA PARA EL CALCULO DE CARGAS

5 3 4 2 2 1 1 4 3 0 0

MODO ** CARGA

1	137.5110
2	130.4440
3	135.0440
4	137.7966
5	117



$Q = 15 \text{ lps}$
acero roblonado

UNIDADES DEL S.I. VISCOSIDAD EN 1.26674 1.146-10
 TOLERANCIA DECIMAL .001 ** NO. DE ITERACIONES= 15

TIPO	TUBO	GASTO		LONGITUD	DIAMETRO	CARGA/IN
		(litro)	(hora)			
CA	1	50	12.00	500.0000	100000	
CA	2	25	9.00	100.0000	100000	
CA	3	40	1.00	500.0000	100000	
CB	4	* DIFERENCIA DE ELEVACIONES 25'				
CB	5	* DIFERENCIA DE ELEVACIONES 10'				

SON INDICES DE LOS CIRCUITOS DEL SISTEMA

1 1 2 3 4 5 6 7 8

ELEMENTO ** FLUJO
 (litros/hora)

1	-206.4778
2	-574.4217
3	-302.9921

NUDOS CON CARGAS CONOCIDAS

NUDO ** CARGA
 1 1750

TRAYECTORIA CONTINUA PARA EL CALCULO DE CARGAS

1 1 4 2 3 0 4 3 2 0 0

NUDO ** CARGA

1	1750
2	1450
3	2000.002
4	1761.145

CAPITULO VI

CONCLUSION

Debido a la facilidad actual para ser usuario de una computadora, la tarea del ingeniero calculista, puede ser reducida ampliamente, por lo menos en la fase iterativa de los procedimientos de cálculo.

Los efectos producidos en una red de abastecimiento - debido a modificaciones en la misma, pueden ser evaluadas rápidamente con el uso de este programa.

El método de Cross para redes hidráulicas originalmente fue hecho para sistemas cerrados y solo daba como resultado los gastos reales que circulaban en cada tubo. Este programa basado en dicho método, obtiene las cargas piezométricas en los nudos, y alimentando los datos en forma correcta y apropiada también resuelve problemas con sistemas abiertos.

El programa tiene carencias y no da solución a todos los problemas que se pueden presentar, pero sí a una gran parte de éstos.

Es necesario tener un mediano conocimiento de la materia para poder alimentar los datos al programa en forma correcta, así como la interpretación cabal de los resultados - proporcionados por éste.

El programa está elaborado de tal manera que estudiando la secuela de pasos en su procedimiento permite hacer mo-

dificaciones en el mismo. Dista mucho de ser un programa -- completamente terminado, incluso se llega a decir que un programa nunca se llega a concluir, pues todo es perfeccionable aunque está elaborado hasta un punto en donde es práctico y entendible.

BIBLIOGRAFIA

HIDRAULICA GENERAL, VOLUMEN 1. FUNDAMENTOS

GILBERTO SOTELO AVILA

EDITORIAL LIMUSA (1982)

MECANICA DE FLUIDOS Y MAQUINAS HIDRAULICAS

CLAUDIO MATAIX PLANA

EDITORIAL HARLA (1982)

MECANICA DE LOS FLUIDOS

VICTOR L. STREETER Y BENJAMIN WYLIE

EDITORIAL MCGRAW HILL

PROGRAMACION BASIC

VICTOR P. VILLANUEVA ABUKAPOUI

EDITORIAL DIANA (1982)

APUNTES DE LA CATEDRA DE HIDRAULICA II

ING. SEBASTIAN BECERRA LOPEZ

(1986).