

REPUBLICA DE VENEZUELA
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS

Trab-III-30



ESTIMACION DE DATOS
EN REGISTROS
HIDROMETEOROLOGICOS
APLICACION A COMPUTADORAS

SECCION DE ESTUDIO

DIVISION DE HIDROMETEOROLOGIA

MAYO 1966

II JORNADAS VENEZOLANAS DE RIEGO

C A R A C A S

22 AL 28 DE MAYO DE 1966

TRABAJO III - 30

ESTIMACION DE DATOS EXTRAVIADOS
MEDIANTE LA CURVA DE DOBLE MASA, Y SU
APLICACION A COMPUTADORAS ELECTRONICAS

Por los Ingenieros
Pedro Porras
Leopoldo Ayala Useche

INTRÓDUCCION

En Venezuela siempre ha existido el inconveniente de que cuando se ha recurrido a los registros pluviométricos llevados en nuestras estaciones para la elaboración de algún estudio hidrológico de una cuenca estos son muy pobres en el período, discontinuos o presentan dudas a quién se va a servir de ellos.

Por esta razón se ha tenido que buscar un método que nos permita primero analizar los registros de las estaciones para conocer el grado de confiabilidad (consistencia) y que en otros casos completar razonablemente sus datos o estimar los datos extraviados.

Es conocido que existen un sinnúmero de sistemas estadísticos, como son los de correlaciones que permiten la estimación con bastante seguridad; pero estos métodos son en general muy largos y laboriosos, así que, para estudios que no ameriten o sea innecesario una estimación muy acertada no se justifica dicho método.

De la búsqueda de un método apropiado para tales fines, concluimos que el que más se adaptaba es el conocido como curvas de doble masa, que nos permite conocer rápidamente el estado del registro de las estaciones y en algunos casos la estimación de lagunas, así como también la estimación de promedios para largos períodos.

Como generalmente el volumen de trabajo que conlleva la aplicación de este método es bastante grande, se elaboró un programa para máquinas computadoras que no solo nos efectúan el cálculo analítico, sino que representa gráficamente los datos y resultados; cosa que es esencial de este método.

EXPLICACION DE LA CURVA DE DOBLE MASA

A continuación damos una breve explicación del método, tomado del manual de hidrología, parte primera, publicada por el U. S. Geological Survey y finalmente la explicación de la aplicación a las máquinas computadoras IBM.

La teoría de la curva de doble masa está basada en el hecho de que un gráfico resultado del ploteo de una cantidad acumulada de varias estaciones contra la cantidad acumulada de otra estación durante el mismo período, será una línea recta tan larga como los datos sean proporcionales, la pendiente de la línea representará la constante de proporcionalidad entre las dos cantidades.

Un quiebre en la pendiente de la curva de doble masa, significa que el cambio en la constante de proporcionalidad entre las dos variables ha ocurrido o quizás que la proporcionalidad no es constante para toda la rata de acumulación, si la posibilidad de una relación variable entre las dos cantidades puede ser ignorada, un quiebre en la pendiente indica el punto en el cual ocurre un cambio en la relación entre las dos cantidades. La diferencia en la pendiente de las líneas sobre cada lado del quiebre en la pendiente indica el grado de cambio en la región, los cambios en la pendiente pueden ser discernidos más exactamente si las escalas para la ordena

da y la abscisa son escogidas de tal forma que el curso general de la dirección de la curva es 45° .

En los estudios hidrológicos, el uso de dos variables medidas acumuladas ploteaba como una curva de doble masa puede dar resultados indefinidos, porque podemos estar incapacitados para decir cual de las variables causó el quiebre. Para dar un resultado más definido, los valores acumulados de unas de las variables deberá ser ploteado contra los valores acumulados de un patrón compuesto de registros todos similares a un área dada. El patrón, el cual está compuesto del promedio de muchos registros, estará menos afectado por una inconsistencia en alguna estación.

Si el patrón es usado para el chequeo de la consistencia del registro de precipitación, deberían ser incluídas suficientes estaciones para asegurar que el promedio no está seriamente afectado por una inconsistencia en el registro de alguna de éstas. El número de las estaciones, que pueden ser incluídas en un patrón, está algunas veces limitadas por el criterio de que el área en el cual están situadas sería suficientemente pequeña para ser influenciada por las mismas condiciones generales del tiempo. Si en el patrón son usadas menos de diez estaciones, se deberá probar la consistencia de cada una ploteándolas contra el patrón y aquellos registros que resultasen inconsistentes deberán ser eliminados.

Los quiebres espúreos en las curvas de doble masa que serían reconocidos como tales, son causados por la variabilidad inherente a los datos hidrológicos. La mayoría de los usuarios reconocen que los quiebres año por año son debidos al azar y así ignoran cualquier quiebre que persistè menos de 5 años, los quiebres que persisten por más de 5 años son sutiles en eso de que ellos pueden ser debidos al azar o a un cambio real; a me-nos que el tiempo de quiebre coincida con una razón lógica para esto, deberían ser usados métodos estadísticos para evaluar el significado del quiebre.

APLICACION A LOS DATOS HIDROLOGICOS

En el uso de la curva de doble masa, asumimos que la relación entre las cantidades X e Y puede ser expresada por una línea que tiene una ecuación de la forma $Y = bX$, donde b es la pendiente de la curva de doble masa; esta suposición es substancialmente correcta para relaciones que envuelven solamente datos de precipitación, pero no es cierto para relaciones que envuelven datos de escurrimiento o para relaciones entre precipitación y escurri-
miento.

Las relaciones que envuelven escurrimiento son generalmente mu-
cho más complejas que aquellas expresadas por la simple ecuación: $Y = bX$.

Dentro de otras formas de relaciones están la línea recta $Y = a + bX$, donde a es el intercepto de la línea recta con el eje de la Y , y la curva $Y = a + bX + cX^2$ ó $Y = X^b$ donde b y c son constantes. Si la relación es curvilínea o si ella es una línea recta con un intercepto, los quiebres aparentes ocurren en la curva de doble masa; para evitar tales quiebres aparentes, los valores acumulados de Y se plotean contra los valores acumulados de Y_c (los estimados correlativos correspondiente a los valores medidos de X). En otras palabras, cuando la relación entre los datos hidrológicos es compleja, la técnica de la curva de doble masa requiere, como primer paso, una definición de la relación entre las variables, una vez definida esta relación, los valores de Y_c pueden ser calculados de acuerdo a cada valor registrado de X .

CONTROL DE LA CONSISTENCIA

El uso del método de las curvas de doble masa para verificar la consistencia de los registros de precipitación, está explicado por el siguiente ejemplo en el cual los registros de 5 estaciones de precipitación designadas A, B, C, D y E están dentro ó próximas a la hoya de drenaje en cuestión. Primeramente los datos de precipitación anual están tabulados y acumulados en orden cronológico como se observa en la tabla N° 1, del promedio acumulado de la precipitación que se muestra en la última columna de

la tabla N° 1 forma el patrón para probar los registros individuales de cada estación. La precipitación acumulada de cada estación se plotea contra los valores acumulados de precipitación del patrón como se muestra en la figura 1. Por simplicidad solo se plotearon las curvas de doble masa correspondientes a las estaciones A y E.

El patrón usado en la figura 1 podría ser refinado probando cada estación contra el patrón y eliminando del patrón aquella estación, tal como la estación E, la cual su curva de doble masa muestra un quiebre significante en su pendiente. Si ocurren quiebres similares en varias estaciones, no obstante la localización geográfica de las estaciones, deberían ser estudiadas ploteándolas en un mapa, si su agrupación revela una anomalía climática regional, los quiebres debidos a esta anomalía no necesariamente indican registros inconsistentes, pero pueden indicar cuales estaciones deberían ser agrupadas en el patrón.

La curva de doble masa para la estación muestra un quiebre en la pendiente en el año 1930. La curva de doble masa no da una razón del quiebre pero en un examen de la historia de la estación, revela que en 1930 fué empleado un nuevo observador y el medidor fué movido a los predios de este. Por convención, los quiebres tales como este que han sido identificados plenamente con cambios de su situación se denotan mediante un símbolo

distintivo. La historia de una estación es incompleta muchas veces, especialmente en los primeros años, los quiebres pueden ser debidos a cambios de situación del registrador aunque los registros de la estación no indique que estos cambios se llevaron a cabo.

La curva de doble masa de la estación A, la cual es virtualmente una línea recta sin quiebres con una pendiente de 1,05, indica que este registro es consistente aunque los puntos caigan ligeramente a ambos lados de la línea.

AJUSTE DE LOS REGISTROS DE PRECIPITACION

Cuando la curva de doble masa de datos de precipitación de una estación particular indica un quiebre en su pendiente y la razón del quiebre está determinada, el registro bajo un juego de condiciones puede ser ajustado a aquel que podría haber sido, si hubieran otras condiciones para las cuales fué obtenido. El período de registro a ser ajustado depende del uso a que van a ser destinados, el investigador debe ser conservador cuando ajuste registros de precipitación, siendo los sub-ajustes preferibles a los sobre-ajustes.

La teoría de la curva de doble masa sugiere el método de ajustar un registro inconsistente, por ejemplo en la figura 1, la curva de doble masa de la estación E sería planteado como una línea recta si las condiciones de las

observaciones para 1926-1930 y 1931-1942 fueron las mismas para los dos períodos. Los datos observados para 1926 son ajustados multiplicándolos por la relación de las pendientes de las curvas de doble masa para 1931-42 a la de 1926-30 ó sea:

$$P_a = \frac{b_a}{b_o} P_o$$

donde:

P_a = Precipitación ajustada

P_o = Precipitación observada

b_a = Pendiente del gráfico para el cual su record es ajustado

b_o = Pendiente del gráfico al tiempo P_o de la observación

Datos de precipitación ajustados para la estación E (1926-1930) :

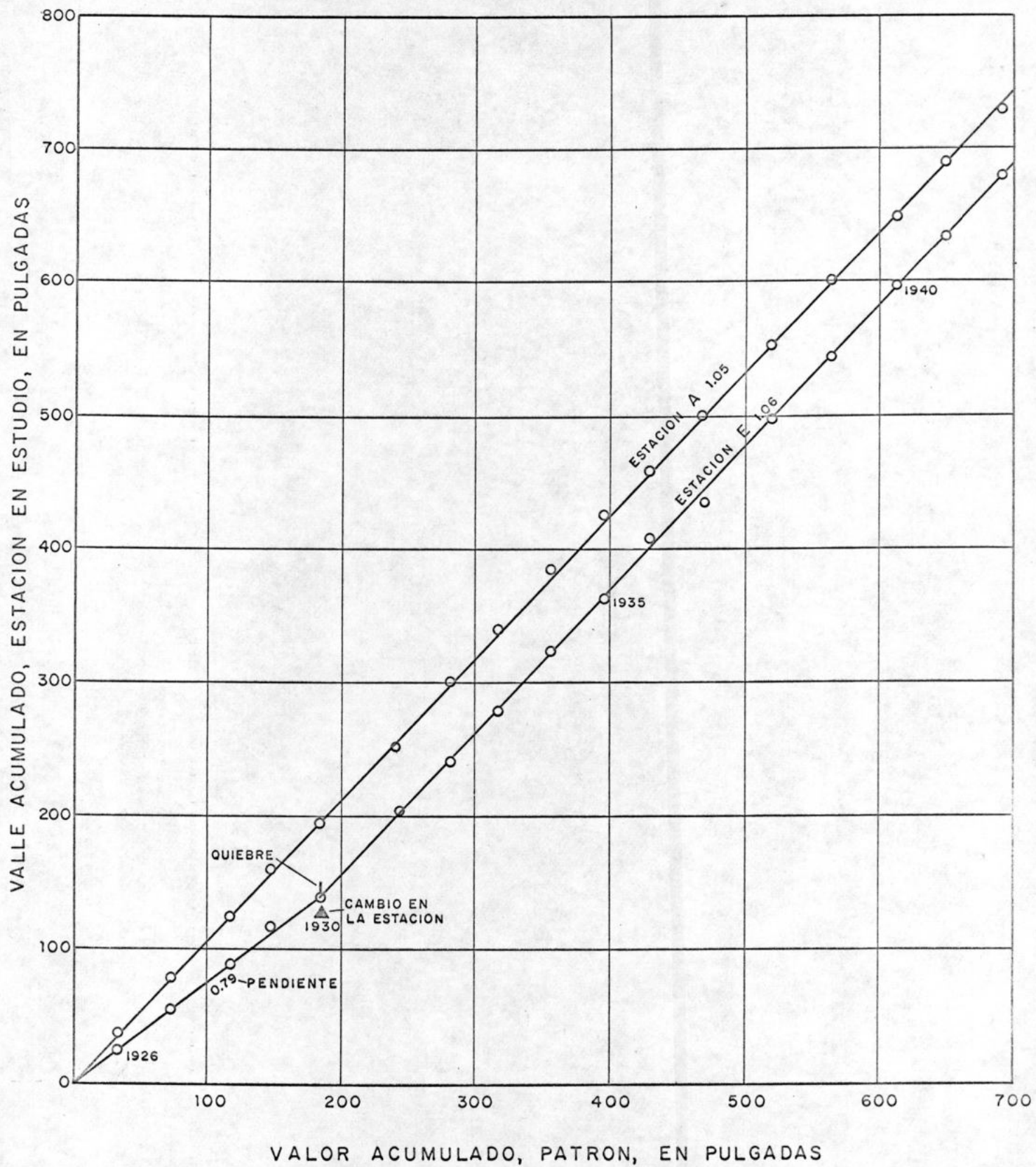
$$b_a : b_o = 1.06 : 0.79$$

Año	P_o	P_a
1926	32.85	44.08
1927	28.08	37.68
1928	33.51	44.96
1929	29.58	39.69
1930	23.76	31.88

TABLA I
VALORES ANUALES DE PRECIPITACION (PULGADAS)

AÑO	PRECIPITACION ANUAL						PRECIPITACION ACUMULADA					
	A	B	C	D	E	PROMEDIO	A	B	C	D	E	PROMEDIO
1926	39.75	45.70	30.69	37.36	32.85	37.27	39.75	45.70	30.69	37.36	32.36	37.27
1927	39.57	38.52	40.69	30.87	28.08	35.61	79.32	84.22	71.68	68.23	60.93	72.88
1928	42.01	48.26	40.44	42.00	33.51	41.24	121.33	132.48	112.12	110.23	94.44	114.12
1929	41.39	34.64	32.49	39.92	29.58	35.60	162.72	167.12	144.61	150.15	124.02	149.72
1930	31.55	45.13	36.72	36.32	23.76	34.70	194.27	212.25	181.33	186.47	147.78	184.42
1931	55.54	53.28	62.35	36.61	58.39	53.23	249.81	265.53	243.68	223.08	206.17	237.65
1932	48.11	40.08	47.85	38.61	46.24	44.18	297.92	305.61	291.53	261.69	252.41	281.83
1933	39.85	29.57	32.74	26.89	30.34	31.88	337.77	335.18	324.27	228.58	282.75	313.71
1934	45.40	41.68	36.13	32.44	46.78	40.49	383.17	376.86	360.40	321.02	329.53	354.20
1935	44.89	48.13	30.73	41.56	38.06	40.67	428.06	424.99	391.13	362.58	367.59	394.87
1936	32.64	39.48	35.40	31.32	42.82	36.33	460.70	464.47	426.53	393.90	410.41	431.20
1937	45.87	44.11	39.16	44.14	37.93	42.24	506.57	508.58	465.69	438.04	448.34	473.44
1938	46.05	38.94	43.27	50.62	50.67	45.91	552.62	547.52	508.96	488.66	499.01	519.35
1939	49.76	41.58	49.85	41.09	46.85	45.83	602.38	589.10	558.81	529.75	545.86	565.18
1940	47.26	49.66	47.86	39.01	50.52	46.86	649.64	638.76	606.67	568.76	596.38	612.04
1941	37.07	31.92	32.15	34.45	34.38	33.99	686.71	670.68	638.82	603.21	630.76	646.03
1942	45.89	38.16	52.39	47.60	47.60	46.27	732.60	708.84	691.21	650.53	678.36	692.30

FIGURA 1
CURVA DE DOBLE MASA



La técnica de la curva de doble masa no es conveniente para ajustar precipitaciones diarias o la precipitación de una tormenta.

REGISTROS EXTRAVIADOS

Muchos análisis que envuelven datos de precipitación son complicados por la ausencia de datos en algunos de los años. Por ejemplo, de las 128 estaciones de precipitación en el compendio climático para Kentucky, desde 1931 hasta 1952, cerca del 75% tiene uno o más años para el cual un total anual no existe. Este porcentaje fué calculado sin incluir años incompletos en el comienzo o final de su registro, aunque los registros seleccionados al azar para un estado no pueden ser considerados típicos, ellos hacen no tar que el problema de los datos inexistentes incompletos es serio en los análisis hidrológicos.

La práctica del U. S. Weather Bureau es la de interpolar datos mensuales de precipitación inexistentes o incompletos usando los datos de tres estaciones adyacentes (Paulus and Kohler, 1952), donde las precipitaciones normales de cada una de las estaciones difiere en menos del 10% de esa estación de interpolación (estación con el registro incompleto), la precipitación para el período de registro incompleto es estimado como un promedio li-

neal de precipitaciones semejantes en las tres estaciones adyacentes. En lugares, así como áreas montañosas, donde la precipitación anual normal en alguna de las estaciones difiere en más de 10% de la estación de interpolación se usa el método normal radial. En este método, la precipitación en cada una de las tres estaciones se multiplica por la razón de la precipitación anual normal en la estación de interpolación a la precipitación anual normal en cada una de las estaciones; para obtener el estimado de la estación de interpolación se calcula el promedio pesado de la precipitación de las tres estaciones.

La curva de doble masa también puede ser usada para estimar datos de precipitación inexistentes, pero el método es generalmente más laborioso y no más preciso que el método del U. S. Weather Bureau. Para estimar el registro faltante en la estación A usando el registro de la estación B, multiplique los datos de B correspondiente al período incompleto, por la relación de las pendientes de la curva de doble masa de la estación A a la pendiente de la curva de doble masa de la estación B.

Las estimaciones independientes son hechas a partir de varias estaciones adyacentes, y éstas estimaciones se promedian para obtener la estimación para la estación A. La persona que estime no debe calcular en base a estaciones distantes de períodos largos de las cuales sean disponibles las curvas de doble masa, usando estaciones cercanas de corto período puede obtener una estimación más precisa.

APLICACION DEL METODO A COMPUTADORA IBM-1620

Para la aplicación del método en las computadoras IBM-1620 se siguen los siguientes pasos:

- 1o. Se le suministran los datos (valores anuales) de las estaciones que van a constituir el patrón (X_1, X_2, \dots, X_5) y el No. de dichas estaciones (L) así como los valores anuales (Y) de la estación (Y) a estudiar.
- 2o. Los valores de las estaciones que forman el patrón son promediados para formar los datos del patrón.
- 3o. Se acumulan tanto los valores del patrón como los de la estación a estudiar.
- 4o. Tomando los valores anteriores como abscisas y ordenadas respectivamente, ajusta una recta por el método de los mínimos cuadrados.
- 5o. Plotea los puntos correspondientes de coordenadas mencionadas en el aparte 4 y dibuja la recta ajustada.
- 6o. Determina el coeficiente de correlación, la desviación standard, y el error medio ajustado.
- 7o. Calcula los datos incompletos de la estación en estudio para completar igual número de datos que el del patrón. Estos datos se juzgarán aceptables analizando las características estadísticas obtenidas en el aparte 7 y mediante la observación del gráfico.

-----0-----

A continuación se explica los pasos a seguir para la introducción de los datos:

- 1o. Tres tarjetas identificadoras escribiendo primero las estaciones que formarán el patrón y a continuación la de la estación a estudiar. .49H.
- 2o. En la cuarta tarjeta se perforará en las posiciones 1 y 2 los años de registro del patrón. En las posiciones 3 y 4 las de la estación a estudiar y en las posiciones 5 y 6 el No. de estaciones que integran el patrón 312

- 3o. Tantas tarjetas como años de registro tenga el patrón, cada una de estas tarjetas tendrán perforados los valores correspondiente al mismo año de las estaciones que forman el patrón y el de la estación a estudiar 6F8

SIMBOLOS USADOS DURANTE EL CALCULO EN MAQUINA IBM-1620

VX1 (1), VX2 (1), VX3 (1), VX4 (1), y VX5 (1) = TOTALES

Anuales de Precipitación de las Estaciones que forman el Patrón

VY (1) = Totales anuales de la Estación a estudiar

N = Cantidad de totales anuales del Patrón

K = Cantidad de datos desconocidos, respecto al Patrón de la estación a estudiar

L = Número de estaciones que forman el Patrón

X(1) = Valores acumulados del Patrón (ABSCISAS)

Y(1) = Valores acumulados de la estación problema (Ordenadas)

Xuma = Valores acumulados de las ABSCISAS

Yuma = Valores acumulados de las Ordenadas

XX(1) = Cuadrados de las Abscisas

YY(1) = Cuadrados de las Ordenadas

XY(1) = Producto de los valores de las Abscisas por sus correspondientes de las Ordenadas.

XXUMA = Valores acumulados de los cuadrados de las Abscisas

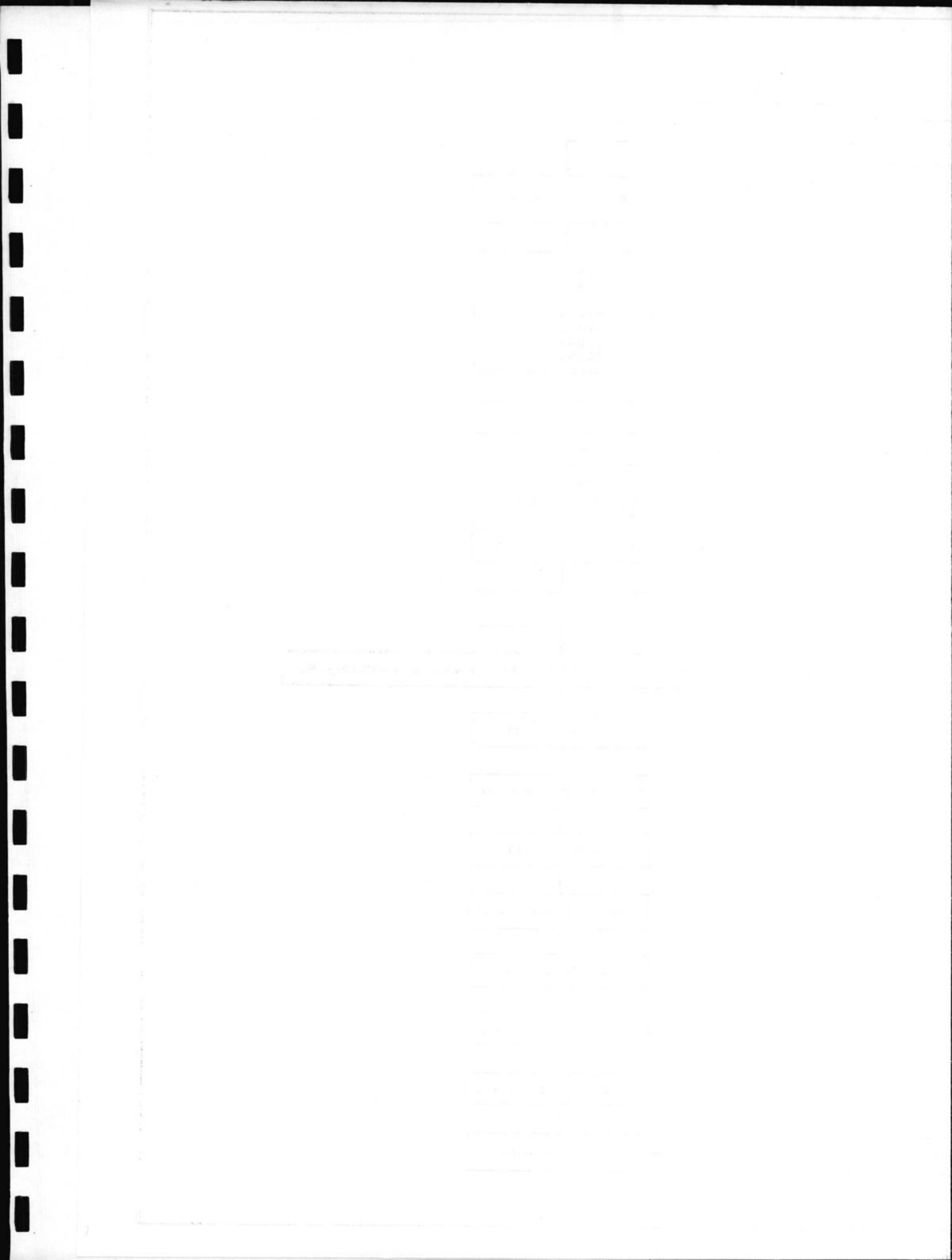
YYUMA = Valores acumulados de los cuadrados de las Ordenadas

XYUMA = Valores acumulados de los productos de los valores de las Abscisas por sus correspondientes Ordenadas.

- PROMX = Promedio de las Abscisas (M_x)
PROMY = Promedio de las Ordenadas (M_y)
AUMXY = $XY - N^{\circ} M_x M_y$
DENX = $X^2 - N^{\circ} (M_x)^2$
DENY = $Y^2 - N^{\circ} (M_y)^2$
B = Pendiente de la recta ajustada
A = Ordenada en el origen de dicha recta

SIMBOLOS USADOS PARA EL DIBUJO

- ACUM1 = El máximo valor de la Abscisa $X(N)$ y ordenada, dividido por 20.0
IENT = La parte entera del valor anterior en punto fijo
ENT = La parte entera dicha, en punto flotante
COCOR = Coeficiente de correlación
ERRME = Error medio ajustado
DESST = Desviación estandard



1. The first part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

2. The second part of the document is a list of the names and addresses of the members of the committee.

3. The third part of the document is a list of the names and addresses of the members of the committee.

4. The fourth part of the document is a list of the names and addresses of the members of the committee.

5. The fifth part of the document is a list of the names and addresses of the members of the committee.

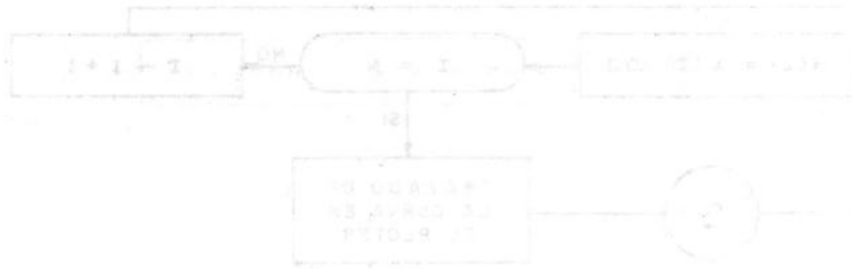
6. The sixth part of the document is a list of the names and addresses of the members of the committee.

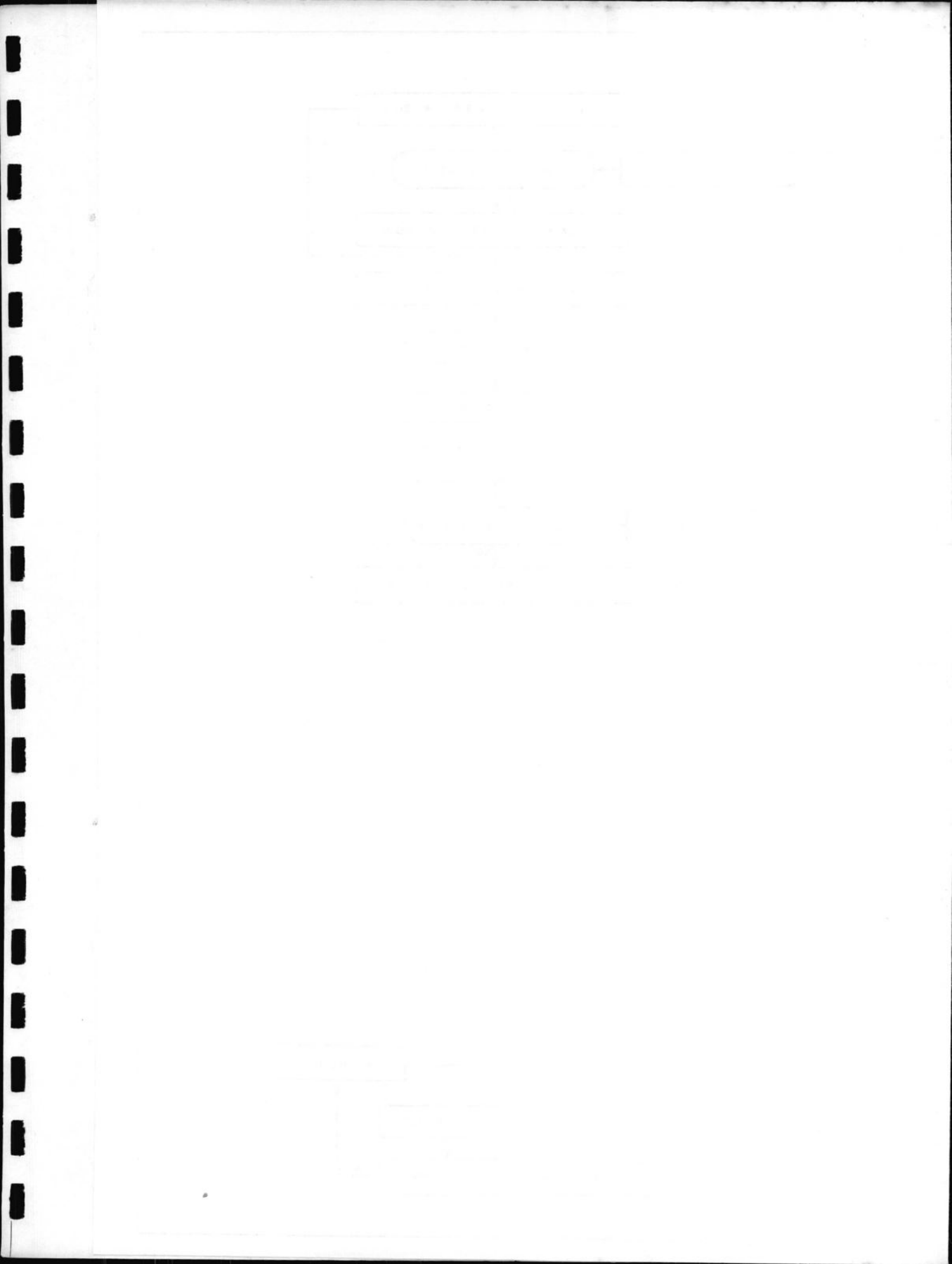
7. The seventh part of the document is a list of the names and addresses of the members of the committee.

8. The eighth part of the document is a list of the names and addresses of the members of the committee.

9. The ninth part of the document is a list of the names and addresses of the members of the committee.

10. The tenth part of the document is a list of the names and addresses of the members of the committee.





```

C   PROGRAMA PARA LA ESTIMACION DE DATOS MEDIANTE LAS CURVAS DE DOBLE
C   MASA AJUSTADO POR EL METODO DE LOS MINIMOS CUADRADOS
   DIMENSION X(50),Y(50),XX(50),XY(50),YY(50)
   DIMENSION VX1(50),VX2(50),VX3(50),VX4(50),VX5(50),VY(50)
   DIMENSION VEY(50),DIFY(50)
1  PRINT 26
   PRINT 27
   PRINT 28
   PRINT 29
   PRINT 19
   READ 30
   PRINT 30
   READ 30
   PRINT 30
   READ 39
   PRINT 39
   PRINT 19
   PRINT 25
   READ 8,N,K,L
   XUMA=0.
   YUMA=0.
   XXUMA=0.
   YYUMA=0.
   XYUMA=0.
   ACUMX=0.
   ACUMY=0.
   DO 5 I=1,N
   READ 9,VX1(I),VX2(I),VX3(I),VX4(I),VX5(I),VY(I)
   XL=L
   X(I)=ACUMX+(VX1(I)+VX2(I)+VX3(I)+VX4(I)+VX5(I))/XL
   ACUMX=X(I)
   Y(I)=ACUMY+VY(I)
   ACUMY=Y(I)
   XUMA=XUMA+X(I)
   YUMA=YUMA+Y(I)
   XX(I)=X(I)**2
   YY(I)=Y(I)**2
   XY(I)=X(I)*Y(I)
   XXUMA=XXUMA+XX(I)
   YYUMA=YYUMA+YY(I)
   XYUMA=XYUMA+XY(I)
5  PRINT 10,VX1(I),VX2(I),VX3(I),VX3(I),VX5(I),VY(I),X(I),Y(I)
   XN=N
   PROMX=XUMA/XN
   PROMY=YUMA/XN
   AUMXY=XYUMA-XN*(PROMX**2)
   DENX=XXUMA-XN*(PROMX**2)
   DENY=YYUMA-XN*(PROMY**2)
   B=AUMXY/DENX
   A=PROMY-B*PROMX
   IF(SENSE SWITCH 1)71,2
71 DO 100 I=1,N
   Y(I)=Y(I)/10.0
100 X(I)=X(I)/10.0
   XMIN=0.0
   ACUM1=X(N)/20.0
   IENT=ACUM1
   ENT=IENT
   IENT1=ENT/2.0
   IF(IENT-2*IENT1)2058,2057,2058
2057 XMAX=(ENT+2.0)*20.0

```

```

      GO TO 2000
2058 XMAX=(ENT+3.0)*20.0
2000 ACUM1=Y(N)/20.0
      IENT=ACUM1
      ENT=IENT
      IENT1=ENT/20.0
      IF(IENT-2*IENT1)2059,2060,2059
2060 YMAX=(ENT+2.0)*20.0
      GO TO 2001
2059 YMAX=(ENT+3.0)*20.0
2001 XL=20.0/2.54
      XD=XMAX/20.0
      YMIN=0.0
      YL=20.0/2.54
      YD=YMAX/20.0
      IC=1
      ICC=99
      CALL PLOT(IC,XMIN,XMAX,XL,XD,YMGN,YMAX,YL,YD)
C      TRAZADO DE LA ESCALA Y DEL NOMBRE
C      DIMENSIONADO VERTICAL
      HJ=0.0
      X11=XMIN-2.0*XD
1020 Y11=((YMAX-YMIN)*HJ)/20.0
      Y1=HJ*YD
      CALL PLOT(90,X11,Y1)
      CALL CHAR(1,0.1,0,Y11)
1017 FORMAT(F7.0)
      CALL PLOT(ICC)
      IF(Y11-YMAX)555,301,555
555 HJ=HJ+1.0
      GO TO 1020
C      DIMENSIONADO HORIZONTAL
301 HJ=1.0
305 X11=(-0.5+2.0*HJ)*XD
      CALL PLOT(90,X11,-YD)
      Y11=((XMAX-XMIN)*HJ)/10.0
      CALL CHAR(1,0.1,0,Y11)
1025 FORMAT(F5.0)
      CALL PLOT(ICC)
      IF(Y11-XMAX)203,200,203
203 HJ=HJ+1.0
      GO TO 305
200 A=A/10.0
      CALL PLOT(90,0.0,A)
      CALL PLOT(90,0.0,0.0)
      X11=6.*XD
      Y11=-2.5*YD
      CALL PLOT(ICC)
      CALL PLOT(90,X11,Y11)
      CALL CHAR(0,0.1,0)
1010 FORMAT(6HPATRON,2X)
      CALL PLOT(ICC)
      X11=-4.*XD
      Y11=5.*YD
      CALL PLOT(90,X11,Y11)
      CALL CHAR(0,0.1,1)
1021 FORMAT(8HESTACION,2X)
      Y11=8.*YD
      CALL PLOT(90,X11,Y11)
      CALL CHAR(0,0.1,1)
39  FORMAT(49H

```

```

CALL PLOT(ICC)
DO 2002 I=1,N
2002 CALL PLOT(9,X(I),Y(I))
CALL PLOT(90,0.0,A)
Y11=A+B*XMAX
CALL PLOT(90,XMAX,Y11)
CALL PLOT(ICC)
DO 21 I=1,N
X(I)=X(I)*10.0
21 Y(I)=Y(I)*10.0
A=10.0*A
XL=L
2 DO7I=1,N
VEY(I)=A+B*X(I)
7 DIFY(I)=VEY(I)-Y(I)
COCOR=AUMXY/SQRTF(DENX*DENY)
DESST=SQRTF((XXUMA/XN)-PROMX**2)
ERRME=SQRTF(DENY*(1.-COCOR**2))/(XN-2.)
TRUCO=Y(N)
DO6I=1,K
READ18,VX1(I),VX2(I),VX3(I),VX4(I),VX5(I)
X(I)=X(N)+(VX1(I)+VX2(I)+VX3(I)+VX4(I)+VX5(I))/XL
Y(I)=A+B*X(I)
VY(I)=Y(I)-TRUCO
6 PRINT11,VX1(I),VX2(I),VX3(I),VX4(I),VX5(I),VY(I),X(I),Y(I)
PRINT 19
II=0
IN=0
31 II=IN+1
IN=IN+6
IF(IN-N)35,35,36
36 IN=N
35 PRINT45,(VEY(I),I=II,IN)
PRINT46,(DIFY(I),I=II,IN)
IF(IN-N)31,32,32
32 PRINT 19
PRINT12,COCOR
PRINT13,DESST
PRINT14,ERRME
PRINT15,A,B
DO 201 I=1,1
201 CALL PLOT (7)
PAUSE
GOTO 1
26 FORMAT(1H ,10X,30HESTIMACION DE DATOS MEDIANTE )
30 FORMAT(1H ,49H )
27 FORMAT(1H ,10X,31HLAS CURVAS DE DOBLE MASA )
28 FORMAT(1H ,10X,31HAJUSTADO POR EL METODO DE LOS )
29 FORMAT(1H ,10X,30H MINIMOS CUADRADOS )
25 FORMAT(1H ,7X,2HX1,6X,2HX2,6X,2HX3,6X,2HX4,6X,2HX5,6X,1HY,6X,6HSUM
1A X,14X,6HSUMA Y/)
8 FORMAT(3I2)
9 FORMAT(6F8.1)
10 FORMAT(1H ,3X,6F8.1,2F9.1)
11 FORMAT(1H ,3X,6F8.1,1H*,F8.1,F9.1,1H*)
12 FORMAT(1H ,3X,28HCOEFICIENTE DE CORRELACION =,2X,F6.4/)
13 FORMAT(1H ,3X,21HDESVIACION STANDARD =,2X,F10.4/)
14 FORMAT(1H ,3X,22HERROR MEDIO AJUSTADO =,2X,F8.4/)
15 FORMAT(1H ,3X,3HA =,2X,F10.4,10X,3HB =,2X,F10.4)
18 FORMAT(5F8.1)
19 FORMAT(//)

```

```
45 FORMAT(1H ,3X,17HORDENADA ESTIMADA2X,6F8.1)
46 FORMAT(1H ,3X,17HDIFERENCIA          2X,6F8.1)
END
```

FACTORES DE DATOS MEDIANTE
LAS CURVAS DE DOBLE MASA
PARA EL DISEÑO DE LOS
MÉTODOS CUADRADOS

0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	76.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	84.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	70.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	109.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	104.0
524.3	1554.7	2726.3	3587.0	4000.0	
6121.2	7037.3	8400.0	9000.0	9500.0	

