



REPUBLICA DE VENEZUELA
Ministerio de Obras Públicas
Dirección General de Recursos Hidráulicos
Dirección de Proyecto - Construcción
Unidad de Análisis de Sistemas

Instrumentación del Programa de Generación Mensual de Registros Hidroclimáticos

PROGRAMA GENMEX

José R. Córdova
Helios Silvestre
Luis R. Periochi

Ministerio de Obras Públicas
Dirección General de Recursos Hidráulicos
Dirección de Proyecto-Construcción
Unidad de Análisis de Sistemas

*AMADOR
HERNANDEZ*

INSTRUMENTACION DEL PROGRAMA DE GENERACION
MENSUAL DE REGISTROS HIDROCLIMATICOS

PROGRAMA GENMEX

José R. Córdova

Helios Silvestre

Luis R. Pericchi

I N D I C E

1. INTRODUCCION

2. DIAGRAMAS DE FLUJO
 - 2.1 Programa Principal
 - 2.2 Subrutina ESTD
 - 2.3 Subrutina MATCOV
 - 2.4 Subrutina MEZCLA
 - 2.5 Subrutina BTRANS
 - 2.6 Subrutina ALPHA
 - 2.7 Subrutina GENER

3. INSTRUMENTACION EN EL COMPUTADOR
 - 3.1 Programa Principal
 - 3.2 Subrutina de estimación de parámetros estadísticos
 - 3.2.1 Subrutina ESTD
 - 3.3 Subrutinas para el cálculo de las matrices A y B
 - 3.3.1 Subrutina MATCOV
 - 3.3.2 Subrutina MEZCLA
 - 3.3.3 Subrutina MINV
 - 3.3.4 Subrutina BTRANS

3.3.5 Subrutina ALPHA

3.3.6 Subrutina EIGEN

3.4 Subrutina de generación

3.4.1 Subrutina GENER

4. EJEMPLO ESTUDIADO : Embalse El Diluvio

1. INTRODUCCION

El presente trabajo intenta, poner a disposición del usuario, un instrutivo acerca del funcionamiento y datos de entrada del programa GENMEX.

Este programa incorpora :

- a) Modelo markoviano de memoria unitaria, utilizando las técnicas estocásticas multivariadas, para la generación de datos hidroclimáti -cos, con la posibilidad de inclusión de variables normales, lognor -males y mezcla de ellas.

En base al modelo $\underline{Y} = A \underline{X} + B \underline{V}$, donde

\underline{Y} : vector de variables (p. ejemplo : precipitación, escorren -tía, evaporación), del mes posterior

\underline{X} : vector de las mismas variables del mes anterior

\underline{V} : vector de elementos aleatorios, normalmente distribuídos - con media 0 y variancia 1

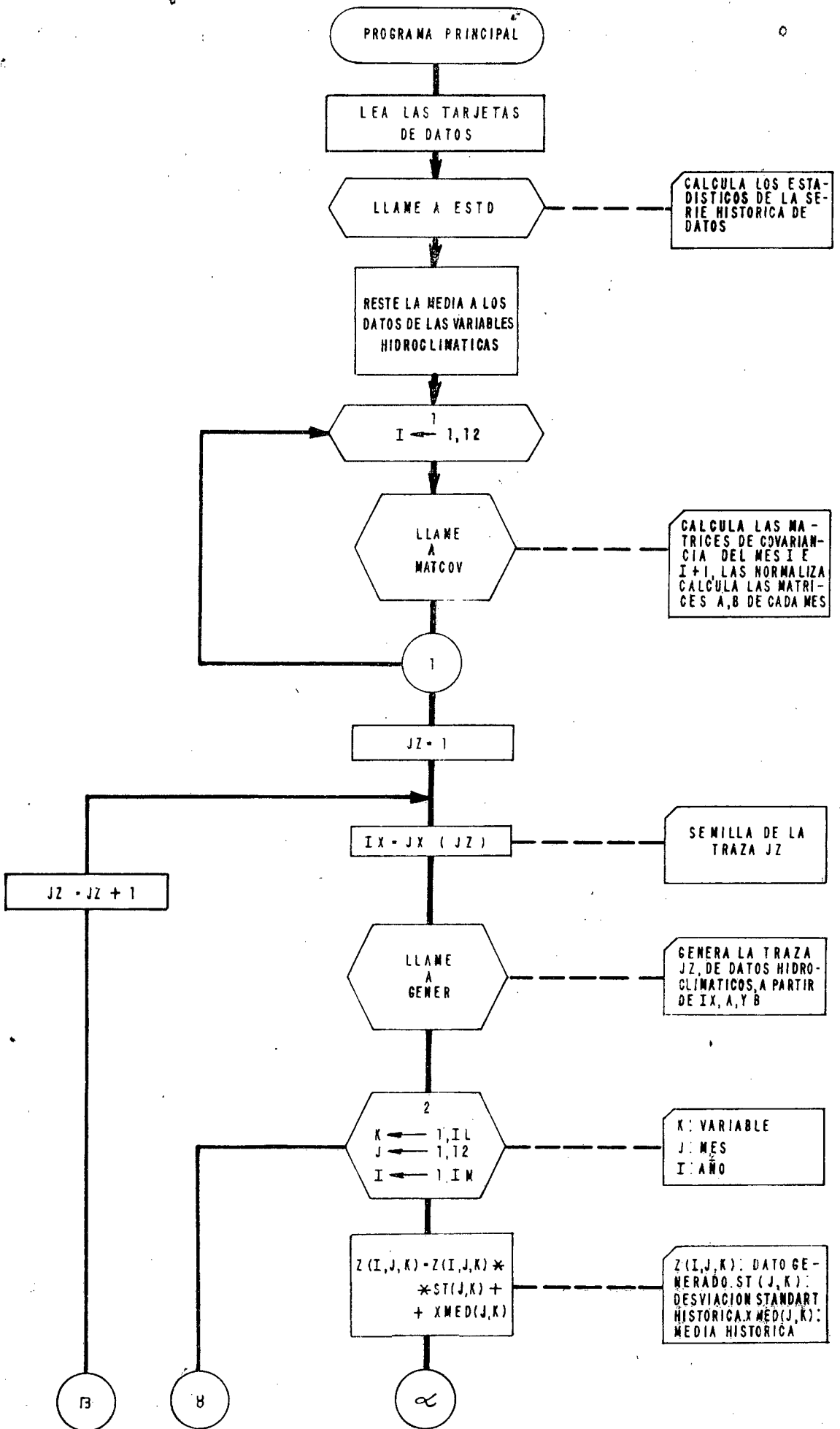
A y B : matrices, calculadas de tal forma que los datos generados - tengan los mismos estadísticos de primero y segundo orden que los históricos, o sea, se preservan las medias, varian -cias y correlaciones internas y externas.

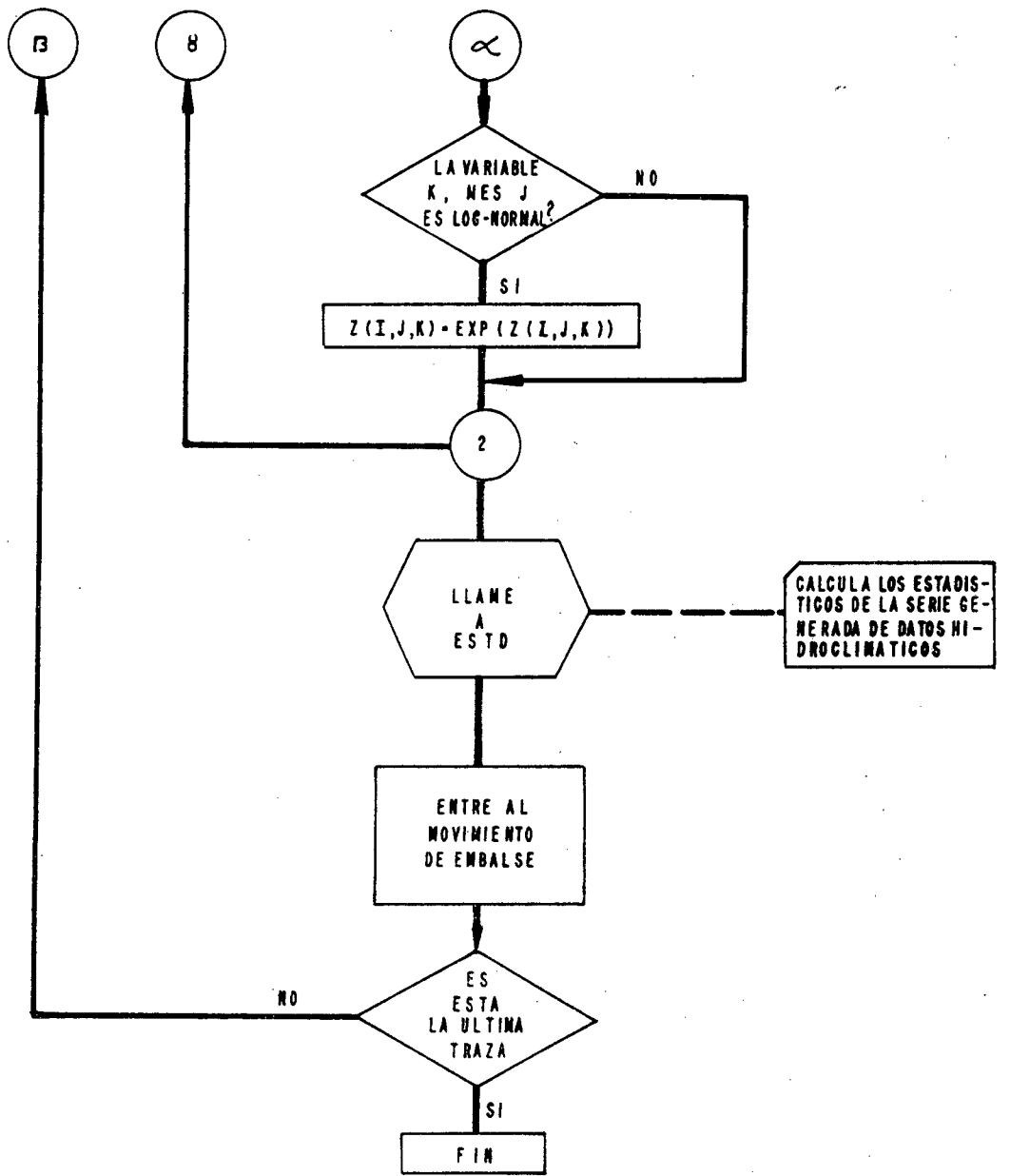
Este modelo permite generar diferentes secuencias de datos, que pueden ser más largas pero igualmente probables que la secuencia histórica conocida.

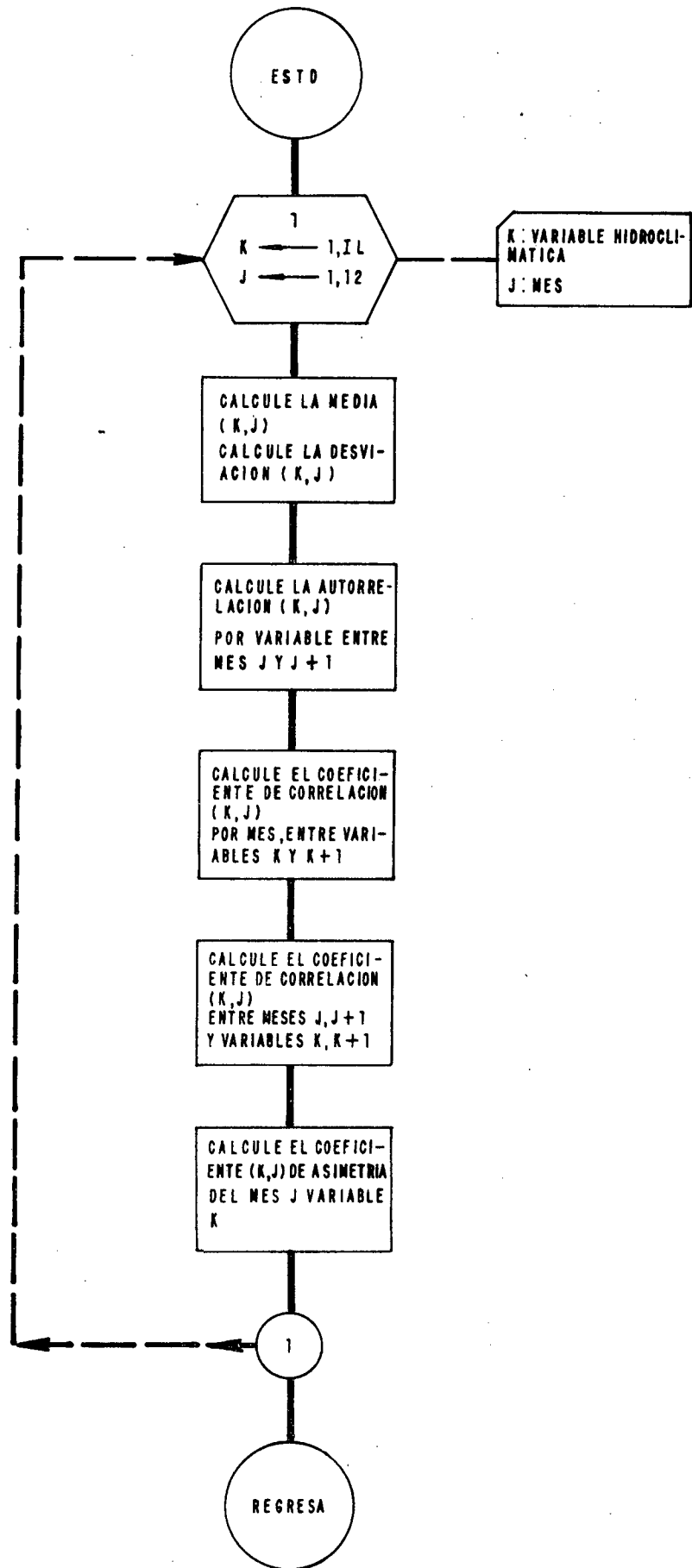
- b) Modelo que simula los movimientos de embalse para diferentes ta -maños de presa y diferentes áreas de riego equipadas para las secuencias de datos anteriormente generados.

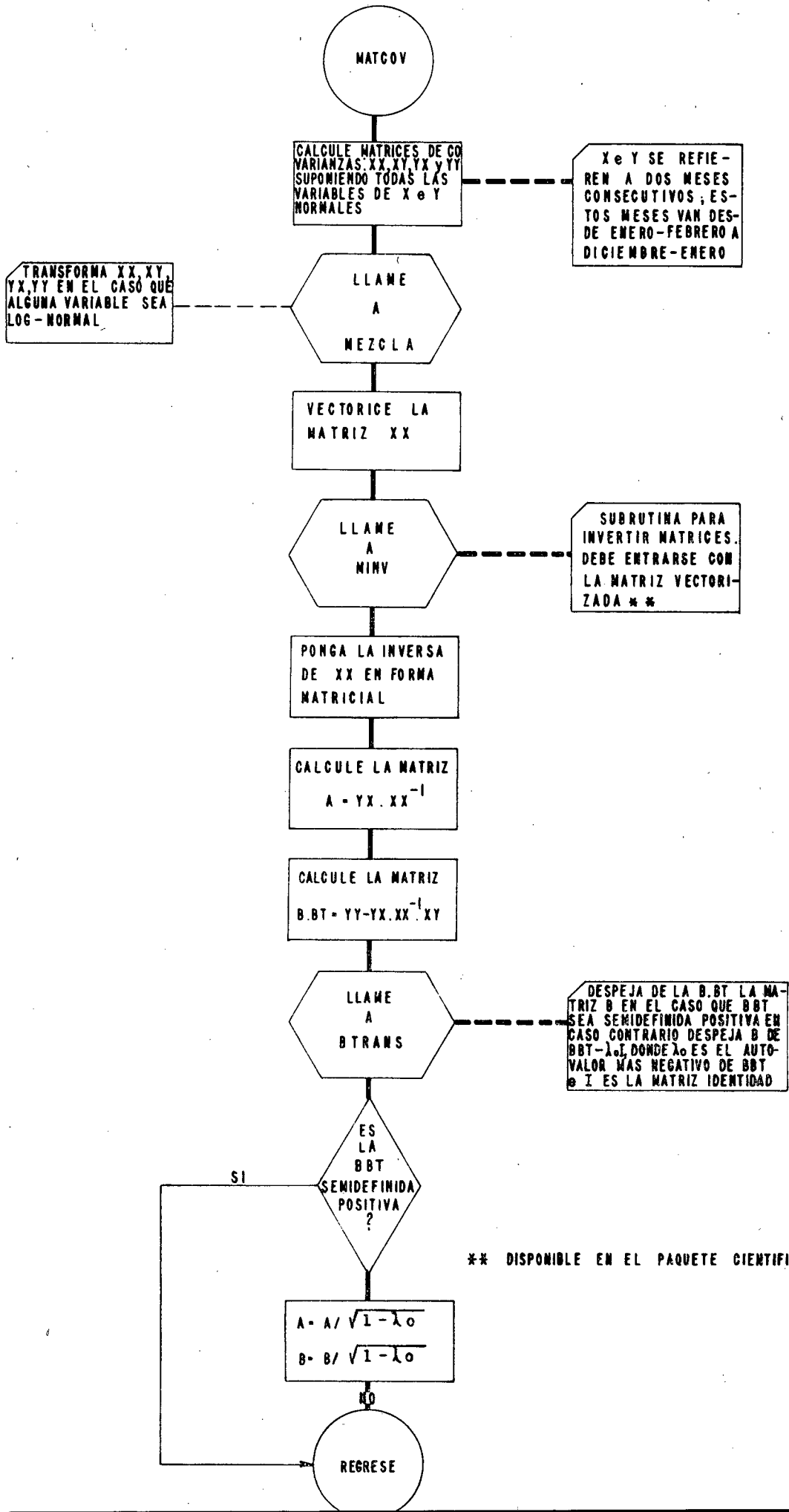
Este trabajo es complementario de uno anterior : "Optimización de la Altura de la Presa y el Area de Desarrollo en un Sistema de Riego", - MOP. Dirección de Proyecto-Construcción, Unidad de Análisis de Sistemas, José R. Córdova, Helios Silvestre, Luis R. Pericchi.

En ese trabajo, además de describir y discutir los fundamentos teóricos de las partes a y b, del presente, se propone una metodología para evaluar el comportamiento del sistema, simulado por el programa Genmex, a fin de orientar la toma de decisiones con respecto al área a ser desarrollada en un sistema de riego y el tamaño que debe dársele a la presa.

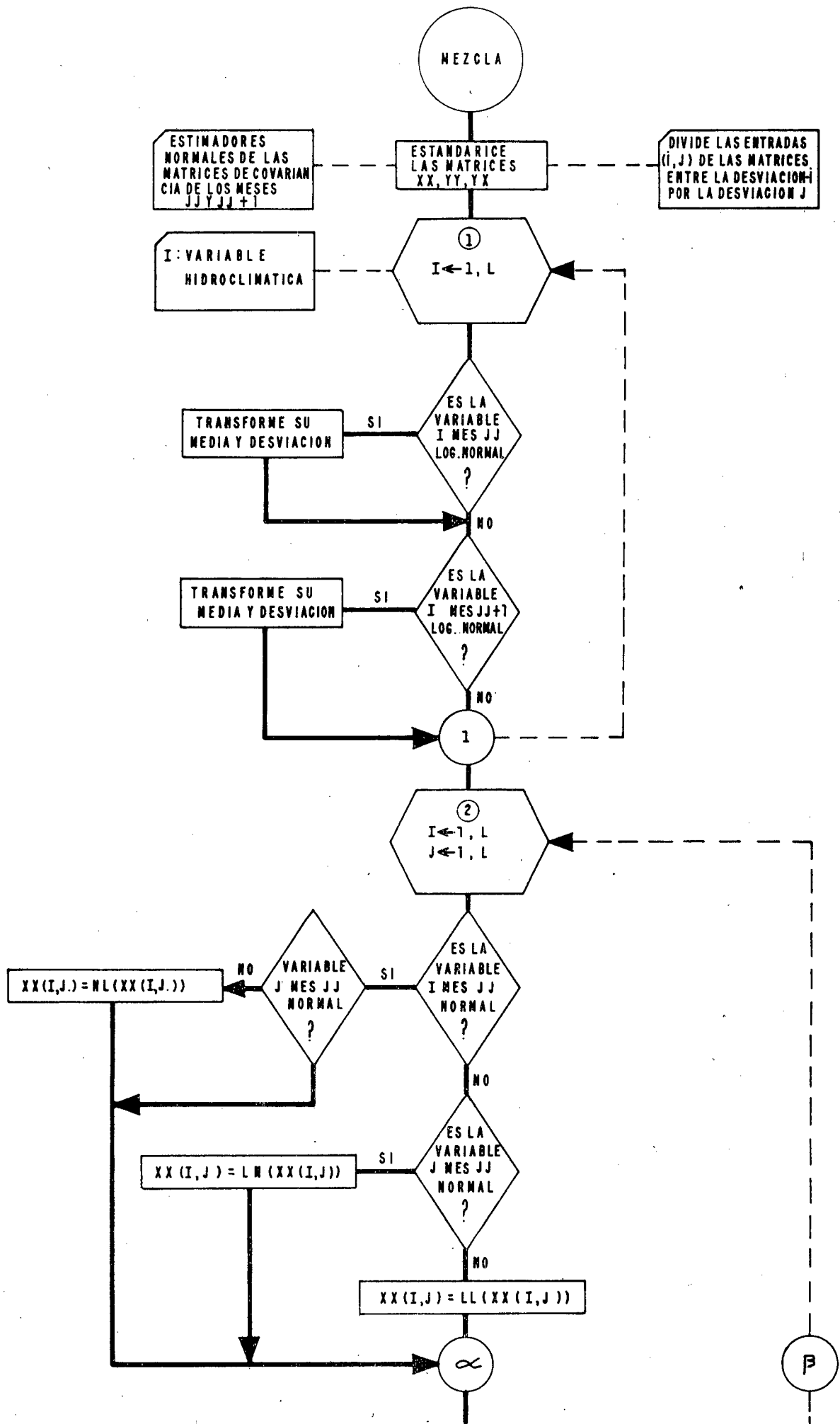


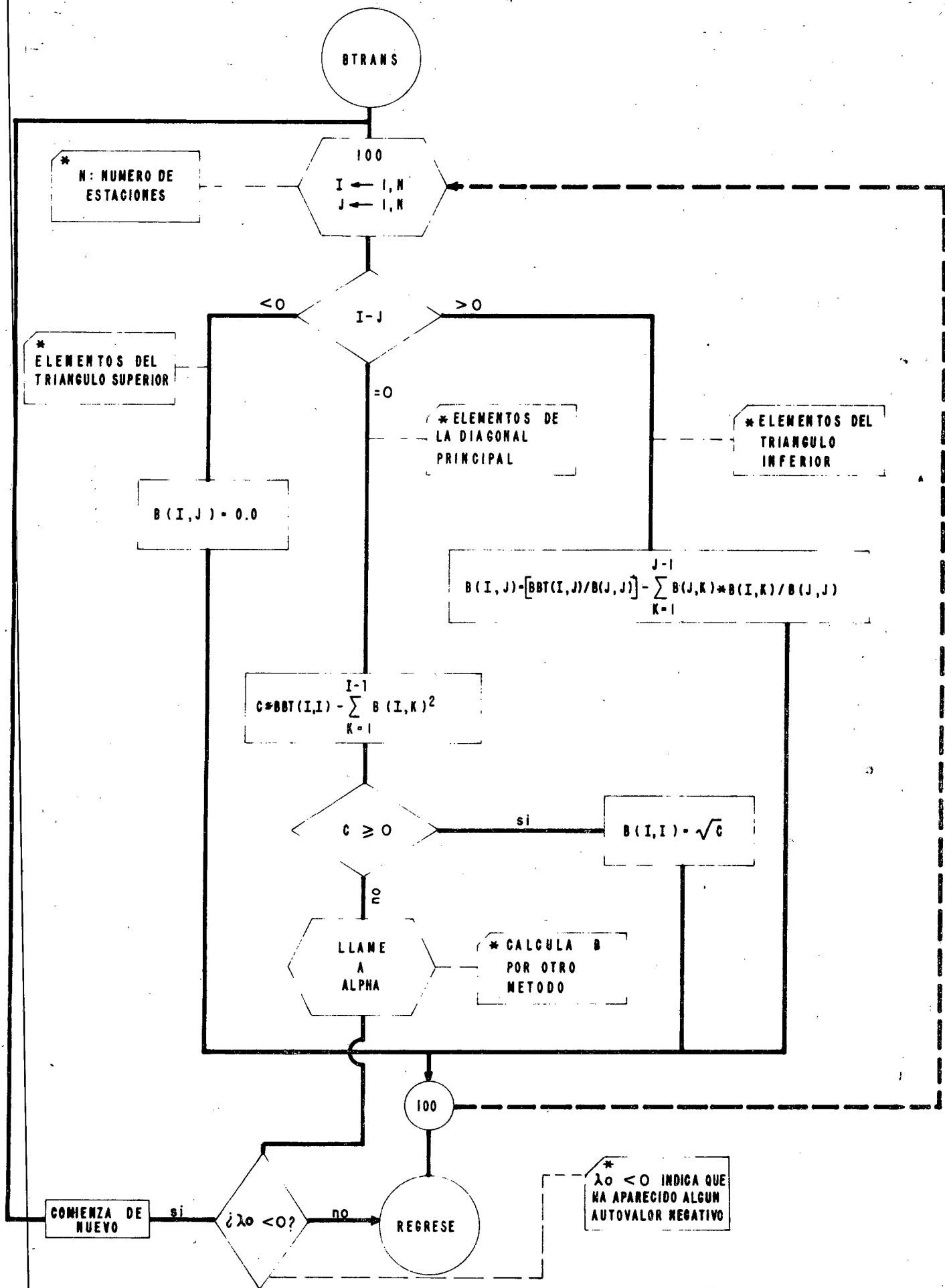


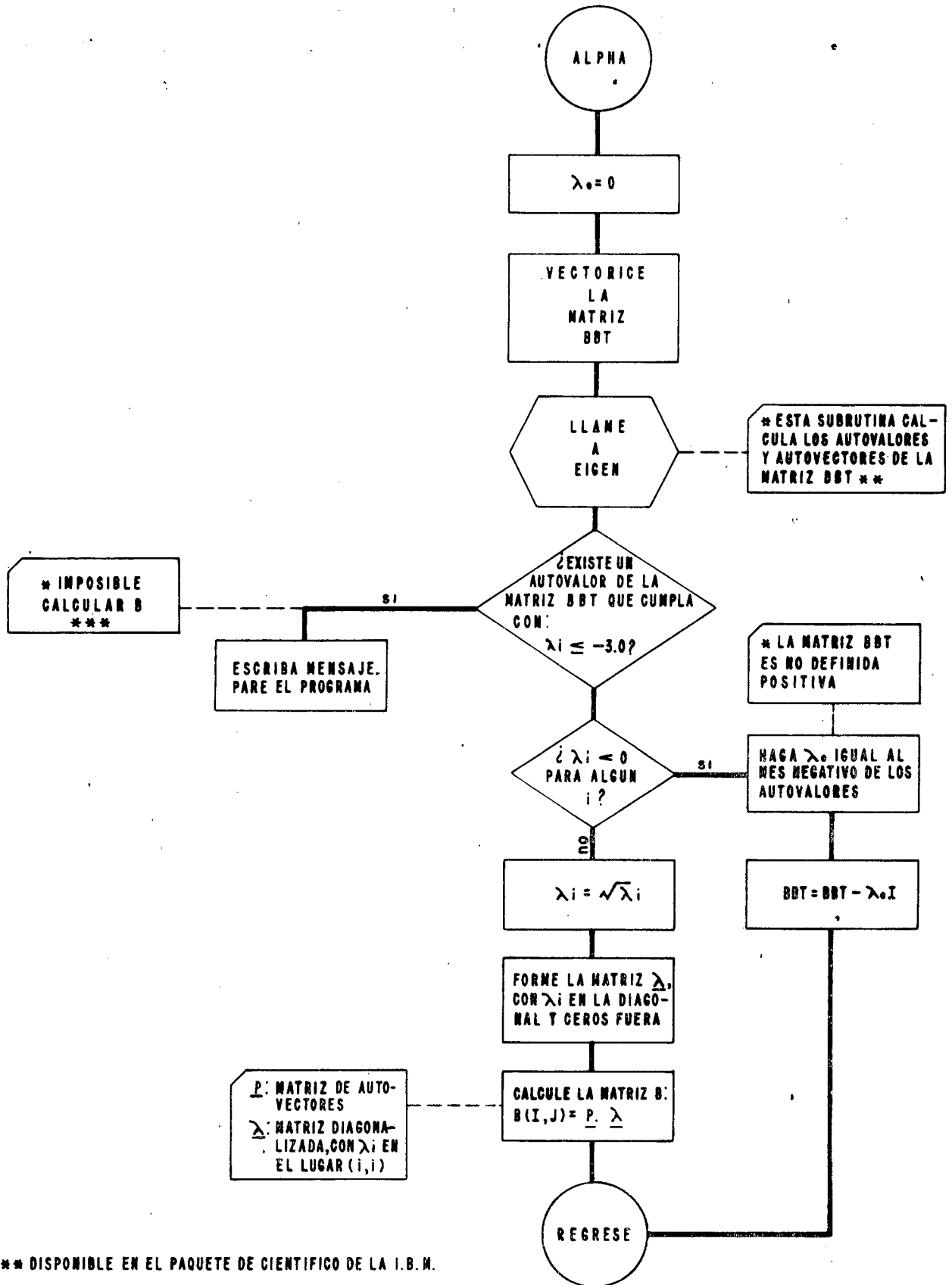




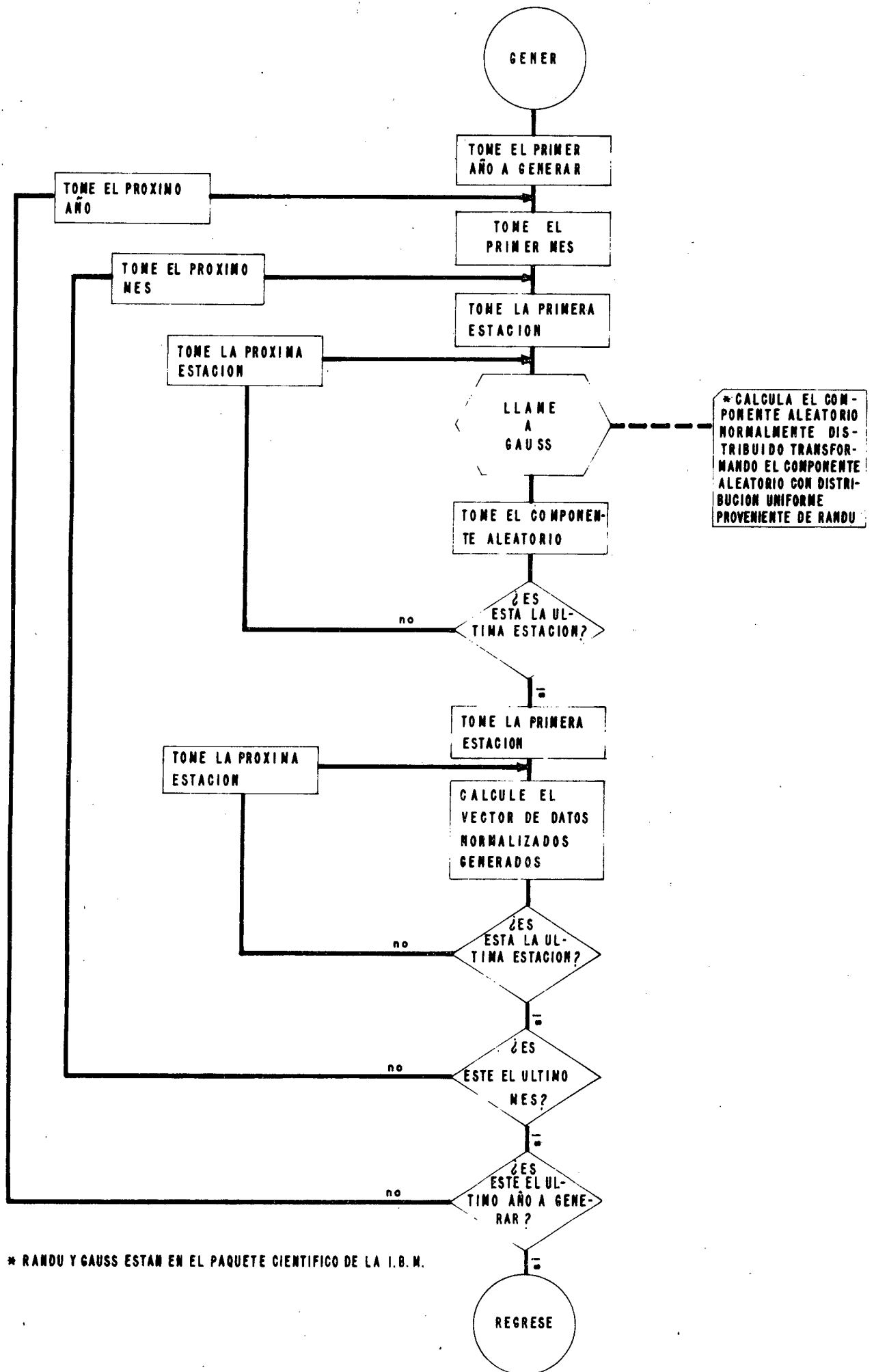
** DISPONIBLE EN EL PAQUETE CIENTIFICO DE LA I.B.M.







** DISPONIBLE EN EL PAQUETE DE CIENTIFICO DE LA I. B. M.
 *** EN ESTE CASO HAY QUE REVISAR LA CONSISTENCIA DE LOS DATOS Y LA ASIGNACION DE DISTRIBUCIONES.



* RANDU Y GAUSS ESTAN EN EL PAQUETE CIENTIFICO DE LA I. B. M.

3. INSTRUMENTACION EN EL COMPUTADOR

- 3.1 Programa principal
- 3.2 Subrutina de estimación de parámetros estadísticos
- 3.3 Subrutina para el cálculo de las matrices A y B
- 3.4 Subrutina de generación
- 3.5 Subrutinas del movimiento de embalse

3.1 Programa principal

3.1.1 Propósitos del programa principal :

- a) Lectura de los datos. Escritura optativa
- b) Llamar a ESTD, para calcular los estadísticos de la serie histórica de datos hidroclicmáticos. Escritura optativa.
- c) Restar la media a los datos de las variables a fin de obtener series de datos con media cero.
- d) Llamar a MATCOV, en 12 oportunidades, a fin de calcular 12 matrices A y B, una por cada mes requerida por el modelo de generación $Y = AX + BV$. Escritura optativa.
- e) Llamar a GENER tantas veces como trazas tenga que generar el programa, con diferentes semillas, a fin de generar datos normalmente distribuidos con media cero y variancia uno.
- f) Multiplicar los datos por la desviación y sumarle su media histórica.
- g) En caso de que la variable sea lognormal, exponenciarla, ya que lo generado en este caso es el exponente de e^{**X} . Escritura optativa de las trazas generadas.
- h) Llamar de nuevo a ESTD, a fin de calcular los estadísticos de la serie generada de los datos hidroclicmáticos, a objeto de comparar su ajuste con los estadísticos de la serie histórica. Escritura optativa.

- i) Realizar el movimiento de embalse. Escritura optativa de los resultados de la simulación del sistema, resumida en totales anuales, para cada traza de datos generados y cada área alternativa de desarrollo.
- j) Escritura de los promedios de áreas regadas, para las diferentes trazas, áreas alternativas de desarrollo y del promedio corregido según la función cuadrática de pérdidas.

4.1.2 Tarjetas de entrada y descripción de parámetros

Primera tarjeta

<u>Columnas</u>	<u>Formato</u>	<u>Denominación</u>	<u>Significado</u>
1- 5	15	ES1	Si es igual a 1 escriba los datos de entrada
6-10	15	ES2	Si es igual a 1 escribe las matrices de generación
11-15	15	ES3	Si es igual a 1 escribe las trazas generadas
16-20	15	ES3	Si es igual a 1 escribe los resultados de de la simulación del modelo de movimiento de embalse resumida en totales anuales

Segunda tarjeta

<u>Columnas</u>	<u>Formato</u>	<u>Denominación</u>	<u>Significado</u>
1-5	15	KLK	Indica si el programa debe calcular las demandas de riego o si se introducen como datos KLK = 1 las calcula KLK = 2 las lee

Tercera tarjeta

<u>Columnas</u>	<u>Formato</u>	<u>Denominación</u>	<u>Significado</u>
1-16	2A8	NANO	Nombre del embalse

Cuarta tarjeta

<u>Columnas</u>	<u>Formato</u>	<u>Denominación</u>	<u>Significado</u>
1- 5	15	IJ	Número de años de registros históricos de las variables hidroclimáticas. Es indispensable que el número de años de registro de las variables (precipitación, escurrimiento y evaporación) sea igual.
6-10	15	IK	Número de meses del año para los cuales se hace el análisis. Sin embargo la implementación actual sólo acepta el análisis del año completo : IK = 12
11-15	15	IL	Número de variables hidroclimáticas, consideradas en el análisis. IL debe ser igual a 3 ó 4.
16-20	15	IM	Número de años a generar en cada traza.
21-25	15	II	Número de trazas a generar.
26-30	15	LS	Número de superficies alternativas de riego a ser consideradas en el análisis.
31-35	15	LC	Número de puntos de la curva cota-área-capacidad. Debe ser mayor o igual que 13.
36-40	15	LP	Número de tamaños de presa (alternativos) a ser considerados.

Quinta tarjeta

<u>Columnas</u>	<u>Formato</u>	<u>Denominación</u>	<u>Significado</u>
1-72	12F6.4	FIL(I)	I = 1, 12; Promedios mensuales de pérdidas de agua debido a las filtraciones y expresado en millones de m ³ .

Sexta tarjeta

<u>Columnas</u>	<u>Formato</u>	<u>Denominación</u>	<u>Significado</u>
1-72	12F6.2	RG(I)	I = 1, 12; Demandas brutas de riego mensuales, expresadas en mm, consideradas si KLK = 2. Si KLK = 1, debe dejarse esta tarjeta en blanco.

Séptimo grupo de tarjetas Número de tarjetas : Depende del número de años a generar

<u>Columnas</u>	<u>Formato</u>	<u>Denominación</u>	<u>Significado</u>
1-80	10F8.3	RA(J)	J = 1, 1M; Demandas de agua para acueducto en m ³ /seg. Pueden ser variables de año a año de acuerdo a las proyecciones establecidas.

Octavo grupo de tarjetas Número de tarjetas = 1

<u>Columnas</u>	<u>Formato</u>	<u>Denominación</u>	<u>Significado</u>
1-60	12F5.2	CC(I)	J = 1, 12; Coeficientes mensuales de cultivo, utilizados en el cálculo de las demandas netas de riego, (KLK = 1). Adimensionales. Si el programa lee las demandas de riego (KIK = 2), esta tarjeta debe introducirse en blanco.

Noveno grupo de tarjetas Número de tarjetas : depende del número de superficies alternativas. Usualmente una tarjeta.

<u>Columnas</u>	<u>Formato</u>	<u>Denominación</u>	<u>Significado</u>
1-80	8F10.2	SUP(I)	I = 1, LS; Superficies equipadas a considerar, en las demandas brutas totales, por concepto de riego. Expresadas en ha.

Décimo grupo de tarjetas Número de tarjetas = LC

<u>Columnas</u>	<u>Formato</u>	<u>Denominación</u>	<u>Significado</u>
1-10	3F10.2	H(I)	I = 1, LC; Cotas (m)
11-20		ARE(I)	Areas (ha)
21-30		AAM(I)	Capacidades (millones de m ³) de la curva área capacidad.

Décimo primer grupo de tarjetas Número de tarjetas : Depende del número de tamaños de presa

<u>Columnas</u>	<u>Formato</u>	<u>Denominación</u>	<u>Significado</u>
1-80	10F8.2	CNN(I), AP(I)	I = 1, LP : Altura de presa hasta el nivel normal (m) (CNN) y volumen almacenado (millones de m ³) (AP) correspondiente; introducidos por pares, 5 para cada tarjeta.

Décimo segundo grupo de tarjetas Número de tarjetas = 1

<u>Columnas</u>	<u>Formato</u>	<u>Denominación</u>	<u>Significado</u>
1-10	F10.3	VOLMIN	Volumen almacenado hasta la cota de aguas muertas del embalse (millones de m ³).
11-20	F10.3	CAS	Capacidad de almacenamiento de los suelos del sistema de riego, utilizados en el cálculo de las demandas netas de riego (K _{LK} = 1). Si las demandas se leen (K _{LK} = 2), este espacio debe dejarse en blanco.
21-30	F10.3	ER	Eficiencia de riego en el sistema.
31-40	F10.3	CETP	Coefficiente evaporimétrico utilizado en el cálculo de la evapotranspiración potencial, a través de los datos de evaporación. Adimensional. Si el programa lee las demandas (K _{LK} = 2), debe dejarse en blanco este espacio.
41-50	F10.3	RIO	Gasto mínimo que hay que dejar correr en el río, por compromisos establecidos (m ³ /seg).
51-60	F10.3	DELTAR	Tamaño de área, en que se reduce la superficie equipada para el riego, ante la presencia de una falla en el suministro de agua, hasta obtener la superficie que puede ser regada en ese año sin que exista falla en el suministro. Expresada en ha.

Décimo tercer grupo de tarjetas Número de tarjetas = 1

<u>Columnas</u>	<u>Formato</u>	<u>Denominación</u>	<u>Significado</u>
1-40	4F10.4	XG(I)	I = 1, IL : Vector de inicializadores de la generación. Representan el mes diciembre, utilizados para generar el primer Enero, de la primera traza generada. Conviene igualar XG(I), al último valor histórico en el mes de Diciembre de la variable I, menos el promedio de la variable I en el mes de Diciembre, ya que se generan datos de media nula.

Décimo cuarto grupo de tarjetas Número de tarjetas : Depende del número de trazas

<u>Columnas</u>	<u>Formato</u>	<u>Denominación</u>	<u>Significado</u>
1-80	8I10	JX(I)	I = 1, II. Enteros impares, distintos, uno por cada traza a generar con un número de dígitos menor o igual a 9, que sirven de semillas para la generación de números aleatorios, utilizados en la generación de las trazas.

Décimo quinto grupo de tarjetas Número de tarjetas = 12 * número de años * número de variables

<u>Columnas</u>	<u>Formato</u>	<u>Denominación</u>	<u>Significado</u>
1-72	12F6.2	Z(I, J, K)	J = 1, 12; I = 1, 1J; K = 1, 1L : J : mes; I = año; K : variable; representa los datos históricos de las variables hidroclimáticas. Debe observarse que el orden de los subíndices es : variable, año, mes. En cada tarjeta se introducen los doce meses de un año determinado, y se va incrementando por años, hasta llegar al último; se pasa a la próxima variable y así sucesivamente. Debe respetarse estrictamente el orden siguiente :

Variables Indispensables

- 1ra) variable : K = 1, debe representar los datos mensuales de precipitación en la zona de riego expresados en mm.
- 2da) variable : K = 2, datos mensuales de escurrimiento, expresados en millones de m³.
- 3ra) variable : K = 3, datos mensuales de evaporación, expresados en mm.

Lo anterior significa que primero deben introducirse todos los datos de precipitación en la zona de riego, luego los de escurrimiento y después los de evaporación.

Variable opcional

- 4ta) variable : K = 4, datos mensuales de precipitación en el embalse, expresados en mm.

Significado

Cuando la zona de riego está muy cercana a la zona del embalse, usualmente se considera que la precipitación en ambas zonas es la misma. En este caso $IL = 3$, o sea sólo se dan datos para las 3 primeras variables y el programa iguala $Z(I, J, 4) = Z(I, J, 1)$.

Décimo sexto grupo de tarjetas Número de tarjetas = IL (3 ó 4)

<u>Columnas</u>	<u>Formato</u>	<u>Denominación</u>	<u>Significado</u>
1-36	12I3	KW(I, J)	<p>$I = 1, 12; J = 1, 12$, indicadores de las distribuciones probabilísticas de los datos históricos de cada mes y variable.</p> <p>Si $KW(I, J) = 1$ el programa asigna distribución normal al mes I, variable J.</p> <p>Si $KW(I, J) = 2$ el programa asigna distribución log-normal al mes I, variable J.</p> <p>Una forma de decidir el tipo de distribución a asignar es la de aplicar previamente algún test, de ajuste de distribución como chi-cuadrado ó Kolmojorov-Smirnoff, etc.</p> <p>Otro criterio para escoger la distribución, más empírico pero más simple (y usualmente más conveniente ya que en la presencia de un reducido número de datos los tests anteriores aceptan ambas hipótesis) es :</p> <p>1°) Correr el programa a modo de prueba, para obtener los estadísticos de los datos históricos (esta corrida debe tener sólo traza, superficie de riego y tamaño de presa, a fin de ahorrar tiempo), asumiendo que todas las variables y meses tienen distribución normal para esta corrida de prueba.</p> <p>2°) Asignarle a priori a la evaporación distribución normal, en todos los meses, ya que esta variable siempre se ajusta bien a esa distribución, por tener promedios altos y asimetría pequeña.</p>

- 3°) Buscar, en los estadísticos de los datos históricos, el mes de la variable evaporación que tenga mayor asimetría; llamemos ese valor A_{\max} .
- 4°) Si la variable J, mes I, tiene asimetría menor o igual a A_{\max} , le asignamos distribución normal, o sea $KW(I,J) = 1$.
Si la variable J, mes I, tiene asimetría mayor que A_{\max} , le asignamos distribución log-normal, o sea $KW(I,J) = 2$.

3.1.3 Limitaciones de dimensionamiento

- El máximo número de años que puede tener una traza generada es 100.
- El máximo número de años de un registro histórico es 100
- El máximo número de trazas a generar es 100
- El máximo número de superficies alternativas a considerar es 10
- El máximo número de puntos de la curva área-capacidad es 50
- El máximo número de alturas de presas consideradas es 10.

3.2 Subrutina de estimación de parámetros estadísticos

3.2.1 Propósito

Calcular estimados de la media, desviación típica, asimetría, autocorrelación mensual por variable, coeficiente de correlación cruzada mensual entre variables, coeficiente de correlación cruzada log - 1 entre variables y asimetría.

Este cálculo se realiza en el programa tanto para los datos históricos, como para las trazas generadas.

3.2.2 Objetivos

- Comparar cuán bien se ajustan los estadísticos de los datos generados y de los datos históricos. Cuanto más parecidos sean estos estadísticos entre sí, mejor será la generación.
- La media y desviación de los registros históricos son usados en el programa principal.
- La asimetría sirve como estimador aproximado de la distribución.

3.2.3 Descripción de parámetros

Subrutina ESTD (YMED, L, LM, N)

Common /A1/TX, CAC, CCC, CCL, GJ

Common /C1/Z1

L : número de variables hidroclimáticas

LM : número de años de registros hidroclimáticos o de longitud de traza generada según se trate del cálculo de los históricos o generados.

N : número de meses del análisis, en este caso 12

YMED(J,K) : medias de los datos para la variable K, mes J. Dimensión : 12 * L

TX(J,K) : desviación típica para el mes J, variable K. Dimensión : 12 * L

CAC(J,K) : coeficiente de autocorrelación, entre el mes J y J + 1 para la variable K. Dimensión : 12 * L

- CCC(J,K) : coeficiente de correlación cruzada entre variables (para el mes J y entre las variables K y K + 1). Dimensión : 12 * L
- CCL(J,K) : coeficiente de correlación cruzada - log - 1. Correlación entre meses J y J + 1 para las variables K y K + 1. Dimensión : 12 * L
- GS(J,K) : coeficiente de asimetría mes J, variable K. Dimensión : 12 * L
- Z1(I, J, K) : matriz de registros hidroclimáticos, - históricos o generados según el caso. Dimensión : LM * N * L.

Método : Fórmulas utilizadas :

$$YMED(J,K) = \frac{\sum_{I=1}^{LM} Z1(I,J,K)}{LM}$$

$$TX(J,K) = \frac{\sum_{I=1}^{LM} (Z1(I,J,K) - YMED(J,K))^2}{LM - 1}$$

$$CAC(J,K) = \frac{LM \left(\sum_{I=1}^{LM} Z1(I,J,K) * Z1(I,J+1,K) \right) - \left(\sum_{I=1}^{LM} Z1(I,J,K) \right) \left(\sum_{I=1}^{LM} Z1(I,J+1,K) \right)}{LM * (LM - 1) * TX(J,K) * TX(J+1,K)}$$

$$CCC(J,K) = \frac{LM \left(\sum_{I=1}^{LM} Z1(I,J,K) * Z1(I,J,K+1) \right) - \left(\sum_{I=1}^{LM} Z1(I,J,K) \right) \left(\sum_{I=1}^{LM} Z1(I,J,K+1) \right)}{LM * (LM - 1) * TX(J,K) * TX(J,K+1)}$$

$$CCL(J,K) = \frac{LM \left(\sum_{I=1}^{LM} Z1(I,J,K) * Z1(I,J+1,K+1) \right) - \left(\sum_{I=1}^{LM} Z1(I,J,K) \right) \left(\sum_{I=1}^{LM} Z1(I,J+1,K+1) \right)}{LM * (LM - 1) * TX(J,K) * TX(J+1,K+1)}$$

$$GJ(J,K) = \frac{\sum_{i=1}^{LM} (Z1(I,J,K) - YMED(J,K))^3}{LM(TX(J,K))^3}$$

3.3 Subrutina para el cálculo de las matrices A y B

Una parte esencial del modelo, es el cálculo de las matrices A y B tal que :

$$Y = AX + BV \quad \text{donde}$$

Y : vector de las n variables correspondiente al mes i + 1 (ej.: precipitación, escurrimiento y evaporación de febrero)

X : vector de las n variables correspondientes al mes i (ej.: precipitación, escurrimiento y evaporación del mes de enero)

V : vector cuyas n entradas son componentes aleatorias de media cero y varianza unitaria

A y B: matrices n * n (distintas para cada par de meses, o sea, 12 en total), calculadas de tal manera que preserven los estadísticos de la serie histórica para los datos que con ellas se generan. Si Sxx, Syx y Sxy son las matrices de covarianza de los meses x e y, entonces :

$$1) \quad A = Syx Sxx^{-1}$$

$$2) \quad BB^T = Syy - Syx Sxx^{-1} Sxy$$

Entonces para el cálculo de A y B se requiere estimar las matrices de covarianza, invertir la matriz Sxx y despejar la matriz B a partir de la ecuación 2.

3.3.1 Subrutina MATCOV

3.3.1.1 Propósitos :

- a) Cálculo de las matrices de covarianza de los meses l e l + 1, suponiendo que

todas las variables de ambos meses son normales. Escritura optativa.

- b) Llamar a MEZCLA, la cual transforma - las matrices de covariancia en el caso de que a alguna variable, sea ésta del mes l ó $l + 1$, se le haya asignado distribución log-normal.
- c) Vectoriza, la matriz de autocovariancia - S_{xx} del mes l , para preparar la entrada a MINV.
- d) Llamar a MINV, para invertir la matriz S_{xx} . Escritura optativa de S_{xx}^{-1} .
- e) Calcula la matriz A. Escritura optativa.
- f) Calcula la matriz BB^T . Escritura optativa.
- g) Llamar a BTRANS: Intenta despejar de - la BB^T la matriz B por triangulación; en caso de no ser esto posible, intenta - despejar B por el método de la compo - nente principal si BB^T no tiene autova - lores negativos.

En el caso que BB^T tenga autovalores - negativos, despeja B de $BB^T - \lambda_0 I$ donde λ_0 es el autovalor más negativo e I la matriz

identidad y posteriormente ajusta la A y B así conseguidas :

$$A = A / \sqrt{1 - \lambda_0}$$

$$B = B / \sqrt{1 - \lambda_0}$$

3.3.1.2 Descripción de parámetros

Subrutina MATCOV(L, N, II)

Common/A2/ X, Y, A

Common/C3/ KW, XM, YM, STX, STY

Common/C4/ B

Common/A6/ S11, S22, S21

Common/A8/ Alambd, ZJ

Common/C5/ BBT

Common/A7/ T1, J2, J3

Common/E1/ ES2

L : número de variables

N : número de años de registros históricos

II : mes de análisis, varía de 1 a 12

X : matriz de datos históricos del mes II, de dimensión (N * L)

Y : matriz de datos históricos del mes II + 1, de dimensión (N * L)

A : matriz de dimensión (L * L)

B : matriz de dimensión (L * L)

KW : matriz de dimensión (12 * L), de indicadores de distribución, 1 normal, 2 lognormal

- XM : media de los datos del mes II
- YM : media de los datos del mes II + 1
- STX : desviación típica de cada variable del mes II
- STY : desviación típica de cada variable del mes II + 1
- S11 : matriz de covariancia del mes II respecto al II. Dimensión (L * L)
- S12 : matriz de covariancia del mes II respecto al II + 1. Dimensión (L* L)
- S21 : matriz de covariancia del mes II + 1 respecto al II. Dimensión (L * L)
- S22 : matriz de covariancia del mes II + 1 respecto al II + 1. Dimensión (L * L)

Las cuatro matrices anteriores son las equivalentes respectivamente a S_{xx} , S_{xy} , S_{yx} y S_{yy} referidas en la sección 3.3.

- BBT : matriz simétrica de dimensión (L * L)
- Alambd: vector de autovalores de BBT, de dimensión (L)
- ZJ : acumulador del autovalor más negativo de la matriz BBT
- T1 : vectorización de la matriz S11, que es la entrada a la subrutina minv, y que sale de esa subrutina con los valores de la inversa de esa matriz
- ES2 : indicador de escritura (entero)

Si ES2 es igual a 1 se escriben las matrices de covariancia mes a mes, la inversa de S11, la matriz BBT, la matriz A y la matriz B.

Método : El cálculo inicial de las matrices de covariancia suponiendo todas las variables normales (an-

tes de pasar a la subrutina MEZCLA), se hace mediante el estimador :

$$S11 = \frac{1}{N} XX^T ; S22 = \frac{1}{N} YY^T ; S22 = \frac{1}{N} XY^T ;$$

$$S21 = \frac{1}{N} YX^T$$

3.3.2 Subrutina MEZCLA

Propósito : Modifica las matrices de covariancia, S11, S22, S21, S12, provenientes de Matcov en el caso de que alguna variable de los meses II ó II + 1 se haya considerado lognormal.

Al final estandariza las matrices de covariancia, de tal forma que el componente i, j de estas matrices es la correlación entre las variables i, j para $i \neq j$, tomando valores unitarios en la diagonal.

Descripción de parámetros :

Subrutina MEZCLA (I, JJ)

Common/A6/ SXX, SYY, SYX

Common/C3/ KWK, XM, YM, STX, STY

L : número de variables

JJ : mes de análisis, corresponde a II de Matcov

S_{XX}, S_{YY}, S_{YX} : son las matrices de covariancia correspondientes a S_{11}, S_{22}, S_{21} en Matcov. $K_{WX}(i, j)$ es la matriz de indicadores de distribución correspondiente a $K_W(i, j)$ en el programa principal.

X_M, Y_M, S_{TX}, S_{TY} : son las medias y desviaciones de cada variable correspondientes a los meses JJ y $JJ + 1$ respectivamente.

Método :

a) Para transformar las matrices de covariancia cuando las variables i y j son lognormales, se utilizan las transformaciones de Matalas. Si x_i y x_j son las variables históricas, lognormales, $Y_i = \ln X_i$; $Y_j = \ln X_j$ son normales.

Si μ_{x_i}, μ_{x_j} son las medias, $\sigma_{x_i}, \sigma_{x_j}$ las desviaciones típicas y $\rho_{x_{ij}}$ la correlación de las variables históricas originales (todos conocidos), entonces :

$$\mu_{y_i} = \ln(\mu_{x_i}) \sigma_{y_i}$$

$$\sigma_{y_i}^2 = \ln\left(\frac{\sigma_{x_i}^2}{\mu_{x_i}^2} + 1\right)$$

$$\rho_{y_{ij}} = \frac{\ln\left(1 + \rho_{x_{ij}} \sqrt{(e^{\sigma_{y_i}^2} - 1)(e^{\sigma_{y_j}^2} - 1)}\right)}{\sigma_{y_i} \cdot \sigma_{y_j}}$$

- b) Para transformar las matrices de covariancia cuando la variable X_i es normal y X_j es lognormal, se utilizan las transformaciones de Mejía, Rodríguez y Córdova :

si $Y_j = L_m(X_j)$, entonces

$$\rho_{X_i Y_j} = \frac{\rho_{X_i X_j} \sqrt{e^{\sigma_j^2} - 1}}{\sigma_{Y_j}}$$

3.3.3 Subrutina MINV :

Propósito : Invertir la matriz S11, de Matcov, o sea la matriz de autocovariancia del mes II.

Descripción de parámetros :

Subrutina MINV (N,D)

Common/A7/A, L, M

N : orden de la matriz S11

D : determinante de S11

A : vectorización de la matriz S11, la cual es reemplazada al final de la subrutina por la inversa de S11.
Longitud del vector A = N ** 2

L,M : vectores auxiliares de cálculo de longitud M

Método : Usa el de Gauss - Jordan; en el caso que D sea igual a 0, indica que S11 es singular.

Comentario : Disponible en el paquete científico de subrutina de la IBM.

3.3.4 Subrutina BTRANS

Propósito : Obtener por triangulación, la matriz B - triangular inferior, a partir de la ecuación $A = BB^T$, donde A es conocida. Cuando no es posible calcular B por triangulación, llama a la subrutina ALPHA para calcular B por otro método.

Descripción de parámetros :

Subrutina BTRANS (N, JJ)

Common/C5/A

Common/C4/B

Common/A8/Alambd, ZJ

Common/A9/E, F

Common/C9/Q, R

N : número de variables

JJ : parámetro inicialmente cero, alterado eventualmente en la subrutina Alpha. Indica el número de veces que aparecen autovalores negativos. Para más detalles remítase a la subrutina ALPHA

A : matriz $N \times N$, proveniente de Matcov, de la cual se intenta despejar B, según : $A = BB^T$

B : matriz a despejar. Dimensión $N \times N$

Alambd, ZJ, E, F, Q y R. Elementos provenientes del eventual paso por Alpha. En esta subrutina se detallan los mismos.

3.3.5 Subrutina ALPHA

Propósito : Cuando no se puede despejar por triangulación la matriz B de la ecuación $BB^T = C$, con C conocida, esta subrutina, primero diagonaliza, por medio de la subrutina Eigen la matriz C . Si los autovalores de esta matriz son no negativos hace : $B = E\sqrt{\lambda}$, donde E es la matriz de autovectores, y $\sqrt{\lambda}$ la matriz diagonal, con $\sqrt{\lambda_i}$ en el lugar (i,i) , si λ_i es un autovalor.

Cuando aparece algún autovalor negativo menor o igual a -3 , se para el programa, ya que en este caso no es posible calcular B , sin introducir una alteración importante en las correlaciones. Para el caso en que un autovalor sea igual a -3.0 , esta alteración es del 50%.

Si aparecen autovalores negativos, pero mayores que -3 , introduce la siguiente modificación a la matriz C : $C = C - \lambda_0 I$, donde λ_0 es el autovalor más negativo e I es la matriz identidad, y regresa a Brans. Se repite el proceso hasta que C no tenga autovalores negativos (esto define el valor de JJ , el cual no es más que un contador del número

ro de veces que se repite el proceso) y después de concluido el proceso y despejada la matriz B, se dividen las matrices A y B, JJ veces por $\sqrt{1 - \lambda_0}$, para cada uno de los autovalores más negativos que hayan aparecido en el proceso, para que el modelo preserve la media y variancia. (Este es el método descrito por J. Mejías y J. Millán).

Descripción de parámetros :

Subrutina ALPHA (M, JJ)

Common/C9/ Q, R

Common/A9/ E, F

Common/A8/ Alambd, EJ

Common/C5/ BBT

Common/E1/ ES2

M : número de filas y columnas de la matriz BBT

JJ : contador

Alambd : vector de los autovalores de BBT

E : matriz de autovectores de BBT

Comentario : Cuando aparece un autovalor menor que - 3, es conveniente revisar la consistencia de los datos y la asignación de distribuciones, ya que en la experiencia que se tiene en la utilización de este programa, han estado allí las razones de ello.

3.3.6 Subrutina EIGEN

Propósito : Es llamada por la subrutina ALPHA, a fin de calcular los autovalores y autovectores de la matriz real y cuadrada BBT de ALPHA.

Descripción de parámetros :

Subrutina EIGEN (N, MV)

Common/C9/A, R

A : vectorización de la matriz BBT de ALPHA. Los autovalores resultantes son colocados en A de mayor a menor

R : vectorización de la matriz resultante de autovectores

N : orden de la matriz BBT, por lo tanto el número de entradas de los vectores A y R será $N \times N$

MV : Indicador. Si $MV = 0$, calcula autovalores y autovectores. Si $MV = 1$, calcula sólo los autovalores. En el programa se define (en ALPHA), $MV = 0$.

Método : Diagonalización de Jacobi, adaptada por Von - Neumann.

Comentario : Subrutina disponible en el paquete científico de la IBM.

3.4 Subrutina de generación

Subrutina GENER, llamada del programa principal.

3.4.1 Propósito : Generar el mes $l + 1$ a partir del mes l , y las matrices A y B según la ecuación :
 $YY = A (XG) + B(VV)$, donde :

YY : vector de variables del mes $I + 1$.

XG : vector de variables del mes I .

VV : vector de números aleatorios, normalmente distribuidos, de media 0 y varianza 1, proveniente de la subrutina Gauss, calculados a partir de números aleatorios uniformemente distribuidos entre 0 y 1, provenientes de la subrutina Randu. (1)

3.4.2 Descripción de parámetros

Subrutina GENER (IM,IK,IL,IX)

Common/A3/ A, B, XG

Common/C1/ Z

IM : número de años a generar en cada traza

IK : número de meses del año que comprende el análisis. En el programa debe ser igual a 12.

IL : número de variables hidrológicas consideradas en el análisis (3 ó 4)

IX : número impar (uno por cada traza y distintos para cada traza) con un número de dígitos menor o igual a 9, que sirve de semilla en la subrutina Randu, para la generación de números aleatorios uniformemente distribuidos entre 0 y 1. Corresponde a JX en el programa principal.

A : doce matrices cuadradas, de orden IL (una por cada mes) calculadas en la subrutina MATCOV

B : doce matrices cuadradas, de orden IL, correspondiendo una a cada mes, calculadas en MATCOV

XG : vector de inicializadores. Son el primer equis, de la primera generación

Z : matriz tridimensional. Corresponde a la matriz de datos generados.

(1) Estas dos últimas subrutinas, comúnmente utilizadas, están disponibles en el paquete científico de IBM.

PROGRAMA PRINCIPAL

PROPOSITO -

SIMULACION MENSUAL DEL COMPORTAMIENTO DE UN EMPLASE PARA DIFERENTES ALTURAS DE PRESAS Y ANTE LA DEMANDA DE DIFERENTES APFAS DE DESARROLLO, DE ACUERDO A LAS CARACTERISTICAS FISICAS DE LAS OBRAS DE EMBALSE Y DE LAS APFAS DE RIEGO O DESARROLLO, Y EN BASE A LA GENERACION ESTOCASTICA MULTIVARIADA DE LOS DATOS HIDROCLIMATICOS REQUERIDOS, GENERADOS MENSUALMENTE SEGUN EL MODELO MARKOVIANO, MEMORIA UNO, Y = A X + BV; DE PIRPING Y MATALAS.

DESCRIPCION DE PARAMETROS -

ID = N. DE DIAS DE CADA MES INTRODUCIDO POR DATA
 ES1-IIGUAL A 1, SE ESCRIBEN LOS DATOS DE ENTRADA.
 ES2-IIGUAL A 1, ESCRIBRE MATRICES DE GENERACION
 ES3-IIGUAL A 1, ESCRIBRE LOS DATOS DE GENERADOS
 ES4-IIGUAL A 1, ESCRIBRE LOS DATOS DE MOVIMIENTO DE EMPALSE
 KKK = INDICA SI EL PROGRAMA DEBE CALCULAR LAS DEMANDAS DE RIEGO, O SI ESTAS SE INTRODUCEN COMO DATOS.-SI
 KKK = 1, EL PROGRAMA CALCULA LAS DEMANDAS NETAS DE RIEGO
 KKK = 2, EL PROGRAMA A ARAO.
 KKK = 2, ES NECESARIO INTRODUCIR COMO DATOS LAS DEMANDAS BRUTAS DE RIEGO-(PROMEDIOS-MENSUALES)
 NANO = NOMBRE DEL EMPLASE
 IJ = NUMERO DE AÑOS DE REGISTROS HISTORICOS DE LAS VARIABLES CONSIDERADAS.(COMUN PARA TODAS LAS VARIABLES)
 IK = NUMERO DE MESES DEL AÑO (12)
 IL = NUMERO DE ESTACIONES O VARIABLES HIDROCLIMATICAS CONSIDERADAS EN EL ANALISIS.(3 O 4)
 IM = NUMERO DE AÑOS A GENERAR EN CADA TRAZA SINTETICA DE DATOS HIDROCLIMATICOS.
 IY = NUMERO DE TOAZAS A GENERAR
 LS = NUMERO DE SUPERFICIES (ALTERNATIVAS) DE RIEGO A SER CONSIDERADAS EN EL ANALISIS.
 LC = NUMERO DE PUNTOS DE LA CUPVA COTA-AREA-CAPACIDAD.
 LP = NUMERO DE TAMAÑOS DE PRESAS (ALTERNATIVAS) A SER CONSIDERADAS EN EL ANALISIS.
 FIL = PERDIDAS DE AGUA DEBIDO A LAS FILTRACIONES DE LA PRESA (PROMEDIOS MENSUALES) EXPRESADOS EN MILLONES M3
 RG = DEMANDAS BRUTAS DE RIEGO MENSUALES CONSIDERADAS CUANDO KKK = 2, EXPRESADAS EN MILIMETROS.
 RA = DEMANDAS DE AGUA PARA ACUEDUCTO. VARIABLES DE AÑO A AÑO DE ACUERDO A LAS PROYECCIONES ESTABLECIDAS

C EXPRESADAS EN M³/S.
 C CC = COEFICIENTES MENSUALES DE CULTIVO, UTILIZADOS EN
 C EL CALCULO DE LAS DEMANDAS NETAS DE RIEGO CUANDO
 C KLK = 1. ADIMENSIONALES.
 C SUP = SUPERFICIES EQUIPADAS A CONSIDERAR EN LAS DEMAN-
 C DAS BRUTAS TOTALES POR CONCEPTO DE RIEGO. EXPRESADAS
 C EN HA.
 C H = COTAS DE LA CURVA C - A - C EXPRESADA EN METROS.
 C ARE = AREAS DE LA CURVA C - A - C EXPRESADAS EN HA.
 C AAM = CAPACIDADES DE LA CURVA C - A - C EXPRESADAS -
 C EN MILLONES DE M³.
 C AP = VOLUMENES HASTA LAS COTAS DE AGUAS NORMALES, AL-
 C MACENADAS EN CADA UNA DE LAS ALTURAS DE PRESA CONSIDE-
 C RADAS EN EL ANALISIS. EXPRESADO EN MILLONES DE M³.
 C VOLMIN = VOLUMEN ALMACENADO HASTA LA COTA DE AGUAS
 C MUERTAS DEL EMBALSE. EXPRESADO EN MILLONES DE M³. DEL -
 C CAS = CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE LOS SUELOS DEL -
 C SISTEMA DE RIEGO. USADO EN EL CALCULO DE LAS DEMANDAS
 C NETAS DE RIEGO CUANDO KLK = 1. EXPRESADO EN MILLIME-
 C TROS.
 C EFF = EFICIENCIA DE RIEGO EN EL SISTEMA
 C CTRP = COEFICIENTES EVAPORIMETRIC UTILIZADO EN LA ES-
 C TIMACION DE LA EVAPORACION POTENCIAL A TRAVES -
 C DE LOS DATOS DE EVAPORACION. ADIMENSIONAL. CONSIDERADOS SI KLK=1
 C RICO = GASTO MINIMO EN EL RIO COMPROMETIDO AGUAS ABAJO
 C DEL SITIO DE PRESA. EXPRESADO EN M³/S.
 C DELTAR = TAMAÑO DE AREA EN QUE SE REDUCE LA SUPERFI-
 C CIE EQUIPADA PARA EL RIEGO, ANTE LA PRESENCIA DE UNA -
 C FALLA EN EL SUMINISTRO DE AGUA. EL PROGRAMA SIMULA -
 C EL COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA DISMINUYENDO CADA VEZ
 C UN TAMAÑO DE SUPERFICIE IGUAL A DELTAR HASTA OBTENER
 C LA SUPERFICIE QUE PUEDE SER REGADA EN ESTE ASC SIN QUIT
 C EXISTA UNA FALLA EN EL SUMINISTRO.
 C Z = MATRIZ DE DATOS HISTORICOS DE DIMENSIONES (IJ # IK # *
 C * IL), DONDE IL REPRESENTA : IL = 1 DATOS MENSUALES DE
 C PRECIPITACION EN LA ZONA DE RIEGO. EXPRESADOS EN MILLI-
 C METROS.
 C IL = 2 DATOS MENSUALES DE ESCURRIMIENTOS. EXPRESADOS
 C EN MILLONES DE M³.
 C IL = 3 DATOS MENSUALES DE EVAPORACION. EXPRESADOS EN
 C MILIMETROS.
 C IL = 4 DATOS MENSUALES DE PRECIPITACION EN EL EMBALSE.
 C EXPRESADOS EN MILIMETROS.
 C ENCTA MUY IMPORTANTE EL ORDEN DE LAS VARIABLES DEBE SEGUIR
 C ESTRICTAMENTE LA SECUENCIA ESTABLECIDA ANTERIORMENTE
 C KW = MATRIZ DE INDICADORES DE LAS DISTRIBUCIONES PRO -
 C BABILISTAS DE LOS DATOS HISTORICOS DE CADA MES Y CADA
 C VARIABLE, DE DIMENSION (IK X IL).
 C SI KW (I, J) = 1 EL PROGRAMA LE ASIGNA UNA DISTRIBUCION
 C NORMAL, AL MES I, VARIABLE J.
 C SI KW (I, J) = 2, EL PROGRAMA LE ASIGNA UNA DISTRIBUCION
 C LOGNORMAL, AL MES I, VARIABLE J.
 C XG = VECTOR DE DIMENSION IL, UTILIZADO EN LA SUBROUTINA
 C GENER.


```

0067 700 FORMAT(4I5)
0068 READ(1,701)KLK
0069 701 FORMAT(15)
0070 READ(1,50)(NANC(I),I=1,2)
0071 50 FORMAT(2A8)
0072 1 READ(1,1)IJ, IK, IL, IM, II, LS, LC, LP
0073 1 FORMAT(8I5)
0074 5 READ(1,4)(FIL(I),I=1,IK)
0075 5 READ(1,4)(RG(I),I=1,IK)
0076 200 READ(1,200)(RA(I),I=1,IM)
0077 201 FORMAT(10F8.3)
0078 9 READ(1,216)
0079 202 READ(1,202)(CC(J),J=1,IK)
0080 202 FORMAT(12F5.2)
0081 203 READ(1,203)(SUP(I),I=1,LS)
0082 203 FORMAT(8F10.2)
0083 204 READ(1,204)(H(I),ARE(I),AAM(I),I=1,LC)
0084 205 READ(1,205)(CNN(I),AP(I),I=1,LP)
0085 205 FORMAT(10F8.2)
0086 206 READ(1,206)VOL,MIN,CAS,ER,CETP,PIO,DELTAR
0087 206 FORMAT(6F10.3)
0088 2 READ(1,2)(XG(I),I=1,IL)
0089 206 FORMAT(4F10.4)
0090 3 READ(1,3)(JX(I),I=1,II)
0091 3082 READ(1,4)((Z(I,J,K),J=1,IK),I=1,IJ),K=1,IL)
0092 4094 READ(1,116)((KW(I,J),I=1,12),J=1,IL)
0093 1116 FE(ES,NE.1)IGN TO ZOCO
0094 800 WRITE(3,800)
0095 800 FORMAT(5X,*)
0096 801 WRITE(3,801)
0097 801 FORMAT(5X,*)
0098 802 WRITE(3,802)
0099 802 FORMAT(5X,*)
0100 803 WRITE(3,803)
0101 803 FORMAT(5X,*)
0102 804 WRITE(3,804)
0103 804 FORMAT(5X,*)
0104 805 WRITE(3,805)
0105 805 FORMAT(7,15X,*)
0106 1X, HIDRAULICOS EN EL EMBALSE-,2A8,/,15X, CCNSIDERANDO DIFERENTES
0107 2 ALTERNATIVAS DE TAMA#O DE PRESA,/,15X, Y AREAS DE DESARROLLO,/,
0108 27)
0109 WRITE(3,806)
0110 806 FORMAT(30X,15('*),'DATOS',15('*),///)
0111 807 WRITE(3,807)
0112 807 FORMAT(5X, DEMANDAS,/,5X,8('*),///)
0113 808 WRITE(3,808)
0114 808 FORMAT(3X,1)DEMANDAS DE RIEGO Y PARAMETROS DE CALCULO,/,)
0115 IF(KLK.EC.1)IGN TO 302
0116
0117

```

***** MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS ** */
 ***** DIRECCION GENERAL DE RECURSOS HIDRAULICOS ** */
 ***** DIRECCION DE PROYECTO CONSTRUCCION ** */
 ***** UNIDAD DE ANALISIS DE SISTEMAS ** */

(NANO(I),I=1,2)
 SIMULACION DEL APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS,/,15
 X, HIDRAULICOS EN EL EMBALSE-,2A8,/,15X, CCNSIDERANDO DIFERENTES
 Y AREAS DE DESARROLLO,/,

```

0118 WRITE(3,300)
0119 FORMAT(5X,'EL PROGRAMA LEE LAS DEMANDAS BRUTAS DE RIEGO',/)
0110 GO TO 303
1 302 WRITE(3,304)
0112 FORMAT(5X,'EL PROGRAMA CALCULA LAS DEMANDAS NETAS DE RIEGO A PARTI
0113 R DE-',/)
0123 CONTINUE
0124 FORMAT(5X,'ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO J
1 JULIO AGOSTO SETIEMBRE OCTUBRE NOVIEMBRE DICIEMBRE',/)
0125 IF(KLK.EG.1)GO TO 310
0126 WRITE(3,308)
0127 FORMAT(5X,'DEMANDAS BRUTAS DE RIEGO,EN MILIMETROS,CONSIDERADAS SI
1 308 FORMAT(5X,'DEMANDAS BRUTAS DE RIEGO,EN MILIMETROS,CONSIDERADAS SI
1 310 CONTINUE
0133 WRITE(3,309)
0134 FORMAT(5X,'COEFICIENTES MENSUALES DE CULTIVO',/)
0135 WRITE(3,307)
0136 CONTINUE
0137 WRITE(3,314)
0138 FORMAT(7,5X,'SUPERFICIES EQUIPADAS PARA RIEGO CONSIDERADAS(HAS)',/
0139 1)
0140 WRITE(3,315)(SUP(I),I=1,LS)
0141 FORMAT(5X,6(F10.2,3X),/)
0142 WRITE(3,321)CAS
0143 1)GO,EN MILIM.=',F8.0,/)
0144 WRITE(3,322)ER
0145 FORMAT(5X,'EFICIENCIA DE RIEGO=',F10.3,/)
0146 WRITE(3,323)CEP
0147 FORMAT(5X,'CEFCIENTE EVAPORIMETRICO=',F10.3,/)
0148 WRITE(3,325)DELTA
0149 1)FORMAT(5X,'UNIDAD DE REDUCCION DE AREA ANTE UNA FALLA,EN HA=',F8.0
0150 1)WRITE(3,809)
0151 FORMAT(1H1,3X,'2)DEMANDAS DE ACUEDUCTO',/)
1 311 WRITE(3,311)
0152 2)FORMAT(5X,'DEMANDA PARA ACUEDUCTO EN M3/SG.VARIABLE AÑO A AÑO',/)
0153 3)WRITE(3,313)
0154 4)FORMAT(5X,5('AÑO DEMANDA',2X),/)
0155 5)WRITE(3,312)(I,PA(I),I=1,IM)
0156 6)FORMAT(5X,5(I3,3X,F8.1,2X),/)
1 810 WRITE(3,810)
0158 7)FORMAT(7,3X,'3)PERDIDAS POR INFILTRACION',/)
0159 8)WRITE(3,305)
0150 9)FORMAT(5X,'PROMEDIOS MENSUALES DE PERDIDAS POR INFILTRACION EN MIL
1 L. DE M3',/)
0151 1)WRITE(3,307)
0152 2)WRITE(3,306)(FIL(I),I=1,IK)
0153 3)FORMAT(5X,12(F6.2,3X),/)
0154 4)WRITE(3,811)

```

```

0155 5
0156 811 FORMAT(/,3X,'GASTO MINIMO EN EL RIO',/)
0157 WRITE(3,324)RIO
0158 324 FORMAT(5X,'GASTO MINIMO QUE SE LE DEBE DEJAR AL RIO,M3/SG=',F10.1,
0159 1/)
0160 WRITE(3,812)
0161 812 FORMAT(1H1,5X,'CARACTERISTICAS DEL EMBALSE',/,5X,27('*'),/)
0162 WRITE(3,315)
0163 316 FORMAT(5X,'CURVA,AREA,CAPACIDAD.COTA EN MT,AREA EN HA,CAPACIDAD EN
0164 1 MILL.DE M3',/)
0165 WRITE(3,318)
0166 318 FORMAT(5X,'COTA(MTS) AREA(MAS) CAPACIDAD(MILL.M3)',/)
0167 WRITE(3,317)
0168 317 FORMAT(3,(F10.2,4X))
0169 WRITE(3,320)
0170 320 FORMAT(5X,'VOLUMEN HASTA COTA DE AGUAS MUERTAS MILL.M3=',F10.3,/)
0171 WRITE(3,813)
0172 813 FORMAT(5X,'ALTURA DE PRESA HASTA',5X,'VOLUMEN',/,5X,'EL NIVEL NHEM
0173 1 AL(MTS)',/,6X,'ALMACENADO(MILL.M3)',
0174 WRITE(3,814)
0175 814 FORMAT(12X,F8.2,14X,F8.2,14X,F8.2)
0176 WRITE(3,815)
0177 815 FORMAT(1H1,5X,'DATOS REQUERIDOS EN LA GENERACION ESTOCASTICA DE DA
0178 1 TOS HIDROCLIMATICOS',/,5X,70('*'),/)
0179 WRITE(3,326)
0180 326 FORMAT(5X,'SEMILLAS UTILIZADAS PARA LA GENERACION DE NUMEROS ALFAT
0181 1 ORIOS(UNA POR CADA TRAZA A GENERAR)',/)
0182 WRITE(3,327)
0183 327 FORMAT(3,327)((I,J,KW(I,J),I=1,12),J=1,IL)
0184 2000 CONTINUE
0185 1117 DO 1117 K=1,IL
0186 1117 KW(13,K)=KW(1,K)
0187
0188
0189
0190 328 FORMAT(/,5X,'INDICADOR DE DISTRIBUCION.IGUAL A 1,NORMAL,IGUAL A 2
0191 1,LOG-NORMAL',/)
0192 WRITE(3,330)
0193 330 FORMAT(5X,4('MES VARIABLE INDICADOR ',/))
0194 WRITE(3,329)
0195 329 FORMAT(4(5X,13,3X,13,7X,13,6X),/)
0196 2000 CONTINUE
0197
0198
0199
0200 1117 DO 1117 K=1,IL
0201 5 FORMAT(15X,'MATRIZ DE DATOS HISTORICOS',/,15X,26('*'),/)
0202 IF(K.EQ.1)GO TO 7
0203 WRITE(3,10)
0204 820 10 FORMAT(1H1,10X,'DATOS HISTORICOS DE LAS VARIABLES HIDROCLIMATICAS
0205 1 CONSIDERADAS EN EL ANALISIS',/,10X,77('*'),/)
0206 WRITE(3,5)
0207 5 DO 6 K=1,IL
0208 IF(K.EQ.1)GO TO 7
0209 WRITE(3,10)
0210 10 FORMAT(10)
0211 7 WRITE(3,8)K,K
0212 8 FORMAT(/,15X,15X,'MATRIZ DE DATOS DE LA VARIABLE NUMERO ',I

```

MAIN

FORTRAN IV G LEVEL 21

```

15, //, 15X, LA VARIAB E-, I3, -ES= )
IF(K.EQ.1)GO TO 910
IF(K.EQ.2)GO TO 911
IF(K.EQ.3)GO TO 912
IF(K.EQ.4)GO TO 913
CONTINUE
910 WRITE(3,816) PRECIPITACION EN ZONA DE RIFGO (MM), //
FORMAT(10X, //)
GO TO 914
911 CONTINUE
WRITE(3,817) ESCURRIMIENTO (MILLONES M3), //
FORMAT(10X, //)
GO TO 914
912 CONTINUE
WRITE(3,818) EVAPORACION AL SOL (MM), //
FORMAT(10X, //)
GO TO 914
913 CONTINUE
WRITE(3,819) PRECIPITACION EN EL EMBALSE (MM), //
FORMAT(10X, //)
CONTINUE
914 WRITE(3, 9)
FORMAT(11X, 'ENERO', FEBRERO, MARZO, ABRIL, MAYO, JUNI
10 FORMAT(JULIO, AGOSTO, SEPTIEMBRE, OCTUBRE, NOVIEMBRE, //)
WRITE(6X,12F10.2)
11 WRITE(3,11) ((Z(I,J,K),J=1,IK),I=1,IJ)
12 FORMAT(11, //, 15X, 'ESTADISTICOS DE LA SERIE DE DATOS HISTORICOS', //, 15
13 X, //, 15X, 'PROMEDIOS MENSUALES POR VARIABLE', //, I3, 'AGOS', //)
WRITE(3,13) IJ
14 FORMAT(15X, 'VARIABLE', ENERO, FEBRERO, MARZO, ABRIL, MAYO,
15 WRITE(3,14)
FORMAT(10X, 'AGOSTO', SEPTIEMBRE, OCTUBRE, NOVIEMBRE,
16 RE, //)
17 DO 15 K=1, IL
18 DO 15 J=1, IK
19 WRITE(3,16) K, (XMED(J,K),J=1,IK)
20 FORMAT(16,12F10.3, //)
17 WRITE(3,17)
18 FORMAT( //, //, 15X, 'DESVIACIONES TIPICAS MENSUALES POR VARIABLE', //)
19 WRITE(3,14)
20 DO 18 K=1, IL
21 DO 18 J=1, IK
22 WRITE(3,19)
23 FORMAT( //, //, 15X, 'COEFICIENTES DE AUTOCORRELACION MENSUAL POR VARIA
24 BLE', //)
25 WRITE(3,14)
26 DO 20 K=1, IL
27 DO 20 J=1, IK
28 WRITE(3,16) K, (CAC(J,K),J=1,IK)
29 WRITE(3,21)
30 FORMAT( //, //, 15X, 'COEFICIENTES DE CORRELACION CRUZADA MENSUAL ENTRE
31 VARIABLESS', //)
32 WRITE(3,14)
33 DO 22 K=1, IL
34 DO 22 J=1, IK

```

```

02516 22 WRITE(3,16)K,(CCC(J,K),J=1,IK)
02517 WRITE(3,23)
02518 23 FORMAT(//,/,15X,'COEFICIENTES DE CORRELACION CRUZADA MENSUAL LAG-1
1 WRITE(3,14)
02519 DO 24 K=1,IL
02520 24 WRITE(3,16)K,(CCL(J,K),J=1,IK)
02521 WRITE(3,101)
02522 101 FORMAT(//,/,15X,'COEFICIENTES DE ASIMETRIA MENSUAL POR VARIABLE',/
1/)
02523 WRITE(3,14)
02524 DO 102 K=1,IL
02525 102 WRITE(3,16)K,(GJ(J,K),J=1,IK)
02526 CONTINUE
02527
02528
02529
02530
02531
02532
02533
02534
02535
02536
02537
02538
02539
02540
02541
02542
02543
02544
02545
02546
02547
02548
02549
02550
02551
02552
02553
02554
02555
02556
02557
02558
02559
02560
02561
02562
02563
02564
02565
02566
02567
02568
02569
02570
02571
02572
02573
02574
02575
02576
02577
02578
02579
02580
02581
02582
02583
02584
02585
02586
02587
02588
02589
02590
02591
02592
02593
02594
02595
02596
02597
02598
02599
02600
02601
02602
02603
02604
02605
02606
02607
02608
02609
02610
02611
02612
02613
02614
02615
02616
02617
02618
02619
02620
02621
02622
02623
02624
02625
02626
02627
02628
02629
02630
02631
02632
02633
02634
02635
02636
02637
02638
02639
02640
02641
02642
02643
02644
02645
02646
02647
02648
02649
02650
02651
02652
02653
02654
02655
02656
02657
02658
02659
02660
02661
02662
02663
02664
02665
02666
02667
02668
02669
02670
02671
02672
02673
02674
02675
02676
02677
02678
02679
02680
02681
02682
02683
02684
02685
02686
02687
02688
02689
02690
02691
02692
02693
02694
02695
02696
02697
02698
02699
02700
02701
02702
02703
02704
02705
02706
02707
02708
02709
02710
02711
02712
02713
02714
02715
02716
02717
02718
02719
02720
02721
02722
02723
02724
02725
02726
02727
02728
02729
02730
02731
02732
02733
02734
02735
02736
02737
02738
02739
02740
02741
02742
02743
02744
02745
02746
02747
02748
02749
02750
02751
02752
02753
02754
02755
02756
02757
02758
02759
02760
02761
02762
02763
02764
02765
02766
02767
02768
02769
02770
02771
02772
02773
02774
02775
02776
02777
02778
02779
02780
02781
02782
02783
02784
02785
02786
02787
02788
02789
02790
02791
02792
02793
02794
02795
02796
02797
02798
02799
02800
02801
02802
02803
02804
02805
02806
02807
02808
02809
02810
02811
02812
02813
02814
02815
02816
02817
02818
02819
02820
02821
02822
02823
02824
02825
02826
02827
02828
02829
02830
02831
02832
02833
02834
02835
02836
02837
02838
02839
02840
02841
02842
02843
02844
02845
02846
02847
02848
02849
02850
02851
02852
02853
02854
02855
02856
02857
02858
02859
02860
02861
02862
02863
02864
02865
02866
02867
02868
02869
02870
02871
02872
02873
02874
02875
02876
02877
02878
02879
02880
02881
02882
02883
02884
02885
02886
02887
02888
02889
02890
02891
02892
02893
02894
02895
02896
02897
02898
02899
02900
02901
02902
02903
02904
02905
02906
02907
02908
02909
02910
02911
02912
02913
02914
02915
02916
02917
02918
02919
02920
02921
02922
02923
02924
02925
02926
02927
02928
02929
02930
02931
02932
02933
02934
02935
02936
02937
02938
02939
02940
02941
02942
02943
02944
02945
02946
02947
02948
02949
02950
02951
02952
02953
02954
02955
02956
02957
02958
02959
02960
02961
02962
02963
02964
02965
02966
02967
02968
02969
02970
02971
02972
02973
02974
02975
02976
02977
02978
02979
02980
02981
02982
02983
02984
02985
02986
02987
02988
02989
02990
02991
02992
02993
02994
02995
02996
02997
02998
02999
03000

```

CALCULO DE LAS MATRICES DE COVARIANZA Y DE GENERACION

```

02525 25 Z(I,J,K)=Z(I,J,K)-XMED(J,K)
02526 DO 26 K=1,IL
02527 DO 27 J=1,IK
02528 28 Y(I,K)=Z(I,JJ,K)
02529 500 JU=IJJ-1
02530 DO 601 I=1,JU
02531 DO 602 K=1,IL
02532 601 X(I,K)=Z(I,J,K)
02533 DO 602 I=2,IJ
02534 LU=I-1
02535 Y(LU,K)=Z(I,1,K)
02536 DO 109 K=1,IL
02537 XM(K)=XMED(JJ,K)
02538 YM(K)=XMED(JJ,K)
02539 CALL MATCOV(IL,JU,J)
02540 DO 112 K=1,IL
02541 ST(J,K)=STX(K)
02542 IF(KM(J,K)-1)112,112,1112
02543 XMED(J,K)=XM(K)
02544 CONTINUE
02545 DO 29 KI=1,IL
02546 DO 29 KK=1,IL

```

0305
0306
0307
030
030
030
0308
0309
0300
0311
0312
0313
0314
0315
0316
0317
0318
0319
0310
0321
0322
032
0323
0324
0325
0326
0327
0328
0339
0330
033
0331
0332
0333
0334
0335
0336
0337
0338
0339
0330
034
0344
0345
0346
0347
0348
0349
0340

29 A(KI, KK, J)=C(KI, KK)
27 B(KI, KK, J)=D(KI, KK)
CONTINUE

C
C
C
GENERACION DE REGISTROS SINTETICOS

DO 30 JZ=1, II
IX=JX(JZ)
DO 115 K=1, IL
YG(K)=XG(K)
CALL GENER(I, V, IK, IL, IX)
DO 31 K=1, IL
DO 31 J=1, IK
DO 31 I=1, IM
Z(I, J, K)=Z(I, J, K)*ST(J, K)+XMED(J, K)
DO 114 K=1, IL
DO 114 J=1, IK
DO 114 I=1, IM
IF(KW(J, K)-1)114, 114, 114
Z(I, J, K)=EXP(Z(I, J, K))
114 CONTINUE

C
C
CALCULO DE LOS ESTADISTICOS DE LOS DATOS GENERADOS

CALL ESTD(YMED, IL, IM, IK)
DO 110 I=1, IM
DO 110 J=1, IK
DO 110 K=1, IL
IF(Z(I, J, K).LT.0.0)Z(I, J, K)=0.0
IF(ES3.NE.1)GO TO 20C4
WRITE(3, 32)JZ
FORMAT(1, 1, 15X, MATRIZ DE DATOS GENERADOS-TPAZA SINTETICA NUMER
110 I, J, K=1, IL
DO 33 K=1, IL
IF(K.EQ.1)GO TO 34
WRITE(3, 35)
FORMAT(1, 1)
35 WRITE(3, 8)K, K
IF(K.EQ.1)WRITE(3, 816)
34 IF(K.EQ.2)WRITE(3, 817)
IF(K.EQ.3)WRITE(3, 818)
IF(K.EQ.4)WRITE(3, 819)
WRITE(3, 9)
33 WRITE(3, 11)((Z(I, J, K), J=1, IK), I=1, IM)

36 I, *****15X, ESTADISTICOS DE LA SERIE DE DATOS GENERADOS, /, 15X
WRITE(3, 13)IM
DO 37 K=1, IL
DO 37 K=1, IL
WRITE(3, 14)
DO 37 K=1, IL
WRITE(3, 16)K, (YMED(J, K), J=1, IK)
WRITE(3, 17)
DO 38 K=1, IL
WRITE(3, 14)

```

0341 WRITE(3,16)K,(DS(J,K),J=1,IK)
0342 WRITE(3,19)
0343 WRITE(3,14)
0344 DO 39 K=1,IL
0345 WRITE(3,16)K,(CAC(J,K),J=1,IK)
0346 WRITE(3,14)
0347 DO 40 K=1,IL
0348 WRITE(3,16)K,(CCC(J,K),J=1,IK)
0349 WRITE(3,23)
0350 WRITE(3,14)
0351 DO 41 K=1,IL
0352 WRITE(3,16)K,(CCL(J,K),J=1,IK)
0353 WRITE(3,101)
0354 WRITE(3,14)
0355 DO 105 K=1,IL
0356 WRITE(3,16)K,(GJ(J,K),J=1,IK)
0357 CONTINUE
0358 DO 210 KI=1,LP
0359 VOLMAX=AP(KI)
0360 VOMIN=VOLMIN+VOLMAX*0.20
0361 DO 211 KJ=1,LS
0362 ALM=0.0
0363 VOLIN=VOLMAX
0364 IF(ES4.NE.1)GO TO 2005
0365 WRITE(3,51)
0366 FORMAT(1,1)
0367 WRITE(3,52)(NANO(L),L=1,2)
0368 FORMAT(/,6X,'MOVIMIENTOS DE EMBALSE',/ ,6X,' EMBALSE',2A8)
0369 WRITE(3,226)
0370 FORMAT(/,6X,' TOTALES ANUALES',/ ,6X,'*****',/ )
0371 IF(KLK.EC.2)GO TO 888
0372 WRITE(3,227)
0373 FORMAT(6X,'ANO***PREC.EMBAL**PREC.RIEGO**EVAPORACION**EVAPOTRANS**
0374 10.NETAS-RIE.*VOL.RIE.**VOL.ACUEF.**VOL.APORTES**VOL.FALTANTE**AREA R
0375 2IEGO.')
```

```

55 WRITE(3,55)
55 FORMAT(4X,
1 (MM)
2 TAREAS),)
3 GO TO 718
888 WRITE(3,711)
711 FORMAT(6X,'ANO***PREC.EMBAL**PREC.RIEGO**EVAPORACION*VOL.RIEGO***V
10L.ACUEF.***APORTES*VOL.FALTANTE*APEA-RIEGO',/ ,9X,'*****'(MM)*****
2***(MM)***METROS
3****HECTAREAS.')
```

```

2005 CONTINUE
718 CONTINUE
ASUR=0.0
DO 212 I=1,IM
I3=I+1
BC=VOL IN
BBB=ALM
SUR=SUP(KJ)
0401
```

MILLONES DE METROS CUBICOS (MM) (MM) (HEC)

```

0408 KONT=0
0409 RAAAA=RA(I)
0400 M3=0
0401 KONTA=0
0402 AVOLFA=0.0
0403 ARG=0.0
0404 AVRR=0.0
0405 ADEF=0.0
0416 AETP=0.0
0417 APRR=0.0
0419 AEVA=0.0
0410 AVRA=0.0
0411 DO 215 J=1,IK
0412 VOLFA=0.0
0413 IF(KLK.EG.2)GO TO 707
0414 ETP=CETP*CC(J)*Z(I,J,3)
0415 IF(Z(I,J,1).GE.150.0)GO TO 213
0426 G=PE(Z(I,J,1))
0427 GO TO 214
0428
0429 G=0.8*(Z(I,J,1))
0420 P=G-ETP+ALM
0421 IF(P)216,217,218
0422 DEF=P*(-1.0)
0423 ALM=0.0
0424 EXC=0.0
0425 GO TO 219
0436 DEF=0.0
0437 ALM=0.0
0438 EXC=0.0
0439 GO TO 219
0430 IF(P-CAS)220,221,222
0431 ALM=P
0432 EXC=0.0
0433 DEF=0.0
0434 GO TO 219
0435 ALM=CAS
0446 EXC=0.0
0447 DEF=0.0
0448 GO TO 219
0449 ALM=CAS
0440 EXC=P-CAS
0441 DEF=0.0
0442 DBR=DEF/ER
0443 GO TO 708
0444 DBR=RG(J)
0445 ETP=0.0
0456 DEF=0.0
0457 IF(K.LT.4)Z(I,J,4)=Z(I,J,1)
0458 VRR=(DBR*SUR)/(10*5)
0459 VRA=(RAAAA+R I0)*ID(J)*0.0864
0450 ESC=Z(I,J,2)
0451 VOLFIN=VOLIN+ESC-VRA-VRR-FIL(J)

```

501

213

214

216

217

218

220

221

222

219

707

708

```

0452 IF(VOLFIN.LT.0.0)VOLFIN=0.0
0453 VOLMED=(VOLFIN+VOLIN)*0.5
0454 CALL CAA(LC,VOLMED,AREA,COTA)
0455 PG=Z(I,J,4)-(Z(I,J,3)*CETP)
0466 VPG=(AREA*PG)/(10**5)
0467 VOLFIN=VOLFIN+VPG
0468 IF(VOLFIN.LT.0.0)VOLFIN=0.0
0469 IF(VOLFIN.LE.VOLMAX)GO TO 223
0460 ALVIO=VOLFIN-VOLMAX
0462 GO TO 224
0463 223 ALVIO=0.0
0464 IF(VOLFIN.GE.VOLMIN)GO TO 224
0465 VOLFA=VOLMIN-VOLFIN
0476 VOLFIN=VOLMIN
0477 KONTA=KONTA+1
0478 KONTA=(VOLIN+VOLFIN)*0.5
0479 IF(VOLMED.LT.VOLMIN)VOLMED=VOLMIN
0470 CALL CAA(LC,VOLMED,AREA,COTA)
0471 VOLIN=VOLFIN
0472 AVRA=AVRA+VRA
0473 ARG=ARG+RG(J)
0474 AVOLFA=AVOLFA+VOLFA
0475 AESC=AESC+ESC
0476 AVRR=AVRR+VRR
0477 ADEF=ADEF+DEF
0478 AETP=AETP+ETP
0479 APRE=APRE+Z(I,J,4)
0480 APRR=APRR+Z(I,J,1)
0481 AEVA=AEVA+Z(I,J,3)
0482 IF(KONTA.EQ.0.AND.VOLIN.GE.VCMIN)GO TO 502
0483 M3=M3+1
0484 VOLIN=RC
0485 DDD=ALM
0486 ALM=BBB
0487 IF(M3.NE.1)GO TO 907
0488 IF(KLK.EQ.2)GO TO 905
0489 KONTRO=(AVOLFA*(10**5))/(ADEF/ER))-DELTAR
0490 GO TO 906
0491 905 KONTRO=(AVOLFA*(10**5)/ARG)-DELTAR
0492 906 CONTINUE
0493 SUR=SUR-CONTR
0494 GO TO 908
0495 907 SUR=SUR-DELTAR
0496 908 IF(SUR.GT.0.0)GO TO 501
0497 KONT=KONT+1
0498 SUR=0
0499 IF(KONT.EQ.1)GO TO 501
0500 RAAA=RAAA-0.05
0501 IF(RAAA.GT.0.0)GO TO 501
0502 VOLIN=VOLFIN
0503 ALM=DDD
0504 IF(KLK.EQ.2)GO TO 715
0505 IF(ES.NE.1)GO TO 2006

```


0001 SUBROUTINE MINV(N,D)
C
C SUBROUTINA MINV -
C
C PROPOSITO -
C
C INVERTIR LA MATRIZ S11 PROVENIENTE DE LA SUBROUTINA MATCOV

0002 DIMENSION L(4),M(4)
C
C DESCRIPCION DE PARAMETROS -
C
C A=VECTORIZACION DE LA MATRIZ S11, ALTERADA EN EL CALCULO
C Y REEMPLAZADA POR SU INVERSA.
C N = ORDEN DE LA MATRIZ S11
C D = DETERMINANTE DE S11
C L = VECTOR AUXILIAR DE LONGITUD N
C M = VECTOR AUXILIAR DE LONGITUD N
C
C METODO -

0003 USA EL METODO GAUSS JORDAN. EN EL CASO QUE D SEA IGUAL
0004 A 0, DESPUES DEL PASO POR LA SUBROUTINA, INDICA QUE A ES
0005 SINGULAR.
0006 DOUBLE PRECISION A(16),C,BIGA,FOLD
0007 COMMON/A7/A,L,M
0008 D=1.0
0009 NK=-N
0010 DO 80 K=1,N
0011 NK=NK+1
0012 L(K)=K
0013 M(K)=K
0014 BIGA=A(KK)
0015 DO 20 J=K,N
0016 FOLD=1.0
0017 IF(ABS(BIGA)-DABS(A(IJ)))15,20,20
0018 BIGA=A(IJ)
0019 L(K)=J
0020 M(K)=J
0021 CONTINUE
0022 J=L(K)
0023 IF(FOLD)35,35,25

```

0004 25 KI=K-N
0005 DO 30 I=1,N
0006 KI=KI+N
0007 HOLD=-A(KI)
0008 JI=KI-K+J
0009 AI(KI)=A(JI)
0010 30 A(JI)=HOLD
0011 35 I=M(K)
0012 IF(I-K)45,45,38
0013 JP=N*(I-I)
0014 DO 40 J=1,N
0015 JK=NK+J
0016 JI=JP+J
0017 HOLD=-A(JK)
0018 A(JK)=A(JI)
0019 A(JI)=HOLD
0020 40 IF(BIGA)48,46,48
0021 46 D=0.0
0022 RETURN
0023 48 DO 55 I=1,N
0024 IF(I-K)50,55,50
0025 IK=NK+I
0026 A(IK)=A(IK)/(-BIGA)
0027 55 CONTINUE
0028 DO 65 I=1,N
0029 IK=NK+I
0030 HOLD=A(IK)
0031 IJ=I-N
0032 DO 65 J=1,N
0033 IJ=IJ+N
0034 IF(I-K)60,65,60
0035 IF(I-J-K)62,65,62
0036 KJ=I-J-I+K
0037 60 A(IJ)=HOLD*A(KJ)+A(IJ)
0038 62 CONTINUE
0039 KJ=K-N
0040 DO 75 J=1,N
0041 KJ=KJ+N
0042 IF(J-K)70,75,70
0043 A(KJ)=A(KJ)/BIGA
0044 70 CONTINUE
0045 D=D*BIGA
0046 A(KK)=1.0/BIGA
0047 75 CONTINUE
0048 K=N
0049 80 K=(K-I)
0050 IF(K)150,150,105
0051 I=L(K)
0052 IF(I-K)120,120,108
0053 JQ=N*(K-I)
0054 JR=N*(I-I)
0055 DO 110 J=1,N
0056 JK=JQ+J
0057 HOLD=A(JK)

```

```

0078 JI=JR+J
0079 A(JK)=-A(JI)
0080 A(JI)=-HOLD
0081 J=M(K)
0082 IF(J=K) 100,100,125
0083 KI=K-N
0084 DO 130 I=1,N
0085 KI=KI+N
0086 HOLD=A(KI)
0087 JI=KI-K+J
0088 A(KI)=-A(JI)
0089 130 A(JI)=-HOLD
0090 GO TO 100
0091 150 RETURN
0092 END
    
```

SUBROUTINE GENER (IM, IK, IL, IX)

SUBROUTINA GENER -

PROPOSITO -

SUBROUTINA QUE GENERA LAS TRAZAS SINIETICAS, A PARTIR DE LA ECUACION $Y = AX + BY + D$ EN LA NOTACION DE ESTA SUBROUTINA : $YY = A (XG) + B (VV)$.

DESCRIPCION DE PARAMETROS -

IM = NUMERO DE AÑOS A GENERAR EN CADA TRAZA SINIETICA DE DATOS HIDROCLIMATICOS.

DIMENSION A(4,4,12), B(4,4,12), XG(4), VV(4), YY(4), Z(100,13,5)

IK = NUMERO DE MESES DEL AÑO (12)
IL = NUMERO DE ESTACIONES O VARIABLES HIDROCLIMATICAS,
CONSIDERADAS EN EL ANALISIS.
IX = NUMERO IMPAR CON UN NUMERO DE DIGITOS, MENOR O IGUAL A 9, QUE ES LEIDO EN EL PROGRAMA PRINCIPAL COMO (IX(I)), EN LA LINEA I = 1, II), O SEA UNO POR CADA TRAZA ALEATORIOS, UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDOS. (II ES EL NUMERO DE TRAZAS)
A = DOCE MATRICES DE DIMENSION IL * IL, UNA POR CADA MES
B = DOCE MATRICES DE DIMENSION IL * IL, UNA POR CADA MES EN EL PROGRAMA PRINCIPAL, Y SON EL RESULTANTE DE LA PRIMERA GENERACION. SE LEEN AL VALOR DEL ULTIMO DICIEMBRE MENOS SU PROMEDIO, EN LA VARIABLE RESPECTIVA.
DIMENSION : IL
YY = VECTOR RESULTANTE DE LA FORMULA : $YY = A(XG) + B(VV)$
VV = VECTOR DE COMPONENTES ALEATORIAS NORMALMENTE DISTRIBUIDAS, CON MEDIA CERO Y VARIANCIA UNO, DE DIMENSION IL, QUE PROVIENE DE LA SUBROUTINA GAUSS.

COMMON/37A,B,XG

COMENTARIO -

GENER LLAMA A LA SUBROUTINA GAUSS QUE GENERA NUMEROS NORMALMENTE DISTRIBUIDOS A PARTIR DE LA SUBROUTINA RANDU QUE

C GENERA NUMEROS UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDOS ENTRE 0 Y 1. -
C GAUSS Y RANDU ESTAN EN EL PAQUETE DE SUBROUTINA IBM.

```

0004      COMMON/C1/Z
0005      JM=0
0006      1 JM=JM+1
0007      DO 2 K=1,IK
0008      SS=1
0009      AM=0
0010      I=1,IL
0011      CALL GAUSS(I,X,SS,AM,V)
0012      3 VV(I)=V
0013      IF(K.EQ.1)GO TO 4
0014      KK=K-1
0015      DO 5 I=1,IL
0016      SUMI=0.0
0017      DO 6 J=1,IL
0018      SUMI=SUMI+A(I,J,KK)*XG(J)
0019      SUM2=0.0
0020      DO 7 JJ=1,IL
0021      SUM2=SUM2+B(I,JJ,KK)*VV(JJ)
0022      5 YY(I)=SUMI+SUM2
0023      GO TO 8
0024      4 CONTINUE
0025      DO 9 I=1,IL
0026      SUMI=0.0
0027      DO 10 J=1,IL
0028      SUMI=SUMI+A(I,J,12)*XG(J)
0029      SUM2=0.0
0030      DO 11 JJ=1,IL
0031      SUM2=SUM2+B(I,JJ,12)*VV(JJ)
0032      8 YY(I)=SUMI+SUM2
0033      8 CONTINUE
0034      XG(I)=YY(I)
0035      Z(JM,K,I)=YY(I)
0036      12 CONTINUE
0037      IF(JM.LT.IM)GO TO 1
0038      RETURN
0039      END
0040

```

0001

SUBROUTINE ESTD(YMED,L,L,M,N)

SUBROUTINA ESTADISTICA -

PROPOSITO -

CALCULA ESTIMADOS DE LA MEDIA, DESVIACION ESTANDARD, ASIMETRIA, AUTOCORRELACION MENSUAL POR VARIABLE, COEFICIENTE DE CORRELACION CRUZADA MENSUAL ENTRE VARIABLES COEFICIENTE DE CORRELACION CRUZADA LAG - 1 ENTRE VARIABLES, DE LOS DATOS HISTORICOS Y DE LAS TRAZAS GENERADAS. PERMITE COMPARAR CUAN BIEN SE AJUSTAN LOS ESTADISTICOS DE LOS REGISTROS HISTORICOS CCN LCS DATOS GENERADOS. -

0002

DIMENSION Z1(100,13,5), YMED(13,4), TX(13,5), CAC(12,4), CCC(12,4), GJ(12,4), TXD(4), TXE(4)

DESCRIPCION DE PARAMETROS -

L = NUMERO DE ESTACIONES O VARIABLES HIDROCLIMATICAS - CONSIDERADAS EN EL ANALISIS.
LM = NUMERO DE AÑOS DE REGISTROS HIDROCLIMATICOS.
LN = NUMERO DE MESES DEL AÑO (12)
Z1 = MATRIZ DE LOS REGISTROS HIDROCLIMATICOS DE DIMENSION (LM * N * L).
YMED = MEDIAS DE LOS DATOS, PARA CADA VARIABLE Y MES. DIMENSION (N * L).
TX = DESVIACION ESTANDARD. DIMENSION (N X L).
CAC = COEFICIENTE DE AUTOCORRELACION MENSUAL POR VARIABLE. DIMENSION (N X L).
CCC = COEFICIENTE DE CORRELACION CRUZADA MENSUAL ENTRE VARIABLES. DIMENSION (N X L).
CCL = COEFICIENTE DE CORRELACION CRUZADA LAG - 1 MENSUAL ENTRE VARIABLES. DIMENSION (N X L).
GS = COEFICIENTE DE ASIMETRIA MENSUAL POR VARIABLE. DIMENSION (N X L).

0003

COMMON Z1, TX, CAC, CCC, CCL, GJ

OBSERVACIONES -

CALCULA LOS COEFICIENTES DE CORRELACION CRUZADA (LAG-0 Y LAG-1) ENTRE ALGUNAS VARIABLES A OBJETO DE CHEQUEAR EL AJUSTE DE ESTOS PARAMETROS

```

COMMON/C1/ZI
DO 4 K=1,N
DO 4 I=1,L
C1=0.0
DO 5 IM=1,LM
C1=C1+Z1(IM,K,I)
YMED(K,I)=C1/LM
C2=0.0
DO 6 IM=1,LM
C2=C2+((Z1(IM,K,I)-YMED(K,I))**2)
TX(K,I)=SQRT(C2/(LM-1))
DO 11 I=1,L
TXD(I)=SORT((TX(12,I)*TX(12,I)*(LM-1))-((Z1(LM,I2,I)-YMED(12,I))*
1*TX(I))/(LM-2))
TXE(I)=SQRT((TX(1,I)*TX(1,I)*(LM-1))-((Z1(1,I1,I)-YMED(1,I)**2))/
1(LM-2))
111 CONTINUE
DO 1 IM=1,LM
DO 1 I=1,L
Z1(IM,13,I)=Z1(IM,1,I)
DO 12 I=1,L
TX(13,I)=TX(1,I)
DO 13 K=1,N
IF(K.EQ.12)GO TO 500
KK=K+1
DO 2 I=1,L
C1=0.0
C2=0.0
C3=0.0
DO 3 IM=1,LM
C1=C1+Z1(IM,K,I)
C2=C2+Z1(IM,KK,I)
C3=C3+(Z1(IM,K,I)*Z1(IM,KK,I))/(LM*C3)-(C1*C2)
CAC(K,I)=(LM*C3)
GO TO 505
500 DO 501 I=1,L
C1=0.0
C2=0.0
C3=0.0
JL=LM-1
DO 502 IM=1,JL
MN=IM+1
C1=C1+Z1(IM,K,I)
C2=C2+Z1(MN,1,I)
C3=C3+(Z1(IM,K,I)*Z1(MN,1,I))/(JL*(JL-1)*TXD(I)*TXE(I))
501 CAC(K,I)=(JL*C3)-(C1*C2)
505 CONTINUE
LA=L+1
DO 7 IM=1,LM
DO 7 K=1,N
Z1(IM,K,LA)=Z1(IM,K,I)
DO 13 K=1,N
DO 13 TX(K,LA)=TX(K,I)
DO 8 K=1,N

```

```

0056 DO 8 I=1,L
0057 II=I+1
0058 C1=0.0
0059 C2=0.0
0060 C3=0.0
0061 DO 9 IM=1,LM
0062 C1=C1+Z1(IM,K,I)
0063 C2=C2+Z1(IM,K,I)*Z1(IM,K,II))
0064 C3=C3+Z1(IM,K,I)*Z1(IM,K,III))
0065 9 CCCC(K,I)=((LM*C3)-(C2*C1))/(LM*(LM-1))*TX(K,II))
0066 8 TX(I,13,LA)=TX(I,1)
0067 DO 51 IM=1,LM
0068 51 Z1(IM,13,LA)=Z1(IM,1,I)
0069 DO 10 K=1,N
0070 DO 10 I=1,L
0071 II=I+1
0072 J=K+1
0073 C1=0.0
0074 C2=0.0
0075 C3=0.0
0076 DO 11 IM=1,LM
0077 C1=C1+Z1(IM,K,I)
0078 C2=C2+Z1(IM,J,II))
0079 C3=C3+Z1(IM,K,I)*Z1(IM,J,II))
0080 11 CONTINUE
0081 10 CCL(K,I)=((LM*C3)-(C1*C2))/(LM*(LM-1))*TX(K,I)*TX(J,II))
0082 DO 14 K=1,N
0083 DO 14 I=1,L
0084 C1=0.0
0085 DO 15 IM=1,LM
0086 C1=C1+((Z1(IM,K,I)-YMED(K,I))*3)
0087 CJ=C1/LM
0088 14 GJ(K,I)=CJ/(TX(K,I))*3)
0089 END
0090

```

0001 SUBROUTINE GAUSS(IX,S,AM,V)

0002 SUBROUTINA GAUSS -

0003 PROPOSITO -

0004 CALCULAR NUMEROS ALEATORIOS NORMALMENTE DISTRIBUIDOS,
0005 CON PROMEDIO Y DESVIACION DADOS.

0006 DESCRIPCION DE PARAMETROS -

0007 IX=INICIALIZADOR DE LA GENERACION DE NUMEROS ALEATORIOS
0008 DEBE SER UN NUMERO ENTERO, IMPAR CON NUEVE O MENOS DIGITOS.
0009 S=DESVIACION TIPICA DE LA DISTRIBUCION NORMAL DADA,
0010 EN ESTE CASO IGUAL A 1.
0011 AM=PROMEDIO DE LA DISTRIBUCION NORMAL DADA, EN ESTE
0012 CASO IGUAL A 0.
0013 V=VALOR DE LA VARIABLE ALEATORIA NORMALIZADA.

```

0002 A=0.0
0003 DO 50 I=1,I2
0004 CALL RANDU(I,X,IY,Y)
0005 IX=IY
0006 50 A=A+Y
0007 V=(A-6.0)*S+AM
0008 RETURN
0009 END

```

11/31/04

DATE = 75294

RANDU

LEVEL 21

SUBROUTINE RANDU(IX,IY,YFL)

SUBROUTINA RANDU -

PROPOSITO =

CALCULA NUMEROS ALEATORIOS UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDOS.

DESCRIPCION DE PARAMETROS -

IX = INICIALIZADOR DE NUMEROS ALEATORIOS. DEBE SER ENTE -
RO, IMPAR CON NUEVE O MENOS DIGITCS.

IY = NUMERO ALEATORIO RESULTANTE

YFL = NUMERO ALEATORIO, ENTRE CERG Y UNO.

YI=IX*65539

IF(IY)5,676

IY=IY+2147433647 + 1

YFL=IY

YFL=YFL*.4656613E-9

RETURN

END

FORTAN IV G LEVEL 21

0001

0002

0003

0004

0005

0006

0007

0008

```

0001 SUBROUTINE CAA(N,VOL,AREA,COTA)
0002 DIMENSION HI(50),ALM(50),ARE(50)
0003 COMMON/A4/H,ALM,ARE
0004 AREA=0.0
0005 COTA=0.0
0006 DO I=2,N
0007 IF(VOL.GE.ALM(I-1).AND.VOL.LT.ALM(I))GO TO 2
0008 CONTINUE
0009 IF(I.LE.3)GO TO 3
0010 IF(I.LE.3.AND.I.LE.6)GO TO 4
0011 IF(I.LE.6.AND.I.LE.9)GO TO 8
0012 IF(I.LE.9.AND.I.LE.13)GO TO 9
0013 M1=12
0014 M2=N
0015 GO TO 5
0016 M1=9
0017 M2=13
0018 GO TO 5
0019 M1=1
0020 M2=3
0021 GO TO 5
0022 M1=3
0023 M2=6
0024 GO TO 5
0025 M1=6
0026 M2=9
0027 DO 6 I=M1,M2
0028 A=1.
0029 J=M1,M2
0030 IF(J.EQ.I)GO TO 7
0031 A=A*(VOL-ALM(J))/(ALM(I)-ALM(J))
0032 CONTINUE
0033 AREA=AREA+A*ARE(I)
0034 COTA=COTA+A*H(I)
0035 RETURN
0036 END

```

```

0001 FUNCTION PE(P)
0002 DIMENSION Z(11),Y(11)
0003 DATA Z / 0.,1.,20.,40.,60.,80.,100.,110.,120.,130.,140.,150. /
0004 DATA Y / 0.,1.,20.,38.,56.,71.,85.,90.,94.,98.,99.,100. /
0005 PE=0.
0006 IF(P.GT.150.)GO TO 3
0007 IF(P.LT.0.)GO TO 11
0008 IF(P.LE.20.)GO TO 15
0009 DO 5 I=2,11
0010 IF(P.GE.Z(I-1)).AND.P.LT.Z(I))GO TO 6
0011 CONTINUE
0012 IF(I.LE.3)GO TO 7
0013 IF(I.GE.9)GO TO 8
0014 M1=I-3
0015 M2=I+3
0016 GO TO 9
0017 M1=1
0018 M2=7
0019 GO TO 9
0020 M1=5
0021 M2=11
0022 DO 1 I=M1,M2
0023 A=1.
0024 J=M1,M2
0025 IF(J.EQ.I)GO TO 2
0026 A=A*(P-Z(J))/(Z(I)-Z(J))
0027 CONTINUE
0028 PE=PE+A*Y(I)
0029 GO TO 10
0030 PE=P
0031 GO TO 10
0032 PE=100.
0033 GO TO 10
0034 PE=0.
0035 RETURN
0036 END

```

4

0001

SUBROUTINE MATCOV(L,N,II)

SUBROUTINA MATCOV -

PROPOSITO -

CALCULA LAS MATRICES DE COVARIANCIA DE LOS DATOS HISTORICOS Y LAS MATRICES A Y B DEL MODELO : $YY = A(XG) + B(VV)$ DONDE -
 YY ES UN VECTOR (L*1), QUE REPRESENTA AL MES II+1.
 A MATRIZ (L * L) QUE REPRESENTA EL MES II.
 XG=VECTOR (L*1)
 B= MATRIZ (L * L)
 VV=VECTOR (L*1), DE COMPONENTES ALEATORIAS DISTRIBUIDAS NORMALMENTE, DE MEDIA 0 Y VARIANCIA 1

DIMENSION X(100,4),Y(100,4),J2(4),J3(4),KW(13,4)

0002

DESCRIPCION DE PARAMETROS -

X = MATRIZ DE DATOS HISTORICOS DEL MES II. DIMENSION (N X L).
 Y = MATRIZ DE DATOS HISTORICOS DEL MES (II+ 1). DIMENSION (N X L).
 L = NUMERO DE ESTACIONES.
 N = NUMERO DE AÑOS DE REGISTROS HISTORICOS
 XM = MEDIA DE LCS. DATOS HISTORICOS DEL MES II. DIMENSION (N X L).
 YM = MEDIA DE LCS DATOS HISTORICOS DEL MES II+ 1. DIMENSION (N X L).
 S11 = MATRIZ DE COVARIANCIA DEL MES II RESPECTO AL II. DIMENSION (L X L).
 S12 = MATRIZ DE COVARIANCIA DEL MES II RESPECTO AL II+1. DIMENSION (L X L).
 S21 = MATRIZ DE COVARIANCIA DEL MES II+ 1 RESPECTO AL II. DIMENSION (L X L).
 S22 = MATRIZ DE COVARIANCIA DEL MES II+ 1 RESPECTO AL II+ 1. DIMENSION (L X L).
 A = MATRIZ DE DIMENSION (L X L).
 B = MATRIZ DE DIMENSION (L X L).

DOUBLE PRECISION S11(4,4),S12(4,4),S21(4,4),S22(4,4),A(4,4),B(4,4)
 1,BBT(4,4),TI(16)

0003

II = MES DEL ANALISIS. VARIA DE 1 A 12
 KW=MATRIZ DE INDICADORES DE DISTRIBUCION.
 SIX = DESVIACIONES DE CADA ESTACION DEL MES II. DIMENSION


```

0043 FORMAT(15X,'JUNIC-JULIC',//)
0044 FORMAT(15X,'JULIO-AGOSTO',//)
0045 FORMAT(15X,'AGOSTO-SEPTIEMBRE',//)
0046 FORMAT(15X,'SEPTIEMBRE-OCTUBRE',//)
0047 FORMAT(15X,'OCTUBRE-NOVIEMBRE',//)
0048 FORMAT(15X,'NOVIEMBRE-DICIEMBRE',//)
0049 FORMAT(15X,'DICIEMBRE-ENERO',//)
0050 WRITE(3,301)
0051 FORMAT(5X,'MATRIZ S11',//)
0052 WRITE(3,889)((S11(I,J),J=1,L),I=1,L)
0053 CONTINUE
0054 DO 20 I=1,L
0055 DO 20 J=1,L
0056 SUM=0.0
0057 DO 25 K=1,N
0058 SUM=SUM+X(K,I)*Y(K,J)
0059 S12(I,J)=SUM/N
0060 IF(ES2.NE.1)GO TO 501
0061 WRITE(3,302)
0062 FORMAT(5X,'MATRIZ S12',//)
0063 WRITE(3,889)((S12(I,J),J=1,L),I=1,L)
0064 CONTINUE
0065 DO 30 I=1,L
0066 DO 30 J=1,L
0067 SUM=0.0
0068 DO 35 K=1,N
0069 SUM=SUM+Y(K,I)*X(K,J)
0070 S21(I,J)=SUM/N
0071 IF(ES2.NE.1)GO TO 502
0072 WRITE(3,303)
0073 FORMAT(5X,'MATRIZ S21',//)
0074 WRITE(3,889)((S21(I,J),J=1,L),I=1,L)
0075 CONTINUE
0076 DO 40 I=1,L
0077 DO 40 J=1,L
0078 SUM=0.0
0079 DO 45 K=1,N
0080 SUM=SUM+Y(K,I)*Y(K,J)
0081 S22(I,J)=SUM/N
0082 IF(ES2.NE.1)GO TO 504
0083 WRITE(3,304)
0084 FORMAT(5X,'MATRIZ S22',//)
0085 WRITE(3,889)((S22(I,J),J=1,L),I=1,L)
0086 CONTINUE
0087 CALL MEZCLA(L,I)
0088 DO 100 I=1,L
0089 DO 100 J=1,L
0090 S12(I,J)=S21(J,I)
0091 IF(ES2.NE.1)GO TO 503
0092 WRITE(3,305)
0093 FORMAT(7X,'MATRICES DE COVARIANCIA ALTERADAS POR LA SUBROUTINA M
0094 IZCLA',//)
0095 WRITE(3,306)
0096 FORMAT(5X,'MATRIZ SXX',//)

```

```

00000110
00000120
00000130
00000140
00000150
00000160
00000170

00000180
00000190
00000200
00000210
00000220
00000230
00000240

00000250
00000260
00000270
00000280
00000290
00000300
00000310

00000320

```

MATRICES DE COVARIANCIA ALTERADAS POR LA SUBROUTINA M

```

0096 WRITE(3,889)((S11(I,J),J=1,L),I=1,L)
0097 WRITE(3,307)
0098 307 FORMAT(5X,'MATRIZ SXY',/)
0099 WRITE(3,889)((S12(I,J),J=1,L),I=1,L)
0100 WRITE(3,308)
0101 308 FORMAT(5X,'MATRIZ SYX',/)
0102 WRITE(3,889)((S21(I,J),J=1,L),I=1,L)
0103 WRITE(3,309)
0104 309 FORMAT(5X,'MATRIZ SYI',/)
0105 WRITE(3,889)((S22(I,J),J=1,L),I=1,L)
0106 503 CONTINUE
0107 102 KL=0
0108 DO 50 J=1,L
0109 DO 50 I=1,L
0110 KL=KL+1
0111 50 Y1(KL)=S11(I,J)
0112 CALL MINV(L,D)
0113 KL=0
0114 DO 55 J=1,L
0115 DO 55 I=1,L
0116 KL=KL+1
0117 55 S11(I,J)=T1(KL)
0118 IF(E$2.NE.1)GO TO 505
0119 WRITE(3,310)
0120 310 FORMAT(/,5X,'MATRIZ SXX*(-1)',/)
0121 WRITE(3,889)((S11(I,J),J=1,L),I=1,L)
0122 505 CONTINUE
0123 DO 60 I=1,L
0124 DO 60 J=1,L
0125 SUM=0.0
0126 DO 65 K=1,L
0127 65 SUM=SUM+S21(I,K)*S11(K,J)
0128 60 A(I,J)=SUM
0129 IF(E$2.NE.1)GO TO 506
0130 WRITE(3,311)
0131 311 FORMAT(/,5X,'MATRIZ A=SYX*(SXX*(-1))',/)
0132 WRITE(3,889)((A(I,J),J=1,L),I=1,L)
0133 506 CONTINUE
0134 DO 70 I=1,L
0135 DO 70 J=1,L
0136 SUM=0.0
0137 DO 75 K=1,L
0138 75 SUM=SUM+A(I,K)*S12(K,J)
0139 70 BBT(I,J)=SUM
0140 IF(E$2.NE.1)GO TO 507
0141 WRITE(3,312)
0142 312 FORMAT(/,5X,'MATRIZ BBT=S22-A*SXY',/)
0143 WRITE(3,889)((BBT(I,J),J=1,L),I=1,L)
0144 507 CONTINUE
0145 CALL BTRANS(L,JJ)
0146 IF(IJJ201)Z01,Z00
0147 200 DO 202 J=1,L
0148 DO 202 I=1,L
0149 DO 202 KK=1,JJ

```

```

00000350
00000360
00000370
00000380
00002500
00002510
00002520
00002530
00002540
00002560
00002570
00002580
00002590
00002600
00002610
00002620
00002630
00002640
00002650
00002660
00002670
00002680
00002690
00002700
00002710
00002720
00002730
00002740
00002750

```

FORTRAN IV G LEVEL Z1

MATCOV

DATE = 75294

11/31/04

PAGE 00

```

0150 A(I, J) = A(I, J) / DSQRT(1 - ZJ(KK))
0151 B(I, J) = B(I, J) / DSQRT(1 - ZJ(KK))
0152 IF (ES2.NE.1) GO TO 508
0153 WRITE(3, 313)
0154 FORMAT(5X, 'MATRIX B', '/')
0155 WRITE(3, 889) ((B(I, J), J=1, L), I=1, L)
0156 CONTINUE
0157 508 FORMAT(8F16.4)
0158 RETURN
0159 END

```

00002780
00002700

0001

SUBROUTINE MEZCLA(L, JJ)

SUBROUTINA MEZCLA -

PROPOSITO -

MODIFICAR LAS MATRICES DE COVARIANCIAS S11, S12, S21 Y S22, EN EL CASO QUE SE FAYAN ASIGNADO A ALGUNOS MESES Y ESTACIONES LA DISTRIBUCION LOGNORMAL, O SEA SI ALGUNO DE KWX(I, J) ES DISTINTO DE UNO. AL FINAL ESTANDARIZA LAS MATRICES DE COVARIANCIAS.

DESCRIPCION DE PARAMETROS -

L = NUMEROS DE VARIABLES.

JJ = MES DE ANALISIS

DIMENSION KWX(13,4)

METODO -

PARA MODIFICAR LAS MATRICES DE COVARIANCIAS, SE UTILIZAN LAS TRANSFORMACIONES DE MATALAS EN EL CASO LOGNORMAL Y LAS DE MEJIA, RODRIGUEZ, CORDOVA PARA EL CASO MIXTC.

COMENTARIO -

LAS MATRICES SXX, SYX, SYX SON LAS MATRICES DE COVARIANCIAS LLAMADAS S11, S22, S21 EN LA SUBROUTINA MATCOV. LA MATRIZ KWX(I, J) ES LLAMADA KW(I, J) EN EL PRCGRAMA PRINCIPAL

DOUBLE PRECISION SXX(4,4), SYV(4,4), SYX(4,4), STX(4), XM(4), YM(4)

I(4)

COMMON/A6/SXX, SYV, SYX

COMMON/C3/KWX, XM, YM, STX, STY

II=JJ+1

DO 60 I=1, L

STX(I)=DSQRT(SXX(I, I))

STY(I)=DSQRT(SYV(I, I))

DO 5 I=1, L

DO 5 J=1, L

SXX(I, J)=SXX(I, J)/(STX(I)*STX(J))

SYV(I, J)=SYV(I, J)/(STY(I)*STY(J))

5 SYX(I, J)=SYX(I, J)/(STX(I)*STY(J))

DO 30 I=1, L

IF(KWX(I, J).EQ.1)GO TO 20

STX(I)=DSQRT(DLOG((SXX(I)*STX(I))/(XM(I)*XM(I))+1))

XM(I)=DLOG(XM(I))/(STX(I)*2)/2

20 IF(KWX(I, I).EQ.1)GO TO 130

STY(I)=DSQRT(DLOG((SYV(I)*STY(I))/(YM(I)*YM(I))+1))

YM(I)=DLOG(YM(I))/(STY(I)*2)/2

0003

0004

0005

0006

0007

0008

0009

0010

0011

0012

0013

0014

0015

0016

0017

0018

0019

0020

0021

```

0022 130 SXX(I, I) = SIX(I) * STX(I)
0023 SYX(I, J) = STY(I) * STY(I)
0024 30 CONTINUE
0025 DO 10 I = 1, L
0026 DO 10 J = 1, L
0027 IF (I .EQ. J) GO TO 25
0028 IF (KWX(J, J) .EQ. 1) GO TO 40
0029 IF (KWX(J, J) .EQ. 1) GO TO 50
0030 SXX(I, J) = DLOG(I + SXX(I, J)) * CSQRT((DEXP(STX(I)**2) - 1)) * (DEXP(STX(J)**2)
1) - 1))
0031 GO TO 15
0032 50 SXX(I, J) = SXX(I, J) * STX(J) * DSQRT(DEXP(STX(I)**2) - 1)
0033 GO TO 15
0034 40 IF (KWX(J, J) .EQ. 1) GO TO 120
0035 SXX(I, J) = SXX(I, J) * STX(I) * DSQRT(DEXP(STX(J)**2) - 1)
0036 GO TO 15
0037 120 SXX(I, J) = SXX(I, J) * STX(I) * STX(J)
0038 15 IF (KWX(I, I) .EQ. 1) GO TO 70
0039 IF (KWX(I, I) .EQ. 1) GO TO 80
0040 SYX(I, J) = DLOG(I + SYX(I, J)) * DSQRT((DEXP(STY(I)**2) - 1)) * (DEXP(STY(J)**2)
1) - 1))
0041 GO TO 25
0042 80 SYX(I, J) = SYX(I, J) * STY(J) * CSQRT(DEXP(STY(I)**2) - 1)
0043 GO TO 25
0044 70 IF (KWX(I, I) .EQ. 1) GO TO 125
0045 SYX(I, J) = SYX(I, J) * STY(I) * DSQRT(DEXP(STY(J)**2) - 1)
0046 GO TO 25
0047 125 SYX(I, J) = SYX(I, J) * STY(I) * STY(J)
0048 25 IF (KWX(I, I) .EQ. 1) GO TO 100
0049 IF (KWX(J, J) .EQ. 1) GO TO 110
0050 SYX(I, J) = DLOG(I + SYX(I, J)) * DSQRT((DEXP(STY(I)**2) - 1)) * (DEXP(STY(J)**2)
1) - 1))
0051 GO TO 10
0052 110 SYX(I, J) = SYX(I, J) * STX(J) * DSQRT(DEXP(STY(I)**2) - 1)
0053 GO TO 10
0054 100 IF (KWX(J, J) .EQ. 1) GO TO 140
0055 SYX(I, J) = SYX(I, J) * STY(I) * DSQRT(DEXP(STX(J)**2) - 1)
0056 GO TO 10
0057 140 SYX(I, J) = SYX(I, J) * STY(I) * STX(J)
0058 10 CONTINUE
0059 DO 500 I = 1, L
0060 DO 500 J = 1, L
0061 SXX(I, J) = SXX(I, J) / (STX(I) * STX(J))
0062 SYX(I, J) = SYX(I, J) / (STY(I) * STY(J))
0063 SYX(I, J) = SYX(I, J) / (STY(I) * STX(J))
0064 RETURN
0065 END

```

0001 SUBROUTINE BTRANS(N,JJ)

SUBROUTINA BTRANS -

PROPOSITO -

OBTENER LA MATRIZ B A PARTIR DE LA ECUACION A = BBT, -
DONDE A ES CONOCIDA.

DESCRIPCION DE PARAMETROS -
N = NUMEROS DE ESTACIONES
JJ = PARAMETRO QUE VIENE DE LA SUBROUTINA ALPHA
A = MATRIZ N X N, QUE ES EL PRODUCTO DE B POR SU TRAS -
PUESTA.

METODO

LA SUBROUTINA BTRANS, INTENTA OBTENER B POR EL METODO
DE TRIANGULACION INFERIOR. ESTO SOLO ES POSIBLE EN EL CA-
SO QUE BBT = A SEA SEMIDEFINIDA POSITIVA. EN CASO QUE NO
LO SEA, SE LLAMA A ALPHA.
DIMENSION B(4,4), A(4,4), BBT(4,4), ALAMBD(4), E(4,4), F(4,4), Q(40), R(100004120

```

0002 100), ZJ(4)
0003 DOUBLE PRECISION B,A,BBT,ALAMBC,E,F,Q,R,ZJ
0004 COMMON/C5/A
0005 COMMON/C4/B
0006 COMMON/A8/ALAMBD,ZJ
0007 COMMON/A9/E,F
0008 COMMON/C9/G,R
0009 DO 100 I=1,N
0010 DO 100 J=1,N
0011 IF(I-J)90,20,40
0012 P=0.0
0013 IF(I.EQ.1)GO TO 70
0014 IF(J.EQ.1)GO TO 70
0015 L=J-1
0016 DO 30 K=1,L
0017 H=B(I,K)*#2
0018 P=P+H
0019 30 IF(A(I,I)-P)72,71,71
0020 72 CALL ALPHA(N,JJ)
0021 IF(ALAMBD(N))50,51,51
0022 50 DO 52 KK=1,N
0023 52 A(KK,KK)=A(KK,KK)-ALAMBD(N)
0024 GO TO 53
0025 51 DO 10 II=1,N
0026 DO 10 KK=1,N

```

00004160
00004170
00004180
00004190
00004200
00004210
00004220

CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC

FOR TRAN IV G LEVEL 21

BTRANS

DATE = 75294

11/31/04

PAGE 00
37

```

0027 B(I, KK)=F(I, KK)
0028 CONTINUE
0029 GO TO 13
0030 71 B(I, I)=DSQRT(A(I, I)-P)
0031 71 GO TO 100
0032 40 HH=0.0
0033 IF(J.EQ.1)GO TO 110
0034 L=J-1
0035 DO 60 K=1,L
0036 PP=(B(J, K)*B(I, K))/B(J, J)
0037 HH=HH+PP
0038 60 B(I, J)=(A(I, J)/B(J, J))-HH
0039 110 GO TO 100
0040 90 B(I, J)=0.0
0041 100 CONTINUE
0042 13 RETURN
0043 END
00004290
00004300
00004310
00004320
00004330
00004340
00004350
00004360
00004370
00004380
00004390
00004400
00004410
00004420
00004430
00004440

```

0001

SUBROUTINE ALPHA(M,JJ)

SUBROUTINE ALPHA -

PROPOSITO -

CALCULA LA MATRIZ B A PARTIR DE LA MATRIZ CONOCIDA BBT, O B POR SU TRASPUESTA, CUANDO EL METODO DE TRIANGULACION INFERIOR FALLA, O SEA CUANDO BBT TIENE ALGUN AUTOCVALOR NEGATIVO.

DESCRIPCION DE PARAMETROS -

BBT = MATRIZ SIMETRICA CONOCIDA A LA QUE SE LE QUIERE CALCULAR B. ES LLAMADA A EN LA SUBROUTINA B-TRANS.

M = NUMERO DE COLUMNAS Y FILAS DE LA BBT.

ALAMBDA = VECTOR DE LOS AUTOVALORES DE BBT.

B = MATRIZ RESULTANTE IGUAL A E*ALAMBDA** (1/2)

JJ = NUMERO DE VECES QUE APARECEN AUTOVALORES NEGATIVOS

Q = VECTOR AUXILIAR : DIMENSION : M(M + 1) / 2

R = VECTOR AUXILIAR : DIMENSION : M * M

COMENTARIO -

REQUIERE DIAGONALIZAR LA MATRIZ BBT, Y POR ESO LLAMA A LA SUBROUTINA EIGEN

0002

DOUBLE PRECISION BBT(4,4),ALAMBD(4),E(4,4),F(4,4),Q(40),R(100),D(20000548010,20),H(20,20),ZJ(4)

METODO -

EN EL CASO, QUE LA MATRIZ BBT, NO SEA TRIANGULIZABLE, ENTONCES INTENTA ENCONTRAR B POR EL METODO DE LA COMPONENTE PRINCIPAL, QUE REQUIERE DIAGONALIZAR LA MATRIZ, Y LUEGO MULTIPLICAR E POR LA RAIZ CUADRADA DE ALAMBDA. PERO EN EL CASO DE QUE ALGUN AUTOVALOR SEA NEGATIVO, TAMPOCO SIRVE EL METODO DE COMPONENTES PRINCIPALES. PARA APROXIMAR B, SI ALAMBDA(N)*I ES EL AUTOVALOR MAS NEGATIVO SE HACE : BBT = ALAMBDA(N)*I (SIEMPRE LA MATRIZ INDEFINIDA) Y SE REPITE EL PROCESO JJ VECES, HASTA QUE NO HAYAN AUTOVALORES NEGATIVOS. CUANDO CONCLUYE EL PROCESO, EN LA SUBROUTINA MATCOV, SE DIVIDEN LAS MATRICES A Y B, JJ VECES POR LA RAIZ DE 1 - ALAMBDA(N) PARA QUE EL METODO PRESERVE LA MEDIA Y LA VARIANZA (ESTE ES EL METODO DESCRITO POR J. M. MEJIAS Y J. MILLAN).

0003
0004
0005
0006
0007
0008

INTEGER ES1, ES2, ES3, ES4
COMMON/C9/Q,R
COMMON/A9/E,F
COMMON/A8/ALAMBDA,ZJ
COMMON/C5/BBT
COMMON/E1/ES1, ES2, ES3, ES4

FOR TRAN IV G LEVEL 21

ALPHA

DATE = 75294

11/31/04

PAGE 000

```

0009 IF(ES2.NF.1)GO TO 510
0010 WRITE(3,100)
0011 FORMAT(/,5X,'LA MATRIZ BRT NO ADMITE TRIANGULACION',/)
0012 WRITE(3,101)
0013 FORMAT(/,5X,'AUTVALORES DE LA BRT',/)
0014 CONTINUE
0015 L=0
0016 DO 20 J=1,M
0017 DO 20 I=1,J
0018 L=L+1
0019 Q(L)=BBT(I,J)
0020 CALL EIGEN(M,0)
0021 L=0
0022 DO 35 I=1,M
0023 L=L+1
0024 ALAMB(I)=Q(L)
0025 IF(ES2.NE.1)GO TO 700
0026 WRITE(3,10)I,ALAMB(I)
0027 FORMAT(16,12F10.5,/)
0028 CONTINUE
0029 Q(I)=Q(L)
0030 IF(Q(I).LT.-3.901)GO TO 38
0031 IF(Q(I).GE.0.0)GO TO 30
0032 Q(I)=0.0
0033 GO TO 35
0034 Q(I)=DSORT(Q(I))
0035 CONTINUE
0036 IF(ALAMB(M)1600,601,601)
0037 IF(ALAMB(M).GT.-0.0001)GO TC 200
0038 JJ=JJ+1
0039 ZJ(JJ)=ALAMB(M)
0040 RETURN
0041 ALAMB(M)=0.0
0042 GO TO 39
0043 WRITE(3,500)
0044 FORMAT(1,MATRIZ BRT IS NOT POSITIVE SEMIDEFINITE.
0045 1 EXECUTION DISCONTINUED. )
0046 CALL EXIT
0047 L=0
0048 DO 40 J=1,M
0049 DO 40 I=1,M
0050 L=L+1
0051 E(I,J)=R(L)
0052 DO 50 J=1,M
0053 DO 50 I=1,M
0054 F(I,J)=E(I,J)*Q(J)
0055 DO 502 I=1,M
0056 DO 502 I=1,M
0057 PP=0.0
0058 DO 502 J=1,M
0059 PP=BBT(I,J)*E(J,I)+PP
0060 D(I,I)=PP
0061 CONTINUE
0062 DO 503 I=1,M

```

```

00005500
00005510
00005520
00005530
00005540
00005560
00005570
00005580
00005590
00005600
00005610
00005620
00005640
00005650
00005660
00005670
00005680

```

```

00005700
00005710
00005720
00005730
00005740
00005750
00005760
00005770
00005780
00005790
00005800
00005810
00005840
00005850
00005860
00005870
00005880
00005890
00005900
00005910

```

```

0062 DO 503 I I=1, M
0063 IF (E(I, II)) 504, 505, 504
0064 H(I, II)=-3.0
0065 GO TO 503
0066 504 H(I, II)=D(I, II)/E(I, II)
0067 503 CONTINUE
0068 I2 FORMAT(6X, 8F12.5, /)
0069 RETURN
0070 END
00005920
00005930
00005940
00005950
00005960
00005970
00006020
00006030
00006040

```

```

0001 SUBROUTINE EIGEN(N,MV)
      SUBROUTINA EIGEN -
      PROPOSITO -
      CALCULAR LOS AUTOVALORES Y AUTOVECTORES DE LA MATRIZ
      BBT DE ALPHA (REAL Y SIMETRICA) QUE ENTRA VECTORIZADA COMO A.
0002 DOUBLE PRECISION A(40),R(100),ANORM,ANRMX,THR,X,Y,SINX,SINX2,COSX,00006060
0003 1COSX2,SINCS,RANGE
      COMMON/C97A,R

```

DESCRIPCION DE PARAMETROS -

A ES LA VECTORIZACION DE BBT. LOS AUTOVALORES RESULTANTES DE PBT SON COLOCADOS EN SU DIAGONAL DE MAYOR A MENOR. ES CERTE, EL ELEMENTO (I,I) MA YOR O IGUAL AL ELEMENTO (I+1,I+1). FUERA DE LA DIAGONAL LOS OTROS ELEMENTOS DE LA MATRIZ SON CERO, QUEDANDO ASI DIAGONALIZADA LA MATRIZ BBT.

R = MATRIZ RESULTANTE DE AUTOVECTORES, EN LA MISMA SE CUENCA QUE LOS AUTOVALORES N = ORDEN DE LAS MATRICES A Y R

MV = INDICADOR. SI MV = 0 CALCULA AUTOVALORES Y ALTO VECTORES. SI MV = 1 CALCULA SOLO AUTOVALORES. EN EL PROGRAMA SE DEFINE (EN LA SUBROUTINA ALPHA) MV = 0.

```

METODO -
DIAGONALIZACION DE JACOBI ADEPTADA POR VON - NEUMANN.
5 RANGE=1.0D-12
  IF(MV=1) 10,25,10
10 IQ=-N
   DO 20 J=1,N
   IQ=IQ+N
   DO 20 I=1,N
   IJ=IQ+I
   R(IJ)=0.0
   IF(I-J) 20,15,20
15 R(IJ)=I.0
20 CONTINUE
25 ANORM=0.0
   DO 35 I=1,N
   DO 35 J=1,N
   IF(I-J) 30,35,30
30 IA=I+(J-J)/2
   ANORM=ANORM+A(IA)*A(IA)
35 CONTINUE
40 ANORM=1.414*DSQRT(ANORM)
   ANRMX=ANORM*1.0E-6/FLOAT(N)
   IND=0
   THR=ANORM

```

00006030
00006040
00006110
00006120
00006130
00006140
00006150
00006160
00006170
00006180
00006190
00006200
00006210
00006220
00006230
00006240
00006250
00006260
00006270
00006280
00006290
00006300

```

0027 THR=THR/FLOAT(N)
0028 L=1
0029 M=L+1
0030 MQ=(M*M-M)/2
0031 LQ=(L*L-L)/2
0032 LM=L+MQ
0033 IF(DABS(A(LM))-THR)130,65,65
0034 IND=1
0035 LL=L+LQ
0036 MM=M+MQ
0037 X=0.5*(A(LL)-A(MM))
0038 Y=-A(LM)/DSQRT(A(LM)*A(LM)+X*X)
0039 IF(X)70,75,75
0040 Y=-Y
0041 SINX=Y/DSQRT(2.0*(1.0+(DSQRT(1.0-Y*Y))))
0042 SINX2=SINX*SINX
0043 COSX=DSQRT(1.0-SINX2)
0044 COSX2=COSX*COSX
0045 SINCS=SINX*COSX
0046 ILQ=N*(L-1)
0047 IMQ=N*(M-1)
0048 DO 125 I=1,N
0049 IQ=(I*I-I)/2
0050 IF(I-L)80,115,80
0051 IF(I-M)85,115,90
0052 IM=I+MQ
0053 GO TO 95
0054 IM=M+IQ
0055 IF(I-L) 100,105,105
0056 IL=I+LQ
0057 GO TO 110
0058 IL=L+IQ
0059 X=A(IL)*COSX-A(IM)*SINX
0060 A(IL)=A(IL)*COSX+A(IM)*COSX
0061 A(IL)=X
0062 IF(MV-1)120,125,120
0063 ILR=ILQ+I
0064 IMR=IMQ+I
0065 X=R(ILR)*COSX-R(IMR)*SINX
0066 R(IMR)=R(ILR)*SINX+R(IMR)*COSX
0067 R(ILR)=X
0068 CONTINUE
0069 X=2.0*A(LM)*SINCS
0070 Y=A(LL)*COSX2+A(MM)*SINX2-X
0071 X=A(LL)*SINX2+A(MM)*COSX2+X
0072 A(LM)=(A(LL)-A(MM))*SINCS+A(LM)*(COSX2-SINX2)
0073 A(LL)=Y
0074 A(MM)=X
0075 IF(M-N)135,140,135
0076 M=M+1
0077 GO TO 60
0078 IF(L-(N-1))145,150,145
0079 L=L+1
0080 GO TO 55

```

0006310
00006320
00006330
00006340
00006350
00006360
00006370
00006380
00006390
00006400
00006410
00006420
00006430
00006440
00006450
00006460
00006470
00006480
00006490
00006500
00006510
00006520
00006530
00006540
00006550
00006560
00006570
00006580
00006590
00006600
00006610
00006620
00006630
00006640
00006650
00006660
00006670
00006680
00006690
00006700
00006710
00006720
00006730
00006740
00006750
00006760
00006770
00006780
00006790
00006800
00006810
00006820
00006830
00006840

11/31/04

DATE = 75294

EIGEN

FORTRAN IV 6 LEVEL 21

```

0081 150 IF(IND-1)160,155,160
0082 155 IND=0
0083 GO TO 50
0084 160 IF(THR-ANRMAX)165,165,45
0085 165 IQ=-N
0086 DO 185 I=1,N
0087 IQ=IQ+N
0088 LL=I+(I*I-I)/2
0089 JQ=N*(I-2)
0090 DO 185 J=1,N
0091 JQ=JQ+N
0092 MM=J+(J*J-J)/2
0093 IF(A(LL)-A(MM))170,185,185
0094 170 X=A(LL)
0095 A(LL)=A(MM)
0096 A(MM)=X
0097 IF(MV-1)175,185,175
0098 175 DO 180 K=1,N
0099 ILR=IQ+K
0100 IMR=JQ+K
0101 X=R(ILR)
0102 R(ILR)=R(IMR)
0103 R(IMR)=X
0104 180 CONTINUE
0105 185 RETURN
0106 END
00006850
00006860
00006870
00006880
00006890
00006900
00006910
00006920
00006930
00006940
00006950
00006960
00006970
00006980
00006990
00007000
00007010
00007020
00007030
00007040
00007050
00007060
00007070
00007080

```

```

SUBROUTINE RECALC(XSUR,XXSUR,IM)
DIMENSION YSUR(101),YYSUR(101)
XXSUR=0.
COMMON/A5/YSUR,YYSUR
DO 1 I=2,MM
IF (YSUR(I).GE.XSUR) GO TO 35
KK=0
KKI=I-1
DO 10 J=1,KKI
K=I-J
IF (YSUR(K).GE.XSUR) GO TO 11
KK=KK+1
10 CONTINUE
11 IF (KK.EQ.0) GO TO 36
III=I-KK
S=0.
IF (III.LT.1) GO TO 37
DO 30 IJ=III,11
S=S+(XSUR-YSUR(IJ))*0.2
30 CONTINUE
GO TO 40
S=0.
36 CONTINUE
37 YSUR(I)=2.*YSUR(I)-XSUR-S
GO TO 41
35 YYSUR(I)=YSUR(I)
41 XXSUR=XXSUR+YYSUR(I)
1 CONTINUE
XXSUR=XXSUR/IM
WRITE(3,100) XXSUR
FORMAT(15X,'ESTE ES EL PROMEDIO CORREGIDO SEGUN LA FUNCION DE PERD
100 * IDAS',F10.2)
WRITE(3,101) (YYSUR(I),I=2,MM)
FORMAT(12X,10F12.2)
101 RETURN
END

```

 * MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS *
 * DIRECCION GENERAL DE RECURSOS HIDRAULICOS *
 * DIRECCION DE PROYECTOS DE CONSTRUCCION *
 * UNIDAD DE ANALISIS DE SISTEMAS *

SIMULACION DEL APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS
 HIDRAULICOS EN EL EMBALSE-EMBALSE CILUVIC
 CONSIDERANDO DIFERENTES ALTERNATIVAS DE TAMAÑO DE PRESA
 Y AREAS DE DESARROLLO

*****DATOS*****

DEMANDAS

1) DEMANDAS DE RIEGO Y PARAMETROS DE CALCULO

EL PROGRAMA CALCULA LAS DEMANDAS NETAS DE RIEGO A PARTIR DE-

COEFICIENTES MENSUALES DE CULTIVO

ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

SUPERFICIES EQUIPADAS PARA RIEGO CONSIDERADAS (FAS)

1000.00

CAPACIDAD DE ALMACENAJE DE LOS SUELOS DEL SIST. DE RIEGO, EN MILLONES = 100.

EFICIENCIA DE RIEGO = 0.450

COEFICIENTE EVAPORIMETRICO = 0.800

UNIDAD DE REDUCCION DE AREA ANTE UNA FALLA, EN HA = 1000.

CARACTERISTICAS DEL EMBALSE

CURVA, AREA, CAPACIDAD, COTA EN MT, AREA EN HA, CAPACIDAD EN MILL. DE M3.

COTA(MTS)	AREA(HA)	CAPACIDAD(MILL.M3)	COTA(MTS)	AREA(HA)	CAPACIDAD(MILL.M3)
125.00	4.84	0.12	125.00	4.84	0.12
130.00	25.14	0.57	130.00	25.14	0.57
135.00	69.40	3.43	135.00	69.40	3.43
140.00	108.26	7.67	140.00	108.26	7.67
145.00	170.43	14.83	145.00	170.43	14.83
150.00	258.37	25.55	150.00	258.37	25.55
155.00	350.32	40.77	155.00	350.32	40.77
160.00	453.32	60.86	160.00	453.32	60.86
165.00	550.60	85.20	165.00	550.60	85.20
170.00	656.52	112.66	170.00	656.52	112.66
175.00	735.76	144.15	175.00	735.76	144.15
180.00	825.75	179.05	180.00	825.75	179.05
185.00	920.75	218.34	185.00	920.75	218.34
190.00	1028.57	262.24	190.00	1028.57	262.24
195.00	1173.15	311.84	195.00	1173.15	311.84
200.00	1326.03	367.14	200.00	1326.03	367.14
210.00	1559.75	492.10	210.00	1559.75	492.10
220.00	1767.10	636.24	220.00	1767.10	636.24
230.00	2005.53	802.43	230.00	2005.53	802.43
240.00	2232.18	991.06	240.00	2232.18	991.06
250.00		1202.55	250.00		1202.55
VOLUMEN HASTA COTA DE AGUAS MUERTAS MILL.M3=		5.000			
ALTRA DE PRESA HASTA EL NIVEL NORMAL(MTS)			VOLUMEN ALMACENADO(MILL.M3)		
10.00			40.00		
35.00			112.58		

 DATOS REQUERIDOS EN LA GENERACION ESTOCASTICA DE DATOS HIDROCLIMATICOS

SEMILLAS UTILIZADAS PARA LA GENERACION DE NUMEROS ALEATORIOS(LNA PFR CADA TRAZA A GENERAR)-

74567

INDICADOR DE DISTRIBUCION.IGUAL A 1,NCRMAL,IGUAL A 2,LOGG-NORMAL

MES	VARIABLE	INDICADOR	MES	VARIABLE	INDICADOR	MES	VARIABLE	INDICADOR	MES	VARIABLE	INDICADOR
1	1	2	2	1	2	3	1	2	4	1	2
5	1	2	6	1	1	7	1	2	8	1	1
9	1	2	10	1	2	11	1	2	12	1	2
1	2	2	2	2	2	3	2	2	4	2	2
5	2	2	6	2	2	7	2	2	8	2	2
9	2	2	10	2	2	11	2	2	12	2	2
1	3	1	2	3	1	3	3	1	4	3	1
5	3	1	6	3	1	7	3	1	8	3	1
9	3	1	10	3	1	11	3	1	12	3	1
1	4	2	2	4	2	3	4	2	4	4	2
5	4	2	6	4	2	7	4	1	8	4	1
9	4	1	10	4	2	11	4	2	12	4	2

 DATOS HISTORICOS DE LAS VARIABLES FICROCLIMATICAS CONSICERACAS EN EL ANALISIS

 MATRIZ DE DATOS HISTORICOS

MATRIZ DE DATOS DE LA VARIABLE NUMERIC I

LA VARIABLE- 1-ES=
 PRECIPITACION EN ZONA DE RIEGO (MM)

ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
10.60	25.50	104.00	52.50	211.40	66.70	71.50	182.30	165.70	85.40	24.60	26.00
18.50	18.60	12.30	62.50	2360.50	207.50	135.30	126.90	141.20	134.50	24.00	0.00
8.70	0.00	0.60	104.40	177.60	285.40	100.30	150.90	148.20	112.70	23.00	80.30
0.20	0.10	20.60	126.80	177.80	128.90	157.30	154.70	172.60	189.40	26.50	58.70
2.00	0.00	42.20	58.70	111.40	105.00	167.20	220.90	46.50	142.50	26.00	11.10
24.10	42.60	67.80	75.00	115.10	131.00	166.20	238.20	252.10	138.70	58.00	41.00
8.00	0.00	2.50	53.60	275.70	229.80	185.50	135.40	230.00	183.00	66.50	106.50
18.40	0.00	20.30	76.30	103.70	93.80	152.20	170.50	94.20	124.70	102.20	17.30
0.50	18.20	22.60	88.20	234.60	71.00	129.60	113.80	189.40	390.60	101.10	23.40
10.40	24.40	11.20	52.00	202.20	249.00	187.60	296.60	128.40	210.20	87.60	48.40
18.80	168.20	21.70	130.60	101.20	115.40	175.80	140.30	116.10	293.90	114.70	22.10
3.90	6.60	30.00	34.50	171.40	161.60	154.50	66.40	113.30	114.40	134.50	18.60
11.50	0.80	5.30	64.10	238.60	143.50	177.60	55.60	120.90	102.40	152.20	10.40
21.20	0.00	47.50	106.10	174.60	175.80	157.80	120.60	182.90	72.90	260.60	16.80
15.00	0.00	0.50	181.30	170.80	145.40	122.80	125.60	203.60	102.20	125.80	10.80
59.40	37.60	101.90	112.00	154.10	1138.60	172.80	227.70	40.00	136.40	126.90	137.30
20.30	0.00	0.00	112.00	218.60	128.60	73.60	291.60	335.00	121.10	189.90	24.60
14.70	24.90	23.50	17.80	244.50	138.70	59.20	79.70	168.20	176.80	171.10	17.60
10.10	12.30	34.90	117.80	74.50	103.40	119.20	88.50	68.20	171.30	84.40	3.80
0.10	3.20	11.80	194.20	136.10	103.60	124.70	121.80	130.30	105.40	173.40	102.80
42.30	145.00	107.00	85.40	106.10	156.10	83.40	191.00	211.50	165.80	237.60	52.40
25.00	28.89	125.92	143.67	95.57	106.84	121.40	122.22	216.90	156.88	176.10	73.70
50.40	31.89	159.25	118.57	147.36	168.28	83.20	155.83	95.84	152.05	88.11	34.61
39.41	22.33	150.00	151.51	47.55	167.48	49.26	131.89	100.21	139.12	141.01	32.72

MATRIZ DE DATOS DE LA VARIABLE NUMERO 2

LA VARIABLE- 2-ES-
 ESCURRIMIENTO (MILLONES M3)

ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
24.13	23.56	57.04	48.86	82.65	51.22	36.14	46.45	41.80	55.34	31.74	23.02
12.40	6.70	7.13	6.74	260.82	106.81	50.47	50.87	64.38	90.13	57.19	72.94
13.13	18.53	13.50	70.42	197.82	133.94	47.17	52.77	67.49	65.46	36.60	45.87
11.77	11.15	8.43	58.13	10.52	127.67	34.09	37.61	21.74	32.52	32.67	53.14
9.23	5.75	4.93	21.64	127.45	127.64	44.88	61.50	36.57	30.52	17.67	11.59
60.77	22.23	34.08	25.85	174.13	115.64	38.27	157.38	64.51	72.13	94.21	14.33
38.06	14.08	71.81	50.30	550.55	266.09	33.70	266.39	60.22	41.42	70.52	90.65
17.13	11.29	17.56	41.73	551.27	243.85	16.50	439.31	29.30	30.01	51.22	53.68
10.00	11.77	7.65	130.44	245.67	243.66	55.05	439.31	39.30	197.42	23.53	78.02
137.99	19.47	16.05	42.03	649.91	471.61	36.86	350.11	80.58	122.05	121.43	19.44
3.51	4.98	11.38	115.92	336.50	217.89	14.51	133.47	12.82	123.55	85.16	47.19
6.28	2.04	2.13	35.23	222.40	224.94	17.77	120.98	12.58	26.90	37.42	15.01
19.59	4.09	3.43	69.23	336.40	197.86	17.22	122.58	13.48	30.37	17.18	15.07
6.04	6.08	5.49	22.46	222.30	124.33	12.02	122.58	5.68	17.63	17.16	12.88
4.56	6.04	4.56	31.22	333.38	197.86	12.31	122.58	22.79	20.25	22.37	12.53
4.84	4.56	4.84	5.46	333.38	124.33	12.02	122.58	22.79	17.63	20.27	12.53
6.04	6.04	6.04	22.46	104.59	124.33	12.02	122.58	22.79	35.87	50.16	12.04
10.52	10.52	4.84	31.22	144.56	124.33	12.02	122.58	22.79	35.87	50.16	27.54
11.73	11.73	6.44	5.19	144.56	124.33	12.02	122.58	22.79	35.87	50.16	11.74
24.02	24.02	8.88	94.48	144.56	124.33	12.02	122.58	22.79	35.87	50.16	31.74
23.17	23.17	18.87	123.22	144.56	124.33	12.02	122.58	22.79	35.87	50.16	18.23
43.17	43.17	25.03	4.56	144.56	124.33	12.02	122.58	22.79	35.87	50.16	85.38
139.45	23.97	30.37	147.28	228.62	54.08	44.34	47.46	108.81	59.41	89.55	282.76
12.12	29.30	39.24	112.28	115.10	41.43	17.52	25.11	18.94	65.65	189.83	17.59

MATRIZ DE DATOS DE LA VARIABLE NUMERIC 3

LA VARIABLE-3-ES=
EVAPORACION AL SOL (MM)

ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
111.80	121.00	127.70	113.40	127.50	108.30	109.50	53.70	79.90	71.40	87.20	116.20
113.90	152.30	193.20	166.80	189.30	189.40	111.80	116.60	183.90	112.10	114.20	188.90
140.60	134.60	156.90	112.50	118.20	126.70	114.20	108.20	124.90	110.80	101.90	105.80
146.00	144.60	167.90	160.80	158.20	117.80	112.50	126.60	124.10	103.90	170.80	188.20
157.00	174.60	185.90	145.80	124.40	127.90	128.10	135.40	144.00	172.70	110.80	122.80
158.30	143.00	161.50	155.80	113.70	128.00	158.20	138.90	140.40	119.20	106.00	124.90
165.30	189.30	152.90	140.40	130.30	147.80	154.40	178.90	143.50	121.10	115.50	117.90
170.70	176.00	187.90	144.80	126.90	133.70	140.60	205.50	129.50	117.10	104.80	125.60
172.90	159.90	196.30	177.60	136.70	125.70	153.60	137.60	148.20	127.20	119.70	129.70
182.80	105.70	147.00	146.10	103.20	126.80	150.60	145.50	124.80	98.20	80.40	104.30
184.10	182.80	211.50	165.50	137.80	165.30	168.20	169.50	151.50	153.10	124.40	147.10
187.70	227.90	235.00	196.80	150.70	144.00	183.20	173.90	149.50	143.00	129.90	154.50
189.70	202.90	236.50	195.90	159.30	144.70	185.80	158.70	151.40	145.40	141.00	157.30
172.70	197.90	197.70	199.30	142.70	158.80	162.50	161.90	149.70	137.30	122.40	132.40
165.10	216.30	216.30	141.10	140.00	145.30	182.50	155.90	149.90	145.50	122.00	149.70
193.10	216.30	226.20	172.10	162.10	147.30	167.50	171.60	137.10	137.50	120.00	161.10
141.60	242.20	242.20	229.10	152.70	158.10	156.70	167.80	166.10	168.90	115.80	142.90
170.20	244.00	244.00	149.10	156.00	146.90	178.80	174.80	170.60	134.20	123.00	142.34
190.80	227.50	227.50	161.40	166.00	146.00	178.90	169.10	145.00	104.00	153.93	156.90
144.96	193.51	197.03	200.39	158.71	175.82	168.52	150.20	163.78	159.13	138.32	124.13
155.73	172.37	228.28	185.39	158.59	173.39	188.52	203.65	158.00	159.13	182.55	202.08
121.70	225.14	229.35	290.77	124.42	120.52	263.14	206.32	172.01	165.01	168.42	112.29

MATRIZ DE DATOS DE LA VARIABLE NUMERO 4

LA VARIABLE-4-ES-
PRECIPITACION EN EL EMPALSE (MM)

ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
32.45	47.64	125.17	75.43	231.78	107.99	93.30	202.89	186.41	166.70	46.35	47.74
30.57	40.57	34.33	83.56	158.23	127.91	156.63	147.30	165.85	153.55	139.47	40.30
33.60	27.76	42.45	127.00	158.23	1149.59	179.40	178.47	188.30	209.85	100.25	101.64
23.08	145.12	32.45	138.91	158.23	1152.54	189.59	175.63	93.40	209.85	48.63	33.74
23.60	127.76	64.81	110.24	117.60	1152.54	177.71	249.21	66.18	164.37	139.47	42.30
35.87	27.76	83.57	114.67	151.80	1164.00	186.07	236.86	250.24	159.11	87.94	171.85
33.60	85.76	25.08	235.65	154.81	1113.06	106.07	136.31	120.40	104.32	116.23	171.85
30.20	40.00	27.40	109.48	154.81	1105.11	110.18	151.89	115.84	145.71	123.28	39.29
40.23	73.55	43.05	159.91	222.35	192.42	108.79	134.22	208.95	151.73	141.94	27.16
22.08	46.89	42.78	172.16	150.97	140.06	156.44	117.82	78.61	222.64	105.72	45.17
110.08	188.69	52.40	55.66	150.97	182.88	160.80	162.39	145.39	219.37	69.28	44.56
115.32	227.63	47.33	85.66	150.97	164.45	174.58	150.34	134.40	214.25	132.28	63.72
23.27	26.76	27.18	224.55	150.97	1196.54	155.58	87.84	141.54	135.49	176.87	40.30
24.33	26.76	68.43	227.49	185.20	1196.54	145.48	76.92	122.64	124.29	280.62	58.18
30.00	21.30	54.10	122.20	195.20	1170.89	145.48	141.10	128.60	164.60	42.40	21.40
60.00	32.00	33.00	173.30	135.50	1150.80	135.20	187.10	128.60	217.40	42.40	21.40
00.00	0.00	0.00	0.00	135.50	1150.80	135.20	187.10	259.70	113.80	210.70	70.30
91.50	6.30	24.30	317.60	135.50	1150.80	135.20	187.10	207.70	222.60	178.60	136.10
20.30	19.50	86.30	146.30	135.50	1150.80	135.20	187.10	134.80	215.30	232.20	136.10
29.60	27.50	139.80	260.60	135.50	1150.80	135.20	187.10	194.80	214.90	61.40	8.20
2.50	3.30	139.80	35.60	135.50	1150.80	135.20	187.10	220.80	124.70	89.00	115.00
43.50	11.30	6.30	55.80	128.50	1138.50	101.00	164.80	106.70	213.90	255.00	185.00
53.60	15.50	22.00	148.50	205.80	176.40	151.00	154.70	121.70	217.00	108.70	20.00
28.60	10.50	22.00	48.50	42.00	235.20	44.80	180.70	128.60	192.60	195.70	17.60

RIABLE**	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1	0.551	0.542	0.260	0.364	0.556	0.336	0.380	0.318	0.470	0.702	0.233	0.561
2	-0.543	-0.584	-0.490	-0.154	0.025	-0.409	-0.348	-0.310	0.027	-0.212	-0.140	-0.381
3	-0.293	-0.397	-0.131	-0.258	-0.222	0.013	-0.315	-0.289	0.050	-0.081	-0.014	-0.414
4	0.744	0.531	0.865	0.757	0.916	0.853	0.827	0.874	0.859	0.877	0.711	0.883

COEFICIENTES DE CORRELACION CRUZADA MENSUAL LAG-1 ENTRE VARIABLES

COEFICIENTES DE ASIMETRIA MENSUAL POR VARIABLE

RIABLE**	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1	1.315	1.567	1.766	0.852	0.772	0.268	0.984	0.161	0.805	1.743	0.840	0.972
2	2.959	2.704	1.920	1.532	1.932	1.104	0.621	2.674	0.760	2.260	1.168	2.206
3	0.440	0.059	0.016	0.806	0.827	0.795	0.665	0.156	0.198	0.171	0.683	1.088
4	1.216	1.964	2.011	1.077	0.942	0.695	0.537	-0.020	0.600	1.114	1.314	0.815

MATRICES DE COVARIANCIA

ENERO-FEBRERO

MATRIZ S11

471.4958
-27.6613
MATRIZ S12

285.0276
-472.0015

-27.6613
1321.0332

365.6147
-241.1198

286.0276
365.6147

571.5934
312.4824

-472.0015
-241.1198

312.4824
512.0413

530.2659
-413.7183

182.2237
-465.3110

-19.6460
1255.6860

386.0376
-553.0269

577.1121
484.6636

476.6389
224.7250

-460.7908
-256.4355

568.6299
475.2329

MATRIZ S21
 530.2659 577.1121 -413.7183 484.8835 182.2237 476.6389 -462.3110 244.7250
 -19.6460 -460.7908 1255.6860 -256.4355 386.0376 568.6299 -553.0269 475.2329
 MATRIZ S22
 1751.5542 810.5416 -552.6565 1976.4136 610.5916 705.5753 -604.2157 612.6814
 -552.6565 -604.2157 1505.4832 -774.8579 -1976.4136 675.6914 -774.8579 2516.0806

MATRICES DE COVARIANCIA ALTERADAS POR LA SUERUTINA MEZCLA

MATRIZ SXX
 1.0000 0.6378 -0.0422 0.8065 0.6378 1.0000 -0.6492 0.6434
 -0.0422 1.0000 0.8852 -0.3207 -0.6492 -0.3207 -0.6492 1.0000
 MATRIZ SXY
 0.6343 0.4245 -0.0287 0.4508 0.6753 0.8252 -0.5929 0.5664
 -0.3500 -0.6418 0.8852 -0.3768 -0.6112 0.4703 -0.6315 0.4965
 MATRIZ SYX
 0.6843 0.6753 -0.3600 0.6112 0.4245 0.8252 -0.5418 0.4703
 -0.0287 -0.5929 0.8852 -0.3190 -0.4508 0.5664 -0.3768 0.4965
 MATRIZ SVY
 1.0000 0.6643 -0.4459 0.9575 0.6648 1.0000 -0.7797 0.6200
 -0.4459 -0.7797 1.0000 -0.4939 -0.9575 0.6200 -0.4939 1.0000

MATRIZ SXX*(-1)
 6.2566 -3.8351 -3.3952 -3.6671 -3.8351 5.0722 3.4245 0.9277
 -3.3953 3.4245 3.6202 1.6558 -1.6558 0.5277 1.6958 3.5044

MATRIZ A=SYX*(SXX*(-1))
 0.6724 0.1352 -0.2775 -0.1071 -0.0543 0.7958 -0.1414 -0.0423
 0.2450 -0.1479 0.7453 -0.1824 0.1050 0.3150 -0.1121 0.1736

MATRIZ PBT=S22-A*SXY
 0.4141 0.1401 0.1378 0.5265 0.1401 0.2959 0.1575 0.1619
 -0.1378 -0.1975 0.1984 -0.1491 -0.5265 0.1619 -0.1491 0.6457

LA MATRIZ PBT NO ADMITE TRIANGULACION

AUTVALORES DE LA BBT

1 1.18656
 2 0.33445
 3 0.04367
 4 -0.01052
 MATRIZ E

MATRIZ DE DATOS GENERADOS-TRAZA SINTETICA NUMERO 1

MATRIZ DE DATOS DE LA VARIABLE NUMERO 1
 LA VARIABLE-1-ES= PRECIPITACION EN ZONA DE RIEGO (MM)

ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
6.87	12.60	54.29	83.59	196.97	135.98	124.46	100.07	108.05	134.60	82.86	58.54
41.56	108.09	43.87	47.45	255.16	121.16	85.23	225.73	270.01	86.21	95.53	14.87
13.81	6.60	55.83	114.26	102.45	156.98	114.38	172.15	38.76	119.07	98.81	34.37
23.85	20.52	15.31	100.03	243.03	167.48	55.51	153.34	126.54	195.73	66.85	19.30
	15.51	15.76	33.02	202.52	153.18	214.55	217.25	73.39	184.87	109.11	17.17

MATRIZ DE DATOS DE LA VARIABLE NUMERO 2

LA VARIABLE 2-ES= ESCURRIMIENTO (MILLONES M3)

MESES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
18. CO	5.65	10.84	23.94	105.05	83.91	34.41	39.84	44.85	44.85	30.00	44.72	60.41
167. CO	4.02	45.08	26.92	66.75	51.58	18.49	35.53	43.06	43.06	35.41	19.41	28.48
38.85	25.24	6.90	44.05	34.76	37.84	44.70	31.72	15.68	15.68	45.57	68.55	108.20
34.32	16.80	16.15	14.58	77.33	76.46	30.30	54.68	57.30	57.30	69.88	65.02	34.52
		18.87	6.51	43.36	60.84	57.20	77.99	50.02	50.02	111.06	155.05	13.32

MATRIZ DE DATOS DE LA VARIABLE NUMERO 3

LA VARIABLE- 3-ES-
EVAPORACION AL SCL (MM)

ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
165.95	190.15	186.38	184.64	154.23	135.27	163.28	152.18	123.57	125.06	108.81	121.38
190.98	176.52	165.13	159.49	141.54	106.68	128.76	138.77	138.00	142.91	142.61	162.32
176.40	208.16	247.56	222.08	177.50	159.91	160.53	181.33	123.14	81.42	89.75	157.33
107.87	114.22	152.33	154.86	146.96	128.45	154.24	125.05	130.15	105.98	105.77	118.17
121.27	130.86	190.81	220.34	111.01	123.62	120.87	147.20	153.45	157.34	142.69	152.61

MATRIZ DE DATOS DE LA VARIABLE NUMERC 4

LA VARIABLE- 4-ES=
PRECIPITACION EN EL EMBALSE (MM)

ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
14.68	26.63	51.73	67.75	235.11	126.05	181.10	149.52	135.17	119.83	144.55	81.44
41.28	100.15	45.75	39.93	462.33	50.18	62.07	222.95	243.55	87.23	151.20	31.17
31.59	8.19	56.38	81.42	158.54	218.20	113.30	148.28	21.55	177.60	155.85	65.99
26.53	24.94	21.38	80.80	282.78	172.91	167.45	195.64	179.82	211.92	107.17	36.70
46.89	17.04	10.22	23.40	250.55	140.39	197.53	207.33	58.56	210.89	78.82	9.99

1	C.873	0.929	-C.104	0.618	0.471	-0.411	0.920	C.294	0.255	0.758	C.490	0.617
2	-C.749	-0.794	-0.549	0.191	C.060	-0.263	-C.485	-C.405	0.448	0.341	0.246	-0.839
3	-C.533	-0.530	0.476	-C.175	-C.265	C.886	-0.045	-0.697	-0.002	-0.232	-0.445	-0.728
4	C.784	0.551	0.575	0.985	0.826	C.594	C.840	C.771	C.527	0.868	-0.077	C.550

COEFICIENTES DE CORRELACION CRUZADA MENSUAL LAG-1 ENTRE VARIABLES

RIABLE**ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGCSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1	0.803	0.974	0.853	0.505	0.225	0.638	-0.029	-0.411	0.684	-0.006	-0.443
2	-0.550	-0.603	-0.539	-0.262	C.248	C.150	C.807	0.601	0.355	0.113	0.832
3	-0.678	0.691	0.232	-C.701	C.215	-0.859	-0.764	0.262	-0.508	-0.772	C.632
4	-0.393	0.134	0.499	-0.396	-0.069	-0.285	0.673	-0.258	-0.051	0.584	-0.562

COEFICIENTES DE ASIMETRIA MENSUAL POR VARIABLE

RIABLE**ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGCSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1	0.449	1.056	-C.188	-C.140	0.245	0.545	-0.282	0.654	-0.011	-C.323	C.537
2	C.997	0.568	0.822	0.269	-C.065	C.827	C.611	-0.739	0.574	0.677	0.591
3	0.134	0.362	0.600	0.062	C.285	-0.276	C.431	0.559	-0.234	C.060	0.054
4	-0.178	0.967	-0.303	-C.311	0.198	0.117	-0.119	0.046	-0.257	-0.418	0.072

