

REPUBLICA



ARGENTINA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERIA
Avenida Pellegrini 250

INSTITUTO DE FISIOGRAFIA Y GEOLOGIA
"Dr. ALFREDO CASTELLANOS"

Directora Dra. PIERINA PASOTTI

SERIE A

N° 13

NOTAS

**ANALISIS DE VARIABLES
DE DISTRIBUCION GEOGRAFICA
UTILIZANDO SUPERFICIES DE TENDENCIA**

PROGRAMAS PARA SU CALCULO

Por

JUAN MANUEL RACCA



ROSARIO
REPUBLICA ARGENTINA

1982

REPUBLICA ARGENTINA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERIA
Avenida Pellegrini 250

INSTITUTO DE FISIOGRAFIA Y GEOLOGIA
"Dr. ALFREDO CASTELLANOS"

Directora Dra. PIERINA PASOTTI

**ANALISIS DE VARIABLES
DE DISTRIBUCION GEOGRAFICA
UTILIZANDO SUPERFICIES DE TENDENCIA**

PROGRAMAS PARA SU CALCULO

Por
JUAN MANUEL RACCA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

Rector

Dr. HUMBERTO A. RICCOMI

FACULTAD DE INGENIERIA

Decano

Ing. ENRIQUE SAID

INSTITUTO DE FISIOGRAFIA Y GEOLOGIA

“Dr. ALFREDO CASTELLANOS”

Directora

Dra. PIERINA PASOTTI

ANALISIS DE VARIABLES DE DISTRIBUCION GEOGRAFICA UTILIZANDO SUPERFICIES DE TENDENCIA PROGRAMAS PARA SU CALCULO

INTRODUCCION

Las técnicas de ajuste de superficies de regresión a datos geológicos, geográficos, geoquímicos, geofísicos, etc., han sido desarrolladas y aplicadas en el extranjero durante las dos últimas décadas, pero no se poseen referencias de haber sido empleadas en este medio. Denominadas análisis de superficie de tendencia ("trend surface analysis"), en primera instancia se utilizan para separar y describir determinadas componentes de variación presentes en los datos, facilitando su interpretación, puesto que cada una de las observaciones puede ser considerada como resultado de la adición de una componente regional o de tendencia y una componente local. Esta última está formada a su vez por la componente local propiamente dicha confundida con errores propios de los métodos de muestreo y variaciones aleatorias de otra índole ("ruido"). El otro propósito es hallar una ecuación de regresión que pueda ser usada para interpolación y predicción entre puntos de control o que al menos permita visualizar la tendencia general de la variable en estudio.

La presente nota pretende divulgar una de dichas técnicas y brindar programas para el cálculo, tanto en FORTRAN como en BASIC. Para un detalle de los métodos alternativos de análisis utilizando superficies de tendencia, referirse a Chorley & Haggett, 1965.

DESCRIPCION DEL METODO

El método empleado es el de regresión múltiple no lineal (polinómica) mediante el cual se calculan superficies de mínimos cuadrados de grado creciente tomando como base las observaciones localizadas geográficamente.

Si se grafican observaciones de dos variables como una serie de puntos (diagrama de dispersión), la tendencia general de los mismos puede ser representada por una línea recta, curva o sinuosa (fig. 1 A). Para evitar el juicio individual en la construcción de rectas, parábolas u

otras curvas de aproximación en su ajuste a colecciones de datos, es necesario obtener una definición de la "mejor recta de ajuste", "mejor parábola de ajuste", etc., lo que se logra utilizando el criterio de mínimos cuadrados que consiste en hacer mínima la suma de los cuadrados de los desvíos o residuos de la regresión de una variable con respecto a la otra (fig. 1 A). Si se consideran tres variables (dos independientes y una dependiente), se pueden obtener de la misma forma planos y superficies de regresión en un espacio tridimensional (fig. 1 B). La figura 2 presenta algunos tipos de ecuaciones de ajuste y sus correspondientes gráficas.

Las ecuaciones de las superficies polinómicas de tendencia que se utilizan en el presente trabajo son del tipo

$$Z_{\text{calc}} = P(X, Y) = \sum_{i=0}^k \sum_{j=0}^{k-i} a_{ij} X^i Y^j$$

donde k es el grado del polinomio, Z la variable en estudio y X e Y las variables independientes que dan la localización geográfica de las observaciones. Para hallar los coeficientes de la ecuación de la superficie de determinado orden hay que resolver el sistema de ecuaciones normales obtenidas de acuerdo con el criterio de mínimos cuadrados: los desvíos son

$$d = Z_{\text{obs}} - Z_{\text{calc}} = Z_{\text{obs}} - \sum_{i=0}^k \sum_{j=0}^{k-i} a_{ij} X^i Y^j$$

y la suma de sus cuadrados

$$S = \sum_{m=1}^n d_m^2 \quad (n = n^\circ \text{ de observaciones})$$

debe minimizarse, lo que se logra derivándola parcialmente respecto de cada uno de los coeficientes a_{ij} e igualando a cero. De esta forma se obtiene el mencionado sistema de ecuaciones normales

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial S}{\partial a_{ij}} = 0 \end{array} \right. \quad (\text{en total } (k+1)(k+2)/2 \text{ ecuaciones})$$

cuya solución está dada por los coeficientes de la ecuación de regresión buscada. Por ejemplo, las ecuaciones normales correspondientes a la superficie de orden uno (el plano de regresión $Z = a_0 + a_1 X + a_2 Y$) son:

$$\left\{ \begin{array}{l} a_0 n + a_1 \sum X + a_2 \sum Y = \sum Z \\ a_0 \sum X + a_1 \sum X^2 + a_2 \sum XY = \sum ZX \\ a_0 \sum Y + a_1 \sum XY + a_2 \sum Y^2 = \sum ZY \end{array} \right.$$

A medida que el orden o grado de la superficie de tendencia crece, la flexibilidad de adaptación de la misma a los datos es mayor, pero la cantidad y complicación de los cálculos hace que éstos deban ser realizados utilizando computadora.

Las observaciones y los desvíos resultantes del cálculo deben cumplir ciertos requisitos para poder realizar el análisis en condiciones ideales (Doornkamp 1972):

1. Los valores observados no deben estar localizados en grupos separados sino siguiendo un enrejado rectangular o completamente al azar. En este último caso, la aleatoriedad de la localización de las observaciones es rara y a pesar que se han sugerido una serie de procedimientos para disminuir los efectos del agrupamiento de datos en algunos sectores, en general los mismos se traducen en la introducción de tendencia espuria o en pérdida de parte de la información original.
2. Los valores observados deben exhibir distribución estadística normal. Es un ítem que autores que han trabajado con esta técnica no abordan debido a que las observaciones en la mayoría de los casos no aproximan dicha distribución. A veces se puede paliar esta falencia usando transformaciones funcionales de los datos (logaritmos, inversa, raíz cuadrada, exponenciales, etc.) tal como se hace comunmente en muchos estudios de regresión lineal. Además, es usual asumir en los análisis de regresión que no sólo la variable dependiente está normalmente distribuida, sino que también lo están las variables independientes, hecho que implica el agrupamiento de la mayor parte de las observaciones en la zona central del área en estudio, con detrimento de lo mencionado en el primer punto. Por otra parte, si se llenaran todos los requisitos (especialmente el presente y el tercero) el intento de separar los efectos regionales de los locales sería vano, puesto que si éstos últimos son significativos, en general no están normalmente distribuidos.
3. Los desvíos deben poseer distribución estadística normal a lo largo de la superficie de tendencia. El examen de los residuos no puede realizarse hasta que la superficie de tendencia ha sido calculada y si la distribución de los mismos no aproxima razonablemente la normal, el uso de la técnica se convierte en empírico.
4. Los desvíos deben estar libres de tendencia y por lo tanto no deben exhibir autocorrelación. Es importante esta condición cuando el objetivo del estudio es la superficie de tendencia propiamente dicha, lo que implica que no debe permanecer tendencia remanente en los desvíos. Esta última circunstancia puede

comprobarse mediante el cálculo del grado de autocorrelación que poseen los residuos utilizando alguno de los varios procedimientos que existen para ello. Entre otros se pueden mencionar los de Durbin-Watson, Von Neiman, Moran, Theil-Nagar, etc. (Yamane, 1964), aplicados a arreglos unidimensionales de los desvíos tomados según determinadas direcciones.

El método que se prefiere en el presente trabajo es el de aparear valores adyacentes de los residuos deslizando el mapa de localización de las observaciones sobre si mismo (por ejemplo en dirección diagonal) aproximadamente la distancia mínima media que existe entre ellas. Un buen número de pares se puede extraer de esta transposición, formando dos series de desvíos (la serie A correspondiente a las localizaciones que "permanecieron en reposo" y la B con los que fueron "desplazados" y coinciden o se aproximan en situación con los anteriores), cuyo coeficiente de correlación serial cruzado puede ser calculado con

$$R = \frac{n \sum_{i=1}^n A_i B_i - \left(\sum_{i=1}^n A_i \right) \left(\sum_{i=1}^n B_i \right)}{\sqrt{\left[n \sum_{i=1}^n A_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n A_i \right)^2 \right] \left[n \sum_{i=1}^n B_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n B_i \right)^2 \right]}}$$

y comprobada su significación utilizando el estadístico

$$t = R \sqrt{(n-2) / (1-R^2)}$$

que tiene una distribución t de Student con (n-2) grados de libertad. Es aconsejable que se repita el procedimiento con transposiciones en otras direcciones, por ejemplo horizontal y verticalmente (Connor et. al. 1964).

Otro indicador del grado de autocorrelación que poseen los desvíos es la bondad de ajuste de una superficie de regresión de grado elevado a los mismos; un coeficiente de determinación cercano a cero indica que no existe autocorrelación significativa en los residuos (Esler et al. 1968).

Los desvíos o residuos de la regresión contienen estima de la segunda y tercera componentes de variación (desvíos locales y "ruido"). Cuando están autocorrelacionados, indicando que valores adyacentes tienden a ser similares (agrupamiento de valores negativos o positivos), se presume que la segunda componente predomina sobre la tercera. Cuando la autocorrelación es baja la componente que predomina es esta última, indicando que la superficie de tendencia ha tomado en cuenta una buena proporción de las variaciones locales propiamente dichas.

La mejor ecuación polinómica que puede usarse para predicción es la de menor orden que conduzca a autocorrelación no significativa en los residuos. La selección de la ecuación de tendencia más apropiada para separar y describir componentes de variación en los datos entraña mayores dificultades y generalmente, los criterios a ser utilizados para ello surgen de los factores geológicos involucrados en cada caso particular, lo que puede requerir que un mayor número de superficies sean calculadas y examinadas a la luz de dichos criterios y de distintas pruebas estadísticas de significación (Miesch et al. 1968). Para disminuir el efecto de los errores de muestreo es conveniente tomar varias muestras en cada punto de observación o en su defecto efectuar, en ciertos casos, promedios móviles con las de las localizaciones adyacentes (Connor et al. 1964, Miesch 1964).

Pruebas de significación:

- a) *Coefficiente de determinación porciento o reducción porcentual en la suma de cuadrados tomados en cuenta por la superficie ajustada.*

$$RSS \% = \left[1 - \frac{\sum (Z_{obs} - Z_{calc})^2}{\sum (Z_{obs} - \bar{Z}_{obs})^2} \right] \cdot 100$$

Es una estima de eficiencia basada en la bondad total de ajuste de la superficie de tendencia. Su valor se incrementa a medida que lo hace el orden de la superficie calculada.

Análisis de datos generados en forma aleatoria, tanto en magnitud como en localización, han demostrado que si los valores del coeficiente de determinación porciento están por debajo de 6, 12 y 16,2 % en las superficies lineales, cuadráticas y cúbicas respectivamente, no existe tendencia infrayacente en los mismos. Si el número de observaciones es reducido, dichos límites deben adquirir valores más elevados. (Howarth 1967).

- b) *Error típico de la estima.*

$$S_{z.xy} = \sqrt{\frac{\sum (Z_{obs} - Z_{calc})^2}{n}}$$

Es una medida de dispersión de las observaciones alrededor de la superficie de tendencia. Estadísticamente significa que el 68, 95 y 99,7 % de los valores observados no se apartan de la superficie calculada más que una, dos y tres veces, respectivamente, dicha medida.

c) *Análisis de la variancia.*

Se utiliza para evaluar la significación estadística de las componentes de tendencia de distinto grado. La variación total de Z puede ser desglosada como la suma de la variación explicada y la no explicada, es decir:

$$\sum (Z_{\text{obs}} - \bar{Z}_{\text{obs}})^2 = \sum (Z_{\text{calc}} - \bar{Z}_{\text{obs}})^2 + \sum (Z_{\text{obs}} - Z_{\text{calc}})^2$$

Si n es el número de observaciones y m el de coeficientes de la ecuación de regresión involucrados en el análisis, la variación total posee $(n-1)$, la explicada (m) y la no explicada $(n-m-1)$ grados de libertad. La significación de la relación entre cuadrados medios se evalúa utilizando las tablas de la distribución F de Snedecor (Yamane 1964, Croxton & Cowden 1939, etc.). El análisis se efectúa de acuerdo con el cuadro N° 1.

CUADRO 1

Fuente de variación	Grados de libertad	Sumas de cuadrados	Cuadrado medio	Relación
Función de tendencia	m	$\sum (Z_{\text{calc}} - \bar{Z}_{\text{obs}})^2$	$M_1 = \frac{\sum (Z_{\text{calc}} - \bar{Z}_{\text{obs}})^2}{k}$	$F = \frac{M_1}{M_2}$
Desvíos	$n-m-1$	$\sum (Z_{\text{obs}} - Z_{\text{calc}})^2$	$M_2 = \frac{\sum (Z_{\text{obs}} - Z_{\text{calc}})^2}{n-m-1}$	
Total	$n-1$	$\sum (Z_{\text{obs}} - \bar{Z}_{\text{obs}})^2$		

Se han elaborado dos programas para el cálculo y trazado de superficies de tendencia de hasta orden quinto. El primero de ellos (TREND) utiliza datos localizados según una reja rectangular (muestreo sistemático), mientras que el segundo (SUPTE) lo hace con datos de localización no ordenada (muestreo al azar).

DESCRIPCION Y CARACTERISTICAS DE LOS PROGRAMAS

Ambos programas han sido elaborados tanto en lenguaje 1130 - FORTRAN como en T.I. BASIC.

1. Versiones 1130-FORTRAN

Estos programas deben ser ejecutados utilizando el compilador IBM 1130 (sistema monitor en discos versión 2), impresora de líneas de

120 caracteres y lectora de tarjetas perforadas. Cada uno de ellos ha sido segmentado en programa principal y varias subrutinas con el propósito de trabajar en área *local* y tener mayor capacidad de memoria disponible; se deberá utilizar precisión extendida en las variables reales.

a) Programa principal TREND

Trabaja con datos localizados según una rejilla rectangular, lo que permite que el mismo programa realice los cálculos que utilizan las variables independientes (X é Y), introduciendo únicamente los valores observados de la variable dependiente (Z) en forma ordenada (hasta 25 filas y 25 columnas; en total hasta 625 observaciones), con la consiguiente ganancia en velocidad de cálculo y capacidad de memoria, lo que puede ser traducido en un incremento del número de datos a procesar (Simpson 1954). El origen de coordenadas está situado en el centro de simetría de la rejilla, lo que implica que tanto el número de líneas horizontales como el de verticales de la misma es impar. El eje Y es vertical con su sentido positivo dirigido hacia arriba y el eje X horizontal con sentido positivo hacia la derecha.

Este programa es el adecuado para trabajar con datos muestreados sistemáticamente y en especial con aquéllos extraídos de cartografía existente. No es necesario que el espaciamiento entre líneas horizontales y verticales de la grilla sea el mismo, pero a posteriori habrá que aplicar las correcciones correspondientes en los coeficientes de las superficies calculadas, debido a la diferencia existente entre escala vertical y horizontal.

El programa principal es el encargado de definir archivos en disco, gobernar la secuencia de los cálculos y trazado mediante el llamado a las subrutinas y de incrementar el orden de la superficie de tendencia una vez efectuado el cálculo de la anterior (hasta el quinto grado inclusive). Las mencionadas subrutinas son:

TREN1 : Lee una tarjeta de título y comentarios (formato 40A2), una de control y a continuación las tarjetas de datos.

La tarjeta de control (formato I2, 1X, I2, 1X, I1,1X, 3 (F13.5)) contiene los siguientes parámetros:

- NX: Número de líneas verticales de la rejilla a la derecha (o izquierda) del eje Y; su valor máximo es 12 (en total 25 columnas).
- NY: Número de líneas horizontales (hasta 12) sobre (o bajo) el eje X.
- KFLAG: Si es cero se calculan y trazan las cinco superficies de tendencia. Si es 1, 2, 3, 4 ó 5, se calcula y traza solamente la de ese orden.
- ZMIN: Valor mínimo de la variable dependiente a tener en cuenta en el trazado de la superficie.
- EQUI: Equidistancia entre isolíneas elegida para el trazado.

SCALE: Factor de escala que resulta del cociente entre la distancia que separa dos líneas horizontales consecutivas y la que existe entre dos verticales de la grilla. Se utiliza también únicamente en el trazado.

Los datos (Z observados) se introducen por columnas (de arriba hacia abajo) comenzando por la del extremo izquierdo de la rejilla y en formato 5F16.6. Esta subrutina prosigue con la construcción de la matriz de coeficientes y vector de términos independientes del sistema de ecuaciones normales.

SISTE: Resuelve el sistema de ecuaciones normales (calcula los coeficientes de la superficie de tendencia).

TREN2: Calcula los valores de la variable dependiente utilizando la ecuación de la superficie de tendencia y sus diferencias con los observados (residuos) para cada uno de los puntos de intersección de la rejilla. Graba en archivo de disco dichas diferencias y calcula además la desviación típica de los datos, el error típico de la estima, el coeficiente de determinación por ciento de la superficie de tendencia hallada y sumas de cuadrados a ser utilizadas en análisis de la variancia. Imprime orden y ecuación de la superficie, los valores de las variables independientes, variable dependiente (observada y calculada) y desvíos para cada punto, desviación típica de datos, error típico de la estima, coeficiente de determinación por ciento y las mencionadas sumas de cuadrados.

DRAWZ: Traza las superficies de tendencia imprimiendo símbolos, mediante los cuales pueden dibujarse con comodidad las isolíneas de acuerdo con la equidistancia y valor mínimo elegidos de antemano. Imprime el valor de las isolíneas en correspondencia con cada símbolo.

HISTO: Muestra la distribución estadística de datos y residuos mediante el cálculo e impresión de un histograma que consta de gráfica de barras, valores de frecuencias acumuladas (directas y porcentuales). Calcula además tres parámetros que permiten comprobar el acercamiento de las mencionadas distribuciones a la normal. Los mismos son: medida de asimetría, medida de curtosis y medida general de separación respecto de la distribución normal. En una distribución estadística normal la segunda medida es tres y las dos restantes cero. Si se desea un examen más detallado del ajuste entre ambas distribuciones, se pueden graficar los valores de las frecuencias porcentuales acumuladas en papel aritmético de probabilidades (la gráfica de la distribución normal en este papel es una línea recta - Croxton & Cowden 1939, págs. 292-7) o emplear los tests chi-cuadrado o de Kolmogorov-Smirnov (Grupo Chadule 1980).

TREN3: Calcula e imprime la autocorrelación de datos y residuos según tres direcciones: horizontal, vertical y diagonal.

TREN5: Realiza la mayoría de las operaciones de grabación y recuperación de valores en archivos de disco.

b) Programa principal SUPTE

Es similar a **TREND** pero con las diferencias debidas a la localización no sistemática de las observaciones, lo que implica que se deben introducir además de las coordenadas X e Y correspondientes a cada una de ellas. Las subrutinas **SUPT1**, **SUPT2**, **SUPT5** y **PLOTZ** realizan

las mismas operaciones que sus homólogas TREN1, TREN2, TREN5 y DRAWZ pertenecientes a TREND, con las lógicas modificaciones en la metodología de cálculo; SUPT3 y SUPT4 cumplen en conjunto la misma función que TREN3, HISTO y SISTE son idénticas en ambos programas.

En este caso las entradas adquieren la siguiente forma:

- a. Tarjeta de título y comentarios, formato 40A2.
- b. Tarjeta de control, formato 6X, I3, 2(F13.5), I1,2(F13.5). Contiene los siguientes parámetros:
NOB: Número de observaciones (ternas X, Y, Z), máximo 200.
XMAX: Marca el límite del trazado en la dirección del eje X.
YMAX: Límite del trazado en la dirección del eje Y.
KFLAG, ZMIN y EQUI: poseen el mismo significado que en TREND.
- c. Tarjetas de datos: cada una contiene dos ternas X, Y, Z (en dicho orden) y en formato 2X, 6F13.5, salvo la última que puede contener una sola terna (en caso de número de observaciones impar).

El origen de coordenadas puede estar situado en cualquier lugar, pero si se utiliza la subrutina PLOTZ para el trazado de las superficies, el mismo debe encontrarse por encima y a la izquierda de todas las observaciones, el semieje positivo X debe dirigirse hacia la derecha y el semieje Y positivo *hacia abajo*. Por lo tanto todos los puntos considerados estarán en el primer cuadrante o a lo sumo sobre los semiejes positivos o el origen.

2. Versiones T.I. BASIC

Ambos programas han sido también elaborados para ser ejecutados en microcomputadora T.I. 99/4A, configuración mínima (consola, pantalla y dos grabadores comunes de cassette), de propiedad del autor. Realizan, en general, las mismas operaciones que las versiones FORTRAN y han sido segmentados, por razones de capacidad de memoria. La transferencia de valores de uno a otro segmento se realiza a través de la grabación y recuperación de los mismos utilizando los grabadores de cassette. No es necesario dar ninguna instrucción especial referente a la ejecución, puesto que basta contestar por consola a los interrogantes y pedidos de datos que aparecen en pantalla.

ANALISIS DEL RELIEVE DE LA CUENCA DEL A° SAN LORENZO (S.FE)

Se ha realizado, utilizando esta técnica, el análisis del relieve de la cuenca del A° San Lorenzo y de parte de la del A° Ludueña debido a que ambas están íntimamente vinculadas por génesis, desarrollo y elementos comunes. Para ello se han extraído de cartas topográficas las

cotas de ciento veintinueve puntos, correspondientes a las intersecciones de las líneas de una cuadrícula de 3 km. de lado, espaciado entre datos considerado conveniente de acuerdo con las características del estudio. Una de las direcciones de la cuadrícula se ha orientado conforme la dirección de los ejes longitudinales de las cuencas.

A partir de dichas observaciones se han calculado las superficies de tendencia hasta el grado quinto inclusive. Algunas salidas del programa del programa SUPTE, versión FORTRAN, se presentan en el apéndice.

La significación estadística de las superficies ha sido evaluada examinando los porcentajes de la suma de cuadrados tomados en cuenta por los términos polinómicos de distinto grado y el error típico de la estima en cada regresión; mediante el análisis de la variancia y autocorrelación en los residuos (cuadros 2, 3 y 4 y fig. 5).

El propósito en el presente caso reside en separar la parte de variación que corresponde a la neotectónica y erosión hídrica reciente de la variación tomada en cuenta por la tendencia "regional", más que en el estudio de ésta última propiamente dicha, por medio de una ecuación que permita predecirla o visualizarla. Por ello se centrará el estudio en los residuos o desvíos resultantes de las distintas regresiones.

La figura 4 exhibe las superficies y desvíos de cada una de las cinco regresiones. Las primeras han sido representadas por medio de isohipsas y los segundos utilizando círculos de tamaño aproximadamente proporcional a la raíz cuadrada del valor de los mismos. Los residuos positivos se notan con círculos negros y los negativos con círculos claros. Todos los valores están consignados en metros y las divisorias de aguas de la cuenca del A° San Lorenzo en línea de trazos.

El **diagrama A** de la mencionada figura representa el resultado del análisis de regresión de primer grado. En primera instancia, se puede apreciar que la dirección del buzamiento del plano de mínimos cuadrados no coincide con la de los ejes longitudinales de las cuencas, formando un ángulo de aproximadamente 20° sexagesimales entre sí, lo que supone que el escurrimiento (especialmente el mantiforme, el subsuperficial y el freático) tiene tendencia general a derivar hacia la cuenca del Ludueña. Por otra parte ello puede constituir un indicio de basculamiento general del área hacia el SE.

Además, se observan tres zonas bien diferenciadas de residuos positivos y negativos, cuya dimensión mayor se dispone verticalmente. Nótese que las franjas de desvíos positivos correspondientes a las cabecezas y a la desembocadura presentan dos entrantes, respectivamente, invadidas por residuos negativos o nulos; las primeras corresponden al eje longitudinal de la cuenca del San Lorenzo (cuarta fila comenzando desde la parte superior) y las segundas (penúltima fila), al eje longitudinal de una cuenca que habría existido en una etapa temprana de la

evolución, intermedia entre la del San Lorenzo y la del Ludueña, la que habría sido anexada casi totalmente a la del mencionado en último término (Pasotti et al., 1978, Racca 1979 b y 1981). Nótese también, en la zona central de residuos negativos, una franja vertical donde ellos decrecen en valor absoluto (columna 8, comenzando desde la izquierda).

El diagrama B exhibe el resultado del ajuste de segundo grado. La superficie de tendencia toma en cuenta el 96,86% de la suma de cuadrados (11,75% más que la de primer orden); se observa que la curvatura de las isohipsas que la representan se incrementa en la parte baja de las cuencas, indicando que la tendencia del escurrimiento a derivar hacia el Ludueña es mayor en esa zona (especialmente en la del bloque de "Ibarlucea"), a pesar de su menor pendiente. Si se considera la posibilidad de basculamiento general del área hacia el SE, el mismo habría influido con mayor intensidad en dicha parte inferior de las cuencas.

Se puede apreciar la aparición de una tercera franja vertical de desvíos positivos en la parte media de la gráfica (columnas 7 y 8) dividiendo en dos la ancha faja central de residuos negativos originales (situación ya insinuada en la regresión de primer orden), y una de desvíos negativos en la extremidad superior derecha de la figura, sobre la desembocadura del A° San Lorenzo. Nótese la estrecha concordancia que existe entre las fajas verticales de desvíos de distinto signo y el esquema de la fig. 3, confeccionado en una etapa preliminar del estudio de la cuenca, donde se exhibe la supuesta localización y probable movimiento diferencial en altura de los bloques tectónicos. El eje longitudinal de la cuenca del San Lorenzo ya se halla perfectamente delineado por residuos negativos (fila 4) y el de la temprana cuenca intermedia mencionada anteriormente (penúltima fila), se insinúa con mayor fuerza debido a la ingesión de desvíos negativos en todas las zonas correspondientes a los bloques elevados, aunque sin llegar a traspasarlas totalmente. Ello indica la posibilidad de que no pudo cruzar como antecedente dichas franjas correspondientes a los bloques 3 y 6 de la figura 3, anexándose a la cuenca del Ludueña. La distribución de los residuos de esta regresión se ajusta excelentemente a la distribución gaussiana.

El diagrama C corresponde a la regresión de tercer grado. Se puede apreciar que prácticamente no difiere del anterior, salvo en la disminución del valor absoluto de los residuos negativos de la parte superior derecha. El porcentaje de la suma de cuadrados tomados en cuenta por los términos polinómicos cúbicos ya es muy bajo (0,54%), la autocorrelación en los residuos calculada por transposición diagonal es nula, pero el análisis de la variancia indica que los desvíos todavía siguen siendo significativos. Todo ello señala que la superficie de tendencia ya comienza a tomar en cuenta parte de las variaciones locales propiamente dichas.

CUADRO 2: ESTADISTICOS RESULTANTES DEL ANALISIS DEL RELIEVE DE LA CUENCA DEL ARROYO SAN LORENZO.

ORDEN	R.S.S. (%)	σ Datos (m)	Error típico de la estima (m)	Variación explicada	Variación no explicada	Variación total
Uno	85,11	14,542	5,611	23.216,91	4.061,12	27.278,03
Dos	96,86	14,542	2,575	26.422,35	855,67	27.278,03
Tres	97,40	14,542	2,345	26.568,46	709,57	27.278,03
Cuatro	97,63	14,542	2,237	26.632,72	645,31	27.278,03
Cinco	98,03	14,542	2,041	26.740,46	537,57	27.278,03

CUADRO 3: ANALISIS DE LA VARIANCIA

FUENTE DE VARIACION	Sumas	G.L.	Cuadr. 1/2	F	Significante al nivel de confianza
Términos lineales Desvíos tendencia o/1	23.216,91 4.061,12	2 126	11.608,45 32,23	360,16	>> 99,9 %
Términos cuadráticos Desvíos tendencia o/2	3.205,45 855,67	3 123	1.068,48 6,96	153,59	>> 99,9 %
Términos cúbicos Desvíos tendencia o/3	146,11 709,57	4 119	36,53 5,96	6,13	99,9 %
Términos cuárticos Desvíos tendencia o/4	64,26 645,31	5 114	12,85 5,66	2,27	< 95 %
Términos quínticos Desvíos tendencia o/5	107,75 537,56	6 108	17,96 4,98	3,61	99 %

El diagrama D, resultado de la regresión de cuarto grado, exhibe similitud con el C; las pruebas estadísticas indican que no existe ganancia significativa respecto de la precedente.

El diagrama E, correspondiente al análisis de tendencia de quinto orden, muestra un patrón similar en los desvíos, pero la superficie de ajuste presenta una doble curvatura en las isolíneas que la grafican, rea-

firmando la suposición de la existencia de una cuenca entre el San Lorenzo y el Ludueña al comienzo del proceso que las conformara tal como se presentan actualmente. Los estadísticos presentan un incremento significativo y la autocorrelación en los residuos es prácticamente nula en todas las transposiciones, señalando que la superficie de tendencia toma en cuenta una gran proporción de las variaciones locales propiamente dichas.

CUADRO 4: PORCENTAJES DE LA SUMA DE CUADRADOS TOMADOS EN CUENTA POR LOS TÉRMINOS POLINÓMICOS DE DISTINTO GRADO.

Términos lineales	85,11 %
Términos cuadráticos	11,75 %
Términos cúbicos	0,54 %
Términos cuárticos	0,24 %
Términos quínticos	0,40 %

Del conjunto de los análisis realizados en el presente caso, surge que:

- Las regresiones de segundo y tercer grado son las más indicadas para separar la componente local, que se considera fundamentalmente resultado de la neotectónica y en menor proporción de la erosión hídrica reciente.
- Existe total concordancia con estudios del área realizados anteriormente, reafirmando la mayoría de las hipótesis elaboradas, en particular la existencia de una cuenca intermedia entre la del San Lorenzo y el Ludueña en una etapa temprana de la evolución, que habría sido anexada prácticamente en su totalidad a la del arroyo mencionado en último término.

AGRADECIMIENTOS

Se expresa reconocimiento a las autoridades y personal del Centro de Cómputos de la Universidad Nacional de Rosario por el procesamiento de los programas versión FORTRAN.

BIBLIOGRAFIA CITADA EN EL TEXTO

- Chorley, R. J. y Haggett, P. 1965. *Trend-Surface Mapping in Geographical Research*. Trans. Inst. Brit. Geogr., Vol. 37, págs. 47-67.
- Connor, J. J. y Miesch, A. T. 1964. *Application of Trend Analysis to Geochemical Prospecting Data from Beaver Country, Utah*. En *Computers in the Mineral Industries*, Proc. Third Ann. Conf. Stanford Univ. Publ., Geol. Sci., Vol IX, págs. 110-25.
- Croxton, F. E. y Cowden, D. J. 1939. *Estadística General Aplicada*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Doornkamp, J. C. 1972. *Trend-surface analysis of planation surfaces, with an East African case study*. En *Spatial Analysis in Geomorphology*; R. J. Chorley Ed., Methuen & Co. Ltd, págs. 247-81.
- Esler, J. E.; Smith, P. F. y Davis, J. C. 1968. *KWIKR8, FORTRAN IV Program for Multiple Regression and Geologic Trend Analysis*. Computer Contribution 28, The University of Kansas, Lawrence.
- Grupo Chadule. 1980. *Iniciación a los Métodos Estadísticos en Geografía*. Ariel, Barcelona.
- Howarth, R. J.. 1967. *Trend-surface fitting to random data - an experimental test*, American Journal of Science 265, págs. 619-25.
- Miesch, A. T. 1964. *Effects of Sampling and Analytical Error in Geochemical Prospecting*. En *Computers in the Mineral Industries*, Proc. Third Ann. Conf. Stanford Univ. Publ., Geol. Sci., Vol IX, págs. 156-70.
- Miesch, A. T. y Connor, J. J. 1968. *Stepwise Regression and Nonpolynomial Models in Trend Analysis*. Computer Contribution 27, The University of Kansas, Lawrence.
- Pasotti, P.; Albert, O.; Canoba, C. y Racca, J. M. 1978. *Rasgos Geológicos-geomorfológicos de la Cuenca del Arroyo Ludueña*. Comité de Cuencas Hídricas del Gran Rosario (inédito).
- Racca, J. M. 1979 b. *Análisis Planimétrico de Cuencas Hidrográficas Utilizando la Lemniscata Asociada*. Inst. Fisiog. y Geol. U.N.R., Rosario, Nota N° 10, serie A.
- 1981. *Geomorfología Cuantitativa de la Cuenca del Arroyo San Lorenzo (S. Fe) y su Relación con la Neotectónica*. En *Estudios de Geografía de la Provincia de Santa Fe*, Soc. Argentina de Estudios Geográficos GAEA, serie especial N° 9, págs. 293-316.
- Simpson, S. M. 1954. *Least Squares Polynomial Fitting to Gravitational Data and Density Plotting by Digital Computers*. Geophysics, Vol. XIX (2), págs. 255-69.
- Yamane, T. 1964. *Estadística*. HARLA, México.

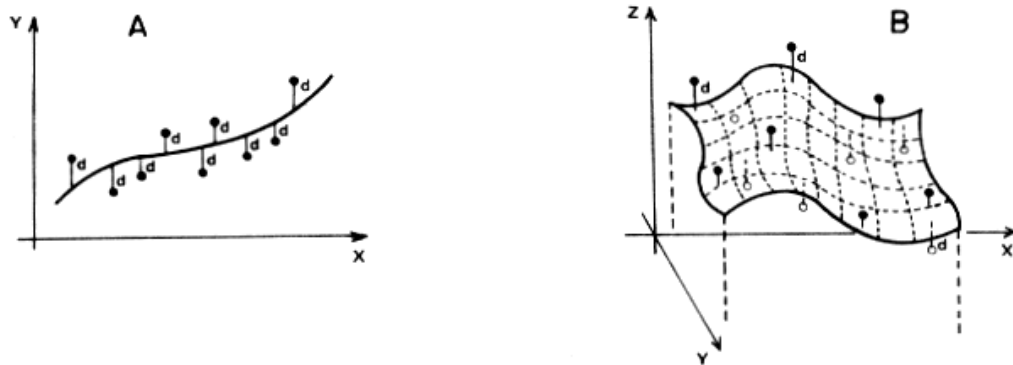


FIGURA 1:
 A) Curva $y = f(x)$ ajustada a los puntos dato por el método de mínimos cuadrados (la suma de los cuadrados de los desvíos d se ha minimizado).
 B) Superficie tridimensional $z = f(x,y)$ ajustada a los puntos utilizando el mismo método.

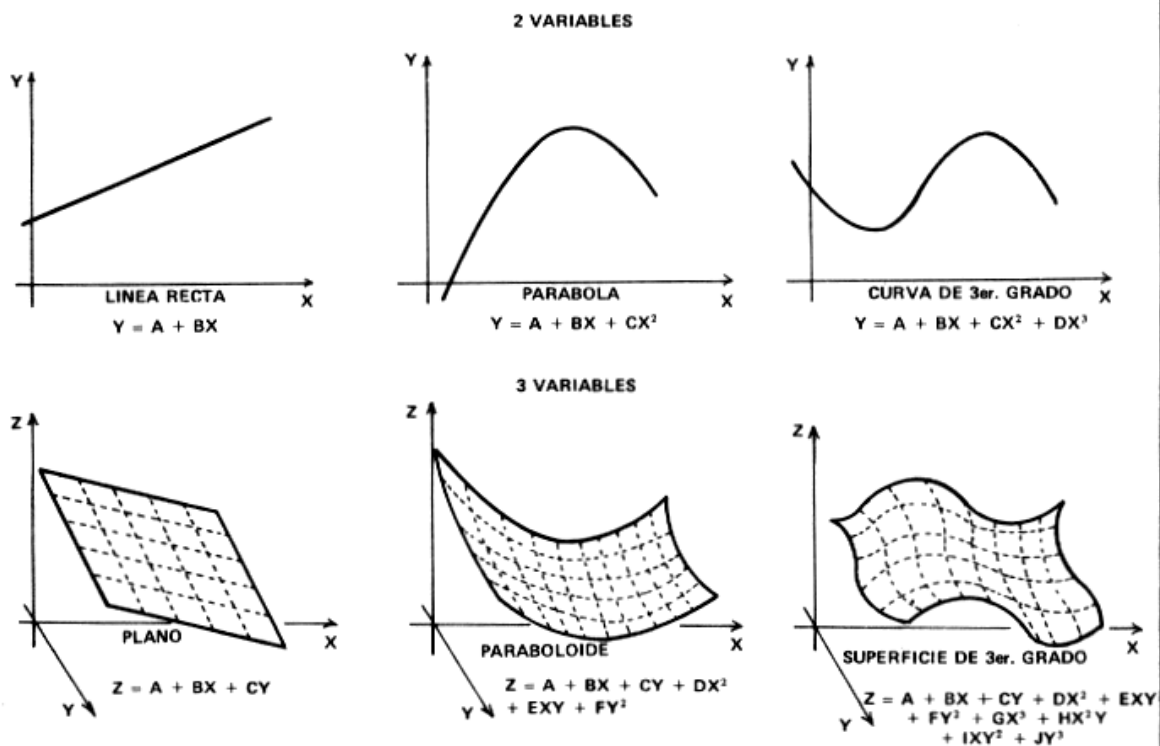


FIGURA 2:
 Algunas ecuaciones polinómicas de ajuste y sus representaciones gráficas.

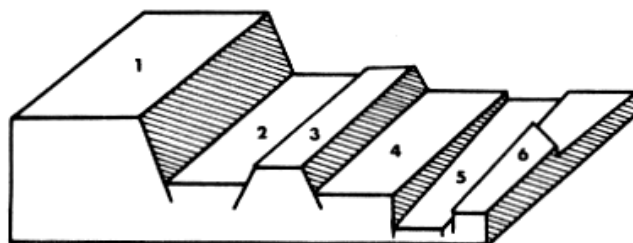
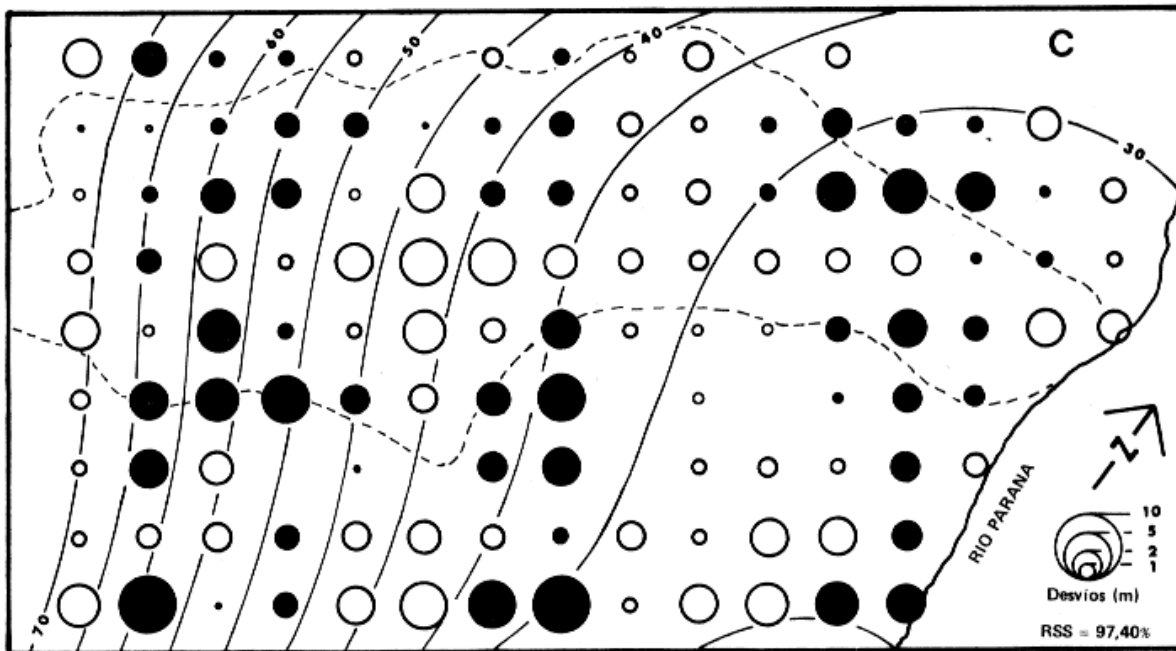
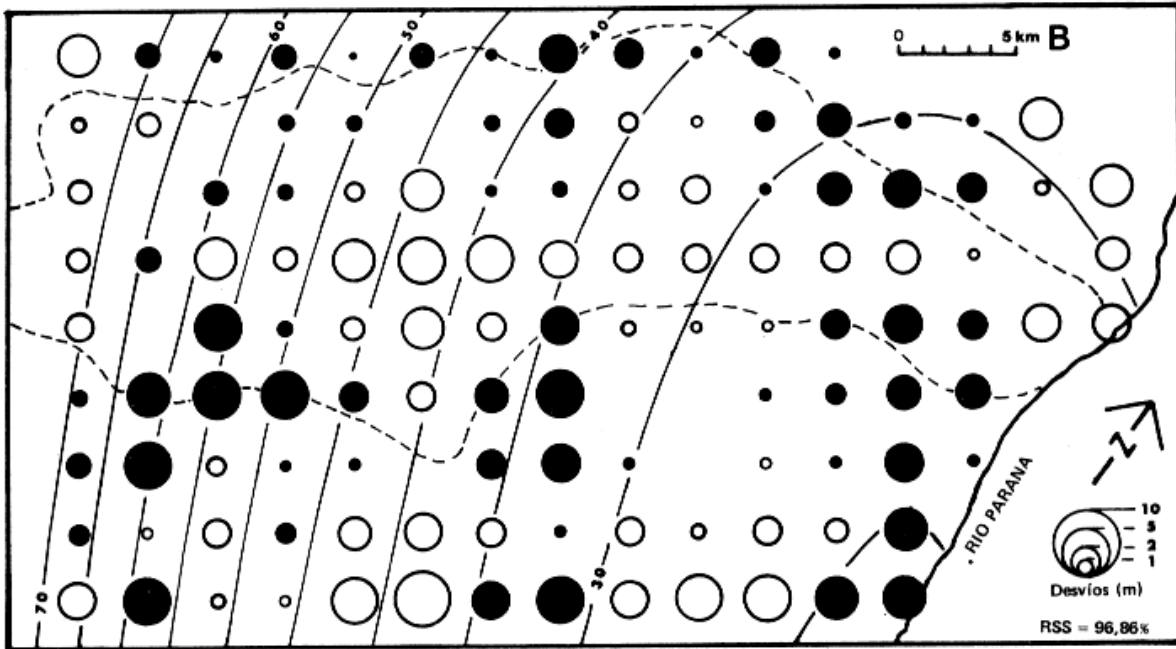
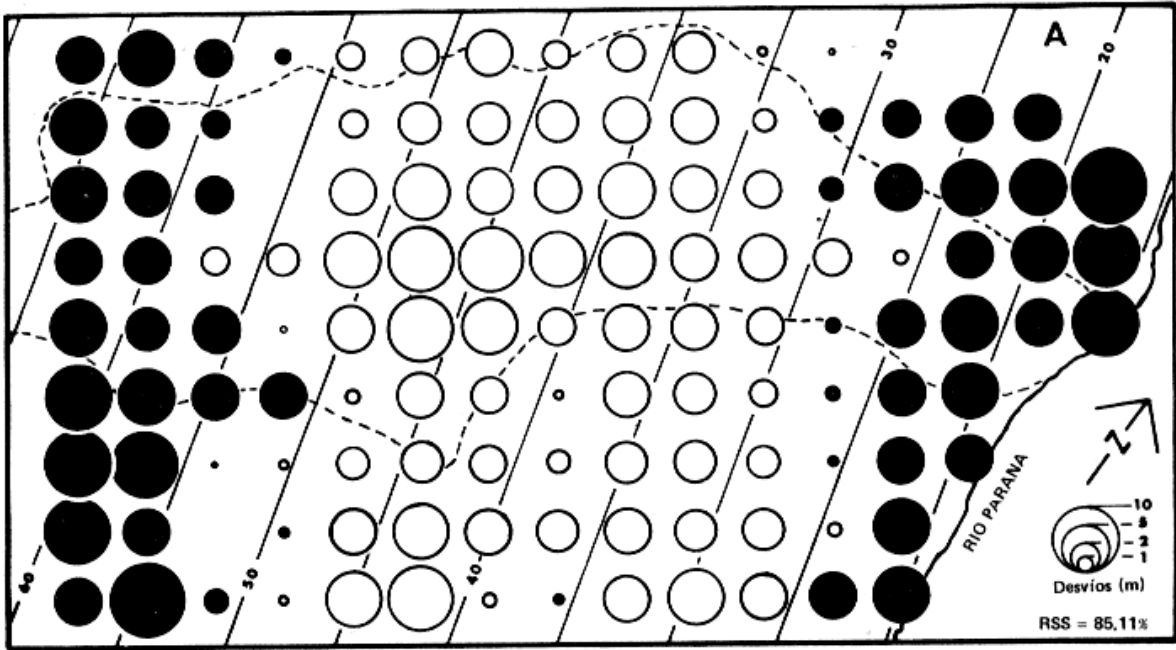


FIGURA 3:
 Esquema ideal, exagerado verticalmente, del probable movimiento diferencial de los bloques tectónicos en la zona de la cuenca del A^o San Lorenzo.
 1. Bloque de "Pujato-Uranga". 2. Bloque de "Las cinco cuencas".
 3.4. Bloques sobre los que se origina la segunda cuenca en forma de abanico. 5. Bloque de "Ibarlucea". 6. Bloque de "Granadero Baigorria".



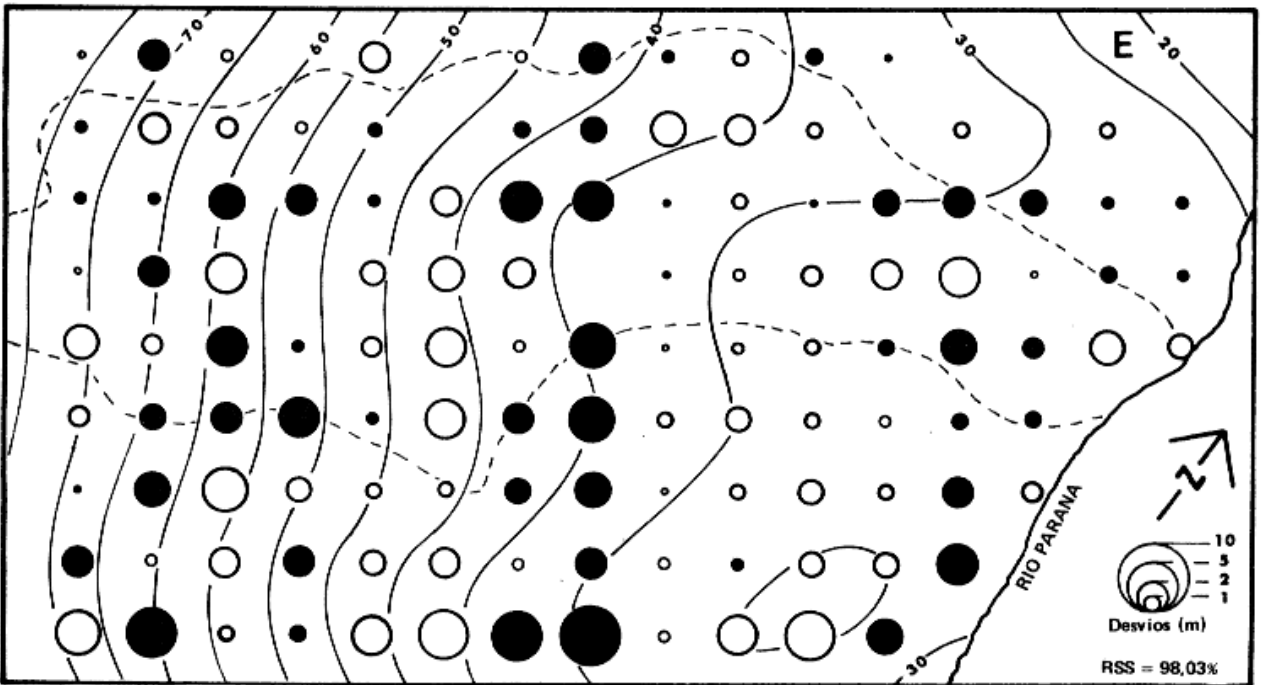
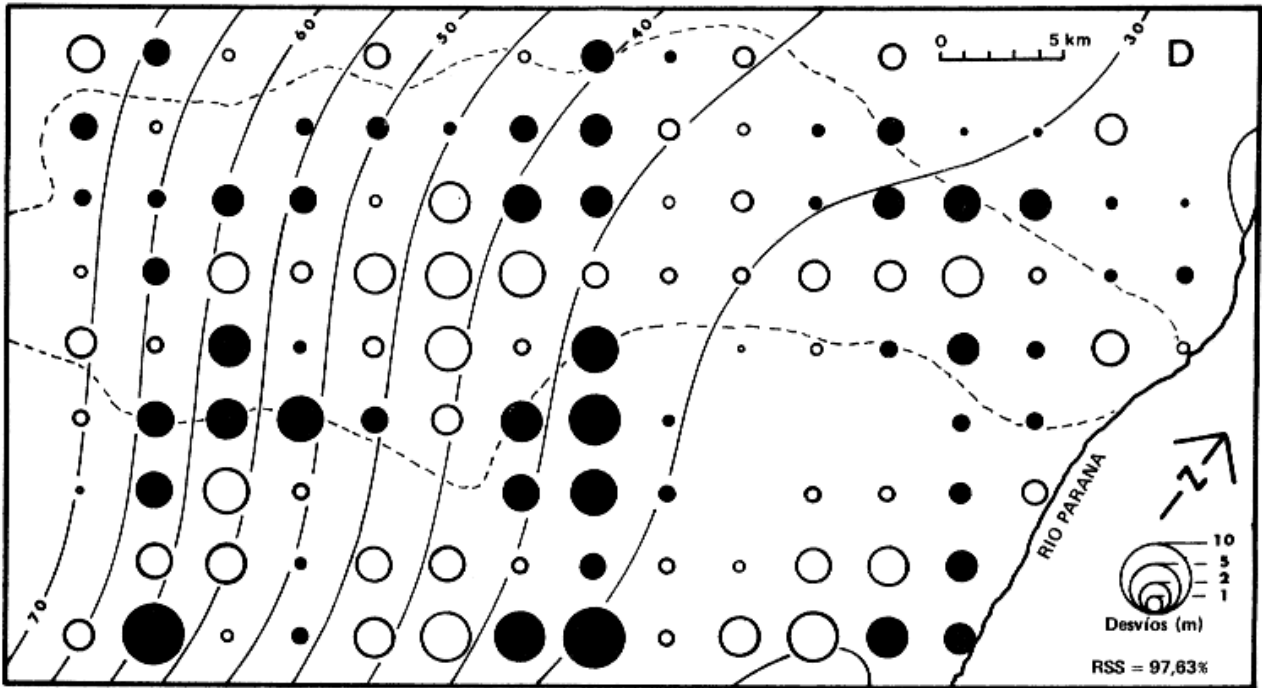


FIGURA 4: Análisis del relieve de la cuenca del A° San Lorenzo - Superficies de tendencia y desvíos.

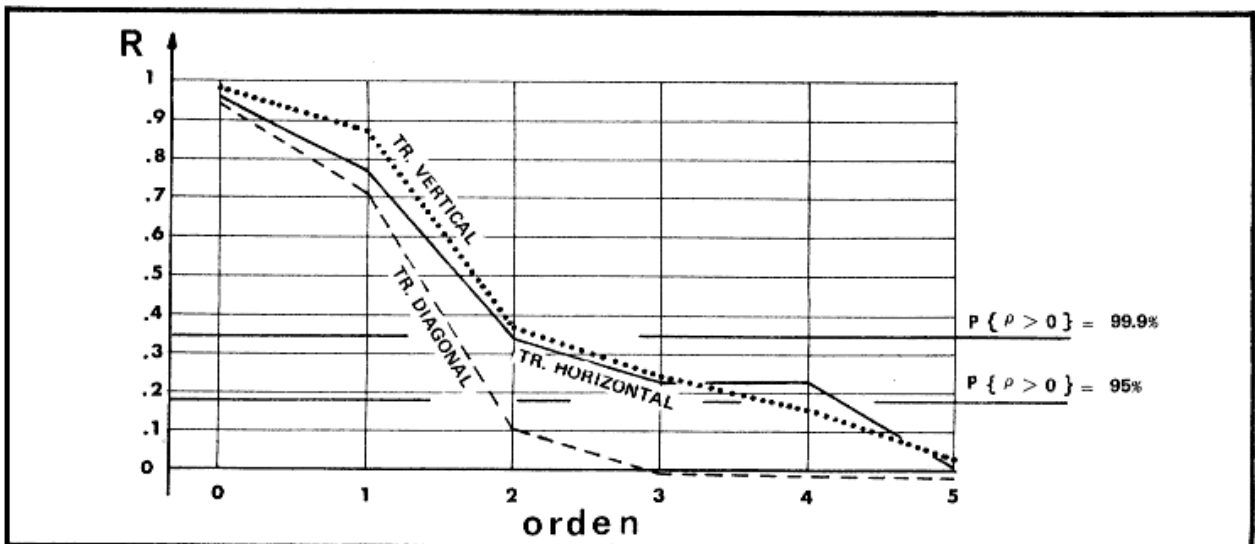


FIGURA 5: Análisis del relieve de la cuenca del A° San Lorenzo - Autocorrelación en datos y desvíos.

LISTADO DE LOS PROGRAMAS

I. VERSIONES 1130 - FORTRAN

a) PROGRAMA TREND

```
// FOR
*NAME TREND
*IOCS(CARD,1132 PRINTER,KEYBOARD,TYPEWRITER,DISK)
*LIST SOURCE PROGRAM
*EXTENDED PRECISION
*ONE WORD INTEGERS
COMMON Z(25,25),KK(21,2),KM,KO,ICASO(40),B(21),A(441)
DEFINE FILE 33(3125,3,U,KM)
DEFINE FILE 34(462,3,U,KO)
CALL TREN1(NX,NY,KX,KY,KFLAG,SCALE,ZMIN,EQUI,NOB)
CALL TREN5(3,N,KX,KY)
CALL HISTO(KX,KY,Z,0,KFLAG,IPO)
WRITE(3,100)ICASO
DO 3 NGRA=1,5
N=((NGRA+1)*(NGRA+2))/2
IF(KFLAG)32,31,32
32 IF(KFLAG-NGRA)3,31,3
31 CALL TREN5(1,N,KX,KY)
CALL SISTE(A,B,N)
CALL TREN2(NGRA,KX,KY,NX,NY,N,NOB)
CALL DRAWZ(SCALE,ZMIN,EQUI,NX,NY,KX,KY,NGRA)
3 CONTINUE
CALL TREN3(0,KX,KY)
DO 1 J=1,5
IF(KFLAG)15,16,15
15 IF(KFLAG-J)1,16,1
16 CALL TREN5(2,J,KX,KY)
CALL HISTO(KX,KY,Z,J,J,J)
CALL TREN3(1,KX,KY)
1 CONTINUE
STOP
100 FORMAT(1H ,5X,40A2//2H )
END

// FOR
*LIST SOURCE PROGRAM
*EXTENDED PRECISION
*ONE WORD INTEGERS
SUBROUTINE TREN1(NX,NY,KX,KY,KFLAG,SCALE,ZMIN,EQUI,NOB)
DIMENSION MM(21,2),SUMX(11),SUMY(11)
COMMON Z(25,25),KK(21,2),KM,KO,ICASO(40),B(21),AA(21,21)
DATA MM/0,1,0,2,0,1,3,0,2,1,4,0,3,2,1,5,4,3,2,1,0,0,0,1,0,2,1,0,3,
-1,2,0,4,1,2,3,0,1,2,3,4,5/
DO 888 J=1,2
DO 888 I=1,21
888 KK(I,J)= MM(I,J)
READ(2,105)ICASO
READ(2,103)NX,NY,KFLAG,ZMIN,EQUI,SCALE
KX=2*NX+1
KY=2*NY+1
NOB=KX*KY
READ(2,104) ((Z(I,J),I=1,KY),J=1,KX)
```

```

DO 4 K=1,11
SUMX(K)= 0.
SUMY(K)= 0.
4 DO 1 K=3,11,2
DO 2 L=1,KX
2 SUMX(K)=SUMX(K)+(FLOAT(L-NX-1))**(K-1)
DO 3 L=1,KY
3 SUMY(K)=SUMY(K)+(FLOAT(NY+1-L))**(K-1)
1 CONTINUE
SUMX(1)=KX
SUMY(1)=KY
DO 5 J=1,21
DO 5 I=J,21
K=KK(I,1)+KK(J,1)+1
L=KK(I,2)+KK(J,2)+1
AA(I,J)=SUMX(K)*SUMY(L)
5 AA(J,I)=AA(I,J)
DO 6 LL=1,21
R(LL)=0.
K=KK(LL,1)
L=KK(LL,2)
DO 6 I=1,KY
DO 6 J=1,KX
IF(K)7,8,7
8 G = 1.
GO TO 13
7 G = FLOAT(J-NX-1)**K
13 IF(L)9,10,9
10 H = 1.
GO TO 6
9 H = FLOAT(NY+1-I)**L
6 R(LL)=R(LL)+Z(I,J)*G*H
RETURN
105 FORMAT(40A2)
104 FORMAT(5F16.6)
103 FORMAT(I2,1X,I2,1X,I1,1X,3(F13.5))
END

```

// FOR

*LIST SOURCE PROGRAM

*EXTENDED PRECISION

*ONE WORD INTEGERS

```

SUBROUTINE TREN2(NGRA,KX,KY,NX,NY,N,NOB)
COMMON Z(25,25),KK(21,2),KM,KO,ICASO(40),B(21),A(441)
WRITE(3,99)ICASO
WRITE(3,100)NGRA
DO 5 I=1,N
5 WRITE(3,101)B(I),KK(I,1),KK(I,2)
WRITE(3,102)
S1=0.
S2=0.
S3=0.
S4=0.
S5=0.
ICON=0
DO 9 J=1,KX
X=J-NX-1
DO 9 I=1,KY
Y=NY+1-I
ZCALC=B(1)+B(2)*X+B(3)*Y+B(4)*X**2+B(5)*Y**2+B(6)*X*Y+B(7)*X**3+
-B(8)*Y**3+B(9)*X**2*Y+B(10)*X*Y**2+B(11)*X**4+B(12)*Y**4+B(13)*
-X**3*Y+B(14)*X**2*Y**2+B(15)*X*Y**3
ZCALC=ZCALC+J(16)*X**5+B(17)*X**4*Y+B(18)*X**3*Y**2+B(19)*X**2*
-Y**3+B(20)*X*Y**4+B(21)*Y**5
DELTA=Z(I,J)-ZCALC
ICON=ICON+1
WRITE(3,103)ICON,X,Y,Z(I,J),ZCALC,DELTA
WRITE(3,33'(NGRA-1)*625+ICON)DELTA
S1=S1+DELTA**2
S2=S2+Z(I,J)**2

```

```

S3=S3+Z(I,J)
S4=S4+ZCALC**2
S5=S5+ZCALC
9  CONTINUE
SZXY=SQRT(S1/NOB)
SZ=SQRT((S2/NOB)-(S3/NOB)**2)
R=(1-(SZXY**2/SZ**2))*100.
STREN=S4+S3*(S2-S5*2.)/NOB
SDATA=S2-S3**2/NOB
WRITE(3,104)SZ,SZXY,R
WRITE(3,108)S2,S3,S4,S5,STREN,S1,SDATA,NOB
RETURN
104  FORMAT(///,2X,'DESVIACION TIPICA DE DATOS',5X,F13.6,///,2X,'ERROR T
-IPICO DE LA ESTIMA ',1X,F13.6,///,2X,'COEFICIENTE DE DETERMINACI
-ON X 100=',1X,F8.3)
108  FORMAT(//,56X,'S U M A S',//,56X,'*****',//,7X,'Z.OBS**2',9X, '
-Z.OBS.',9X,'Z.CALC**2',9X,'Z.CALC.',7X,'S.TREND',5X,'(Z.OBS-ZCALC)*
**2',6X,'S.DATA',5X,'NOB',//,1X,7(2X,F14.4),2X,13)
103  FORMAT(3X,I3,1X,2(6X,F5.0,3X),3(1X,F13.5))
99   FORMAT(1H1,2X,4GA2)
100  FORMAT(1H0,26X,'S U P E R F I C I E D E O R D E N',3X,I1,////,
-15X,'** C O E F I C I E N T E S **'//1H*)
101  FORMAT(16X,E17.10,3X,'X ',I1,' Y ',I1)
102  FORMAT(///,T5,'NOB',9X,'X',13X,'Y',11X,'Z.OBS.',8X,'Z. ALC.',6X,
-'DELTA Z',/)
END

```

// FOR

*LIST SOURCE PROGRAM

*EXTENDED PRECISION

*ONE WORD INTEGERS

```

SUBROUTINE TREN3 (MFLAG,KX,KY)
DIMENSION S(5)
COMMON Z(25,25),KW(21,2),KM,KO,ICASO(40),B(21),A(441)
KK=1
KXM1=KX-1
KYM1=KY-1
WRITE(3,101)
IF(MFLAG)12,13,12
13  WRITE(3,106)
12  DO 2 I=1,5
2   S(I)=0.
GO TO (15,14,17,13),KK
15  DO 1 I=1,KY
DO 1 J=1,KXM1
S(1)=S(1)+Z(I,J)
S(2)=S(2)+Z(I,J+1)
S(3)=S(3)+Z(I,J)**2
S(4)=S(4)+Z(I,J+1)**2
1  S(5)=S(5)+Z(I,J)*Z(I,J+1)
WRITE(3,102)
KON=KY*KXM1
KK=2
GO TO 11
14  DO 4 J=1,KX
DO 4 I=1,KYM1
S(1)=S(1)+Z(I,J)
S(2)=S(2)+Z(I+1,J)
S(3)=S(3)+Z(I,J)**2
S(4)=S(4)+Z(I+1,J)**2
4  S(5)=S(5)+Z(I,J)*Z(I+1,J)
WRITE(3,103)
KON=KX*KYM1
KK=3
GO TO 11
17  DO 5 I=1,KYM1
DO 5 J=1,KXM1
S(1)=S(1)+Z(I,J)
S(2)=S(2)+Z(I+1,J+1)
S(3)=S(3)+Z(I,J)**2

```

```

      S(4)=S(4)+Z(I+1,J+1)**2
5     S(5)=S(5)+Z(I,J)*Z(I+1,J+1)
      WRITE(3,104)
      KON=KXM1*KYM1
      KK=4
11    R=(KON*S(5)-S(1)*S(2))/SQRT((KON*S(3)-S(1)**2)*(KON*S(4)-S(2)**2))
      TSTUD=R*SQRT((KON-2)/(1-R**2))
      WRITE(3,105)R,TSTUD,KON
      GO TO 12
1R    RETURN
106   FORMAT(1H0,15X,'* * D A T O S * *')
105   FORMAT(1H ,8X,'R =',2X,F9.4,/,9X,'T =',2X,F9.4,/,9X,'NRO.PARES=',
-2X,I3)
104   FORMAT(1H0,8X,'* TRANSP.DIAGONAL *')
103   FORMAT(1H0,8X,'* TRANSP.VERTICAL *')
102   FORMAT(1H0,8X,'* TRANSP.HORIZONTAL *')
101   FORMAT(1H0,5X ,'* * A U T O C O R R E L A C I O N * *')
      END

```

```

// FOR
*LIST SOURCE PROGRAM
*EXTENDED PRECISION
*ONE WORD INTEGERS
      SUBROUTINE TREN5 (KUCO,N,KX,KY)
      COMMON Z(25,25),KK(21,2),KM,KO,ICASO(40),B(21),A(441)
      GO TO (31,5,6),KUCO
31    DO 20 I=1,21
20    B(I)=0.
      DO 30 I=1,N
      J=21*(I-1)+1
      L=N*(I-1)+1
      M=L+N-1
30    READ(34'J) (A(K),K=L,M)
      READ(34'442) (B(I),I=1,N)
      GO TO 7
5     READ(33'(N-1)*625+1) ((Z(K,L),K=1,KY),L=1,KX)
      GO TO 7
6     WRITE(34'1) (A(I),I=1,441)
      WRITE(34'442) (B(I),I=1,21)
7     RETURN
      END

```

```

// FOR
*LIST SOURCE PROGRAM
*EXTENDED PRECISION
*ONE WORD INTEGERS
      SUBROUTINE DRAWZ (SCALE,ZMIN,EQUI,NX,NY,KX,KY,NGRA)
      DIMENSION LIN(102),IP(41)
      COMMON Z(25,25),KK(21,2),KM,KO,ICASO(40),B(21),A(441)
      DATA IP/'-', '1', ' ', '2', ' ', '3', ' ', '4', ' ', '5', ' ', '6', ' ', '7',
- '8', ' ', '9', ' ', '0', ' ', 'A', ' ', 'B', ' ', 'C', ' ', 'D', ' ', 'E',
- 'V', ' ', 'G', ' ', 'H', ' ', 'I', ' ', 'J', '+'/
      WRITE(3,99)ICASO,NGRA
      STEPY=NX/(SCALE*30.5)
      STEPX=NX/50.5
      M=61.*SCALE*NY/FLOAT(NX)+1.5
      YY=FLOAT(NY)+STEPY
      DO 13 I=1,M
      YY=YY-STEPY
      XX=FLOAT(-NX)-STEPX
      DO 14 J=1,102
      XX=XX+STEPX
      ZPLOT=B(1)+3(2)*XX+B(3)*YY+B(4)*XX**2+B(5)*YY**2+B(6)*XX*YY+B(7)*
-XX**3+B(8)*YY**3+B(9)*XX**2*YY+B(10)*XX*YY**2+B(11)*XX**4+B(12)*
-YY**4+B(13)*XX**3*YY+B(14)*XX**2*YY**2+B(15)*XX*YY**3
      ZPLOT=ZPLOT+B(16)*XX**5+B(17)*XX**4*YY+B(18)*XX**3*YY**2+B(19)*
-XX**2*YY**3+B(20)*XX*YY**4+B(21)*YY**5
      LLL=((ZPLOT-ZMIN)/EQUI+2.)
      IF(LLI-1)1,1,2

```



```

2   IF(LLL=40)3,3,4
1   LLL=1
    GO TO 3
4   LLL=41
3   LIN(J)=IP(LLL)
14  CONTINUE
13  WRITE(3,110)LIN
    WRITE(3,112)
    WRITE(3,115)ZMIN
    DO 5 I=1,20
      VAL1=EQUI*(I-1)*2.+ZMIN
      VAL2=VAL1+EQUI
      J=2*I
5   WRITE(3,113)VAL1,IP(J),VAL2
    WRITE(3,116)VAL2
    RETURN
99  FORMAT(1H1,2X,40A2,/,4X,' SUPERFICIE DE ORDEN ',I1,/,3H )
110 FORMAT(9X,102A1)
112 FORMAT(1H0,3X,'**LIMITES DE ESCALONES**')
113 FORMAT(1H ,2X,F11.3,' * ',A1,' * ',F11.3)
115 FORMAT(1H ,5X,'(-) MENOR QUE ',F11.3)
116 FORMAT(1H ,5X,'(+) MAYOR QUE ',F11.3)
    END

```

```

// FOR
*LIST SOURCE PROGRAM
*EXTENDED PRECISION
*ONE WORD INTEGERS
  SUBROUTINE HISTO(KX,KY,Z,MFLAG,KFLAG,IPRO)
    DIMENSION Z(1),IASTE(70),FREC(50)
    DATA IASTE/70*'*/
    L=25
    M=KX*L
    NOBS=KX*KY
    NCLAS=SQRT(FLOAT(NOBS))+2.
    DO 7 I=1,50
7   FREC(I)=0.
    SUM=0.
    S2=0.
    S3=0.
    S4=0.
    ZMAX=Z(1)
    ZMIN=Z(1)
    DO 1 J=1,M,L
      K=J+KY-1
      DO 1 I=J,K
        SUM=SUM+Z(I)
        IF(ZMAX-Z(I))10,15,15
10  ZMAX=Z(I)
        GO TO 1
15  IF(ZMIN-Z(I))1,1,25
25  ZMIN=Z(I)
    1 CONTINUE
    SUM=SUM/NOBS
    ZMED=(ZMAX-ZMIN)/NCLAS
    DO 8 J=1,M,L
      K=J+KY-1
      DO 8 I=J,K
        DEV=Z(I)-SUM
        S2 =S2+DEV**2
        S3=S3+DEV**3
        S4=S4+DEV**4
        II=(Z(I)-ZMIN)/ZMED+1.
8   FREC(II)=FREC(II)+1.
    FREC(NCLAS)=FREC(NCLAS)+FREC(NCLAS+1)
    IF(MFLAG)4,3,2
3   WRITE(3,200)IASTE,IASTE
    IPRO=KFLAG
    GO TO 5

```

```

2 IPRO=MFLAG
4 WRITE(3,201)IASTE,I PRO,IASTE
5 ZLO=ZMIN
  CFREC=0.
  WRITE(3,202)
  WRITE(3,203)
  WRITE(3,202)
  DO 6 I=1,NCLAS
    ZUP=ZLO+ZMED
    CFREC=FREC(I)+CFREC
    IFREC=CFREC
    W1=FREC(I)/NOBS
    W2=CFREC/NOBS
    NFREC=FREC(I)
    MFREC=MFREC
    IF(MFREC)45,46,40
40 IF(NFREC-70)45,50,50
50 MFREC=70
46 WRITE(3,204)I,ZLO,ZUP,NFREC,IFREC,W1,W2
  GO TO 9
45 WRITE(3,204)I,ZLO,ZUP,NFREC,IFREC,W1,W2,(IASTE(J),J=1,MFREC)
  9 CONTINUE
  6 ZLO=ZUP
  WRITE(3,202)
  R1=(S3/NOBS)**2/(S2/NOBS)**3
  B2=(S4/NOBS)/(S2/NOBS)**2
  CAPA2=(B1*(B2+3)**2)/(4*(4*B2-3*B1)*(2*B2-3*B1-6))
  WRITE(3,205)B1,B2,CAPA2
  RETURN
200 FORMAT(1H1,25X,70A1//36X,'ANALISIS DE TENDENCIA DE LAS OBSERV
-ACIONES'//25X,70A1//37X,'DISTRIBUCION ESTADISTICA DE LAS OBSERVAC
-IONES'//)
201 FORMAT(1H1,25X,70A1//30X,'ANALISIS DE LOS RESIDUOS DE LA SUP
-ERFICIE DE ORDEN',2X,I1//25X,70A1//39X,'DISTRIBUCION ESTADISTIC
-A DE LOS RESIDUOS'//)
202 FORMAT(1H0,118(1H-))
203 FORMAT(1H0,4X,'INTERVALO DE CLASE',2X,'F R E C U E N C I A S',3X,
-'H I S T O G R A M A')
204 FORMAT(1H0,I2,1X,2F10.4,I4,I5,2F6.3,2H 1,70A1,1H1)
205 FORMAT(1H0,'MEDIDA DE ASIMETRIA',F8.4,1X,'-',1X,'MEDIDA DE CURTOSI
-S',F8.4,1X,'-',1X,'MEDIDA GRAL. DE SEPARACION',F9.5//)
  END

```

```

// FOR
*LIST SOURCE PROGRAM
*EXTENDED PRECISION
*ONE WORD INTEGERS
  SUBROUTINE SISTE (A,B,N)
  DIMENSION A(1),B(1)
  JJ=-N
  DO 65 J=1,N
    JY=J+1
    JJ=JJ+N+1
    BIGA=0.
    IT=JJ-J
    DO 30 I=J,N
      IJ=IT+I
      IF(ABS(BIGA)-ABS(A(IJ)))20,30,30
20  BIGA=A(IJ)
      IMAX=I
30  CONTINUE
      I1=J+N*(J-2)
      IT=IMAX-J
      DO 50 K=J,N
        I1=I1+N
        I2=I1+IT
        SAVE=A(I1)
        A(I1)=A(I2)
        A(I2)=SAVE
50  A(I1)=A(I1)/BIGA

```

```

        SAVE=B(IMAX)
        B(IMAX)=B(J)
        B(J)=SAVE/BIGA
        IF(J-N)55,70,55
55     IQS=N*(J-1)
        DO 65 IX=JY,N
            IXJ=IQS+IX
            IT=J-IX
            DO 60 JX=JY,N
                IXJX=N*(JX-1)+IX
                JJX=IXJX+IT
60     A(IXJX)=A(IXJX)-(A(IXJ)*A(JJX))
65     B(IX)=B(IX)-(B(J)*A(IXJ))
70     NY=N-1
        IT=N*N
        DO 80 J=1,NY
            IA=IT-J
            IB=N-J
            IC=N
            DO 80 K=1,J
                R(IB)=B(IB)-A(IA)*B(IC)
            IA=IA-N
80     IC=IC-1
        RETURN
        END

```

b) PROGRAMA SUPT5

```

// FOR
*NAME SUPT5
*IOCS(CARD,1132 PRINTER,KEYBOARD,TYPEWRITER,DISK)
*LIST SOURCE PROGRAM
*EXTENDED PRECISION
*ONE WORD INTEGERS
        COMMON B(21),X(200),Y(200),Z(200),KK(21,2),KMKM,KOP,ICASO(40),
        -A(441)
        DEFINE FILE 33(1000,3,U,KMKM)
        DEFINE FILE 34(462,3,U,KOP)
        CALL SUPT1 (NOB,XMAX,YMAX,KFLAG,ZMIN,EQUI)
        CALL SUPT5 (3,N,NOB)
        CALL HISTO (1,NOB,Z,0,KFLAG,IPRO)
        WRITE(3,100)ICASO
        DO 3 NGRA = 1,5
            N = ((NGRA + 1)*(NGRA + 2)) / 2
            IF(KFLAG)32,31,32
32     IF(KFLAG - NGRA)3,31,3
31     CALL SUPT5 (1,N,NOB)
            CALL SISTE (A,B,N)
            CALL SUPT2 (NGRA,NOB,N)
            CALL PLOTZ (XMAX,YMAX,ZMIN,NGRA,EQUI)
3     CONTINUE
            CALL SUPT3 (NOB)
            CALL SUPT4 (0)
            DO 1 J = 1,5
                IF(KFLAG)15,16,15
15     IF(KFLAG - J)1,16,1
16     CALL SUPT5 (2,J,NOB)
            CALL HISTO (1,NOB,Z,J,J,J)
            CALL SUPT4 (1)
1     CONTINUE
        STOP
100    FORMAT(1H ,5X,40A2//2H )
        END

```

```

// FOR
*LIST SOURCE PROGRAM
*EXTENDED PRECISION
*ONE WORD INTEGERS
  SUBROUTINE SUPT1 (NOB,XMAX,YMAX,KFLAG,ZMIN,EQUI)
  DIMENSION MM(21,2)
  COMMON B(21),X(200),Y(200),Z(200),KK(21,2),KMKM,KOP,ICASO(40),
-AA(21,21)
  DATA MM/0,1,0,2,0,1,3,0,2,1,4,0,3,2,1,5,4,3,2,1,0,0,0,1,0,2,1,0,3,
-1,2,0,4,1,2,3,0,1,2,3,4,5/
  DO 888 J= 1,2
  DO 888 I= 1,21
888  KK(I,J)= MM(I,J)
  READ(2,105)ICASO
  READ(2,103)NOB,XMAX,YMAX,KFLAG,ZMIN,EQUI
  READ(2,104) (X(M),Y(M),Z(M),M=1,NOB)
  DO 1 J=1,21
  DO 1 I=J,21
  AA(I,J)= 0.
  K=KK(I,1)+ KK(J,1)
  L=KK(I,2)+ KK(J,2)
  DO 2 M=1,NOB
  IF(K)3,4,3
4  G=1.
  GO TO 5
3  G=X(M)**K
5  IF(L)6,7,6
7  H=1.
  GO TO 8
6  H=Y(M)** L
8  CONTINUE
2  AA(I,J)=AA(I,J)+G*H
1  AA(J,I)= AA(I,J)
  DO 20 J= 1,21
  K=KK(J,1)
  L=KK(J,2)
  B(J)=0.
  DO 20 I= 1,NOB
  IF(K)30,40,30
40  G=1.
  GO TO 50
30  G=X(I)**K
50  IF(L)60,70,60
70  H=1.
  GO TO 80
60  H=Y(I)**L
80  CONTINUE
20  B(J)=B(J)+Z(I)*G*H
  RETURN
103  FORMAT(6X,I3,2(F13.5),I1,2(F13.5))
104  FORMAT(2X,6F13.5)
105  FORMAT(40A2)
  END

```

```

// FOR
*LIST SOURCE PROGRAM
*EXTENDED PRECISION
*ONE WORD INTEGERS
  SUBROUTINE SUPT2 (NGRA,NOB,N)
  COMMON B(21),X(200),Y(200),Z(200),KK(21,2),KMKM,KOP,ICASO(40),
-A(441)
  WRITE(3,99)ICASO
  WRITE(3,100)NGRA
  DO 5 I=1,N
5  WRITE(3,101)B(I),KK(I,1),KK(I,2)
  WRITE(3,102)
  S1=0.
  S2=0.
  S3=0.
  S4=0.

```

```

S5=0.
DO 9 I=1,NOB
ZCALC=B(1)+B(2)*X(I)+B(3)*Y(I)+B(4)*X(I)**2+B(5)*Y(I)**2+B(6)*X(I)
-*Y(I)+B(7)*X(I)**3+B(8)*Y(I)**3+B(9)*X(I)**2*Y(I)+B(10)*X(I)*Y(I)*
-*2+B(11)*X(I)**4+B(12)*Y(I)**4
ZCALC=ZCALC+B(13)*X(I)**3*Y(I)+B(14)*X(I)**2*Y(I)**2+B(15)*X(I)*Y(
-I)**3+B(16)*X(I)**5+B(17)*X(I)**4*Y(I)+B(18)*X(I)**3*Y(I)**2+B(19)
-*X(I)**2*Y(I)**3+B(20)*X(I)*Y(I)**4+B(21)*Y(I)**5
DELTA=Z(I)-ZCALC
WRITE(3,103)I,X(I),Y(I),Z(I),ZCALC,DELTA
WRITE(33'(NGRA-1)*200+I)DELTA
S1=S1+DELTA**2
S2=S2+Z(I)**2
S3=S3+Z(I)
S4=S4+ZCALC**2
S5=S5+ZCALC
9 CONTINUE
SZXY=SQRT(S1/NOB)
SZ=SQRT((S2/NOB)-(S3/NOB)**2)
R=(1-(SZXY**2/SZ**2))*100.
STREN=S4+S3*(S3-S5*2.)/NOB
SDATA=S2-S3**2/NOB
WRITE(3,104)SZ,SZXY,R
WRITE(3,108)S2,S3,S4,S5,STREN,S1,SDATA,NOB
RETURN
104 FORMAT(///,2X,'DESVIACION TIPICA DE DATOS',5X,F13.6,/,2X,'ERROR T
-IPICO DE LA ESTIMA ',1X,F13.6,/,2X,'COEFICIENTE DE DETERMINACI
-ON X 100=',1X,F8.3)
108 FORMAT(//,56X,'S U M A S',/,56X,'*****',/,7X,'Z OBS**2',9X,
-'Z OBS.',9X,'Z (ALC**2',9X,'Z CALC.',7X,'S.TREND',5X,'(Z OBS-ZCALC)
-**2',6X,'S.DATA',5X,'NOB',/,1X,7(2X,F14.4),2X,I3)
103 FORMAT(3X,I3,1X,5(1X,F13.5))
99 FORMAT(1H1,2X,40A2)
100 FORMAT(1H0,26X,'S U P E R F I C I E D E O R D E N',3X,I1,////,
-15X,'** C O E F I C I E N T E S **'//1H*)
101 FORMAT(16X,E17.10,3X,'X ',I1,' Y ',I1)
102 FORMAT(///,T5,'NOB',9X,'X',13X,'Y',11X,'Z.OBS.',8X,'Z. ALC.',6X,
-'DELTA Z',/)
END

```

// FOR

*LIST SOURCE PROGRAM

*EXTENDED PRECISION

*ONE WORD INTEGERS

```

SUBROUTINE SUPT3 (NOB)
COMMON B(21),X(200),Y(200),Z(200),KK(21,2),KMKM,KOP,ICASO(40),
-IHOR(400),IVERT(400),IDIAG(400),KONT1,KONT2,KONT3
DM=0.
DO 1 I=1,NOB
D=9.0 E 10
DO 3 J=1,NOB
IF(J-I)4,3,4
4 D2=(X(J)-X(I))**2+(Y(J)-Y(I))**2
IF(D2-D)5,3,3
5 D=D2
3 CONTINUE
DM=DM+SQRT(D)
1 CONTINUE
DM=DM/NOB
APRO2=(DM*0.4)**2
KONT1=0
KONT2=0
KONT3=0
DO 6 I=1,NOB
XX=X(I)+DM
YY=Y(I)+DM

```

```

DO 6 K=1,NOB
D2 = (XX-X(K))**2+(Y(I)-Y(K))**2
IF(D2-APRO2)8,8,9
8 KONT1=KONT1+1
IHOR(2*KONT1-1)= I
IHOR(2*KONT1)=K
9 D2 = (X(I)-X(K))**2+(YY-Y(K))**2
IF(D2-APRO2)11,11,10
11 KONT2=KONT2+1
IVERT(2*KONT2-1)=I
IVERT(2*KONT2)=K
10 D2 = (XX-X(K))**2+(YY-Y(K))**2
IF(D2-APRO2)14,14,6
14 KONT3=KONT3+1
IDIAG(2*KONT3-1)=I
IDIAG(2*KONT3)=K
6 CONTINUE
RETURN
END

```

```

// FOR
*LIST SOURCE PROGRAM
*EXTENDED PRECISION
*ONE WORD INTEGERS
SUBROUTINE SUPT4 (MFLAG)
DIMENSION S(5)
COMMON B(21),X(200),Y(200),Z(200),KK(21,2),KMKM,KOP,ICASO(40),
-IHOR(400),IVERT(400),IDIAG(400),KONT(3)
WRITE(3,101)
IF(MFLAG)12,13,12
13 WRITE(3,106)
12 DO 1 K=1,3
DO 2 M=1,5
2 S(M)= 0.
KON = KONT(K)
GO TO (11,21,31),K
11 WRITE(3,102)
GO TO 8
21 WRITE(3,103)
GO TO 8
31 WRITE(3,104)
8 IF(KON-3)5,5,6
6 DO 3 M=1,KON
GO TO (10,20,30),K
10 I=IHOR(2*M-1)
J=IHOR(2*M)
GO TO 40
20 I=IVERT(2*M-1)
J=IVERT(2*M)
GO TO 40
30 I=IDIAG(2*M-1)
J=IDIAG(2*M)
40 S(1)=S(1)+Z(I)
S(2)=S(2)+Z(J)
S(3)=S(3)+Z(I)*Z(I)
S(4)=S(4)+Z(J)*Z(J)
S(5)=S(5)+Z(I)*Z(J)
3 CONTINUE
R=(KON*S(5)-S(1)*S(2))/SQRT((KON*S(3)-S(1)**2)*(KON*S(4)-S(2)**2))
TSTUD = R*SQRT((KON-2)/(1-R**2))
GO TO 7
5 WRITE(3,100)
GO TO 1
7 WRITE(3,105)R,TSTUD,KON
1 CONTINUE

```

```

        RETURN
106  FORMAT(1H0,15X,'* * D A T O S * *')
105  FORMAT(1H ,8X,'R =',2X,F9.4,/,9X,'T =',2X,F9.4,/,9X,'NRO.PARES=',
-2X,I3)
104  FORMAT(1H0,8X,'* TRANSP.DIAGONAL *')
103  FORMAT(1H0,8X,'* TRANSP.VERTICAL *')
102  FORMAT(1H0,8X,'* TRANSP.HORIZONTAL *')
101  FORMAT(1H0,5X,'* * A U T O C O R R E L A C I O N * *')
100  FORMAT(1H0,8X,'NRO.DE PARES MENOR QUE 4')
      FND

```

```

// FOR
*LIST SOURCE PROGRAM
*EXTENDED PRECISION
*ONE WORD INTEGERS
      SUBROUTINE SUPT5 (KUCO,N,NOB)
      COMMON B(21),X(200),Y(200),Z(200),KK(21,2),KMKM,KOP,ICASO(40),
-A(441)
      GO TO (31,5,6),KUCO
31   DO 20 I=1,21
20   B(I)=0.
      DO 30 I=1,N
      J=21*(I-1)+1
      L=N*(I-1)+1
      M=L+N-1
30   READ(34'J) (A(K),K=L,M)
      READ(34'442) (B(I),I=1,N)
      GO TO 7
5    READ(33'(N-1)*200+1) (Z(I),I=1,NOB)
      GO TO 7
6    WRITE(34'1) (A(I),I=1,441)
      WRITE(34'442) (B(I),I=1,21)
7    RETURN
      END

```

```

// FOR
*LIST SOURCE PROGRAM
*EXTENDED PRECISION
*ONE WORD INTEGERS
      SUBROUTINE PLOTZ (XMAX,YMAX,ZMIN,NGRA,EQUI)
      DIMENSION LIN(102),IP(41)
      COMMON B(21),X(200),Y(200),Z(200),KK(21,2),KMKM,KOP,ICASO(40),
-A(441)
      DATA IP/'-', '1', ' ', '2', ' ', '3', ' ', '4', ' ', '5', ' ', '6', ' ', '7', ' ',
- '8', ' ', '9', ' ', '0', ' ', 'A', ' ', 'B', ' ', 'C', ' ', 'D', ' ', 'E', ' ',
- 'V', ' ', 'G', ' ', 'H', ' ', 'I', ' ', 'J', '+'/
      WRITE(3,99)ICASO,NGRA
      STEPY = XMAX/ 61.
      STEPX = XMAX/ 101.
      M= YMAX/STEPY + 1.
      YY = STEPY * (-1.)
      DO 8 I=1,M
      YY = YY + STEPY
      XX = STEPX * (-1.)
      DO 9 J=1,102
      XX = XX + STEPX
      ZPLOT=B(1)+B(2)*XX+B(3)*YY+B(4)*XX**2+B(5)*YY**2+B(6)*XX*YY+B(7)*
-XX**3+B(8)*YY**3+B(9)*XX**2*YY+B(10)*XX*YY**2+B(11)*XX**4+B(12)*
-YY**4+B(13)*XX**3*YY+B(14)*XX**2*YY**2+B(15)*XX*YY**3

```

```

ZPLOT=ZPLOT+B(16)*XX**5+B(17)*XX**4*YY+B(18)*XX**3*YY**2+B(19)*
-XX**2*YY**3+B(20)*XX*YY**4+B(21)*YY**5
LLL = ((ZPLOT - ZMIN) / EQUI + 2.)
IF(LLL-1)1,1,2
2 IF(LLL-40)3,3,4
1 LLL = 1
GO TO 3
4 LLL = 41
3 LIN(J)=IP(LLL)
9 CONTINUE
8 WRITE(3,110)LIN
WRITE(3,112)
WRITE(3,115)ZMIN
DO 5 I=1,20
VAL1= EQUI*(I-1)*2 + ZMIN
VAL2= VAL1 + EQUI
J = 2 * I
5 WRITE(3,113)VAL1,IP(J),VAL2
WRITE(3,116)VAL2
RETURN
99 FORMAT(1H1,2X,40A2,/,4X,' SUPERFICIE DE ORDEN ',I1,/,3H )
110 FORMAT(9X,102A1)
112 FORMAT(1H0,3X,'**LIMITES DE ESCALONES**')
113 FORMAT(1H ,2X,F11.3,' * ',A1,' * ',F11.3)
115 FORMAT(1H ,5X,'(-) MENOR QUE ',F11.3)
116 FORMAT(1H ,5X,'(+) MAYOR QUE ',F11.3)
END

```


II. VERSIONES T.I. BASIC

a) PROGRAMA TREND

```
100 CALL CLEAR
110 PRINT TAB(10);"T R E N D"::::::::::::
120 OPTION BASE 1
130 DIM A(21,21),Z(21,21),KK(21,2),B(21),C(21),SUMX(11),SUMY(11)
140 DEF RED(H)=INT(H*100+.5)/100
150 FOR J=1 TO 2
160 FOR I=1 TO 21
170 READ KK(I,J)
180 NEXT I
190 NEXT J
200 DATA 0,1,0,2,0,1,3,0,2,1,4,0,3,2,1,5,4,3,2,1,0
210 DATA 0,0,1,0,2,1,0,3,1,2,0,4,1,2,3,0,1,2,3,4,5
220 INPUT "ENTRAR DATOS POR CONSOLA O POR CASSETTE? ":OTRO$
230 PRINT
240 IF OTRO$="CONSOLA" THEN 270
250 GOSUB 1810
260 GOTO 390
270 INPUT "NX,NY ? ":NX,NY
280 KX=2*NX+1
290 KY=2*NY+1
300 NOB=KX*KY
310 PRINT "::ENTRAR DATOS POR COLUMNAS"::-
320 K=0
330 FOR J=1 TO KX
340 FOR I=1 TO KY
350 K=K+1
360 INPUT STR$(K)&"* ":Z(I,J)
370 NEXT I
380 NEXT J
390 PRINT
400 INPUT "CORRECCIONES? ":OTRO$
410 IF OTRO$="NO" THEN 450
420 PRINT
430 INPUT "I,J,Z(I,J) ? ":I,J,Z(I,J)
440 GOTO 390
450 PRINT
460 INPUT "GRABAR DATOS EN CASSETTE? ":OTRO$
470 PRINT
480 IF OTRO$="NO" THEN 500
490 GOSUB 2130
500 PRINT
510 INPUT "ORDEN DE LA SUPERFICIE ? ":NGRA
520 NN=NGRA*2+1
530 N=(NGRA+1)*(NGRA+2)/2
540 KON=NGRA+N
550 GOSUB 2350
560 FOR K=1 TO NN
570 SUMX(K)=0
580 SUMY(K)=0
590 NEXT K
600 FOR K=3 TO NN STEP 2
610 FOR L=1 TO KX
620 SUMX(K)=SUMX(K)+(L-NX-1)^(K-1)
630 NEXT L
640 FOR L=1 TO KY
650 SUMY(K)=SUMY(K)+(NY+1-L)^(K-1)
660 NEXT L
670 GOSUB 2270
680 NEXT K
690 SUMX(1)=KX
700 SUMY(1)=KY
710 FOR J=1 TO N
720 FOR I=J TO N
730 K=KK(I,1)+KK(J,1)+1
740 L=KK(I,2)+KK(J,2)+1
750 A(I,J)=SUMX(K)*SUMY(L)
760 A(J,I)=A(I,J)
770 NEXT I
780 NEXT J
790 FOR LL=1 TO N
800 B(LL)=0
810 K=KK(LL,1)
820 L=KK(LL,2)
```

```

830 FOR I=1 TO KY
840 H=(NY+1-I)^L
850 FOR J=1 TO KX
860 G=(J-NX-1)^K
870 B(LL)=B(LL)+Z(I,J)*G*H
880 NEXT J
890 NEXT I
900 GOSUB 2270
910 NEXT LL
920 GOSUB 1440
930 CALL CLEAR
940 PRINT TAB(6); "***COEFICIENTES***":
950 FOR I=1 TO N
960 PRINT TAB(4);C(I);TAB(17);"X";KK(I,1);"Y";KK(I,2)
970 NEXT I
980 GOSUB 2380
990 PRINT " NOB ZCALC DESVIOS"
1000 FOR I=1 TO 5
1010 S(I)=0
1020 NEXT I
1030 L=0
1040 F=0
1050 FOR J=1 TO KX
1060 X=J-NX-1
1070 FOR I=1 TO KY
1080 Y=NY+1-I
1090 ZCALC=0
1100 FOR K=1 TO N
1110 ZCALC=ZCALC+C(K)*X^KK(K,1)*Y^KK(K,2)
1120 NEXT K
1130 A(I,J)=Z(I,J)-ZCALC
1140 F=F+1
1150 L=L+1
1160 S(1)=S(1)+A(I,J)*A(I,J)
1170 S(2)=S(2)+Z(I,J)*Z(I,J)
1180 S(3)=S(3)+Z(I,J)
1190 S(4)=S(4)+ZCALC*ZCALC
1200 S(5)=S(5)+ZCALC
1210 PRINT L;TAB(6);RED(ZCALC);TAB(16);RED(A(I,J))
1220 IF F<21 THEN 1250
1230 F=0
1240 GOSUB 2380
1250 NEXT I
1260 NEXT J
1270 GOSUB 2380
1280 SZXY=SQR(S(1)/NOB)
1290 SZ=SQR(S(2)/NOB-(S(3)/NOB)^2)
1300 R=(1-SZXY^2/SZ^2)*100
1310 STREN=S(4)+S(3)*(S(3)-S(5)*2)/NOB
1320 SDATA=S(2)-S(3)^2/NOB
1330 CALL CLEAR
1340 PRINT "RSSX=";R;:"DES.V.TIP.DATOS=";SZ;:"ERR.T.ESTIMA=";SZXY;:"**SUMAS**":
Z OBS^2=";S(2);"Z OBS=";S(3)
1350 PRINT "Z CALC^2=";S(4);"Z CALC=";S(5);:"VAR.EXP=";STREN;:"VAR.NO EXP=";S(1)
;:"VAR.TOTAL=";SDATA;:
1360 PRINT "NRO.OBS.= ";NOB;:
1370 INPUT "GRABAR RESULTADOS EN CASSETTE? ":OTRO$
1380 IF OTRO$="NO" THEN 1400
1390 GOSUB 1940
1400 PRINT
1410 INPUT "OTRO ORDEN? ":OTRO$
1420 IF OTRO$="SI" THEN 500
1430 STOP
1440 NM1=N-1
1450 FOR K=1 TO NM1
1460 KP1=K+1
1470 L=K
1480 FOR I=KP1 TO N
1490 IF (ABS(A(I,K))-ABS(A(L,K)))<=0 THEN 1510
1500 L=I
1510 NEXT I
1520 IF (L-K)<=0 THEN 1610
1530 FOR J=K TO N
1540 TEMP=A(K,J)
1550 A(K,J)=A(L,J)
1560 A(L,J)=TEMP
1570 NEXT J
1580 TEMP=B(K)
1590 B(K)=B(L)
1600 B(L)=TEMP
1610 FOR I=KP1 TO N
1620 FACTOR=A(I,K)/A(K,K)

```

```

1630 A(I,K)=0.0
1640 FOR J=KP1 TO N
1650 A(I,J)=A(I,J)-FACTOR*A(K,J)
1660 NEXT J
1670 B(I)=B(I)-FACTOR*B(K)
1680 NEXT I
1690 NEXT K
1700 C(N)=B(N)/A(N,N)
1710 I=NM1
1720 IP1=I+1
1730 SUM=0.0
1740 FOR J=IP1 TO N
1750 SUM=SUM+A(I,J)*C(J)
1760 NEXT J
1770 C(I)=(B(I)-SUM)/A(I,I)
1780 I=I-1
1790 IF (I)>0 THEN 1720
1800 RETURN
1810 OPEN #1:"CS1",INTERNAL,INPUT,FIXED 192
1820 A$=" "
1830 INPUT #1:CASO#
1840 INPUT #1:NX,NY,KX,KY,NOB
1850 PRINT ::"* CASO *",CASO#::
1860 FOR J=1 TO KX
1870 FOR I=1 TO KY
1880 INPUT #1:Z(I,J),
1890 NEXT I
1900 INPUT #1:A$
1910 NEXT J
1920 CLOSE #1
1930 RETURN
1940 OPEN #2:"CS2",INTERNAL,OUTPUT,FIXED 192
1950 PRINT
1960 INPUT "CASO ? ":CASO#
1970 PRINT #2:CASO#
1980 PRINT #2:R,SZ,SZXY,S(2),S(3),S(4),S(5),STREN,S(1),SDATA,NOB,NGRA,N,KX,KY
1990 L=N-1
2000 FOR K=1 TO L
2010 PRINT #2:C(K),
2020 NEXT K
2030 PRINT #2:C(N)
2040 A$=" "
2050 FOR J=1 TO KX
2060 FOR I=1 TO KY
2070 PRINT #2:A(I,J),
2080 NEXT I
2090 PRINT #2:A$
2100 NEXT J
2110 CLOSE #2
2120 RETURN
2130 OPEN #3:"CS2",INTERNAL,OUTPUT,FIXED 192
2140 A$=" "
2150 PRINT
2160 INPUT "CASO ? ":CASO#
2170 PRINT #3:CASO#
2180 PRINT #3:NX,NY,KX,KY,NOB
2190 FOR J=1 TO KX
2200 FOR I=1 TO KY
2210 PRINT #3:Z(I,J),
2220 NEXT I
2230 PRINT #3:A$
2240 NEXT J
2250 CLOSE #3
2260 RETURN
2270 KON=KON-1
2280 KON1=INT(KON/100)
2290 KON2=INT(KON/10-KON1*10)
2300 KON3=KON-KON1*100-KON2*10
2310 CALL HCHAR(14,15,48+KON1,1)
2320 CALL HCHAR(14,16,48+KON2,1)
2330 CALL HCHAR(14,17,48+KON3,1)
2340 RETURN
2350 CALL CLEAR
2360 PRINT :::::TAB(5);"C A L C U L A N D O":::::::::::
2370 RETURN
2380 PRINT
2390 INPUT "pausa":OTRO#
2400 PRINT
2410 RETURN

```

```

100 OPTION BASE 1
110 CALL CLEAR
120 PRINT " RECUPERACION RESULTADOS":TAB(14);"Y": " AUTOCORRELACION TREND":
: : : :
130 DIM A(21,21),Z(21,21),KK(21,2),C(21)
140 DEF RED(U)=INT(U*CH0+.5)/CH0
150 CH0=100
160 FOR J=1 TO 2
170 FOR I=1 TO 21
180 READ KK(I,J)
190 NEXT I
200 NEXT J
210 DATA 0,1,0,2,0,1,3,0,2,1,4,0,3,2,1,5,4,3,2,1,0
220 DATA 0,0,1,0,2,1,0,3,1,2,0,4,1,2,3,0,1,2,3,4,5
230 GOSUB 1820
240 CALL CLEAR
250 GOSUB 1800
260 PRINT TAB(9);"* OPCIONES *": "* 1 * ENTRAR DATOS": "* 2 * LISTAR DATOS": "*
3 * AUTOCORRELACION DATOS":
270 PRINT "* 4 * ENTRAR SUPERFICIE": "* 5 * LISTAR SUPERFICIE": "* 6 * AUTOCORR.
RESIDUOS":
280 PRINT "* 7 * GRAFICAR SUPERFICIE": "* 8 * FINALIZAR":
290 GOSUB 1800
300 INPUT "*OPCION ELEGIDA? ":H
310 CALL CLEAR
320 ON H GOSUB 350,480,1120,680,840,1210,1860,340
330 GOTO 240
340 STOP
350 OPEN #1:"CS1",INTERNAL,INPUT ,FIXED 192
360 A$=" "
370 INPUT #1:CASO$
380 INPUT #1:NX,NY,KX,KY,NOB
390 PRINT ::"* CASO: ":CASO$:
400 FOR J=1 TO KX
410 FOR I=1 TO KY
420 INPUT #1:Z(I,J),
430 NEXT I
440 INPUT #1:A$
450 NEXT J
460 CLOSE #1
470 RETURN
480 PRINT ::"* CASO: ":CASO$:
490 PRINT "KX=";KX;"KY=";KY;"NOB=";NOB
500 GOSUB 1820
510 PRINT ::" NOB** X ** Y ** ** Z **"
520 L=0
530 M=0
540 FOR J=1 TO KX
550 X=J-NX-1
560 FOR I=1 TO KY
570 L=L+1
580 M=M+1
590 Y=NY+1-I
600 PRINT M:TAB(7);X:TAB(12);Y:TAB(20);Z(I,J)
610 IF L<21 THEN 640
620 L=0
630 GOSUB 1820
640 NEXT I
650 NEXT J
660 GOSUB 1820
670 RETURN
680 OPEN #2:"CS1",INTERNAL,INPUT ,FIXED 192
690 INPUT #2:CASO$
700 INPUT #2:R,SZ,SZXY,S(2),S(3),S(4),S(5),STREN,S(1),SDATA,NOB,NGRA,N,KX,KY
710 L=N-1
720 FOR K=1 TO L
730 INPUT #2:C(K),
740 NEXT K
750 INPUT #2:C(N)
760 FOR J=1 TO KX
770 FOR I=1 TO KY
780 INPUT #2:A(I,J),
790 NEXT I
800 INPUT #2:A$
810 NEXT J
820 CLOSE #2
830 RETURN
840 PRINT ::CASO$:
850 PRINT "KX=";KX;"KY=";KY;"NOB=";NOB:
860 GOSUB 1820

```

```

870 PRINT TAB(4);" ** COEFICIENTES ** ";;
880 FOR I=1 TO N
890 PRINT TAB(4);C(I);TAB(17);"X";KK(I,1);"Y";KK(I,2)
900 NEXT I
910 GOSUB 1820
920 PRINT "RSSX=";R;"DESV. T. DATOS=";SZ;"ERR. T. ESTIMA=";SZXY;" ** SUMAS **"::"
Zobs^2=";S(2);"Zobs=";S(3);
930 PRINT "Zcalc^2=";S(4);"Zcalc=";S(5);"VAR. EXPL=";STREN;"VAR. NO EXPL=";S(1);
:"VAR. TOTAL=";SDATA;
940 INPUT "LISTAR RESIDUOS ? ":A#
950 IF A#="NO" THEN 1110
960 PRINT
970 PRINT " NOB  ZCALC      DESVIOS":
980 L=0
990 M=0
1000 FOR J=1 TO KX
1010 FOR I=1 TO KY
1020 L=L+1
1030 M=M+1
1040 PRINT M;TAB(6);RED(Z(I,J)-A(I,J));TAB(16);RED(A(I,J))
1050 IF LC21 THEN 1080
1060 L=0
1070 GOSUB 1820
1080 NEXT I
1090 NEXT J
1100 GOSUB 1820
1110 RETURN
1120 FOR J=1 TO KX
1130 FOR I=1 TO KY
1140 A(I,J)=Z(I,J)
1150 NEXT I
1160 NEXT J
1170 PRINT "::CASO#::
1180 PRINT "*AUTOCORRELACION DATOS*"
1190 GOSUB 1230
1200 RETURN
1210 PRINT "::CASO#::
1220 PRINT "* AUTOCORRELACION *": "RESIDUOS DE ORDEN";NGRA
1230 KXM1=KX-1
1240 KYM1=KY-1
1250 GOSUB 1760
1260 FOR I=1 TO KY
1270 FOR J=1 TO KXM1
1280 W=A(I,J+1)
1290 GOSUB 1570
1300 NEXT J
1310 NEXT I
1320 PRINT : "*TRANSP. HORIZONTAL*"
1330 KON=KY*KXM1
1340 GOSUB 1630
1350 GOSUB 1760
1360 FOR J=1 TO KX
1370 FOR I=1 TO KYM1
1380 W=A(I+1,J)
1390 GOSUB 1570
1400 NEXT I
1410 NEXT J
1420 PRINT : "*TRANSP. VERTICAL*"
1430 KON=KX*KYM1
1440 GOSUB 1630
1450 GOSUB 1760
1460 FOR I=1 TO KYM1
1470 FOR J=1 TO KXM1
1480 W=A(I+1,J+1)
1490 GOSUB 1570
1500 NEXT J
1510 NEXT I
1520 PRINT : "*TRANSP. DIAGONAL*"
1530 KON=KYM1*KXM1
1540 GOSUB 1630
1550 GOSUB 1820
1560 RETURN
1570 S(1)=S(1)+A(I,J)
1580 S(2)=S(2)+W
1590 S(3)=S(3)+A(I,J)^2
1600 S(4)=S(4)+W^2
1610 S(5)=S(5)+A(I,J)*W
1620 RETURN
1630 DEN=SQR((KON*S(3)-S(1)^2)*(KON*S(4)-S(2)^2))
1640 IF DEN<>0 THEN 1670
1650 PRINT : "***SUMAS = CERO**":
1660 GOTO 1750

```

```

1670 R=(KON*S(5)-S(1)*S(2))/DEN
1680 IF ABS(R)>1 THEN 1710
1690 T=9E99
1700 GOTO 1730
1710 T=R*SQR((KON-2)/(1-R^2))
1720 CHO=1000
1730 PRINT "R =";RED(R);"T =";RED(T);"NRO.PARES =";KON
1740 CHO=100
1750 RETURN
1760 FOR I=1 TO 5
1770 S(I)=0
1780 NEXT I
1790 RETURN
1800 PRINT "*****":
1810 RETURN
1820 PRINT
1830 INPUT "Pausa":B$
1840 PRINT
1850 RETURN
1860 PASO=NX/15
1870 PX=-NX
1880 PY=-NY
1890 INPUT "Zmin ? ":ZMIN
1900 PRINT
1910 INPUT "Zmax ? ":ZMAX
1920 PRINT
1930 INPUT "EQUIDISTANCIA ? ":EQUI
1940 CALL CLEAR
1950 M=0
1960 FOR J=PY TO NY STEP PASO
1970 M=M+1
1980 H=1
1990 FOR I=PX TO NX STEP PASO
2000 H=H+1
2010 E=0
2020 FOR W=1 TO N
2030 E=E+C(W)*I^KK(W,1)*(-J)^KK(W,2)
2040 NEXT W
2050 T=INT((E-ZMIN)/EQUI+65)
2060 CALL HCHAR(M,H,T,1)
2070 NEXT I
2080 IF M<23 THEN 2120
2090 M=0
2100 INPUT " ":A$
2110 CALL CLEAR
2120 NEXT J
2130 INPUT " ":A$
2140 FOR I=ZMIN TO ZMAX STEP EQUI
2150 PRINT I;"<";CHR$( (I-ZMIN)/EQUI+65 );"<";I+EQUI
2160 NEXT I
2170 GOSUB 1820
2180 RETURN

```

b) PROGRAMA SUPTE

```

100 CALL CLEAR
110 PRINT TAB(10);"S U P T E":
120 OPTION BASE 1
130 DIM X(200),Y(200),Z(200),A(21,21),KK(21,2),B(21),C(21)
140 DEF RED(H)=INT(H*100+.5)/100
150 FOR J=1 TO 2
160 FOR I=1 TO 21
170 READ KK(I,J)
180 NEXT I
190 NEXT J
200 DATA 0,1,0,2,0,1,3,0,2,1,4,0,3,2,1,5,4,3,2,1,0
210 DATA 0,0,1,0,2,1,0,3,1,2,0,4,1,2,3,0,1,2,3,4,5
220 INPUT "ENTRAR DATOS POR CONSOLA 0 POR CASSETTE? ":OTRO$
225 PRINT
230 IF OTRO$="CONSOLA" THEN 260
240 GOSUB 1520
250 GOTO 400
260 INPUT "NRO DE OBSERVACIONES? ":NOB
270 PRINT ::" TERNAS X Y Z ?":

```

```

280 FOR I=1 TO NOB
290 INPUT STR$(I)&"* ":X(I),Y(I),Z(I)
300 NEXT I
310 PRINT
320 INPUT "CORRECCIONES? ":OTRO$
330 PRINT
340 IF OTRO$="NO" THEN 370
350 INPUT "I,X(I),Y(I),Z(I)? ":I,X(I),Y(I),Z(I)
360 GOTO 310
370 INPUT "GRABAR DATOS EN CASSETTE? ":OTRO$
380 IF OTRO$="NO" THEN 400
390 GOSUB 1930
400 PRINT
410 INPUT "ORDEN DE LA SUPERFICIE? ":NGRA
420 N=(NGRA+1)*(NGRA+2)/2
430 KON=N*(N+1)/2+N
440 GOSUB 2230
450 FOR J=1 TO N
460 FOR I=J TO N
470 GOSUB 2150
480 A(I,J)=0
490 K=KK(I,1)+KK(J,1)
500 L=KK(I,2)+KK(J,2)
510 FOR M=1 TO NOB
520 A(I,J)=A(I,J)+X(M)^K*Y(M)^L
530 NEXT M
540 A(J,I)=A(I,J)
550 NEXT I
560 NEXT J
570 FOR J=1 TO N
580 GOSUB 2150
590 K=KK(J,1)
600 L=KK(J,2)
610 B(J)=0
620 FOR I=1 TO NOB
630 B(J)=B(J)+Z(I)*X(I)^K*Y(I)^L
640 NEXT I
650 NEXT J
660 GOSUB 1150
670 CALL CLEAR
680 PRINT TAB(6); "***COEFICIENTES***":
690 FOR I=1 TO N
700 PRINT TAB(4);C(I);TAB(17);"X";KK(I,1);"Y";KK(I,2)
710 NEXT I
720 PRINT
730 GOSUB 2260
740 PRINT ::" NOB ZCALC DESVIOS":
750 FOR I=1 TO 5
760 S(I)=0
770 NEXT I
780 L=0
790 F=1
800 FOR I=1 TO NOB
810 ZCALC=0
820 FOR J=1 TO N
830 ZCALC=ZCALC+C(J)*X(I)^KK(J,1)*Y(I)^KK(J,2)
840 NEXT J
850 L=L+1
860 A(F,L)=Z(I)-ZCALC
870 S(1)=S(1)+A(F,L)*A(F,L)
880 S(2)=S(2)+Z(I)*Z(I)
890 S(3)=S(3)+Z(I)
900 S(4)=S(4)+ZCALC*ZCALC
910 S(5)=S(5)+ZCALC
920 PRINT I;TAB(6);RED(ZCALC);TAB(16);RED(A(F,L))
930 IF L<21 THEN 970
940 L=0
950 F=F+1
960 GOSUB 2260
970 NEXT I
980 GOSUB 2260
990 SZXY=SQR(S(1)/NOB)
1000 SZ=SQR(S(2)/NOB-(S(3)/NOB)^2)
1010 R=(1-SZXY^2/SZ^2)*100
1020 STREN=S(4)+S(3)*(S(3)-S(5)*2)/NOB
1030 SDATA=S(2)-S(3)^2/NOB
1040 CALL CLEAR
1050 PRINT "RSS%=";R::"DESV. TIP. DATOS=";SZ::"ERR. T. ESTIMA=";SZXY::"***SUMAS***":
Zobs^2=";S(2)::"Zobs=";S(3)
1070 PRINT "Zcalc^2=";S(4)::"Zcalc=";S(5)::"VAR. EXP=";STREN::"VAR. NO EXP=";S(1)::
"VAR. TOTAL=";SDATA::"NOB=";NOB:
1080 INPUT "GRABAR RESULTADOS EN CASSETTE? ":OTRO$

```

```

1090 IF OTRO$="NO" THEN 1110
1100 GOSUB 1740
1110 PRINT
1120 INPUT "OTRO ORDEN? ":OTRO$
1130 IF OTRO$="SI" THEN 400
1140 STOP
1150 NM1=N-1
1160 FOR K=1 TO NM1
1170 KP1=K+1
1180 L=K
1190 FOR I=KP1 TO N
1200 IF (ABS(A(I,K))-ABS(A(L,K)))<=0 THEN 1220
1210 L=I
1220 NEXT I
1230 IF (L-K)<=0 THEN 1320
1240 FOR J=K TO N
1250 TEMP=A(K,J)
1260 A(K,J)=A(L,J)
1270 A(L,J)=TEMP
1280 NEXT J
1290 TEMP=B(K)
1300 B(K)=B(L)
1310 B(L)=TEMP
1320 FOR I=KP1 TO N
1330 FACTOR=A(I,K)/A(K,K)
1340 A(I,K)=0.0
1350 FOR J=KP1 TO N
1360 A(I,J)=A(I,J)-FACTOR*A(K,J)
1370 NEXT J
1380 B(I)=B(I)-FACTOR*B(K)
1390 NEXT I
1400 NEXT K
1410 C(N)=B(N)/A(N,N)
1420 I=NM1
1430 IP1=I+1
1440 SUM=0.0
1450 FOR J=IP1 TO N
1460 SUM=SUM+A(I,J)*C(J)
1470 NEXT J
1480 C(I)=(B(I)-SUM)/A(I,I)
1490 I=I-1
1500 IF (I)>0 THEN 1430
1510 RETURN
1520 OPEN #1:"CS1",INTERNAL,INPUT ,FIXED 192
1530 INPUT #1:CASO$,NOB
1540 PRINT ::"* CASO: ",CASO$
1550 M=INT(NOB/20+.96)
1560 OTRO$=" "
1570 FOR J=1 TO 3
1580 I=0
1590 FOR K=1 TO M
1600 FOR H=1 TO 20
1610 ON J GOTO 1620,1640,1660
1620 INPUT #1:X(I+H),
1630 GOTO 1670
1640 INPUT #1:Y(I+H),
1650 GOTO 1670
1660 INPUT #1:Z(I+H),
1670 NEXT H
1680 INPUT #1:OTRO$
1690 I=I+20
1700 NEXT K
1710 NEXT J
1720 CLOSE #1
1730 RETURN
1740 OPEN #2:"CS2",INTERNAL,OUTPUT,FIXED 192
1750 PRINT
1760 INPUT "CASO? ":CASO$
1770 PRINT #2:CASO$
1780 PRINT #2:R,SZ,SZXY,S(2),S(3),S(4),S(5),STREN,S(1),SDATA,NOB,NGRA,N
1790 M=INT(NOB/21+.96)
1800 L=N-1
1810 FOR K=1 TO L
1820 PRINT #2:C(K),
1830 NEXT K
1840 PRINT #2:C(N)
1850 FOR K=1 TO M
1860 FOR H=1 TO 20
1870 PRINT #2:A(K,H),
1880 NEXT H
1890 PRINT #2:A(K,21)

```



```

1900 NEXT K
1910 CLOSE #2
1920 RETURN
1930 OPEN #3:"CS2",INTERNAL,OUTPUT,FIXED 192
1940 PRINT
1950 INPUT "CASO? ":CASO$
1960 PRINT #3:CASO$,NOB
1970 M=INT(NOB/20+.96)
1980 FOR J=1 TO 3
1990 I=0
2000 FOR K=1 TO M
2010 FOR H=1 TO 20
2020 ON J GOTO 2030,2050,2070
2030 PRINT #3:X(I+H),
2040 GOTO 2080
2050 PRINT #3:Y(I+H),
2060 GOTO 2080
2070 PRINT #3:Z(I+H),
2080 NEXT H
2090 PRINT #3:OTRO$
2100 I=I+20
2110 NEXT K
2120 NEXT J
2130 CLOSE #3
2140 RETURN
2150 KON=KON-1
2160 KON1=INT(KON/100)
2170 KON2=INT(KON/10-KON1*10)
2180 KON3=KON-KON1*100-KON2*10
2190 CALL HCHAR(14,15,48+KON1,1)
2200 CALL HCHAR(14,16,48+KON2,1)
2210 CALL HCHAR(14,17,48+KON3,1)
2220 RETURN
2230 CALL CLEAR
2240 PRINT ::::TAB(5);"C A L C U L A N D O"::::::::::
2250 RETURN
2260 PRINT
2270 INPUT "pausa":OTRO$
2280 PRINT
2290 RETURN

```

```

100 OPTION BASE 1
110 DIM X(200),Y(200),Z(200),A(10,21),C(21),KK(21,2)
120 GOSUB 290
130 GOSUB 1040
140 PRINT "LECTURA DE DATOS Y RESULTADO"::::"DE SUPERFICIES DE TENDENCIA":::
150 GOSUB 1040
160 PRINT :::
170 GOSUB 1170
180 CALL CLEAR
190 GOSUB 1040
200 PRINT TAB(7);"*** OPCIONES ***"::::"* 1 * ENTRAR DATOS"::::"* 2 * LISTAR DATOS"
::::"* 3 * ENTRAR SUPTE":::
210 PRINT "* 4 * LISTAR SUPTE"::::"* 5 * GRAFICAR SUPTE"::::"* 6 * FINALIZAR":::
220 GOSUB 1040
230 INPUT "OPCION ELEGIDA ? ":H
240 CALL CLEAR
250 ON H GOSUB 450,930,750,1060,1340,280
260 CALL CLEAR
270 GOTO 190
280 STOP
290 DEF RED(H)=INT(H*100+.5)/100
300 CALL CLEAR
310 FOR J=1 TO 2
320 FOR I=1 TO 21
330 READ KK(I,J)
340 NEXT I
350 NEXT J
360 DATA 0,1,0,2,0,1,3,0,2,1,4,0,3,2,1,5,4,3,2,1,0
370 DATA 0,0,1,0,2,1,0,3,1,2,0,4,1,2,3,0,1,2,3,4,5
380 RETURN
390 GOSUB 1040
400 PRINT "RSS%=";R;"DESV.T.DATOS=";SZ;"ERR.T.ESTIMA=";SZXY;"** SUMAS **"::"Z
obs^2=";S(2);"Zobs=";S(3):
410 PRINT "Zcalc^2=";S(4);"Zcalc=";S(5);"VAR.EXPL=";STREN;"VAR.NO EXPL=";S(1):
:"VAR.TOTAL=";SDATA:
420 PRINT "NRO.DE OBS.=";NOB
430 GOSUB 1170
440 RETURN

```

```

450 OPEN #1:"CS1",INTERNAL,INPUT ,FIXED 192
460 INPUT #1:CASO$,NOB
470 PRINT ::"CASO:";CASO$
480 M=INT(NOB/20+.96)
490 E=0
500 FOR K=1 TO M
510 FOR H=1 TO 19
520 INPUT #1:X(E+H),
530 NEXT H
540 INPUT #1:X(E+20)
550 E=E+20
560 NEXT K
570 E=0
580 FOR K=1 TO M
590 FOR H=1 TO 19
600 INPUT #1:Y(E+H),
610 NEXT H
620 INPUT #1:Y(E+20)
630 E=E+20
640 NEXT K
650 E=0
660 FOR K=1 TO M
670 FOR H=1 TO 19
680 INPUT #1:Z(E+H),
690 NEXT H
700 INPUT #1:Z(E+20)
710 E=E+20
720 NEXT K
730 CLOSE #1
740 RETURN
750 OPEN #2:"CS1",INTERNAL,INPUT ,FIXED 192
760 INPUT #2:CASO$
770 PRINT ::"CASO: ";CASO$::
780 INPUT #2:R,SZ,SZXY,S(2),S(3),S(4),S(5),STREN,S(1),SDATA,NOB,NGRA,N
790 M=INT(NOB/21+.96)
800 L=N-1
810 FOR K=1 TO L
820 INPUT #2:C(K),
830 NEXT K
840 INPUT #2:C(N)
850 FOR K=1 TO M
860 FOR H=1 TO 20
870 INPUT #2:A(K,H),
880 NEXT H
890 INPUT #2:A(K,21)
900 NEXT K
910 CLOSE #2
920 RETURN
930 L=0
940 PRINT " NOB *(X)** *(Y)** *(Z)**"::
950 FOR I=1 TO NOB
960 L=L+1
970 PRINT I;TAB(6);X(I);TAB(14);Y(I);TAB(22);Z(I)
980 IF L<20 THEN 1010
990 L=0
1000 GOSUB 1170
1010 NEXT I
1020 GOSUB 1170
1030 RETURN
1040 PRINT "*****":::
1050 RETURN
1060 PRINT CASO$
1070 PRINT ::TAB(6);"**COEFICIENTES**"::
1080 FOR I=1 TO N
1090 PRINT TAB(4);C(I);TAB(17);"X";KK(I,1);"Y";KK(I,2)
1100 NEXT I
1110 GOSUB 1170
1120 GOSUB 390
1130 INPUT "LISTAR RESIDUOS ? ":A$
1140 IF A$="NO" THEN 1160
1150 GOSUB 1210
1160 RETURN
1170 PRINT
1180 INPUT "pausa":A$
1190 PRINT
1200 RETURN
1210 PRINT :::" NOB ZCALC DESVIOS"::
1220 L=0
1230 F=1
1240 FOR I=1 TO NOB
1250 L=L+1
1260 PRINT I;TAB(6);RED(Z(I)-A(F,L));TAB(16);RED(A(F,L))

```

```

1270 IF L<21 THEN 1310
1280 L=L+1
1290 F=F+1
1300 GOSUB 1170
1310 NEXT I
1320 GOSUB 1170
1330 RETURN
1340 INPUT "* Xmax ? ":XMAX
1350 PRINT
1360 INPUT "* Ymax ? ":YMAX
1370 STEPX=XMAX/30
1380 STEPY=STEPX
1390 LX=XMAX-STEPX/2
1400 LY=YMAX-STEPY/2
1410 PX=STEPX/2
1420 PY=STEPY/2
1430 PRINT
1440 INPUT "* Zmin ? ":ZMIN
1450 PRINT
1460 INPUT "* Zmax ? ":ZMAX
1470 PRINT
1480 INPUT "* EQUIDISTANCIA ? ":EQUI
1490 CALL CLEAR
1500 M=0
1510 FOR J=PY TO LY STEP STEPY
1520 M=M+1
1530 H=1
1540 FOR I=PX TO LX STEP STEPX
1550 H=H+1
1560 E=0
1570 FOR SS=1 TO N
1580 E=E+C(SS)*I^KK(SS,1)*J^KK(SS,2)
1590 NEXT SS
1600 T=INT((E-ZMIN)/EQUI+65)
1610 CALL HCHAR(M,H,T,1)
1620 NEXT I
1630 IF M<23 THEN 1670
1640 M=0
1650 INPUT " ":A$
1660 CALL CLEAR
1670 NEXT J
1680 INPUT " ":A$
1690 FOR I=ZMIN TO ZMAX STEP EQUI
1700 PRINT I;"<";CHR$((I-ZMIN)/EQUI+65);"<";I+EQUI
1710 NEXT I
1720 GOSUB 1170
1730 RETURN

```

```

100 CALL CLEAR
110 PRINT TAB(4);"AUTOCORRELACION SUPTE"::::::::::::
120 OPTION BASE 1
130 DIM X(200),Y(200),Z(200),H$(200),V$(200),D$(200)
140 PRINT "* ENTRAR DATOS POR CS1"
150 GOSUB 970
160 DM=0
170 KON=NOB*2
180 GOSUB 1720
190 FOR I=1 TO NOB
200 GOSUB 1640
210 D=9E99
220 FOR J=1 TO NOB
230 IF J-I=0 THEN 270
240 D2=(X(J)-X(I))^2+(Y(J)-Y(I))^2
250 IF D2-D<=0 THEN 270
260 D=D2
270 NEXT J
280 DM=DM+SQR(D)
290 NEXT I
300 DM=DM/NOB
310 APRO2=(DM*.4)^2
320 KONT1=0
330 KONT2=0
340 KONT3=0
350 FOR I=1 TO NOB
360 I$=STR$(I)
370 ON LEN(I$)GOTO 380,400,410
380 I$="00"&I$
390 GOTO 410
400 I$="0"&I$

```

```

410 GOSUB 1640
420 XXX=X(I)+DM
430 YYY=Y(I)+DM
440 FOR K=1 TO NOB
450 K$=STR$(K)
460 ON LEN(K$)GOTO 470,490,500
470 K$="00"&K$
480 GOTO 500
490 K$="0"&K$
500 D2=(XXX-X(K))^2+(Y(I)-Y(K))^2
510 IF D2-APRO2>0 THEN 540
520 KONT1=KONT1+1
530 H$(KONT1)=I$&K$
540 D2=(X(I)-X(K))^2+(YYY-Y(K))^2
550 IF D2-APRO2>0 THEN 580
560 KONT2=KONT2+1
570 V$(KONT2)=I$&K$
580 D2=(XXX-X(K))^2+(YYY-Y(K))^2
590 IF D2-APRO2>0 THEN 620
600 KONT3=KONT3+1
610 D$(KONT3)=I$&K$
620 NEXT K
630 NEXT I
640 CALL CLEAR
650 PRINT "*AUTOCORRELACION EN DATOS*":
660 KONT=KONT1
670 FOR I=1 TO KONT1
680 X(I)=VAL(SEG$(H$(I),1,3))
690 Y(I)=VAL(SEG$(H$(I),4,3))
700 NEXT I
710 GOSUB 1270
720 PRINT "TRANSP.HORIZONTAL":R="";R:"T de STUDENT=";TSTUD:"NRO.DE PARES=";KONT
:
730 KONT=KONT2
740 FOR I=1 TO KONT2
750 X(I)=VAL(SEG$(V$(I),1,3))
760 Y(I)=VAL(SEG$(V$(I),4,3))
770 NEXT I
780 GOSUB 1270
790 PRINT "TRANSP.VERTICAL":R="";R:"T de STUDENT=";TSTUD:"NRO.DE PARES=";KONT:
800 KONT=KONT3
810 FOR I=1 TO KONT3
820 X(I)=VAL(SEG$(D$(I),1,3))
830 Y(I)=VAL(SEG$(D$(I),4,3))
840 NEXT I
850 GOSUB 1270
860 PRINT "TRANSP.DIAGONAL":R="";R:"T de STUDENT=";TSTUD:"NRO.DE PARES=";KONT:
870 INPUT "OTROS RESIDUOS? ":O$
880 IF O$="NO" THEN 960
890 CALL CLEAR
900 PRINT "ENTRAR SUPTE POR CS1"
910 GOTO 940
920 PRINT "AUTOCORRELACION DESVIOS DE ORDEN";NGRA;CASO$:
930 GOTO 660
940 GOSUB 1470
950 GOTO 920
960 STOP
970 OPEN #1:"CS1",INTERNAL,INPUT ,FIXED 192
980 INPUT #1:CASO$,NOB
990 PRINT ::"CASO: ";CASO$:
1000 M=INT(NOB/20+.96)
1010 E=0
1020 FOR K=1 TO M
1030 FOR H=1 TO 19
1040 INPUT #1:X(E+H),
1050 NEXT H
1060 INPUT #1:X(E+20)
1070 E=E+20
1080 NEXT K
1090 E=0
1100 FOR K=1 TO M
1110 FOR H=1 TO 19
1120 INPUT #1:Y(E+H),
1130 NEXT H
1140 INPUT #1:Y(E+20)
1150 E=E+20
1160 NEXT K
1170 E=0
1180 FOR K=1 TO M
1190 FOR H=1 TO 19
1200 INPUT #1:Z(E+H),

```

```

1210 NEXT H
1220 INPUT #1:Z(E+20)
1230 E=E+20
1240 NEXT K
1250 CLOSE #1
1260 RETURN
1270 FOR I=1 TO 5
1280 S(I)=0
1290 NEXT I
1300 FOR K=1 TO KONT
1310 I=X(K)
1320 J=Y(K)
1330 S(1)=S(1)+Z(I)
1340 S(2)=S(2)+Z(J)
1350 S(3)=S(3)+Z(I)*Z(I)
1360 S(4)=S(4)+Z(J)*Z(J)
1370 S(5)=S(5)+Z(I)*Z(J)
1380 NEXT K
1390 IF KONT>=3 THEN 1440
1400 PRINT "*NRO.DE PARES MENOR QUE 3 EN"
1410 R=0
1420 TSTUD=0
1430 GOTO 1460
1440 R=(KONT*S(5)-S(1)*S(2))/SQR((KONT*S(3)-S(1)^2)*(KONT*S(4)-S(2)^2))
1450 TSTUD=R*SQR((KONT-2)/(1-R^2))
1460 RETURN
1470 OPEN #2:"CS1",INTERNAL,INPUT ,FIXED 192
1480 INPUT #2:CASO#
1490 PRINT "::CASO#::"
1500 M=INT(NOBS/21+.96)
1510 INPUT #2:A,A,A,A,A,A,A,A,A,A,NOB,NGRA,N
1520 INPUT #2:A
1530 I=0
1540 FOR K=1 TO M
1550 FOR H=1 TO 20
1560 INPUT #2:Z(I+H),
1570 NEXT H
1580 INPUT #2:Z(I+21)
1590 I=I+21
1600 NEXT K
1610 CLOSE #2
1620 CALL CLEAR
1630 RETURN
1640 KON=KON-1
1650 KON1=INT(KON/100)
1660 KON2=INT(KON/10-KON1*10)
1670 KON3=KON-KON1*100-KON2*10
1680 CALL HCHAR(14,15,48+KON1,1)
1690 CALL HCHAR(14,16,48+KON2,1)
1700 CALL HCHAR(14,17,48+KON3,1)
1710 RETURN
1720 CALL CLEAR
1730 PRINT ":::::TAB(5):"C A L C U L A N D O":::::
1740 RETURN

```

ANALISIS DE LOS RESIDUOS DE LA SUPERFICIE DE ORDEN 2

DISTRIBUCION ESTADISTICA DE LOS RESIDUOS

 INTERVALO DE CLASE F R E C U E N C I A S H I S T O G R A M A

1	-7.6432	-6.5646	1	1	0.007	0.007	1*
2	-6.5648	-5.4864	0	1	0.006	0.007	1
3	-5.4864	-4.4080	5	6	0.038	0.046	1*****
4	-4.4080	-3.3296	6	14	0.062	0.108	1*****
5	-3.3296	-2.2512	8	22	0.062	0.170	1*****
6	-2.2512	-1.1728	22	44	0.170	0.341	1*****
7	-1.1728	-0.0944	15	59	0.116	0.457	1*****
8	-0.0944	0.9838	27	86	0.209	0.666	1*****
9	0.9838	2.0622	17	103	0.131	0.798	1*****
10	2.0622	3.1406	12	115	0.093	0.891	1*****
11	3.1406	4.2190	16	121	0.046	0.937	1*****
12	4.2190	5.2974	6	127	0.046	0.984	1*****
13	5.2974	6.3758	2	129	0.015	1.000	1**

 * * A U T O C O R R E L A C I O N * *

 * TRANSP. HORIZONTAL *
 R = 0.3401
 T = 3.9266
 NRO. PARES = 120

 * TRANSP. VERTICAL *
 R = 0.3522
 T = 3.9654
 NRO. PARES = 113

 * TRANSP. DIAGONAL *
 R = 0.1031
 T = 1.0623
 NRO. PARES = 107

 MEDIDA DE ASIMETRIA 0.0051 - MEDIDA DE CURTOSIS 2.9438 - MEDIDA GRAL. DE SEPARACION -0.03041

Serie A – NOTAS

- 1 **"Un problema de Geomorfología aplicada a la Provincia de Corrientes"** – Eliseo Popolizio, 1963.
- 2 **"Estudio aerofotográfico de paleopotamología en un sector ribereño del río Paraná, Provincia del Chaco"** – Carlos A. Canoba y Eliseo Popolizio, 1968.
- 3 **"Interpretación de algunos rasgos morfológicos de la llanura pampeana en la provincia de Santa Fe (Sector Oriental)"** – Pierina Pasotti, 1969.
- 4 **"Estratigrafía y génesis de los valles fluviales en los bloques tectónicos pampeanos. La vida orgánica a través de los últimos tiempos geológicos en cada uno de los bloques"** – Alfredo Castellanos 1973.
- 5 **"Alejandro von Humboldt (Homenaje en el bicentenario de su natalicio) – Influencia de los científicos alemanes en el desarrollo de las ciencias naturales en la Argentina"** – Alfredo Castellanos, 1970.
- 6 **"Localización del Centro Universitario de Mendoza y las redes hidrográficas del área"** – Wally R. Catalani, 1971.
- 7 **"Contribución a la Geomorfología de la provincia de Corrientes"** (Texto, 1ra. parte) – Eliseo Popolizio, 1973.
- 8 **"Contribución a la Geomorfología de la provincia de Corrientes"** (Gráficos y fotografías, 2da. parte) – Eliseo Popolizio, 1975.
- 9 **"Optimización de la información en Geología (Sedimentología)"** – Claudio Larriestra, 1979.
- 10 **"Análisis planimétrico de cuencas hidrográficas utilizando la Lemniscata Asociada"** – Juan Manuel Racca, 1980.
- 11 **"La cuenca del Arroyo Ludueña"** Pierina Pasotti, Oscar A. Albert y Carlos A. Canoba, 1981.
- 12 **"Lineamientos tectónicos y su influencia en el trazado del Arroyo Saladillo"** – Wally R. Catalani, 1981.
- 13 **"Análisis de variables de distribución geográfica utilizando superficies de tendencia. Programas para cálculo"** – Juan Manuel G. Racca, 1982.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO
SERVICIO DE PUBLICACIONES U.N.R.

EDITORIAL DE TEXTOS UNIVERSITARIOS

Tel. 40816 • URQUIZA 2050 • PLANTA BAJA
2000 ROSARIO • ARGENTINA