

PROGRAMA DE COMPUTADORA PARA EL CALCULO DE LAS
CARACTERISTICAS MORFOMETRICAS DE LAGOS*

Pedro J. Depetris**
Edmundo C. Drago
Instituto Nacional de Limnología
José Maciá 1933 - Santo Tomé (Santa Fe)

RESUMEN

Se presenta un simple programa de computadora, desarrollado en FORTRAN IV, para el cálculo de parámetros morfométricos de lagos: volumen, ancho medio, profundidad media, grado de excavación, desarrollo del volumen, insularidad, desarrollo de la línea de la costa y forma geométrica del espejo de agua.

(*) Presentado en la Reunión de Comunicaciones y Trabajos Científicos del 27/IV/1973.

(**) Miembro de la Carrera del Investigador Científico del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

SUMMARY A computer program for the calculation of morphometric characteristics of lakes.

A simple computer program, written in FORTRAN IV, has been developed for the determination of several morphometric parameters in lakes: volume, mean breadth, mean depth, mean depth/maximum depth ratio, development of volume, insularity, development of shore line, and the geometric shape of the basin.

INTRODUCCION

La morfología y morfometría de las cuencas lacustres son valiosos medios para obtener información sobre la génesis de las mismas, así como sobre las alteraciones sufridas desde su formación, originadas por procesos de erosión y sedimentación.

El elemento fundamental para la realización de este tipo de investigaciones es el mapa batimétrico del lago en cuestión, el cual puede ser obtenido a partir de registros efectuados con un ecosonda, utilizando como base una carta topográfica o fotografa aérea de escala adecuada.

Partiendo del mapa batimétrico resultante, se puede proceder a calcular una serie de parámetros morfométricos, los cuales han sido detalladamente descriptos por Hutchinson (1957). Uno de los más importantes es, sin duda, el volumen, el cual ha sido definido como

$$V = \int_{z=0}^{z_m} A_z \cdot dz$$

donde A_z es el área encerrada por la curva batimétrica de profundidad z .

En la presente comunicación, se describe un breve y simple programa de computadora, desarrollado en FORTRAN IV, el cual permite el cálculo -para varios lagos y en forma secuencial-, del volumen y de otros parámetros morfométricos. El programa, además de evidenciar la posibilidad de optimizar mediante el uso de computadoras digitales, simples tareas dentro de la Limnología, puede resultar de utilidad para investigadores interesados con conocimientos someros de FORTRAN IV.

DESCRIPCION DEL PROGRAMA

En la Figura I se presenta el listado del programa, el cual ha sido compilado y ejecutado en una computadora IBM Sis-

```

C
C
C *****
C
C PROGRAMA PARA CALCULAR LAS CARACTERISTICAS MCFOMETRICAS DE LAGOS
C INSTITUTO NACIONAL DE LIMNOLOGIA * P. J. OLPEJIS Y E. C. DRAGO *
C
C SE ETSCHIHEN LOS PARAMETROS CORRESPONDIENTES
C SI PRESENTAN ALGUNOS EJEMPLOS
C *****
0001 DIMENSION A(50),B(50),VOL(100)
0002 DO 1=1,50
0003 READ 11,11(A(LAKE1),LAKE2,LAKE3)
0004 81 FORMAT (3A4)
0005 WRITE 12,11(A(LAKE1),LAKE2,LAKE3)
0006 1 FORMAT (2F,2X,*)CARACTERISTICAS MCFOMETRICAS DEL LAGO(3A4)
0007 READ 11,12(TYPE)
0008 82 FORMAT (1I1)
0009 WRITE 13,13(TYPE)
0010 83 FORMAT (2A,2X,*)ANALISIS NUMERICO(4)
0011 WRITE 13,13
0012 2 FORMAT (1/1)
0013 READ 11,14(IASNH)
0014 200 FORMAT(16)
0015 WRITE 15,200(IASNH)
0016 201 FORMAT (4F,2X,*)ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR(2X,16,2 METROS(2))
0017 READ 11,15(CULMINISOB)
0018 10 FORMAT (1I1)
0019 WRITE 16,15(CULMINISOB)
0020 3 FORMAT (4A,2X,*)LA CUVIDISTANCIA ES 2,15,2 METROS(2),10X,DEL NUMERO
0021 1 DE 150000(2) ES 1(19)
0022 WRITE 16,22
0023 22 FORMAT (1/1)
0024 READ 11,17(CAPFA,PER,ALONG,PROFPA,AREAS)
0025 20 FORMAT (5F7,3)
0026 WRITE 17,17(CAPFA,PER,ALONG,PROFPA,AREAS)
0027 4 FORMAT (4A,15X,*)LA 4,F7,3,2 KM2,1/20X,3PERIMETRO 2,F7,3,2 KM2,
0028 1/20X,ALONGITUD 4,F7,3,2 KM,1/20X,PROFUNDIDAD MAXIMA 2,F7,3,2 ME
0029 2TRES,1/20X,5SUPERFICIE OCUPADA POR ISLAS 2,F7,3,2 KM2(2)
0030 WRITE 17,27
0031 27 FORMAT (1I1)
0032 360 FORMAT (2I1F5,3)
0033 VOLUTITAC
0034 DO 50 I=1,NISOB(1)
0035 VOL(1)=X(1)+A(1)+I*(SORTZATL)*X(1)+I**3)/3.)*I*(1)-BT(1))
0036 WRITE 18,40(CUL,VOL(1))
0037 400 FORMAT (2A,2X,*)VOLUMEN PARCIAL 2,13,3X,F10,4,2 KM3(2)
0038 VOLTOTITAC
0039 50 CONTINUE
0040 WRITE 18,45(CUL,VOLTOT)
0041 450 FORMAT (4F,2X,*)VOLUMEN TOTAL 4,12,5,2 KILOMETROS CUBICOS(2)
0042 WRITE 18,21
0043 ANCHOPROFALONG
0044 WRITE 19,21(ANCH)
0045 7 FORMAT (4A,2X,*)ANCHO MEDIO 2,F7,3,2 KM(2)
0046 PROFMEDIO(1/2)*100(2)
0047 WRITE 19,47(ANCH)
0048 8 FORMAT (2A,2X,*)PROFUNDIDAD MEDIA 2,F7,3,2 METROS(2)
0049 ANCHOPROFPROFPA
0050 WRITE 19,49(ANCH)
0051 9 FORMAT (4A,2X,*)GRADO DE ENCAJACION 2,F4,2(1)
0052 DESVGMEDIO(200)*100(1/3)
0053 WRITE 19,51(DES)
0054 11 FORMAT (4A,2X,*)DESENVOLLO DEL VOLUMEN 2,F5,3(1)
0055 ANSHK(2)*100(2)
0056 WRITE 19,53(ANSH)
0057 21 FORMAT (2A,2X,*)INCLINACION 2,F4,2(2) PER CIENTOS(2)
0058 DESLPER(1/2)*100(1/3)
0059 WRITE 19,55(ANSH)
0060 12 FORMAT (2A,2X,*)DESENVOLLO DE LA LINEA DE COSTA 2,F5,3(1)
0061 IF (DESL(1/2)*100)AND(DESL(1/2)*100)WRITE 19,14(DES)
0062 IF (DESL(1/2)*100)AND(1/2)*100)WRITE 19,15(DES)
0063 IF (DESL(1/2)*100)AND(1/2)*100)WRITE 19,16(DES)
0064 IF (DESL(1/2)*100)AND(1/2)*100)WRITE 19,17(DES)
0065 14 FORMAT (2A,2X,*)ANGULO LAGO ES DEL TIPO SURFECTANGULAR ELONGAD
0066 17)
0067 17 FORMAT (4A,5X,F5,3,5X,*)EL LAGO ES DEL TIPO CIRCULAR(2)
0068 19 FORMAT (2,10G)
0069 200 CONTINUE
0070

```

Figura I.- Listado del programa. Por las características de la impresora utilizada, el signo % corresponde al (; la letra N corresponde al signo = ; y el símbolo @ corresponde a '.

tema 360/25. Se ha omitido el diagrama de flujo dada la simplicidad del programa y con el objeto de limitar la extensión de esta comunicación.

El programa puede ser utilizado en cualquier instalación que admita FORTRAN IV, lo cual puede ser logrado copiándolo en tarjetas perforadas de acuerdo con las reglas existentes para el mencionado lenguaje y adicionando las tarjetas de control propias de la instalación en uso.

El programa ha sido confeccionado para procesar información de 8 lagos en forma secuencial. Para alterar este número, deben cambiarse las sentencias DIMENSION -que reserva área de memoria-, y la subsiguiente sentencia DO.

Las tarjetas de entrada de datos, para cada uno de los lagos a procesar, poseen las siguientes características:

- una primera tarjeta con el nombre del lago en cuestión, en formato 3A4.
- la segunda lleva el número del análisis efectuado, en formato I3.
- en la tercera se coloca, en formato I6, la altura sobre el nivel del mar a la que se encuentra el lago.
- la cuarta lleva la equidistancia entre curvas batimétricas y el número total de isobatas, en formato 2I5.
- la siguiente tarjeta lleva toda la información básica del lago: área, perímetro, longitud, profundidad máxima y superficie ocupada por islas. El formato utilizado es 5F7.3.
- la quinta tarjeta contiene las áreas, en kilómetros cuadrados, encerradas por cada una de las isobatas. El formato utilizado es 10F7.3 y, en caso necesario, puede utilizarse más de una tarjeta.
- la última tarjeta lleva la profundidad de cada isobata, expresada en kilómetros y con formato 16F5.3. Como en el caso anterior, se pueden utilizar más tarjetas si la información necesaria no entrara dentro de los 16 campos de la tarjeta.

La información contenida por todas estas tarjetas pudo haberse agrupado en un número menor de ellas. Por ejemplo, los datos contenidos en las 4 primeras tarjetas pueden incluirse en una sola, cambiando en el programa las sentencias de entrada correspondientes. Esta solución no se ha adoptado en el ejemplo presentado para permitir la fácil alteración del programa, si así se deseara.

CARACTERISTICAS MORFOMETRICAS DEL LAGO SITUACION-01
ANALISIS NUMERO 2

ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR 395 METROS
LA EQUIDISTANCIA ES 10 METROS EL NUMERO DE ISLETAS ES 11

AREA 14.490 KM2
PERIMETRO 19.600 KM
LUNGTUD 7.000 KM
PROFUNDIDAD MAXIMA 105.000 METROS
SUPERFICIE OCLPADA POR ISLAS 0.055 KM2

VOLUMEN PARCIAL 1	0.1346 KP3
VOLUMEN PARCIAL 2	0.1325 KP3
VOLUMEN PARCIAL 3	0.1261 KP3
VOLUMEN PARCIAL 4	0.1235 KP3
VOLUMEN PARCIAL 5	0.1181 KP3
VOLUMEN PARCIAL 6	0.1118 KP3
VOLUMEN PARCIAL 7	0.1042 KP3
VOLUMEN PARCIAL 8	0.0930 KP3
VOLUMEN PARCIAL 9	0.0806 KP3
VOLUMEN PARCIAL 10	0.0655 KP3
VOLUMEN PARCIAL 11	0.0094 KP3

VOLUMEN TOTAL 1.10630 KILOMETROS CUBICOS

ANCHO MEDIO 2.070 KM
PROFUNDIDAD MEDIA 76.349 METROS
GRADO DE EXCAVACION 0.73
DESARROLLO DEL VOLUMEN 2.181
INSULARIDAD 0.38 POR CIENTO
DESARROLLO DE LA LINEA DE COSTA 1.453

1.453 EL LAGO ES DEL TIPO CIRCULAR

Figura II.- Ejemplo de una hoja de resultados.

En la Figura II se puede observar una salida típica don de se detallan los resultados obtenidos para el Lago Situación (Provincia de Chubut, República Argentina). Cada lago ocupa una hoja separada con el objeto de facilitar su posterior archivo. De igual forma, los datos almacenados en las tarjetas perforadas, pueden resultar de utilidad para otros propósitos (ejemplo: cálculos estadísticos).

Como encabezamiento se observa el nombre del lago y el número asignado al análisis. A continuación se detallan las características más sobresalientes del lago, como su área, altura sobre el nivel del mar, perímetro, etc. Al efectuar el cálculo del volumen, se imprimen los volúmenes parciales entre dos isobatas sucesivas, útiles para la confección de la curva hipsográfica del lago. El volumen total, como puede observarse en la Figura II, se imprime al final de la columna de volúmenes parciales.

A continuación se imprimen todos los parámetros morfométricos calculados en el programa. Finalmente, se clasifica el lago según el índice de desarrollo de la línea de costa, indicando si es circular, subrectangular elongado o si carece de un tipo definido.

BIBLIOGRAFIA CITADA EN EL TEXTO

HUTCHINSON, G.E., 1957. A Treatise on Limnology. Vol. 1, 1015 p., John Wiley & Sons, New York.