

## APLICACIÓN DE LA LÍNEA DE COSTA EN EL ESTUDIO MORFOMÉTRICO DE LAS LAGUNAS DE LAS LOMADAS ARENOSAS DE CORRIENTES, ARGENTINA

CONTRERAS, Félix I. <sup>1</sup>; OJEDA, Elsie A. <sup>1</sup>; CONTRERAS, Silvina A. <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones Geohistóricas (CONICET – UNNE)

<sup>2</sup> Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CONICET – UNNE)  
figcontreras@hotmail.com

### RESUMEN

El paisaje de lomadas arenosas de la provincia de Corrientes (Argentina) se caracteriza por la presencia de un gran número de lagunas, las que fueron descritas cualitativamente como pequeñas y circulares. En este trabajo se utilizó una medida morfométrica que permite describir cuantitativamente la forma de las cubetas y el desarrollo de la línea de costa ( $D_L$ ) a fin de determinar y comparar las formas de las lagunas, como así también para sustentar cuantitativamente los procesos que intervienen en la modificación de este paisaje. Se midieron 6.789 lagunas correspondientes a la totalidad de los cuerpos de agua pertenecientes a siete departamentos de la provincia de Corrientes. Se detectaron cinco formas de lagunas, siendo las circulares las predominantes y las más complejas las menos representadas. En general, las etapas de evolución geomorfológica de las lagunas no poseen una relación directa con el aumento de los valores de  $D_L$ .

**Palabras clave:** Morfometría - Lagunas - Evolución y Dinámica.

## APPLICATION OF SHORELINE ENVELOPMENT TO THE MORPHOMETRIC STUDY OF THE SHALLOW LAKES IN SANDY HILLS, CORRIENTES, ARGENTINA

### ABSTRACT

The sandy hills landscape of Corrientes Province (Argentina) is characterized by the presence of a large number of shallow lakes; that were qualitatively described as small and circular. In this paper we used a morphometric measure that allows quantitatively describing the form of the basins, the shoreline development ( $D_L$ ), to determine and compare the form of the shallow lakes, and quantitatively support the processes involved in the landscape modification. They were measured 6789 shallow lakes corresponding to the total water bodies of seven Departments of Corrientes Province. Five forms have been detected; of them the circular form was more frequent than the complex ones. In general, the stages of geomorphology evolution of shallow lakes do not always have a direct relationship with the  $D_L$  values.

**Key words:** Morphometry - Shallow lakes - Evolution and Dynamics.

## Introducción

La denominada “región de lomadas arenosas” corresponde al abanico aluvial o “mega abanico” formado por el sistema del río Paraná, que cubre el NW y parte del SW de la provincia de Corrientes (Argentina), así como parte del Paraguay (Fig. 1). Presenta una distancia lineal de alrededor de 260 km de longitud en sentido N-S y 500 km de ancho, que se mantuvo estable durante todo el Cuaternario Superior. Por otra parte, el río Paraná fue creando cursos relativamente estables, los que finalmente fueron abandonados por la corriente principal y se convirtieron en pantanos. Es así que extensos depósitos fluviales, producidos por salidas de derrame durante las fases climáticas secas en el Cuaternario Superior, se intercalaron entre los cursos abandonados (Iriondo y Paira, 2007).

Como describe Frenguelli (1924), la región se aprecia como una llanura ondulada cuya altura media es de, aproximadamente, 60 m sobre el nivel del mar y de 15 a 20 m sobre el nivel del río Paraná. Las ondulaciones, de pendientes muy suaves, de dorso ancho y chato, forman, en líneas generales, largos cordones paralelos entre sí y con rumbo general aproximado de SW a NE. Las elevaciones están separadas por depresiones longitudinales, de ancho variable pero siempre poco pronunciadas y de fondo plano. Depresiones menores, de dirección transversal, a menudo subdividen a las lomadas en lomas bajas que, raras veces, se levantan sobre el nivel general del territorio. Por otra parte, alrededor de las lomadas se distingue claramente la planicie subcónica circundante por sobre elevarse unos 10 a 15 m (Carnevali, 1994).

Las lomadas albergan numerosas lagunas (Fig. 2) que, en origen, fueron cubetas de deflación como las observadas en la llanura chaco – pampeana, las que se producirían por efecto de remolinos verticales que se forman en ausencia de viento. Dichos remolinos se producen en las horas más cálidas de los días de verano en los ambientes semiáridos y tienden a estacionarse en lugares libres de vegetación debido a que allí se producen corrientes de aire ascendentes (Iriondo, 2007). Posteriormente, Contreras (2011) clasificó a las lagunas de la Lomada Norte de la provincia de Corrientes en seis tipos: pequeñas cubetas de deflación (Fig. 3 A), lagunas medianas individuales (Fig. 3 B), lagunas medianas interconectadas por pequeños senderos (Fig. 3 C), lagunas medianas interconectadas por canales (Fig. 3 D), grandes lagunas y lagunas en su etapa final (Fig. 3 E). En dicho trabajo también se sugiere que las diferencias en la capacidad de retención de agua y en el grado de interconexión entre los distintos tipos de cuerpos de agua hallados en la Lomada Norte representarían distintos estados de la evolución de las lagunas, las que podrían pasar de ser pequeñas depresiones circulares a grandes lagunas de forma irregular. La pendiente del relieve sería el principal factor en este proceso evolutivo permitiendo que las lagunas se conecten siguiendo una línea preferencial de escurrimiento.

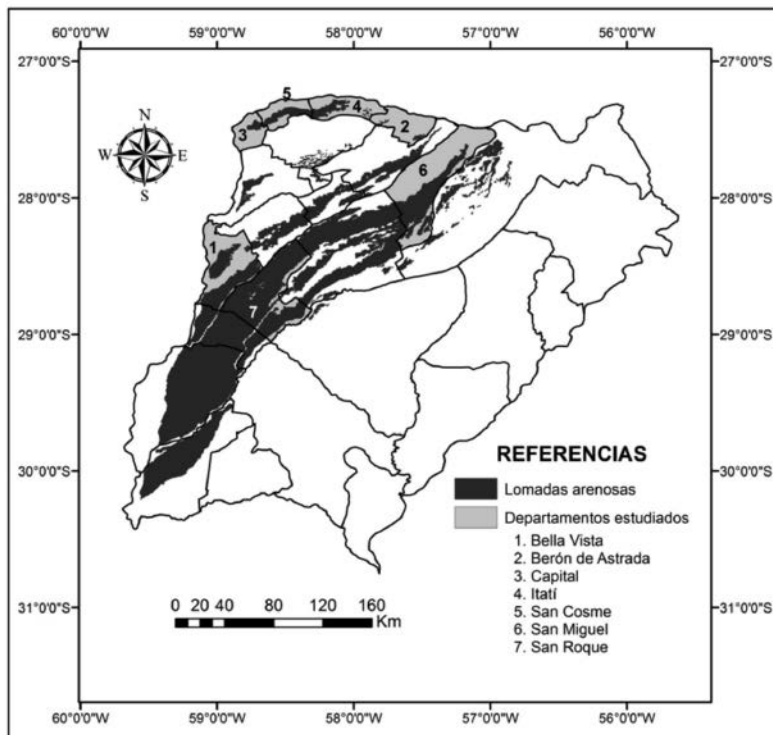


Fig. 1. Distribución de las lomadas arenosas y los Departamentos estudiados de la provincia Corrientes (Argentina).

En épocas de lluvias intensas, los granos de arena podrían ser arrastrados a lo largo de la pendiente transformando dichas líneas preferenciales en canales que unen los cuerpos de agua los que, si continúan ensanchándose, determinarían la formación de una laguna mayor. En tiempos de sequía los canales podrían secarse y ser rellenados, cerrando la vía de escurrimiento temporariamente. Teniendo en cuenta este criterio, la evolución de las lagunas ocurriría en, al menos, cinco etapas (formación de la cubeta, comienzo de formación del canal, ampliación del canal, formación de una gran laguna y unión de la laguna con la planicie). La actividad antrópica contribuiría y potenciaría este proceso evolutivo.



Fig. 2. Paisaje correntino de lomadas arenosas.  
Fuente: Colección privada de Edwin Harvey.

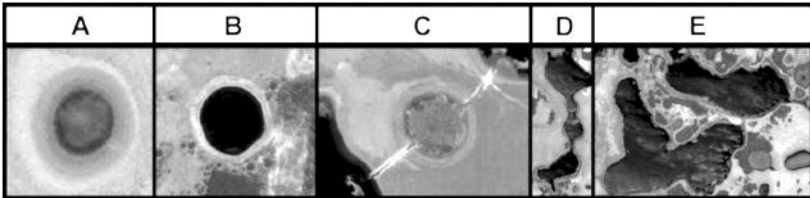


Fig. 3. Clasificación de los cuerpos de agua según su etapa de evolución.  
Fuente: Contreras (2011).

*La caracterización morfométrica de un cuerpo de agua idealmente debe ser el punto de partida de las investigaciones limnológicas, ya que a partir de ésta se puede determinar la ubicación de las estaciones de recolección de manera metódica, adicionalmente, se genera una idea global sobre el funcionamiento del sistema teniendo en cuenta las áreas de interfase agua – aire y agua – sedimento. La información morfométrica es necesaria para investigar sobre la erosión, cargas de nutrientes, balances de masa, contenido calórico, estabilidad térmica, comunidades y productividad biológica, entre otras (Montoya Moreno, 2008: 414).*

Al hacer referencia a las características y la clasificación de lagos, Timms (1992), menciona que:

*Sorprendentemente, los lagos no son fáciles de definir con exactitud. Generalmente no es difícil distinguir entre los sistemas con aguas en movimiento (lóticos) y aguas estancadas (lénticas), pero surgen problemas para distinguir entre diferentes profundidades, tamaños y grado de permanencia de aguas estancadas. En la experiencia cotidiana, algunas aguas son obviamente "lagos", otros son "estanques", y algunos son "pantanos", "marismas", etc. ¿por dónde trazar el límite entre cada categoría? (Tims, 1992)*

Una de las primeras clasificaciones de formas de lagos la realizó Hutchinson (1957) para todos los lagos del mundo y varios años después Timms (1992) la empleó para describir los lagos australianos. Esta última clasificación se basó en la forma (Fig. 4) de la figura exterior, planimétrica o en planta que presentan estos cuerpos de agua en combinación, principalmente, con el parámetro morfométrico denominado desarrollo de la línea de costa ( $D_L$ ).

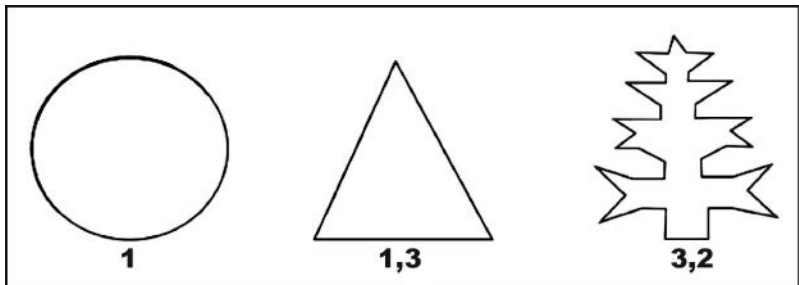


Fig. 4. Representación gráfica del desarrollo de la línea de costa de tres lagos con formas hipotéticas circular, triangular y dendrítica.

Fuente: Timms, 1992.

Asimismo, el  $D_L$  permite realizar trabajos de larga data como ser, por ejemplo, comparaciones de los cambios morfológicos que pueden manifestarse en los cuerpos de agua en cortos períodos de tiempo. Dichos cambios, están asociados a procesos de conectividad o aislamiento de las lagunas los que influirían en las relaciones tróficas y en las características del plancton y de las comunidades de peces (Neiff, 2003).

Sobre la base de estos antecedentes, en este trabajo se calcularon los valores de  $D_L$  de 6.789 lagunas de lomadas arenosas de la provincia de Corrientes (Argentina) a fin de determinar y comparar sus formas, como así también para respaldar cuantitativamente los procesos que intervienen en la modificación del paisaje de lomadas arenosas.

## Materiales y métodos

Para calcular el desarrollo de la línea de costa se digitalizó la totalidad de lagunas ubicadas en los Departamentos Bella Vista, Berón de Astrada, Capital, Itatí, San Cosme, San Miguel y San Roque de la provincia de Corrientes (Fig. 1). Estos departamentos fueron seleccionados debido a que los mismos se sitúan en diferentes tramos sobre distintas lomadas arenosas. Las lagunas de los departamentos Itatí y San Miguel se encuentran en los tramos superiores de las lomadas Norte y Central, respectivamente; San Cosme y San Roque representan los tramos medios; Capital y Bella Vista los tramos inferiores.

La digitalización consistió en la generación de polígonos de forma manual mediante el uso del software Google Earth. A fin de delimitar las cubetas con la mayor precisión posible en la generación de los polígonos, la altura del ojo no superaba los 100 m. Se recurrió a la utilización de las imágenes de alta definición suministradas por este software y no imágenes de Landsat 7 ya que estas últimas poseen un pixel de 30 m por lo que un gran número de lagunas, como así también sus perímetros, no eran claramente identificables.

Si bien las imágenes utilizadas no corresponden a un mismo momento, para la digitalización de las lagunas se tuvo en cuenta la totalidad de la cubeta y no su porción con agua de modo que, los cambios morfométricos ocurridos en los períodos secos, no afecten los resultados.

Se recurrió a la digitalización manual ya que la presencia de vegetación acuática o áreas anegadas cercanas a las lagunas impiden la detección automática correcta de las cubetas subestimando la totalidad de lagunas presentes en una región. Aunque la digitalización manual de las lagunas puede generar errores en los valores de perímetro, superficie y, en consecuencia, en los valores de  $D_L$ , los mismos no son significativos ya que las diferencias son mínimas por lo que una laguna circular no tendrá los valores de una subcircular o triangular.

No obstante, se establecieron controles sobre los límites del rango de cada forma de modo de constatar que las formas de transición no ocuparan un lugar incorrecto debido a un error en la digitalización manual. Por otro lado, se seleccionaron lagunas representativas a cada categoría y se tomaron medidas a campo mediante el uso del GPS. En todos los casos, la diferencias de perímetro y superficie no superaba el 3% de error.

Posteriormente, utilizando el sistema de proyecciones UTM WGS1984 HS Zona 21 de ArcGis 10.1 se calcularon el perímetro, la superficie y posteriormente el  $D_L$  de cada una de las lagunas aplicando la siguiente fórmula:

$$D_L: P/2 \cdot \sqrt{A \cdot \pi}$$

P= Perímetro    A= Área

Para cada una de las variables analizadas se calcularon los estadísticos descriptivos (media, desvío estándar, rango de variación, asimetría y kurtosis). Además, a fin de estimar el grado de variación y la significancia estadística de dichas variables, los promedios fueron comparados mediante un análisis de la varianza (ANOVA) a un nivel de significación del 5% luego de realizar un test de Bartlett de homogeneidad de las varianzas. Las diferencias entre cada par de medias fueron estimadas mediante el test de Tukey al 5%. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el programa Infostat versión 2014 (Di Rienzo *et al.*, 2014). Además, para evaluar el grado de asociación entre las variables estudiadas se realizó un análisis de correlación de Pearson 5%. Finalmente, las lagunas fueron clasificadas teniendo en cuenta la clasificación propuesta Timms (1992) que se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Formas de lagos establecidas por Hutchinson (1957) y Timms (1992).

Forma	Características	Índice de $D_L$
<b>Circular</b>	Con forma que asemeja un círculo.	1,04-1,15 (Hutchinson) y 1-1,25 (Timms)
<b>Subcircular</b>	Es una forma menos perfecta que la circular.	1,15 - 1,3.
<b>Triangular</b>	Con forma que asemeja un triángulo.	1,5-2,0 (Timms)
<b>Dendrítica</b>	Con forma similar a la raíz o la copa de un árbol sin sus hojas.	> 3

## Resultados

Los resultados obtenidos se resumen en las Tablas 2 y 3 y se muestran en las Figuras 5 a 7. Se digitalizaron 6789 lagunas en total. El menor número de lagunas fue encontrado en el departamento Berón de Astrada con 58 (Tabla 2, Fig. 5) y, el mayor número, en el departamento San Roque con 4091 lagunas (Tabla 2, Fig. 6).

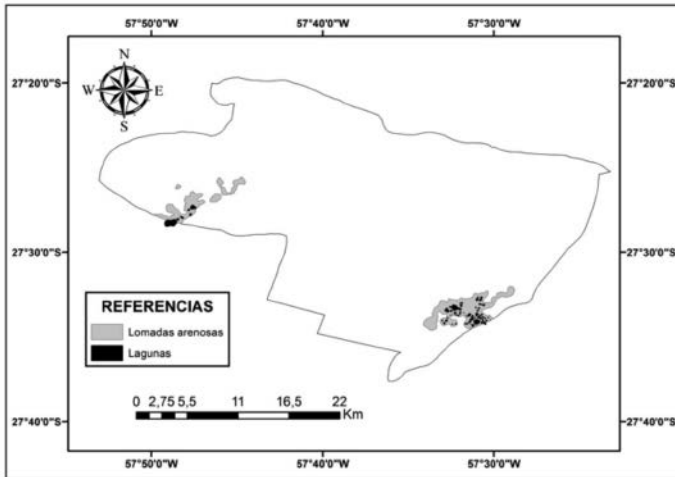


Fig. 5. Distribución de las lagunas del departamento Berón de Astrada, Corrientes.

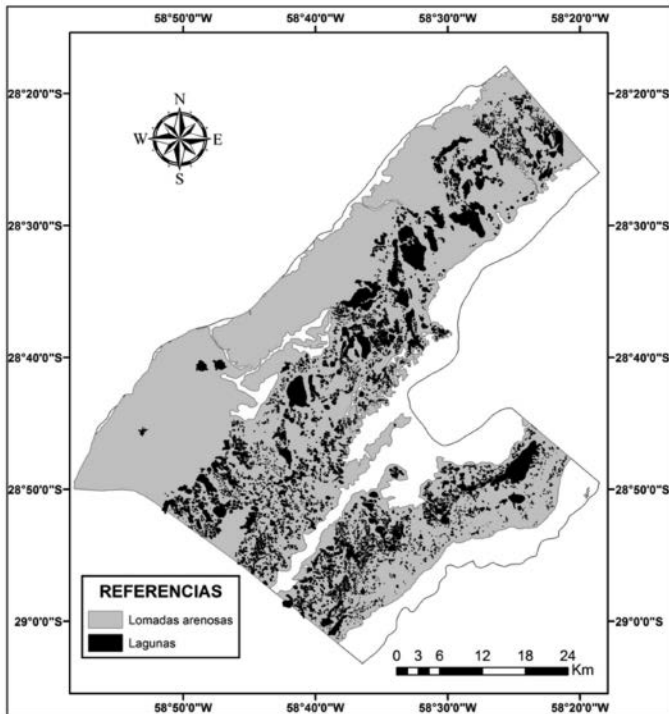


Fig. 6. Distribución de las lagunas del departamento San Roque, Corrientes.



El análisis estadístico mostró que, en todas las variables, los datos se distribuyeron con una asimetría positiva y de forma leptocúrtica. La superficie promedio de las lagunas es de  $80.442,45 \text{ m}^2 \pm 402.777,70 \text{ m}^2$ , variando entre  $99 \text{ m}^2$  y  $13.133.160 \text{ m}^2$ . Predominan las lagunas pequeñas (87% del total) de las cuales el 26% no supera los  $5.000 \text{ m}^2$  de superficie.

En cuanto al perímetro, el valor medio es de  $834 \text{ m}$  variando entre  $41,60 \text{ m}$  y  $25.430 \text{ m}$ . En concordancia con los valores del área, el 78% de las lagunas posee un perímetro inferior al valor medio. Por otra parte, en relación al  $D_L$  el valor medio es de  $1.16 \pm 0,24$  (el 71 % es inferior al promedio) variando entre 1,01 y 4,87. La mayoría de las lagunas tuvo un valor de  $D_L$  menor a 3, excepto 7 lagunas del Departamento San Roque cuyos valores de  $D_L$  mayores a 3 variaron entre 3,01 y 4,87.

Tabla 2. Medidas descriptivas y ANOVA de las características cuantitativas de las lagunas de los departamentos de la provincia de Corrientes analizados. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ ).

Departamento	Número de lagunas	Área	Perímetro	$D_L$
Bella Vista	1001	$98.360,51 \pm 304.207,38$ (327,26 - 3.942.808,12)	$980,07^{bcd} \pm 1.523,94$ (65,53 - 14.147,62)	$1,15^b \pm 0,23$ (1,01 - 2,80)
Berón de Astrada	58	$49.729,90 \pm 105.908,74$ (612,00 - 715.270,00)	$716,00^{ab} \pm 61,17$ (90,00 - 3.365,00)	$1,10^a 1,15^b \pm 0,17$ (1,10 - 1,82)
Capital	114	$44.813,50 \pm 105.113,64$ (791,54 - 640.859,42)	$631,65^a \pm 712,56$ (105,15 - 3.905,19)	$1,10^a \pm 0,12$ (1,01 - 1,50)
Itati	308	$111.996,38 \pm 364.370,14$ (484,28 - 4.330.867, 93)	$1.082,16^d \pm 1.905,58$ (81,77 - 15.756,47)	$1,17^b \pm 0,25$ (1,01 - 2,90)
San Cosme	499	$71.355,37 \pm 172.217,47$ (130,20 - 17.199.65,16)	$869,50^{abcd} \pm 1.191,66$ (41,40 - 11.051,58)	$1,14^{ab} \pm 0,21$ (0,01 - 2,38)
San Miguel	718	$125.112,56 \pm 497.382,12$ (241,00 - 6.930.242,00)	$1.061,05^{cd} \pm 1.824,63$ (59,00 - 22.260,00)	$1,13^{ab} \pm 0,20$ (1,10 - 2,58)
San Roque	4091	$68.379,32 \pm 434.170,84$ (99,00 - 13.133.160,00)	$(44,00 - 25.430,00)$ (44,00 - 25.430,00)	$1,17^b \pm 0,25$ (1,01 - 4,87)
F (ANOVA)		2,98	6,86*	6,34*
p		0,0066	<0,0001	<0,0001
Asimetría		17,65	7,18	3,90
Kurtosis		431,87	73,22	25,95

El perímetro y el  $D_L$  difieren significativamente entre departamentos (Tabla 2). Además, tanto la superficie como el  $D_L$  están correlacionados de manera significativa y positiva con el perímetro ( $r = 0,86$ ,  $p < 0,00$  y  $r = 0,74$ ,  $p < 0,00$ , respectivamente) mientras que entre el área y el  $D_L$  la correlación es significativa y positiva aunque baja ( $r = 0,44$ ,  $p < 0,00$ ).

De acuerdo con la clasificación de formas de lagunas propuesta por Timms (1992) en función de los valores de  $D_L$ , en las lomadas arenosas de la provincia de Corrientes predominan las de forma circular (4.746 lagunas) seguidas de las subcirculares (985), triangulares (951), irregulares (100) y las dendríticas (7). El departamento de San Roque es el único en el cual se encontraron lagunas de cinco formas diferentes mientras que, los demás departamentos, presentaron en su mayoría cuatro formas (excepto dendríticas). En los departamentos Capital y Berón de Astrada no se encontraron lagunas irregulares. En todos los departamentos predominaron las formas circulares seguidas de las subcirculares (Tabla 3).

Tabla 3. Frecuencia de las distintas formas de lagunas en los Departamentos estudiados.

Departamento	Circulares	Subcirculares	Triangulares	Irregulares	Dendrítico	Totales
Bella Vista	729	124	128	20	0	1.001
Berón de Astrada	49	4	5	0	0	58
Capital	92	11	11	0	0	114
Itatí	205	52	44	7	0	308
San Cosme	377	48	67	7	0	499
San Miguel	536	86	89	7	0	718
San Roque	2.758	660	607	59	7	4.091
<b>TOTALES</b>	4.746	985	951	100	7	<b>6.789</b>

## Discusión

El análisis realizado mostró que la mayoría de las lagunas presentaron bajos valores en las distintas variables cuantitativas analizadas a pesar de existir una marcada diferencia entre los menores y mayores valores registrados. Esto puede deberse, entre

otras cosas, a las características de la distribución de las lagunas. Mientras más aisladas se encuentren las lagunas entre sí, menor es la probabilidad de que se conecten con otra laguna y, por ende, de modificar su morfología. Cabe destacar, que las lagunas con mayores tamaños aparecen como casos esporádicos en departamentos como San Miguel y San Roque donde el ancho de sus lomadas ronda entre los 15 y 30 km mientras que en Berón de Astrada y Capital no supera los 5 km. Esta situación se debe a que las lomadas anchas pueden albergar un mayor número de lagunas aumentando, en consecuencia, la probabilidad de que aparezcan formas complejas.

La clasificación de las lagunas de las lomadas arenosas de la provincia de Corrientes (Argentina) según su valor de  $D_L$ , presentó ciertas dificultades para el establecimiento de los límites de cada categoría ya que las lagunas no presentaban formas claramente definidas sino que, por el contrario, presentaron diversas formas de transición entre las principales formas propuestas por Timms (1992). En este sentido, una laguna con un valor de  $1,2 D_L$ , que se encuentra dentro de las formas subcirculares, presenta formas relativamente similares a otra con valores de  $1.59 D_L$  cuya forma es triangular (Fig. 7: B y C).

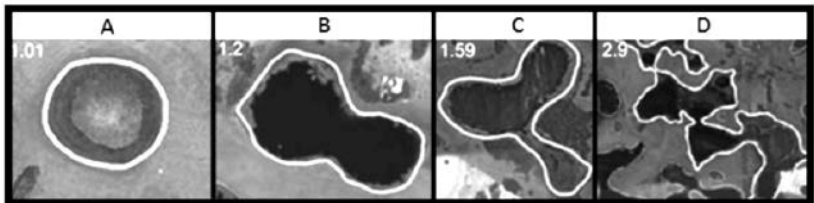


Fig. 7. Tipos de laguna según los valores  $D_L$  observadas en las lomadas arenosas de Corrientes.

La diferencia entre ambos valores depende de cuán ancha es la unión entre las lagunas en relación con el perímetro. En otras palabras, cuanto más ancha es la unión, los valores de  $D_L$  se aproximan más a los valores de lagunas subcirculares ya que aumenta la superficie, mientras que, cuanto menor es el ancho de la unión disminuye la superficie y aumenta el valor de  $D_L$ . Estas observaciones están sustentadas por la mayor correlación observada entre el perímetro y  $D_L$  en comparación con la superficie y  $D_L$ . Por lo tanto, una laguna puede poseer una forma determinada independientemente de su superficie.

Considerando las etapas de evolución de las lagunas propuesta por Contreras (2011) en comparación con los valores del  $D_L$  se puede inferir que, cuanto mayor es el valor del  $D_L$ , más “avanzado” es el estado de evolución en el que se encuentra la laguna. Del mismo modo, si se las compara con la clasificación de Timms (1992), las formas circulares corresponderían a las lagunas en las primeras etapas de formación, las subcirculares comenzarían a mostrar signos de conexión en distintos niveles y, a

partir de las triangulares, ya estaríamos en presencia de grandes lagunas. En un nivel siguiente estarían las lagunas complejas que pueden resultar de la conexión entre lagunas en distintas etapas de evolución (Fig. 7 D).

Es importante destacar que lo anterior no es el resultado de un proceso continuo unidireccional. De acuerdo con el modelo de evolución propuesto por Contreras (2011), las lagunas surgen como cubetas circulares que se conectan a otras en función de la pendiente por medio de zanjas de erosión las que al ser ensanchadas por la erosión de costa producida por el oleaje generan lagunas más grandes; y los valores morfométricos pueden variar considerablemente. Por ejemplo, una vez conectada la laguna, cuando comienza a ensancharse la zanja de erosión su superficie aumenta y, en consecuencia, el valor de  $D_L$  disminuye, como así también la forma de la laguna varía ya que puede pasar de una forma triangular a una subcircular o inclusive de una irregular a una triangular. Por lo tanto, la evolución morfométrica de una laguna no siempre parte de una laguna circular hacia una compleja o de menor a mayor valor de  $D_L$ . Por el contrario, esta situación puede ser revertida para luego volver a manifestarse la situación anterior. En definitiva, estos procesos serían “ciclos” en la dinámica geomorfológica propia de las lagunas de las lomadas arenosas de la provincia de Corrientes.

## Conclusiones

A partir de la observación de imágenes satelitales, la mayoría de las lagunas de las lomadas arenosas de la provincia de Corrientes (Argentina) se pueden clasificar como pequeñas lagunas circulares. Los bajos valores del  $D_L$  observados en este trabajo permiten respaldar cuantitativamente dicha percepción evidenciando, además, el amplio predominio de las lagunas circulares y de la escasa superficie ocupada por sus cuerpos de agua.

En cuanto a las formas observadas se pudo establecer que las lagunas con formas complejas (irregulares y dendríticas) aparecen en los departamentos que poseen lomadas arenosas con un ancho entre 15 y 30 km ya que esta situación contribuye a la formación y la conexión entre más lagunas, motivo por el cual los departamentos con lomadas angostas no las poseen.

La mayor correlación del  $D_L$  con el perímetro y no con la superficie evidencia que, independientemente de su tamaño, las lagunas pueden adoptar diferentes formas.

La relación entre los valores de  $D_L$  y las etapas de evolución de las lagunas no es necesariamente unidireccional ya que, si bien en origen son cubetas circulares con el tiempo se pueden conectar con otras lagunas adquiriendo formas complejas. El mismo dinamismo geomorfológico que permite el desarrollo de las distintas etapas, puede

hacer que ocurra un proceso inverso como resultado de la erosión de costa. Es decir, que, si bien una laguna al conectarse con otra por medio de una zanja de erosión puede aumentar considerablemente el valor de  $D_L$ , con el tiempo dicha zanja tiende a ensancharse (por medio del proceso de erosión mencionado) haciendo que esa “nueva laguna” vuelva a adquirir una forma subcircular, rectangular o bien triangular. No obstante, la “nueva laguna” puede volver a conectarse adquiriendo una nueva forma e incrementando los valores de  $D_L$ .

En definitiva, esas variaciones tanto morfológicas como morfométricas, son las transiciones propias de la dinámica geomorfológica de la región lo que sugiere que se trata de un área con procesos activos y susceptible a cambios en cortos períodos de tiempo.

### Agradecimientos

Al Lic. Aldo Paira del Instituto Nacional de Limnología (CONICET – UNNE). Este trabajo fue financiado por proyectos de la Agencia Nacional de Promoción Científica, Tecnológica y de Innovación (ANPCyT- FONCyT, PICT 2012-1812) y de la Secretaría General de Ciencia y Técnica (UNNE, PI-12S001). Los autores agradecen las observaciones y sugerencias realizadas por los revisores anónimos que han ayudado a mejorar la versión original de este trabajo.

### Referencias

- Carnevali, R. (1994). *Fitogeografía de la Provincia de Corrientes*. Ed. Litocolor, Asunción.
- Contreras, F. I. (2011). Evolución de las lagunas en función de la pendiente, Lomada Norte. Provincia de Corrientes, Argentina. *Terra Nueva Etapa*. XXVII, (42), 145-163.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M. y Robledo, C. W. (2014). InfoStat versión 2014. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>.
- Frenguelli, J. (1924). *Apuntes geomorfológicos sobre el interior de la provincia de Corrientes*. Casa Coni, Buenos Aires.
- Hutchinson, G. (1957). *A treatise on Limnology. Geography, Physics and Chemistry*. Volume 1. John Wiley and Sons. New York.
- Iriondo, M. (2007). *Introducción a la Geología*. 3° edición. Editorial Brujas. Córdoba.
- Iriondo, M. y Paira, A. (2007). *Geomorphology. The Middle Paraná River – Limnology of a Subtropical Wetland*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

- Montoya Moreno, Y. (2008). Caracterización morfométrica de un sistema fluviolacustre tropical, Antioquia, Colombia. *Caldasia* 30, 413 – 420.
- Neiff, J. (2003). Los ambientes acuáticos y palustres del Iberá. En Poi de Neiff, A. (ed.) *Limnología del Iberá: Aspectos físicos, químicos y biológicos de las aguas*. EUDENE. 3 – 15.
- Timms, B. (1992). *Lake geomorphology*. Gleneagles Publishing, Adelaide.