

# 2

## Interpretación de la génesis de la geometría y orientación de las formas

**JOSEP BARBA<sup>1</sup> Y MANEL MIRÓ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>CEAM. <sup>2</sup>Facultad de Geografía e Historia de la Universidad Autónoma de Barcelona

En este apartado se discute la interpretación que justifica la génesis de la geometría y orientación de las formas de las lagunas de Moxos por procesos meramente naturales y se propone otra, que apela a la intervención humana. Para ello se describen primero los antecedentes y se cuestiona la interpretación meramente naturalista de la geometría de las formas.

### **Antecedentes**

Fueron las compañías petroleras Bolivia California y Bolivia Shell las que, a finales de la década de los cincuenta, introdujeron el uso del avión en la Amazonía boliviana. La zona norte, en su mayor parte situada en el departamento del Beni, está cubierta casi toda por pampas inundadas durante varios meses al año. Era un lugar remoto, que carecía de infraestructura viaria y del que no existía ninguna cartografía.

Se conocía desde hacía tiempo la existencia de unas misteriosas “carreteras” precolombinas, que recorrían el país en todas direcciones, y de numerosos montículos que contenían abundante cerámica. El sueco Erland Nordenskiöld realizó algunos trabajos de arqueología e informó sobre la existencia de canales artificiales que unían algunos ríos y que, en ciertos casos, los nativos aún dragaban periódicamente para mantenerlos en uso.

El ingeniero petrolero Kenneth Lee descubrió en 1956 la existencia de restos de campos de cultivo en la zona entre Trinidad y San Ignacio de Moxos. Su presencia solamente era visible desde el aire.

La existencia de elementos geográficos alineados despertó el interés de las compañías petroleras que trabajaban en la zona. En 1964 George Plafker, fotogeólogo de la Bolivia California Petroleum Co., estudió las posibles causas de la morfología y disposición de las lagunas y concluyó que se debían a hundimientos parciales del zócalo rocoso sobre el que se asientan los sedimentos de Moxos. Su orientación y su forma se debían, según él, a la estructura de este zócalo, que se cuarteaba según un sistema de diaclasas ortogonales.

El geógrafo William Denevan, especialista en el estudio de la agricultura en áreas inundadas en América, acometió en 1961 el estudio de los restos culturales de Moxos (campos elevados, terraplenes, lomas y canales) y planteó su función y autoría. Su valioso trabajo es, todavía hoy, el único estudio de conjunto sobre el tema. Denevan aceptó la hipótesis de Plafker sobre las lagunas y soslayó el estudio de éstas, omitiendo de este modo un elemento clave de la geografía cultural de Moxos. A pesar de ello, este investigador concluyó que la geografía cultural de los Llanos de Moxos no era la obra de pequeñas tribus como las que sobreviven hoy en la Amazonia, sino de organizaciones más extensas y complejas, que definió como “cacicazgos de sabana”.

Algunos autores han teorizado sobre la imposibilidad de que el ecosistema amazónico pueda haber sustentado culturas evolucionadas, debido a que la pobreza en nutrientes de sus suelos no permite la formación de núcleos humanos importantes. Esta opinión tiene un número creciente de detractores. Algunos de éstos han ido más allá y han llegado a postular que la invención de la agricultura se produjo en la selva tropical y que estas sociedades agrícolas tuvieron una importante influencia en la formación y desarrollo de las culturas andinas y costeñas.

#### **La hipótesis naturalista de Plafker**

Las fracturas litosféricas activas orientadas NE-SW, NW-SE y N-S, y el movimiento vertical relativo de los bloques desencajados en la cuenca del Beni son la explicación a la que recurre Plafker para dar cuenta de la orientación de sus accidentes superficiales<sup>7</sup>. Fallas o diaclasas maestras del zócalo cristalino se expresan, según él, como fracturas pre-litificación en los sedimentos que lo recubren, las cuales deben seguir activas y propagarse hacia la superficie. El hundimiento tectónico y/o la compactación de los sedimentos se verían favorecidos por la sismicidad localizada. Esfuerzos de tensión, por levantamiento tectónico del área, explicarían la dinámica reciente de deformación posdeposicional de la cubierta sedimentaria y/o la reactivación de fracturas del zócalo.

En favor de tal interpretación parecen confluír los datos de fracturación en bloques de unos 10.000 km<sup>2</sup> mediante fallas de la misma orientación, así como la paleoactividad de algunos de ellos<sup>8</sup> para el área de la cuenca amazónica comprendida entre 62°-56° W y 0-6° S.

#### **Hipótesis antrópica**

Ante la argumentación de Plafker se plantean algunos interrogantes. ¿Cómo explicar el carácter rectilíneo de los contornos de las lagunas, su fondo plano, la uniformidad de la profundidad en cada laguna y de todas ellas independientemente del espesor de los sedimentos subyacentes, la existencia y el carácter rectilíneo de los terraplenes marginales y de los canales igualmente alineados?

Los procesos externos son modificadores de los accidentes generados por procesos internos. Así, movimientos en masa, aluvionamiento, escorrentía, etc., homogeneizarían y

---

<sup>7</sup>Plafker, 1964, pp. 505-522.

<sup>8</sup>Según Carozzi et al. 1973, reproducidos en Petri y Fúlfaro, 1983, pp. 52-53.

destruirían las hipotéticas formas geométricas originarias, sobre todo si éstas se labraron en paquetes de sedimentos plásticos poco consolidados. Además, la sismicidad, incluso siendo baja, en caso de actuar tendería a desdibujar los contornos rectilíneos y nítidos supuestamente generados tectónicamente, y no a conservarlos, ya que la escasa consolidación facilita el desmoronamiento, la colmatación de las lagunas, etc.

Se puede reflexionar sobre lo siguiente: si el hundimiento del zócalo se produce por bloques rectangulares, las lagunas existentes en la zona donde la base rocosa aflora deberían presentar la misma configuración y de una manera quizás más nítida. En la figura 3.12, podemos observar que no existe en el afloramiento del precámbrico ninguna laguna geométrica y todas ellas se encuentran en hondonadas irregulares del terreno y están alimentadas por ríos naturales.

Las lagunas geométricas de la zona del precámbrico se dan únicamente sobre los sedimentos cuaternarios que rellenan las llanuras entre las “islas de monte”.

La hipótesis de Plafker tampoco explica la formación de diques de tierra alrededor de algunas lagunas mayores.

Puesto que las lagunas se asientan sobre sedimentos plásticos sin consolidar, las ubicadas sobre espesores delgados deberían tener una forma esencialmente igual a las del bloque hundido, y las que se asientan sobre espesores gruesos, en cambio, deberían ir tomando perfiles elípticos o circulares. Sin embargo, esto no sucede así, y la forma de las lagunas de las zonas más próximas al afloramiento precámbrico no revelan ninguna diferencia de forma respecto a las de la zona de San Ignacio o del Tutumo, donde los sedimentos tienen más de un kilómetro de espesor, o respecto a las más próximas a los Andes, que se asientan sobre sedimentos de hasta 3 kilómetros de espesor.

El perfil del fondo debería tener forma cónica, sobre todo en los lugares donde los sedimentos tienen mayor grosor. La laguna Suárez, situada en el centro de los Llanos y asentada sobre una capa de sedimentos de más de un kilómetro de grosor, tiene un fondo completamente plano. El Dr. Alex Verdaguer ha hecho una batimetría de la laguna Isireri<sup>9</sup>, la mayor de la provincia de San Ignacio al oeste del Mamoré. Esta laguna tiene una forma aproximadamente cuadrangular, con un ancho máximo en cada eje de unos 4 km. La casi totalidad del fondo es plano, con una profundidad que oscila entre 1,4 y 1,7 m hasta los 100 m del borde, en que disminuye suavemente hasta la orilla. En los lugares en que la vegetación ha protegido la erosión de los bordes, el fondo desciende abruptamente en pocos metros, lo que permite suponer que éste era el perfil inicial.

Los hundimientos del zócalo rocoso deberían ir acompañados de movimientos sísmicos, pero la actividad sísmica de la zona es nula, un hecho que contrasta con la intensidad sísmica del resto del país, y que ya fue señalado anteriormente por algunos observadores<sup>10</sup>. La red sísmica boliviana, que permite la localización de los sismos menores no detectados por la red

---

<sup>9</sup> Informe técnico de Alex Verdaguer, 1999.

<sup>10</sup> El padre Eder, buen conocedor de la zona por su prolongada estancia en Baures, escribió en 1772, en su *Breve descripción de las reducciones de Moxos*: “Aquella región está totalmente libre del azote de los terremotos. Algún que otro padre ha sentido algún leve temblor durante la noche que arrasó Lima que sólo sintieron los que viven cerca de los Andes peruanos. Los demás no sintieron absolutamente nada”.

internacional, es operativa desde el año 1975, por lo que se ha tomado como período de referencia el de 1975-1985. Según los registros y los testimonios recogidos durante el trabajo de campo hemos llegado a la conclusión de que la sismicidad de esta zona es prácticamente nula y que su estabilidad contrasta con la del resto de Bolivia.

Finalmente, hay un buen número de lagunas de superficie mayor que el promedio que, aunque están orientadas igualmente al NE, no tienen forma rectangular, sino en forma “de pie de pato” (así las hemos llamado): la orilla inferior tiene una forma curva que se prolonga en dos orillas curvadas formando ángulo con una orilla recta en la parte norte.

La hipótesis que defendemos es la siguiente: en unos suelos con un perfil casi llano como el de Moxos, cualquier movimiento tectónico crea una depresión que almacena el agua de inundación, convirtiéndose en refugio de una rica fauna acuática que desaparece al desecarse, o bien al ser devorada por los depredadores o enterrada en el lodo a la espera de nuevas aguas.

Estas depresiones tienden a desaparecer por los aportes de materia orgánica, sedimentos acuáticos y eólicos, a veces considerables. La casi nula actividad sísmica de Moxos no permite conjeturar un sistema intenso de renovación que mantenga su existencia.

La presencia de lagunas geométricas, solarmente orientadas, con fondos planos de profundidad uniforme no puede explicarse únicamente a partir de la acción de fuerzas tectónicas. Sus características actuales nos llevan a postular que son el resultado de una acción humana coordinada de gran envergadura.

El estudio de las características de las lagunas y de las obras anexas (canales y terraplenes) permite deducir que unas y otras configuran un conjunto de módulos articulados cuyo objetivo era maximizar una producción de biomasa utilizable para la alimentación humana.

Los abundantes ejemplos de modificaciones y reformas que se pueden observar todavía hoy evidencian que el conjunto fue objeto de continuas adaptaciones y mejoras (véase la figura 3.9). Las lagunas de Moxos de bordes verticales y profundidad uniforme de unos 2 m cumplen todos los requisitos necesarios para asegurar una máxima producción de biomasa en este ecosistema.

Un manejo semiintensivo de las lagunas de Moxos similar al que practican algunas sociedades asiáticas y africanas permitiría producir sin dificultad entre 2,5 y 3 toneladas de alimento por hectárea y año, lo que justificaría la inversión que requirió su construcción y mantenimiento. Las lagunas del área incluida en la figura 3.2 suman una superficie de 117.000 ha y son aproximadamente un tercio del total detectable todavía hoy, lo que permite hacerse una idea de su enorme potencial productivo.

Para la comprensión de las lagunas como un conjunto productivo debe tenerse en cuenta el papel que desempeñaban los canales y terraplenes asociados. La productividad estaba condicionada por la reposición de la fertilidad de sus aguas y la selección de las especies que en ellas se criaban.

La existencia de los canales no parece responder a una necesidad de suministro de aguas, ya que la inundación anual de las pampas y la abundante pluviometría de Moxos aseguran la reposición de agua perdida por evaporación. El estudio del conjunto de canales del margen izquierdo del Mamoré muestra que éstos forman una red de distribución de las aguas

más fértiles que provienen del Maniqui y el Isiboro y drenan la zona intermedia entre la serranía de Mosetes y la de Eva Eva. Al atravesar Eva Eva, un conjunto de cursos alternativos permiten repartir a voluntad estas aguas en los lugares de producción (lagunas y campos elevados).

El conjunto de lagunas, canales y terraplenes permitía asimismo retener la riqueza de la vida acuática en lugares que permitiesen su explotación. La ictiofauna de Moxos se ha adaptado a los ciclos anuales de inundación-sequía. Numerosas especies desovan cuando se produce la subida de las aguas, de manera que los alevines aprovechan la inundación para nutrirse en la pampa. Al final de la inundación, que dura unos cuatro meses, los alevines que han sobrevivido y que ya tienen una alta esperanza de vida, vuelven a los ríos al retirarse las aguas.

La combinación de canales y terraplenes permitía, al final de la época de inundación, conducir y atrapar en las lagunas los alevines dispersos por la pampa, algunos de especies migratorias de imposible reproducción en aguas estancadas.

Las lagunas son una pieza fundamental de un gran aparato hídrico destinado a la colonización productiva del mayor ecosistema de inundación conocido. La acuicultura en Moxos fue la respuesta adaptativa más adecuada a su ecosistema de inundación periódica. El salto productivo que posibilitó en el Viejo Mundo el paso de la caza a la ganadería tiene su paralelismo en la América húmeda con el salto de la pesca a la acuicultura, con la diferencia de que ésta representaba un uso del suelo mucho más productivo y omitía la domesticación de animales.

Las lagunas geométricas orientadas de Moxos no son las únicas lagunas rectangulares orientadas al SE en el trópico húmedo americano; también las hay en Matto Grosso y en El Petén, aunque estas últimas están revestidas de piedra. La producción acuícola en lagunas construidas no fue una peculiaridad de Moxos, sino que también la conocieron y practicaron otras culturas americanas.

La visión que exponemos del aparato hídrico de Moxos como un todo articulado supone la existencia de una sociedad capaz de coordinar esfuerzos para transformar a gran escala un ecosistema de inundación aplicando técnicas sobre las que hoy tenemos muy escasos conocimientos; una sociedad que debió de desarrollar un verdadero aparato administrativo, tecnificado y centralizado para gestionar todo ese ecosistema como una unidad aplicando en cada zona las soluciones más adecuadas a la gestión productiva de las aguas.

Las obras de distribución de aguas de los ríos más fértiles irrigaron el margen oeste del Mamoré, posibilitando una agricultura intensiva en campos elevados. En la zona de Baures captaron las aguas de esorrentía represando los valles fluviales y en otros lugares construyeron grandes lagunas para hacer un uso estacional, como en el conjunto Villca (véase, en este mismo libro, el artículo lagunas de Moxos).

La existencia de una sociedad capaz de construir una obra de tal envergadura contradice las teorías generalmente aceptadas sobre la pobreza de la historia amazónica y sus culturas, que supuestamente vieron su progreso fuertemente limitado por la escasez de nutrientes del medio. Las obras hídricas de Moxos demuestran que, ante estas limitaciones, el hombre amazónico desarrolló tecnologías productivas que permitieron una multiplicación de recursos insospechada.

Hemos propuesto el término de “limnoculturas” para designar unas sociedades del trópico americano que basaron su prosperidad en la transformación de ecosistemas de inundación a fin de explotar la fertilidad de las aguas. El sistema productivo del antiguo Moxos basó su producción agrícola en la transferencia de la fertilidad del medio acuático al terrestre y la producción de proteína animal en cuerpos de agua cerrados en los que se reponía la fertilidad con la aportación anual de aguas fértiles.

Estas tecnologías deben tenerse en cuenta a la hora de plantearse el uso sostenible del suelo para el desarrollo económico y social del Moxos de hoy, pues abren amplias perspectivas de progreso para un territorio de Bolivia que hasta hoy sido condenado a la marginalidad y ha visto su papel en la república reducido por las limitaciones de su sistema de explotación del suelo.

El conocimiento que tenemos del aparato productivo de Moxos es aún muy superficial, pero creemos que es suficiente como para replantearse algunas teorías bien arraigadas sobre la relación entre el hombre y la naturaleza en algunos lugares de América. Un replanteamiento rico en consecuencias para etnólogos, ecólogos y planificadores.