

Apéndice 4

LEVANTAMIENTO FOTOGRAMETRICO DEL ESTANQUE MONUMENTAL DE BIBRACTE

Antonio Almagro*

La documentación planimétrica de un yacimiento o excavación arqueológica es una labor meticulosa que requiere, al realizarla con medios convencionales, mucho tiempo, y obliga a trabajar en condiciones no siempre fáciles por causa de la climatología, la topografía del lugar y la premura con que en muchas ocasiones hay que intervenir.

La fotogrametría puede brindar en este campo una ayuda valiosa reduciendo sobre todo de forma notable el tiempo necesario para la toma de datos en campo. En la Escuela de Estudios Arabes (CSIC) de Granada, hemos configurado un equipo básico de fotogrametría para levantamientos arquitectónicos y arqueológicos basado en instrumental moderno de coste moderado, fácil manejo y poco peso, y en la utilización de sistemas informáticos de dibujo. El equipo incluye tanto aparatos de topografía (taquímetro electrónico y distanciómetro) como de fotogrametría (cámara y restituidor)¹.

La dirección del equipo franco-español en el Programa Internacional del Mont Beuvray solicitó nuestra colaboración para la documentación de un Estanque Monumental descubierto en sus trabajos de excavación. El levantamiento ha sido realizado utilizando fotogrametría. A tal fin se facilitó una cámara portátil junto con unas sencillas instrucciones de como se debía operar en la toma de datos, a fin de que no fuera necesaria el desplazamiento de personal de nuestro centro para esta labor.

Se tomaron cuatro pares de fotos estereoscópicas en la dirección de los cuatro semiejes del Estanque (fig. 4.1 a 4.12), utilizando una cámara de tipo semimétrico Rollei 6006 Metric con un objetivo de 40 mm. De esta forma se obtuvo un recubrimiento completo de todos los paramentos del monumento.

Para realizar la orientación de los modelos estereoscópicos se determinaron diez puntos elegidos de modo que en cada par eran siempre visibles al menos cuatro de ellos. Para la obtención de sus coordenadas, y buscando siempre un sistema de la mayor simplicidad, se midieron mediante cinta métrica las distancias

entre ellos, formando triángulos. Las medidas se obtuvieron siempre como distancias directas en el espacio entre los puntos. Su distancia horizontal se dedujo posteriormente en función de esta distancia oblicua y la diferencia de cota entre los puntos.

Al mismo tiempo, y mediante un nivel de topografía, se midieron las cotas de todos los puntos.

Con estos datos se procedió primeramente a dibujar mediante un programa de CAD, la posición de los puntos a partir de las medidas horizontales entre los mismos. Una vez definidos los puntos como intersección de círculos cuyo radio es la distancia a otros dos, el programa facilita con gran simplicidad las coordenadas cartesianas de los puntos.

Con estas coordenadas se realizó el cálculo de la orientación de los modelos mediante un restituidor

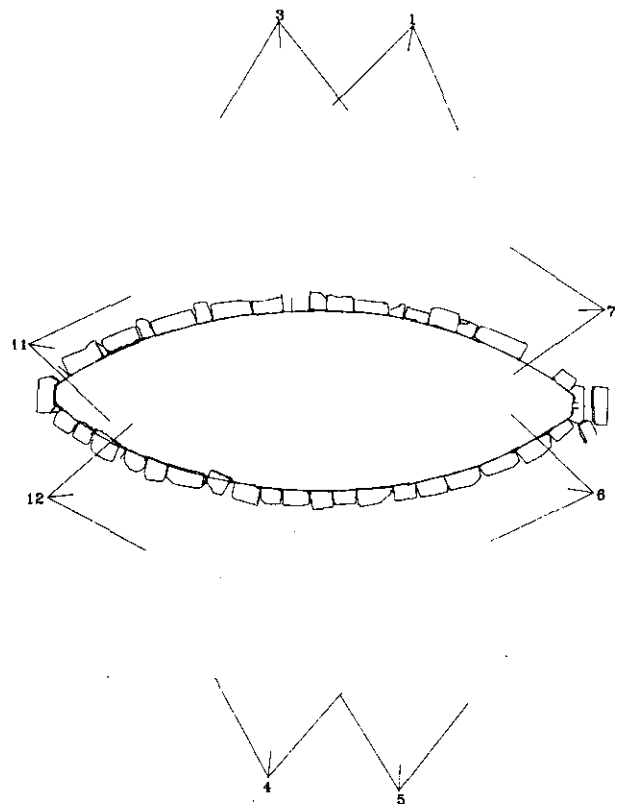


Fig. 4.1.—Esquema de las tomas fotogramétricas del Estanque Monumental.

* Escuela de Estudios Arabes. CSIC. Granada

¹ A. Almagro 1991. Un sistema informático de documentación arqueológica en la Escuela de Estudios Arabes de Granada (CSIC). *Aplicaciones Informáticas en Arqueología (Complutum 1)*. Madrid, 1991.

ADAM MPS2, instrumento de gran sencillez y especialmente concebido para la restitución de fotogramas de 6x6 cms. La orientación de los cuatro modelos se hizo manteniendo siempre un sistema único de coordenadas de forma que la restitución de los cuatro pares se obtuvo igualmente en este sistema único. Como el restituidor ADAM es un instrumento de tipo analítico, simultáneamente a la obtención de los dibujos, crea un fichero ASCII que contiene las tres coordenadas de todos los puntos medidos, junto con los códigos de tipo de línea y tipo de punto, de modo que es posible hacer que el ordenador redibuje la restitución cuantas veces haga falta, a la escala y en la proyección que se desee.

Como en ninguno de los pares se podía observar en su integridad ninguna de las dos caras mayores del Estanque, era necesario agrupar los ficheros y seleccionar las partes del dibujo que debían aparecer en cada uno de las proyecciones que se querían obtener. Para facilitar este cometido, se transfirieron los ficheros de restitución a un programa de CAD por medio de un programa especialmente diseñado por nosotros para tal fin, que transforma los ficheros ASCII de coordenadas obtenidas por restitución en ficheros de transferencia gráfica tipo DXF. Estos ficheros se cargan con rapidez y comodidad en el programa de CAD generando un dibujo tridimensional (pues se conservan siempre las tres coordenadas obtenidas en la restitución), cuya visualización en el ordenador puede realizarse en cualquier proyección de un sistema cartesiano o en cualquier otro sistema de proyección (proyección oblicua o cónica). Además, por medio del programa puede corregirse y completarse el dibujo y también efectuar mediciones con muchas más precisión que sobre un dibujo en papel.

La edición mediante CAD del dibujo se realizó con un ordenador Hewlett Packard HPRS25 con procesador de 32 bits y coprocesador matemático y 4 Mb de memoria principal. Se fundieron en un solo dibujo las

restituciones de los cuatro pares estereoscópicos realizando las pequeñas correcciones y acabados que el dibujo necesitaba, así como la rotulación y la colocación de cruces fiduciales para control de la escala del dibujo sobre papel.

Para la obtención de los dibujos sobre papel se utilizó un trazador gráfico Hewlett Packard HP DraftPro, de formato DIN A1. Se visualizó el dibujo en cada una de las proyecciones deseadas procediéndose a ocultar las zonas que quedaban por detrás del plano de proyección u ocultas por elementos antepuestos y se realizaron los dibujos de todas las proyecciones (planta y cuatro secciones por los dos ejes principales en ambos sentidos). Posteriormente se obtuvieron también proyecciones oblicuas que permiten una mejor contemplación del espacio y el volumen, tanto en proyección ortogonal al plano como en proyección cónica. Se realizó igualmente una reconstrucción completando las hiladas de piedra desaparecidas y obteniéndose igualmente proyecciones oblicuas.

El trabajo ha podido ser realizado con gran sencillez de medios y en tiempo muy limitado en el yacimiento, lo que sin duda supone una notable ventaja frente a sistemas tradicionales. Pero además, la utilización de un sistema de CAD en el que se genera el dibujo básico de forma automática desde la restitución fotogramétrica proporciona un instrumento de incalculables posibilidades, especialmente para el estudio en tres dimensiones del yacimiento y sus hallazgos. Por otra parte, este procedimiento permite la documentación casi inmediata de las estructuras, antes de que estas lleguen a sufrir, tras su descubrimiento, modificaciones previsibles a causa de la alteración de la presión de la tierra y por quedar sometidas a la acción de la intemperie, modificaciones que en ocasiones pueden ser significativas para los paramentos, afectando, incluso, a sus dimensiones.

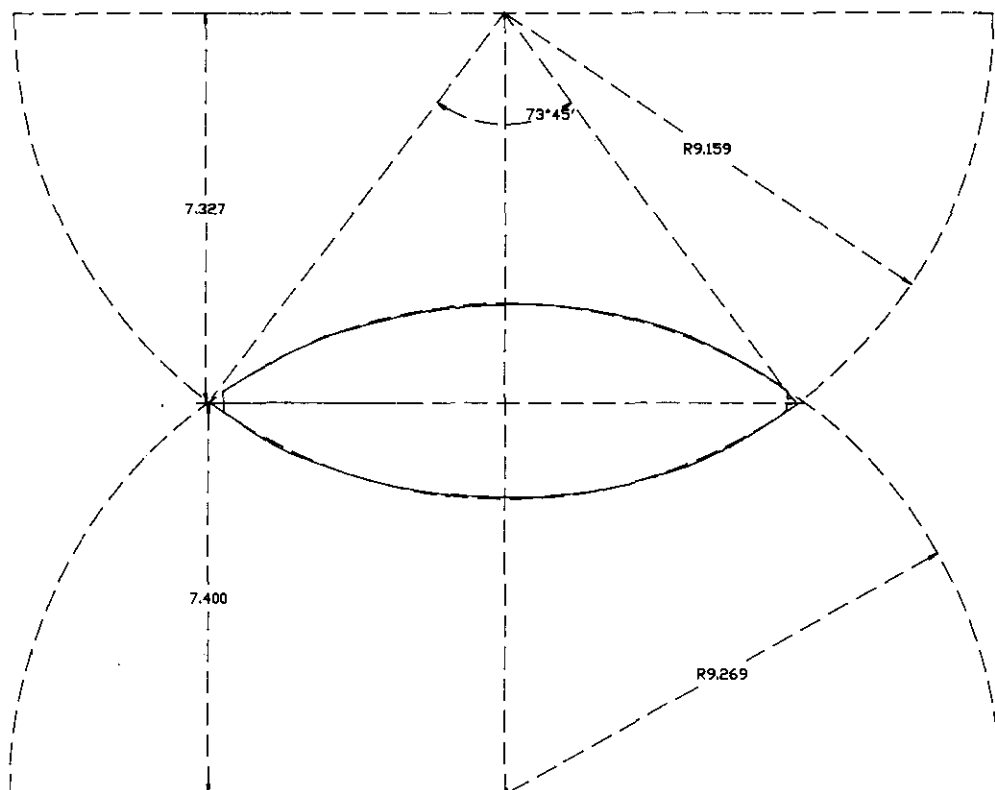


Fig. 4.2.—Trazado geométrico del Estanque, según la reconstrucción fotogramétrica.

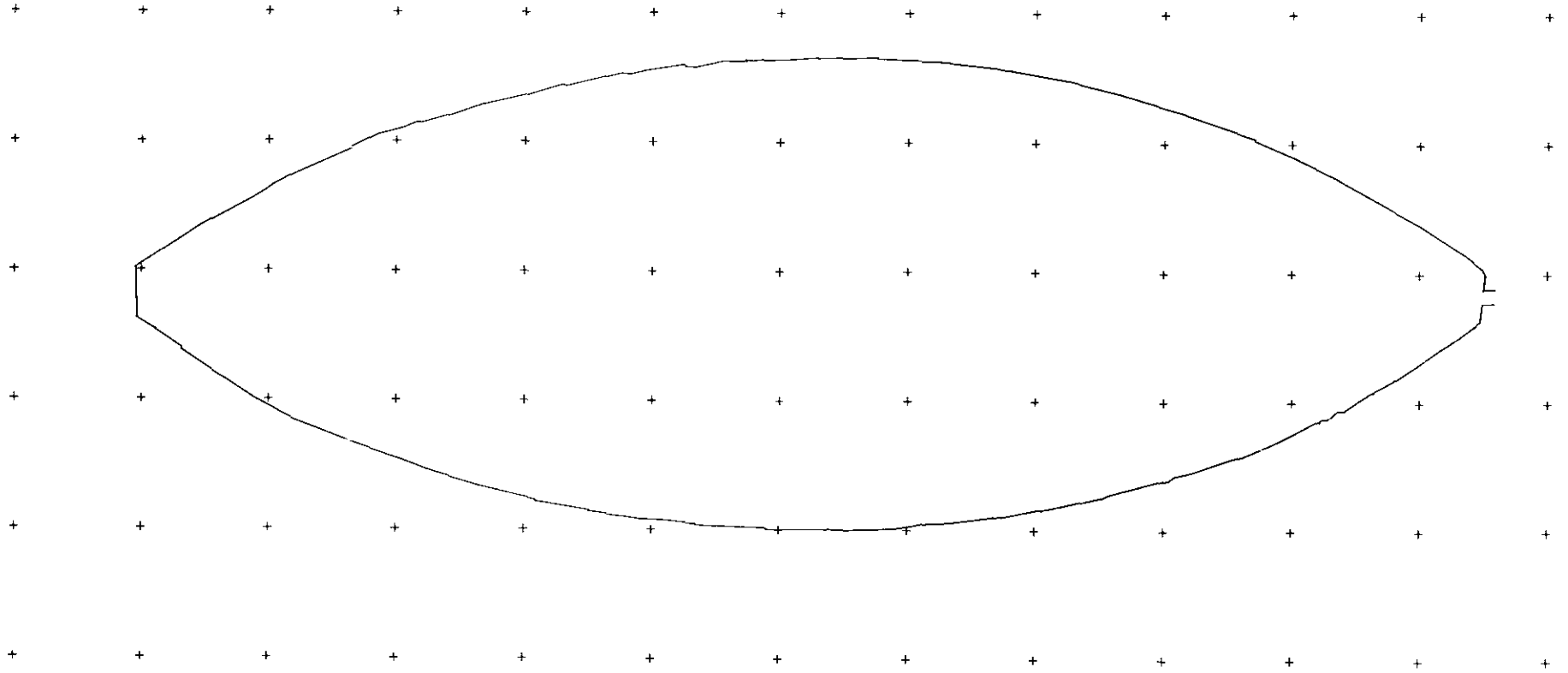


Fig. 4.3.—Restitución fotogramétrica de la planta a nivel de la hilada inferior.

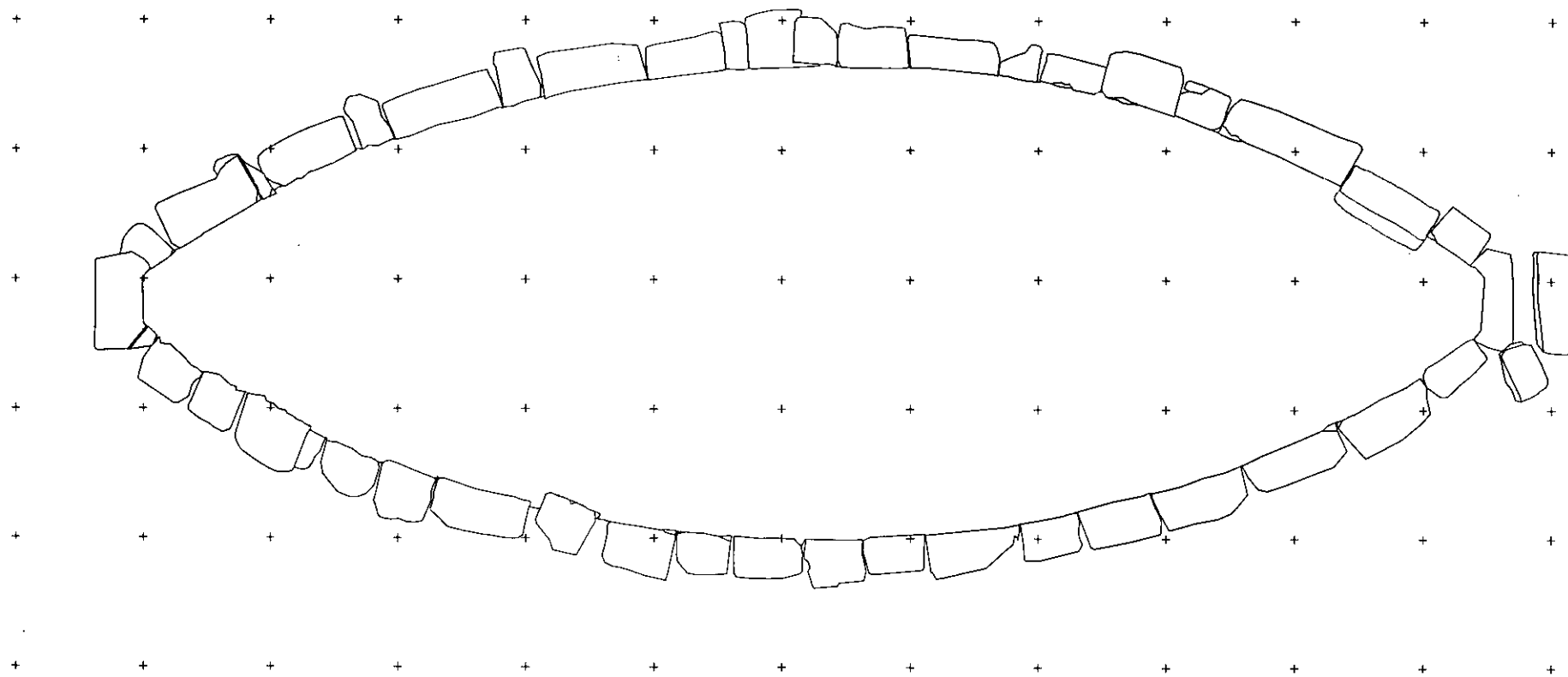


Fig. 4.4.—*Planta superior del Estanque Monumental.*

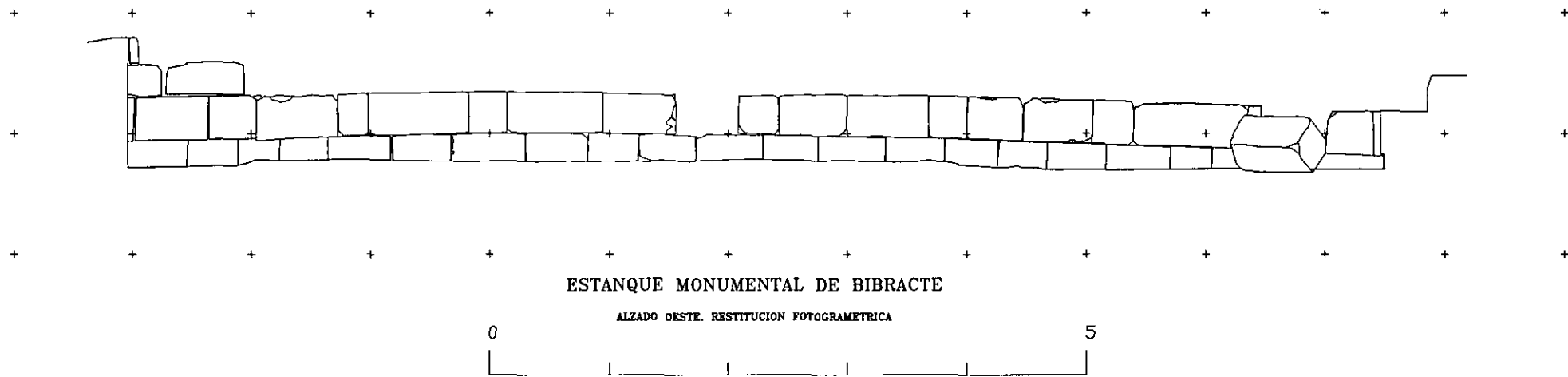


Fig. 4.5.—Estanque Monumental: alzado fotogramétrico del lado Este.

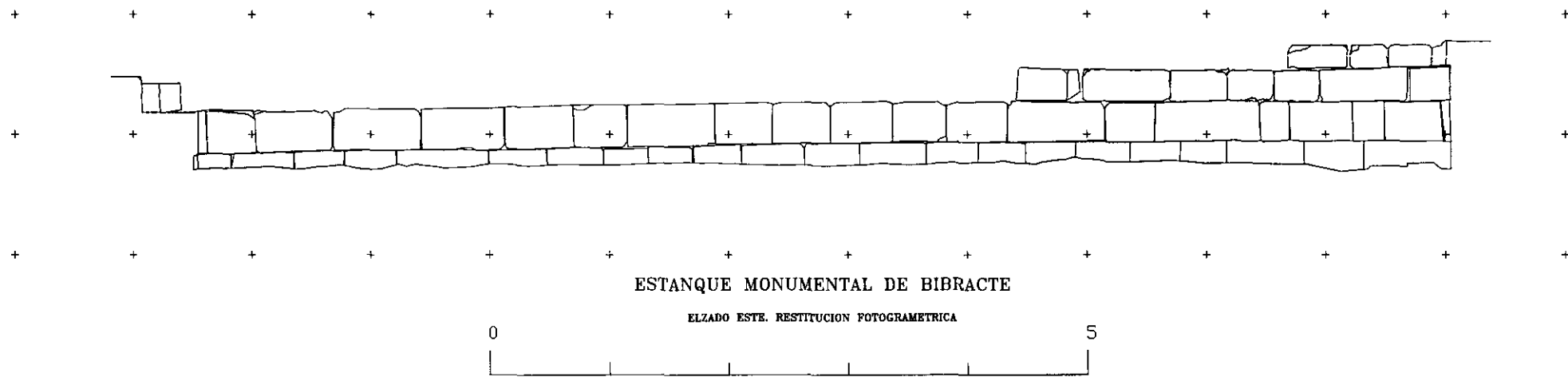


Fig. 4.6.—Estanque Monumental: alzado fotogramétrico del lado Oeste.

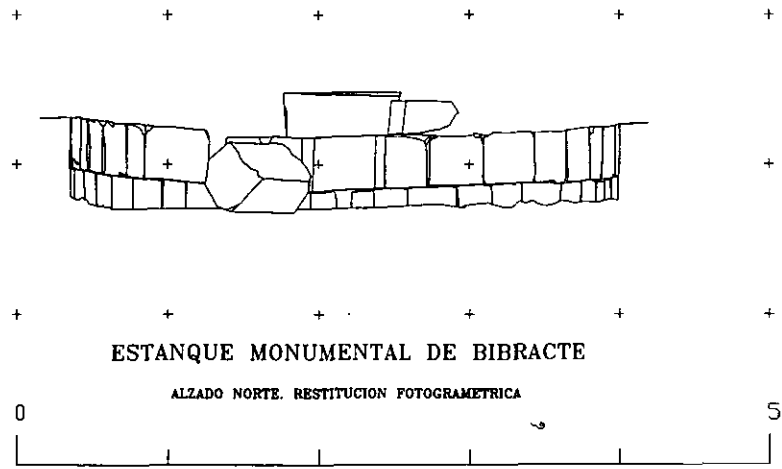


Fig. 4.7.—*Estanque Monumental: alzado fotogramétrico del extremo Norte.*

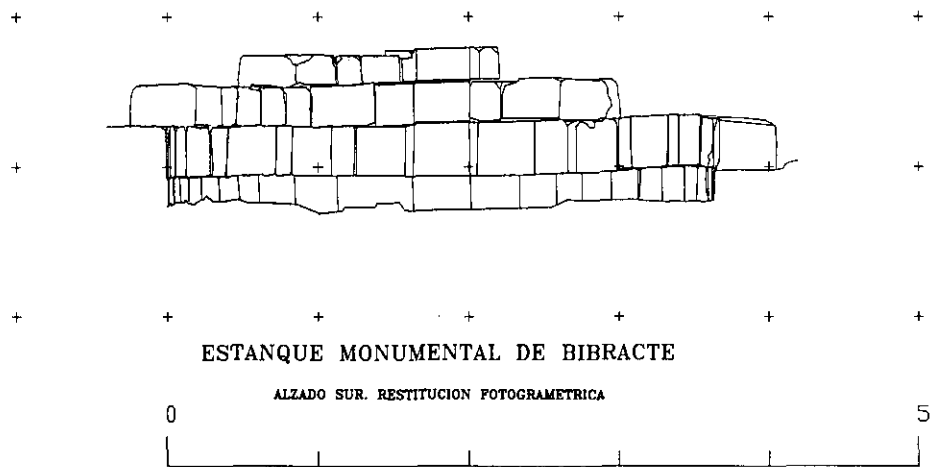


Fig. 4.8.—*Estanque Monumental: alzado fotogramétrico del extremo Sur.*

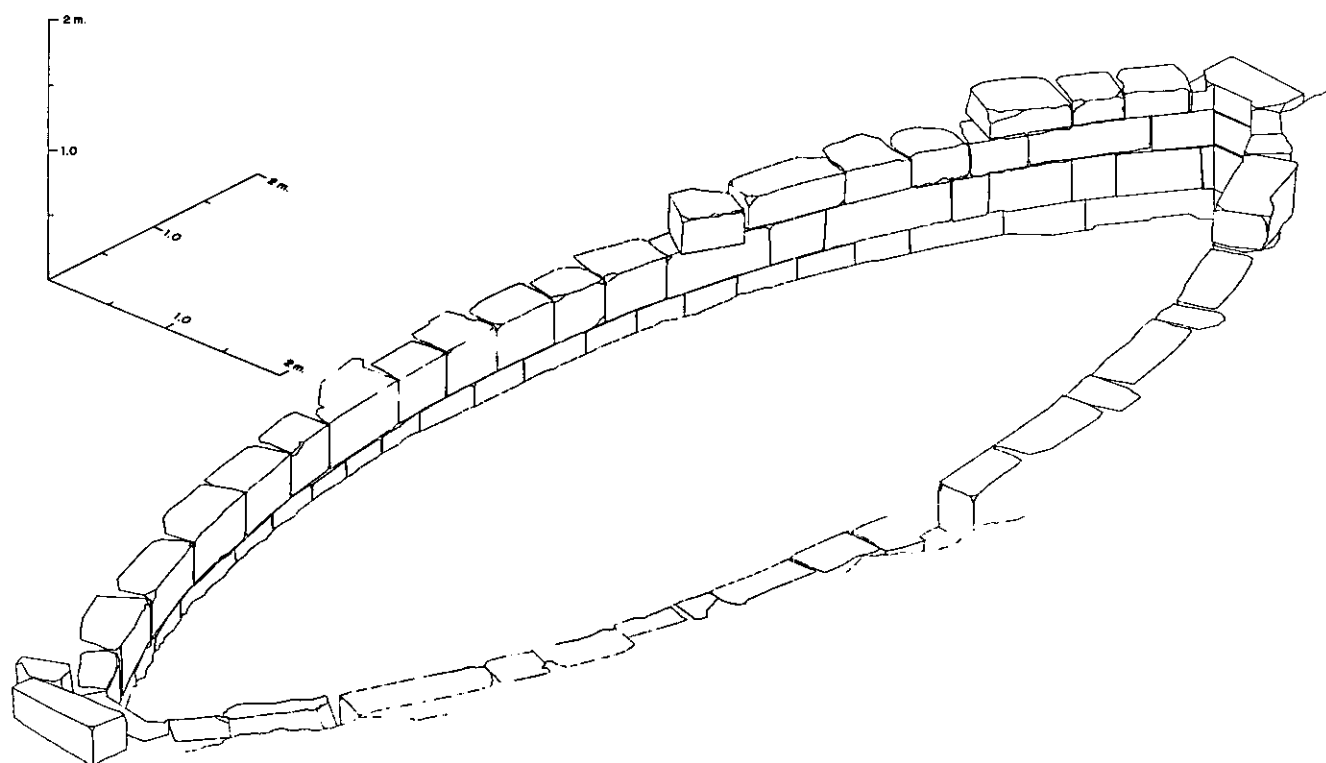


Fig. 4.9.—Estanque: vista isométrica desde el Norte.

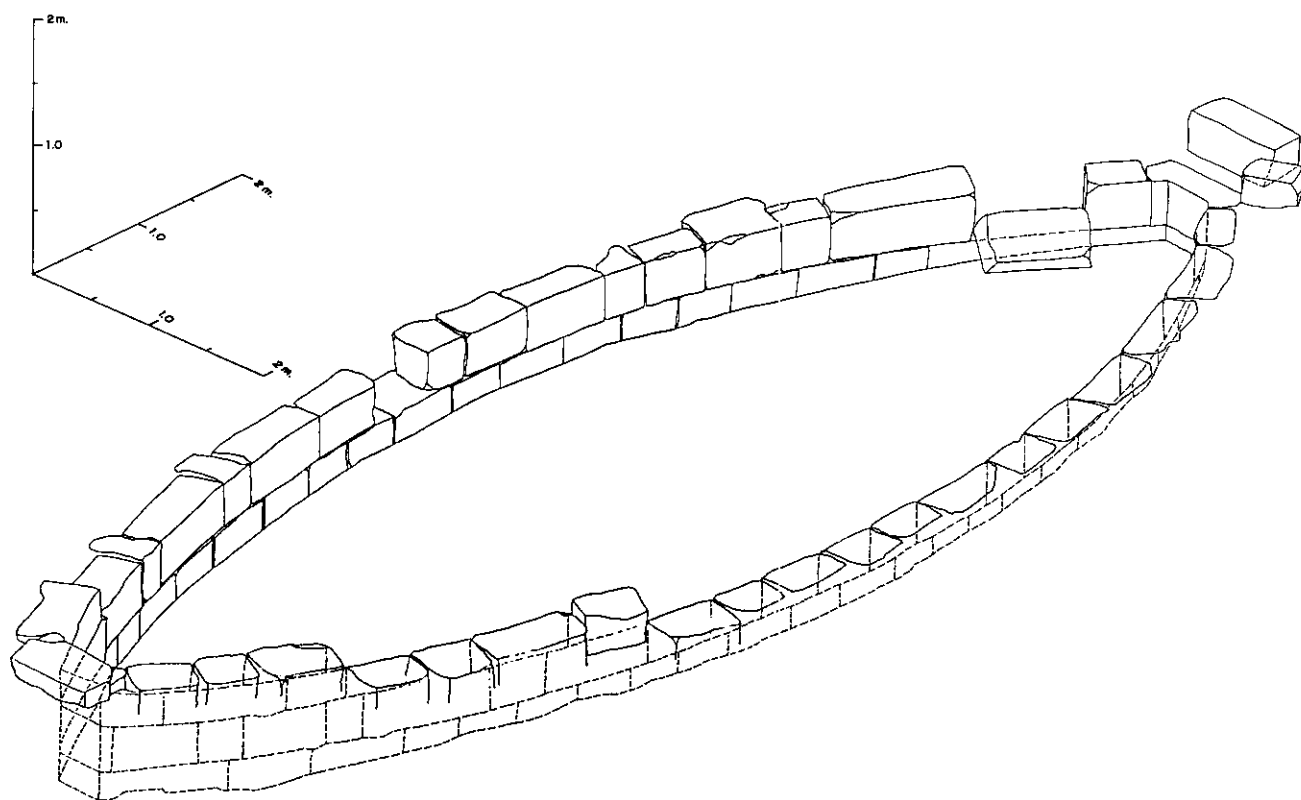


Fig. 4.10.—Estanque: vista isométrica desde el Sur.

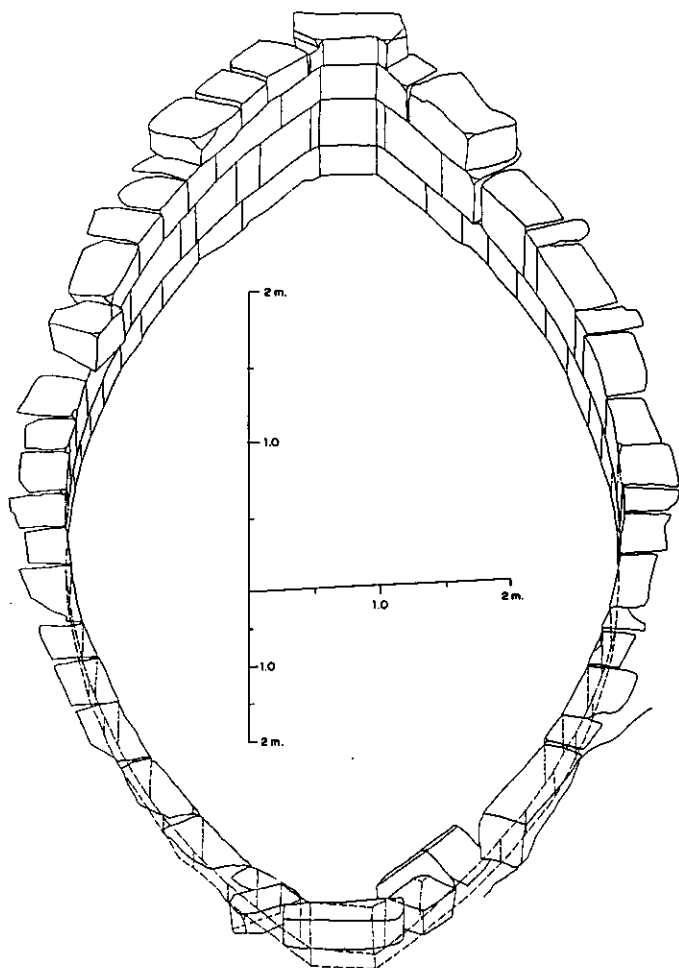


Fig. 4.11.—Estanque: vista isométrica desde el Noreste

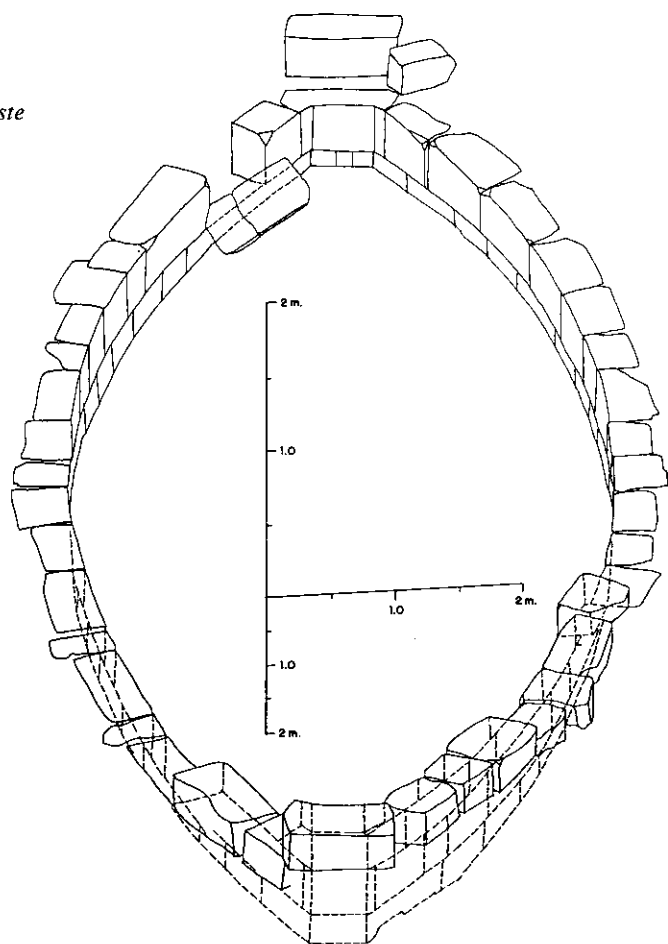


Fig. 4.12.—Estanque: vista isométrica desde el Suroeste.